

( $p < 0.05$ ), and in 35 – by 3.3% relative to control. It is determined that the average weight of pheasants, which was added to the feed, was added to the feed supplement of vermiculture in the amount of 1.5–2.5 %, was higher at 7-day-old age by 4.4 %, and 14 – by 7.0 ( $p < 0.01$ ), 21 – by 8.6 ( $p < 0.001$ ), 28 – by 8.2 ( $p < 0.001$ ) and 35 – by 11.9 % ( $p < 0.001$ ) relative to the bird's weight of the control group. It was established that against the background of application of biomass of vermiculture in the amount of 2.0–3.5 % in pheasant feeding, there is an increase in the weight of the bird body at 7-day age by 5.7 %, in 14 – by 9.6 ( $p < 0.001$ ), in the 21-, at 9.5 % ( $p < 0.001$ ), in 28 – by 9.3 ( $p < 0.001$ ) and 35 – by 13.3 % ( $p < 0.01$ ) in the age group periods correspondingly to control. It has been established that when addition of fodder supplement of vermiculture to mixed fodder, in the amount of 0.75–1.5 % contributed to an increase in body weight at 7 days of age by 1.2 %, 14 % by 2.7 %, 21 – by 3.0 ( $p < 0.05$ ), 28 – on 4.0 ( $p < 0.05$ ) and in 35 – by 3.3 % with relatively to control. It is established that the average weight of pheasants, which added fodder supplement of vermiculture in the amount of 1.5–2.5 %, was higher at 7-day-olds by 4.4 %, and 14 – by 7.0 ( $p < 0.01$ ), 21 – by 8.6 ( $p < 0.001$ ), 28 – by 8.2 ( $p < 0.001$ ) and 35 – by 11.9 % ( $p < 0.001$ ) relative to the bird's weight of the control group.

It was established that against the background of application of biomass of vermiculture in the amount of 2.0–3.5 % in pheasant feeding, there is an increase in the weight of the bird body at 7-day age by 5.7 %, in 14 – by 9.6 ( $p < 0.001$ ), in the 21-, at 9.5 % ( $p < 0.001$ ), in 28 – by 9.3 ( $p < 0.001$ ) and 35 – by 13.3 % ( $p < 0.01$ ) in the age group periods correspondingly to control.

The addition of vermiculture supplements to poultry feed in the amount of 1.5–2.5 % contributed to the highest growth (9.9 times) of the average body weight of pheasants in 35-day-old age versus day-time, and this figure was higher by 10.0; 2.0 and 3.1 % in comparison with the control group and pheasants, which added the feed supplement of vermiculture to the mixed fodder in the amount of 0.75–1.5 % and 2.0–3.5 % respectively. At the end of the study, the average body mass of the pheasant was 35-day-old, adding 1.5–2.5 % of the feed supplement of vermiculture to the mixed fodder was 212.44 g, while at the same time in the poultry receiving 2.0–3.5 % This additive was 215.4 g and was 1.4 % higher, but the difference was not likely. Adding a feed supplement of vermiculture to fodder feed pheasants promotes the growth of the body weight of the bird, which may indicate the activation of protein metabolism in the body of animals. In the experimental groups of pheasants, to the fodder which in the first week added vomiting additive in the amount of 0.75, 1.5 and 2.0 %, in the second - 1.5, 2.5 and 3.5 %, respectively, the growth of average mass the body of poultry and at 35 days their weight was greater by 3.3, 11.9 ( $p < 0.001$ ) and 13.3 % ( $p < 0.001$ ), respectively, in relation to control.

Thus, in order to activate the growth and development of young pheasant, it is necessary to feed the feed additive of vermiculture, which is obtained from the biomass of red Californian worms using Gumilide from 1 to 7 days in the amount of 1.5 %, and from 8 to 14 days – 2.5 %.

A promising research direction is the study of the effects of vermicular feed supplement obtained from biomass of red Californian worms grown on a substrate containing Humilid on egg productivity and quality egg performance.

**Key words:** feed supplement of vermiculture, Humilid, pheasant, average body weight, poultry.

*Надійшла 12.04.2018 р.*

## УДК 575.16:636.538-577.155

**ДАНЧЕНКО О.О.**, д-р с.-г. наук

**ЗДОРОВЦЕВА Л.М.**, канд. біол. наук

**ДАНЧЕНКО М.М.**, канд. техн. наук

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

**РУБАН Г.В.**, здобувач

*Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького*

nndea@ukr.net

## АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ ГУСЕЙ У ПЕРЕДЗАБІЙНОМУ ПЕРІОДІ

Одним із напрямків підвищення ефективності гусівництва є науково обґрунтоване застосування біогенних домішок спрямованої дії, у тому числі антиоксидантних. З'ясовано особливості впливу показників прооксидантно-антиоксидантної рівноваги на антиоксидантну активність скелетних м'язів гусей у передзабійному періоді (з 35-ої до 63-ої доби). Зазначений проміжок онтогенезу гусей включає фізіологічну напругу в організмі птиці (з 42-ої до 56-ої доби), зумовлену формуванням ювенального пір'я. Перша половина досліджуваної характеризується підвищенням вмісту ТБК-активних продуктів і зниженням коефіцієнта антиоксидантної активності на 41,8 %. Супероксиддисмутазна активність у часі мала тенденцію до зниження, а каталазна – до зростання. Упродовж досліджуваної у скелетних м'язах достовірно зменшився вміст вітаміну А і  $\beta$ -каротину. Найбільш стабільним рівнем характеризувався вміст вітаміну Е ( $v = 10,4$  %). За допомогою кореляційного і кластерного аналізів з'ясовано вплив досліджених показників прооксидантно-антиоксидантної рівноваги скелетних м'язів гусей на їх антиоксидантну активність. За  $\gamma \leq 0,10$  досліджені показники утворюють три відокремлені кластери, а на рівні  $\gamma \leq 0,24$  встановлено наявність слабких тенденцій до кореляційних зв'язків між усіма дослідженими показниками, які об'єднують досліджені показники в єдину структуровану динамічну систему. Встановлено достатньо потужний прямий зв'язок між коефіцієнтом антиоксидантної активності

і вмістом вітаміну Е у скелетних м'язах гусей, що свідчить про доцільність застосування підвищених концентрацій вітаміну Е в раціоні птиці у передзабійному періоді.

**Ключові слова:** гуси, скелетні м'язи, прооксидантно-антиоксидантна рівновага, антиоксидантна активність, кореляційний аналіз, кластерний аналіз.

**Постановка проблеми.** Гусівництво – перспективна галузь аграрного виробництва [3, 5, 6, 10, 12]. М'ясо гусей, на відміну від м'яса іншої свійської птиці, характеризується специфічним жирнокислотним складом з високим умістом поліненасичених жирних кислот [1, 23, 24]. Незважаючи на ряд переваг гусівництва, а саме скоростиглість, здатність фуражувати на пасовиськах і водоймах, широкий асортимент продукції [1, 2, 4–6, 8, 11], в Україні за останні роки чисельність гусей суттєво зменшилася [5–6]. У Східній Європі та Азії, навпаки, поголів'я гусей стабільно зростає [29, 30]. Використання інноваційних технологій і сучасного технологічного обладнання у гусівництві та впровадження у виробництво наукових досягнень сприятиме підвищенню ефективності даної галузі [10, 13, 15].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Рівновага між прооксидантами і антиоксидантами є одним із головних критеріїв функціонального стану організму [25, 27], а після забою птиці – якості отриманої м'ясної продукції [14]. Економічна доцільність змушує господарства обмежувати термін вирощування гусей на м'ясо 8–9-тижневим віком [10]. Цей термін визначається стабілізацією прооксидантно-антиоксидантної рівноваги по завершенні формування ювенального пір'я гусей [1, 2].

З метою підвищення антиоксидантного статусу організму птиці до раціону гусей у передзабійному періоді додаються домішки, переважно, біогенного походження [1, 14]. Утім, сучасними біохімічними дослідженнями доведено, що необґрунтоване застосування речовин біогенного походження може призвести до негативних наслідків [20, 21, 31–33]. Отже, на даному етапі розвитку гусівництва виникає потреба в науково обґрунтованому застосуванні антиоксидантних домішок у цій галузі. Тому визначення особливостей функціонування системи антиоксидантного захисту (АОЗ) гусей у передзабійному періоді може стати надійним науковим супроводом практичного впровадження біогенних антиоксидантів у гусівництві.

**Метою** досліджень було з'ясування особливостей впливу показників прооксидантно-антиоксидантної рівноваги на антиоксидантну активність скелетних м'язів (СМ) гусей у передзабійному періоді.

**Матеріал і методика дослідження.** Дослідження на гусях італійської породи з 35-ої до 63-ої доби проводилися щотижнево. Упродовж цього періоду гусей дослідної групи утримували на раціоні, збалансованому за обмінною енергією, протеїном, вітамінами і мінеральними речовинами згідно з рекомендаціями для цього віку гусей [9].

Забій птиці проводили з дотриманням норм конвенції Ради Європи щодо захисту тварин, що використовуються в наукових дослідженнях. Після забою птиці з тушок вирізали грудні м'язи, які для подальших біохімічних досліджень зберігали в морозильній камері при температурі  $-18^{\circ}\text{C}$  не більше 7 діб.

Інтенсивність перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) в отриманому біоматеріалі оцінювали за вмістом продуктів пероксидації, які реагують з 2-тіобарбітуровою кислотою – ТБКАП [7]. Визначення цих речовин проводили в ліпідних екстрактах СМ (ТБКАП<sub>ліп</sub>), гомогенатах цих тканин (ТБКАП<sub>вих</sub>) та за ініціації  $Fe^{2+}$  ПОЛ (ТБКАП<sub>інк</sub>). Окрім того, в отриманому біоматеріалі визначали вміст загальних ліпідів, вітамінів Е, А,  $\beta$ -каротину та активність основних антиоксидантних ензимів: супероксиддисмутази (СОД), каталази (КАТ) і глутатіонпероксидази (ГПО) [16, 18, 22, 26, 28]. Стан системи АОЗ оцінювали за допомогою запропонованого раніше інтегрального показника – коефіцієнта антиоксидантної активності ( $K_{АОА}$ ) [34]. Математична обробка результатів дослідження здійснювалася методами математичної статистики, у тому числі багатовимірною кореляційною і кластерною аналізів, з використанням пакета комп'ютерної програми *SPSS-13,0* і програми *MS Excel2000*.

**Основні результати дослідження.** Зазначений проміжок онтогенезу гусей характеризується фізіологічною напругою в організмі птиці (з 42-ої до 56-ої доби), зумовленої формуванням ювенального пір'я. Цей процес потребує достатньо високих витрат енергії та амінокислот, у тому числі – сульфуровмісних. Тому навіть на тлі збалансованого за обмінною енергією і протеїном раціону, процес формування ювенального пір'я супроводжується напругою в системі АОЗ, що позначається підвищенням вмісту всіх продуктів ПОЛ у СМ гусей (ТБКАП<sub>ліп</sub>,

ТБКАП<sub>вих</sub> і ТБКАП<sub>інк</sub> на 58,8; 45,2 і 150,5 %), а К<sub>АОА</sub> 42-ої до 56-ої доби знижується на 41,8 % (табл. 1). Однак, за весь період дослідження цей інтегральний показник утримується на сталому рівні ( $r = -0,206$ ). Водночас, встановлено монотонно спадаючий вміст ліпідів у часі ( $r = -0,951$ ). Що стосується компонентів системи АОЗ, то для антиоксидантних ензимів встановлено різноспрямовані зміни їхньої активності, а саме: СОД-активність у часі має тенденцію до зниження ( $r = -0,710$  за  $\gamma = 0,179$ ), КАТ-активність – до зростання ( $r = 0,790$  за  $\gamma = 0,112$ ), а ГПО-активність в часі змінюється несуттєво ( $r = 0,381$  за  $\gamma = 0,527$ ). Упродовж дослідів достовірно зменшувався вміст вітаміну А ( $r = -0,814$  за  $\gamma = 0,093$ ) і  $\beta$ -каротину ( $r = -0,870$  за  $\gamma = 0,055$ ). Вміст вітаміну Е характеризувався найбільш стабільним рівнем, про що свідчать відсутність його кореляції з часом та найменше значення коефіцієнта варіації цього показника ( $v = 10,4$  %).

Таблиця 1 – Вміст ліпідів, продуктів ліпопероксидації, вітамінів та активність антиоксидантних ензимів у скелетних м'язах гусей ( $M \pm m, n = 6$ )

Вік, доба, T	35	42	49	56	63
ТБКАП <sub>ліп</sub> (P <sub>1</sub> ), нМоль/г	109,4 ± 5,2	173,7 ± 8,7**	156,3 ± 6,8	130,4 ± 5,9*	89,3 ± 4,9**
ТБКАП <sub>вих</sub> (P <sub>2</sub> ), нМоль/г	63,7 ± 3,8	84,2 ± 4,0*	92,5 ± 4,7	73,9 ± 3,5*	54,8 ± 2,8*
ТБКАП <sub>інк</sub> (P <sub>3</sub> ), нМоль/г	115,4 ± 6,2	161,9 ± 7,5*	289,1 ± 12,7**	160,7 ± 9,1**	105,4 ± 4,9**
Ліпіди, (X), мг/г	22,6 ± 1,2	16,7 ± 0,9*	12,3 ± 0,3*	11,5 ± 0,4	9,4 ± 0,2*
К <sub>АОА</sub>	0,55	0,52	0,32	0,46	0,52
СОД, (Y <sub>1</sub> ), ум.од./ (хв·г)	10,45 ± 0,62	11,25 ± 0,58	11,65 ± 0,61	9,90 ± 0,39*	7,05 ± 0,30*
КАТ · 10 <sup>-5</sup> , (Y <sub>2</sub> ), нкат/г	17,10 ± 0,64	25,60 ± 1,12**	26,30 ± 1,07	24,50 ± 1,08	28,45 ± 1,37
ГПО · 10 <sup>4</sup> , (Y <sub>3</sub> ), мкМоль/(хв·г)	3,47 ± 0,15	2,67 ± 0,11*	4,56 ± 0,23**	4,17 ± 0,20	3,59 ± 0,14
Вітамін А, (V <sub>1</sub> ) мкг/г	3,47 ± 0,12	3,25 ± 0,21	2,65 ± 0,09*	2,93 ± 0,19*	2,74 ± 0,14
Вітамін Е, (V <sub>2</sub> ) мкг/г	12,10 ± 0,64	10,52 ± 0,62*	9,30 ± 0,37*	11,07 ± 0,48*	11,93 ± 0,37
$\beta$ -каротин, (V <sub>3</sub> ) мкг/г	11,25 ± 0,43	10,67 ± 0,11	8,56 ± 0,23*	9,17 ± 0,20	8,59 ± 0,34

Примітки: різниці вірогідні відносно попереднього значення: \* –  $p \leq 0,05$ ; \*\* –  $p \leq 0,01$ .

Результати кореляційного аналізу динаміки досліджених показників було застосовано для проведення ранжирування кожного з них за кількістю і щільністю статистично достовірних парних кореляційних зв'язків (табл. 2).

Таблиця 2 – Ранжирування досліджених показників за кількістю і щільністю кореляційних зв'язків на рівні значущості  $\gamma \leq 0,10$

Ранг показника	Назва показника	Позначення показника	Ранг зв'язків з рештою показників			
			1	2	3	4
1	ТБКАП <sub>вих</sub>	P <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>
			-0,947(*)	0,930(*)	0,883(*)	0,865
2	Вітамін Е	V <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	K <sub>АОА</sub>	P <sub>1</sub>
			-0,958(*)	-0,947(*)	0,871	-0,809
3	ТБКАП <sub>інк</sub>	P <sub>3</sub>	V <sub>2</sub>	K <sub>АОА</sub>	P <sub>2</sub>	-
			-0,958(*)	-0,953(*)	0,883(*)	-
4	Ліпіди	X	V <sub>3</sub>	V <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	-
			0,939(*)	0,918(*)	-0,899(*)	-
5	Вітамін А	V <sub>1</sub>	V <sub>3</sub>	X	Y <sub>2</sub>	-
			0,991(**)	0,918(*)	-0,812	-
6	ТБКАП <sub>ліп</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	-
			0,930(*)	0,840	-0,809	-
7	$\beta$ -каротин	V <sub>3</sub>	V <sub>1</sub>	X	-	-
			0,991(**)	0,939(*)	-	-
8	K <sub>АОА</sub>	K <sub>АОА</sub>	P <sub>3</sub>	V <sub>2</sub>	-	-
			-0,953(*)	0,871	-	-
9	КАТ	Y <sub>2</sub>	X	V <sub>1</sub>	-	-
			-0,899(*)	-0,812	-	-
10	СОД	Y <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	-	-
			0,865	0,840	-	-
11	ГПО	Y <sub>3</sub>	-	-	-	-

Примітки: \* – кореляції значущі на рівні  $\gamma \leq 0,05$ ; \*\* кореляції значущі на рівні  $\gamma \leq 0,01$ .

Найвищі шість позицій в цій таблиці посідають продукти окиснення у різних модифікаціях (ТБКАП<sub>ліп</sub>, ТБКАП<sub>вих</sub> і ТБКАП<sub>інк</sub>), вміст ліпідів і вітамінів Е і А. Антиоксидантні ензими КАТ і СОД мають по дві достовірні кореляції, ГПО – жодної.

Для з'ясування наявності і характеру впорядкованості інтегрованої структури досліджених показників прооксидантно-антиоксидантної рівноваги проведено кластерний аналіз, результати якого наочно представляють залежність антиоксидантної активності СМ, що кількісно визначається  $K_{AOA}$ , від досліджених показників. Проведена кластеризація цих показників за ознакою щільності кореляційних зв'язків між ними на рівні значущості  $\gamma \leq 0,10$  дозволила виявити три кластери (рис. 1). У межах базового кластеру з шести показників (рис.1 (а)), до якого ввійшов  $K_{AOA}$ , прослідковується безпосередній потужний і опосередкований (через ТБКАП<sub>лпш</sub>, ТБКАП<sub>вих.</sub>, ТБКАП<sub>інк</sub>) вплив вітаміну Е та опосередкований вплив СОД-активності на рівень  $K_{AOA}$ .

Водночас другий, менш об'ємний, кластер (рис. 1, в) поєднує тільки чотири досліджені показники (вміст ліпідів, вітаміну А,  $\beta$ -каротину і КАТ-активність). Основним структуроутворювачем цього кластеру є вміст ліпідів.

Окрім того, один показник (ГПО-активність) залишився у відокремленому вигляді без жодного достовірного кореляційного зв'язку (рис. 1, с).

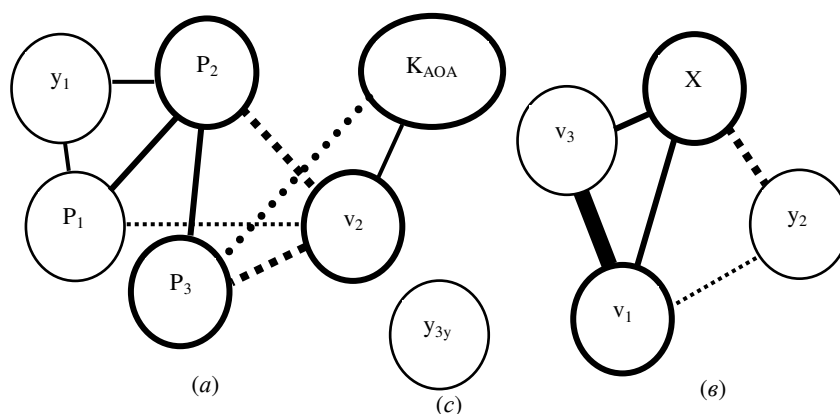


Рис. 1. Кластери з досліджених показників за щільністю їх кореляційних зв'язків:  
 — або — на рівні значущості  $\gamma \leq 0,05$ ; — на рівні значущості  $\gamma \leq 0,01$ ;  
 ..... або ..... на рівні значущості  $\gamma \leq 0,10$

Урахування взаємодій на рівні статистичної тенденції до кореляційних зв'язків (на послабленому рівні їх значущості до  $\gamma \leq 0,24$ ) дозволяє встановити наявність слабких тенденцій до кореляційних зв'язків між показниками, що входять до різних кластерів (рис. 2). За даними кореляційного аналізу об'єднання кластерів може відбуватися за такими п'ятьма напрямками:  $r(K_{AOA}, Y_3) = -0,785$  при  $\gamma = 0,115$ ;  $r(K_{AOA}, V_1) = 0,708$  при  $\gamma = 0,181$ ;  $r(K_{AOA}, V_3) = 0,645$  при  $\gamma = 0,240$ ;  $r(Y_3, V_3) = -0,689$  при  $\gamma = 0,199$  та  $r(Y_3, V_1) = -0,671$  при  $\gamma = 0,215$ .

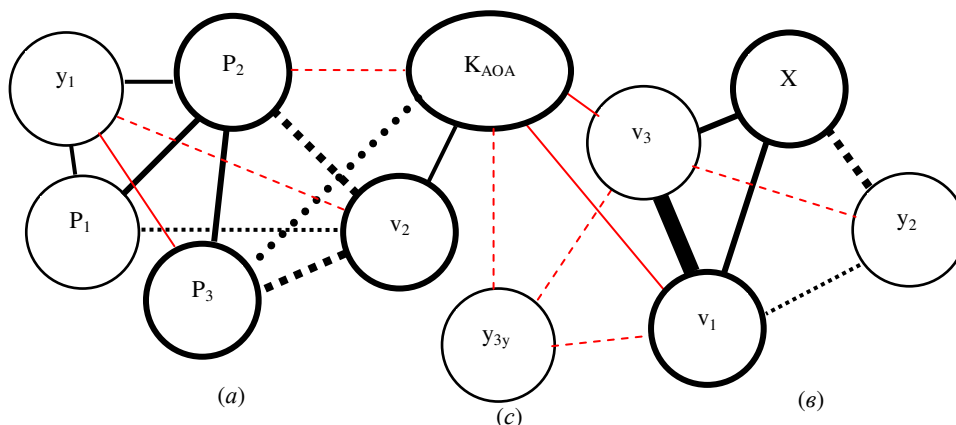


Рис. 2. Тенденції до інтеграції кластерів в єдину структуровану систему.

Внутрішня інтеграція досліджених показників у межах єдиної структурованої системи може поглибитися завдяки виявленим на рівні статистичної тенденції таким кореляційним зв'язкам:

$r(V_3, Y_2) = -0,787$  при  $\gamma = 0,114$ ;  $r(Y_1, V_2) = -0,683$  при  $\gamma = 0,204$  та  $r(Y_1, P_3) = -0,667$  при  $\gamma = 0,229$ . Саме ці слабкі взаємодії об'єднують усі досліджені показники в єдину структуровану динамічну систему.

**Висновки.** 1. За фізіологічного стану організму гусей підтримка прооксидантно-антиоксидантної рівноваги відбувається завдяки узгодженому функціонуванню усіх досліджених показників. 2. Встановлений достатньо потужний прямий зв'язок між  $K_{AOA}$  і вмістом вітаміну Е в скелетних м'язах гусей свідчить про доцільність застосування підвищених концентрацій вітаміну Е в раціоні цієї птиці у передзайному періоді.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гунчак А.В. Роль вітаміну Е в живленні птиці. Львів: Інститут біології тварин УААН. Біологія тварин, Т. 9, № 1–2. 2007. С. 70–82.
2. Івко І. І., Рябініна О. В., Мельник О. В. Шляхи підвищення ефективності вітчизняного гусівництва. Ефективне птахівництво, 2010. № 11 (71). С. 33–40.
3. Іщенко Ю. Б. Аналіз виробництва продукції птахівництва в Україні і прогнози до 2020 року. Сучасне птахівництво. 2014. № 4 (137). С. 4–8.
4. Карпов В. С. Разведение гусей. Фермерське господарство, 2011. № 18. 22 с.
5. Кирилюк О. Ф. Розвиток ринку продукції птахівництва. Вісник аграрної науки. 2012. № 8 (12). С. 80–82.
6. Мельник В. А. Производство продукции водоплавающей птицы в мире и в Украине. Для птицеводов, 2013 р. URL: <http://pticevod.ru/produkcijapricevodstva/proizvodstvoprodukciivodoplavayushhej-pticy-v-mire-i-v-ukraine.html>
7. Определение малонового диальдегида в тканях и органах. Критерии и методы контроля метаболизма в организме животных и птиц. Харьков: Институт животноводства НААН, 2011. С. 224–225.
8. Прибузький М. Породи водоплавної птиці. Наше птахівництво, 2011. № 2. С. 22–24.
9. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці / за ред. Ю.О. Рябокони. Бірки: Інститут птахівництва УААН, 2005. 101 с.
10. Терещенко О. В., Катеринич О. О., Рожковський О. В. Сучасні напрями розвитку птахівництва України: Стан та перспективи наукового забезпечення галузі. Ефективне птахівництво, 2011. № 11 (83). С. 7–12.
11. Хвостик В. П. Гусі, гусі! Га... Га... Га... Аграрник, 2014. № 22. С. 20–22.
12. Хвостик В. П. Перспективні напрями ведення гусівництва. Сучасні аграрні технології, 2013. № 8. С. 62–69.
13. Хвостик В. П. Як отримати найкращих: гусівництво. Наше птахівництво. 2013. № 4. С. 33–35.
14. Цехмістренко С.І., Цехмістренко О.С. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: навч. посібник. Біла Церква, 2014. 192 с.
15. Шеремет Д. О., Мельник В. В. Розведення гусей у присадибному господарстві: вибір породи і формування батьківського стада. Сучасне птахівництво. 2014. № 6. С. 14–15.
16. Abreu I. A., Cabelli D. E. Superoxide dismutases-a review of the metal-associated mechanistic variations. Biochim Biophys Acta. 2010. Vol. 1804, No 2. P. 263–274.
17. Abreu, D. E. Cabelli. Biochim Biophys Acta. 2010. Vol. 1804, No 2. P. 263–274.
18. Alptekin O., Tuekel S., Yildirim D., Alagoz D. Immobilization of catalase onto Eupergit C and its characterization. J. Mol. Catal. 2010. Vol. 64, No 3–4. С. 177–183.
19. Abreu I. A. Superoxide dismutases a review of the metal-associated mechanistic variations. I. A. Support Systems (EOLSS)). – (Physiology and Maintenance), 2010. V. 4. P. 263–274.
20. Vitamin E mediates cell signaling and regulation of gene expression / A. Azzi, et. al. Ann. N.Y. Acad. Sci, 2004. Vol. 1031. P. 86–95.
21. Azzi A., Stocker A. Vitamin E: non-antioxidant roles. Prog. lipid Res, 2000, May; 39(3). P. 231–55.
22. Brand M. D. The sites and topology of mitochondrial superoxide production. Exp. Gerontol. 2010. Vol. 45, No 7–8. С. 466–472.
23. Effect of flaxseed on the fatty acid profile of egg yolk and antioxidant status of their neonatal offspring in Huoyan geese. W. Chen. Animal. 2015. Vol. 9, No 11. P. 1749–1755.
24. Fedorko A.S., Danchenko O.O., Nikolaeva Yu. V., Yakoviichuk A.V. Fatty acid composition of tissue lipids goslings and goose embryos. The Animal Biology 2015. Vol. 17, No 1, P. 132–139.
25. Hulbert A. J., Pamplona R., Buffenstein R., Buttemer W. A. Life and death: metabolic rate, membrane composition, and life span of animals. Physiol. Rev. 2007. Vol. 87, No 4. P. 1175–1213.
26. Lubos E., Loscalzo J., Handy D. E. Glutathione peroxidase-1 in health and disease: from molecular mechanisms to therapeutic opportunities. Antioxid Redox Signal. 2011. Vol. 15, No 7. P. 1957–1997.
27. Łuczaj W., Gęgotek A., Skrzydlewska E. Antioxidants and HNE in redox homeostasis. Free Radic. Biol. Med. 2017. Vol. 111. P. 87–101. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2016.11.033>.
28. Perry J. J., Shin D. S., Getzoff E. D., Tainer J. A. The structural biochemistry of the superoxide dismutases. Biochim Biophys Acta. 2010. Vol. 1804, No 2. P. 245–262.
29. Roztalnyy A., Kuipers A. Livestock farming in Central and Easteru Europe and Central Asia. Cattle husbandry in Easteru Europe and China. Wageningen Academic Publishers. 2014. P. 15–36.
30. Sen O., Ruban S., Getya A., Nesterov Y. Current state and future outlook for development of the milk and beef sector in Ukraine. Cattle husbandry in Easteru Europe and China. Wageningen Academic Publishers. 2014. P. 169–180.
31. Traber M.G., Leonard SW., Bobe G., Fu X., Saltzman E., Grusak M.A., Booth S.L.  $\alpha$ -Tocopherol disappearance rates from plasma depend on lipid concentrations: studies using deuterium-labeled collard greens in younger and older adults. Am J Clin Nutr. 2015. V. 101. P. 752–759.

32. Watts E.J., Shen Y., Lansky E.P., Nevo E., Bobe G., Traber M.G. High environmental stress yields greater tocotrienol content while changing vitamin E profiles of wild emmer wheat seeds. *J Med Food*. 2015. V. 18. P. 216–223.
33. Lackof  $\beta$ ,  $\beta$ -carotene-9',10'-oxygenase 2 leadstohepaticmitochondrial dysfunctionandcellularoxidativestressinmice. L. Wu, X. Guo, S. D. Hartson та ін. *MolNutrFoodRes*, 2016. DOI: 10.1002/mnfr.201600576.
34. Zdorovtseva L. M., Khromishev V. O., Danchenko O. O. Geese fatty acid composition of brain and heart lipids in hypo- and hyperoxia. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*. 2012. Vol. 2, No 3. P. 9–18. DOI: [http://dx.doi.org/10.15421/20122\\_30](http://dx.doi.org/10.15421/20122_30)

#### REFERENCES

1. Hunchak, A.V. (2007). Rol vitaminu E v zhyvlenni ptytsi [The role of vitamin E in feeding birds]. Lviv, Institute of Animal Biology, National Academy of Sciences of Animal Biology, Vol. 9, no. 1–2, pp. 70–82.
2. Ivko, I. I., Riabinina, O. V., Melnyk, O. V. (2010). Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti vitchyznianoho husivnytstva [Ways of increasing the efficiency of domestic goose meat]. *Efektivne ptakhivnytstvo [Effective poultry farming]*, no. 11 (71), pp. 33–40.
3. Ishchenko, Yu. B. (2014). Analiz vyrobnytstva produktii ptakhivnytstva v Ukraini i prohnozy do 2020 roku [Analysis of poultry production in Ukraine and forecasts up to 2020]. *Suchasne ptakhivnytstvo [Modern poultry farming]*, no. 4 (137), pp. 4–8.
4. Karpov, V. S. (2011). Razvedeny husei [Breeding geese]. *Fermerske gospodarstvo [Farm]*, no. 18, 22 p.
5. Kyrlyuk, O. F. (2012). Rozvytok rynku produktii ptakhivnytstva [Development of poultry market]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*, no. 8 (12), pp. 80–82.
6. Melnyk, V. A. (2013). Proyzvodstvo produktii vodoplavaiushchei ptytsi v myre y v Ukraini [Production of waterfowl in the world and in Ukraine]. Retrieved from: <http://ptitcevod.ru/produkciiapticevodstva/proizvodstvoprodukcii-vodoplavayushhej-pticy-v-mire-i-v-ukraine.html>
7. Opredelenye malonovoho dyaldehyda v tkaniakh y orhanakh. Krytery y metody kontrolya metabolizma v orhanizme zhyvotnykh y ptyts [Determination of malondialdehyde in tissues and organs. Criteria and methods for controlling metabolism in animals and birds]. Kharkov, Institute of Livestock NAAS, 2011, pp. 224–225.
8. Prybuzkyi, M. (2011). Porody vodoplavnoi ptytsi [Water fowl Species]. *Nashe ptakhivnytstvo [Our poultry farming]*, no. 2, pp. 22–24.
9. Riabokon, Yu.O. Rekomendatsii z normuvannia hodivli silskohospodarskoi ptytsi [Recommendations on the standardization of feeding of farm birds]. Birky, Institute of poultry farming of NAAS, 2005, 101 p.
10. Tereshchenko, O. V. (2011). Suchasni napriamy rozvytku ptakhivnytstva Ukrainy: Stan ta perspektyvy naukovooho zabezpechennia haluzi [Modern trends in poultry development in Ukraine: the state and prospects of scientific support of the industry]. *Efektivne ptakhivnytstvo [Effective poultry farming]*, no. 11 (83), pp. 7–12.
11. Khvostyk, V. P. (2014). Husi, husi! Ha... Ha... Ha... Ahrarnyk [Geese, geese! Ha ... Ha ... Ha ... Agrarian], no. 22, pp. 20–22.
12. Khvostyk, V. P. (2013). Perspektyvni napriamy vedennia husivnytstva [Perspective directions of keeping the goose breed]. *Suchasni ahrarni tekhnolohii [Modern agrarian technologies]*, no. 8, pp. 62–69.
13. Khvostyk, V. P. (2013). Yak otrymaty naikrashchykh: husivnytstvo [How to get the best: gooseberry]. *Nashe ptakhivnytstvo [Our poultry farming]*, no. 4, pp. 33–35.
14. Tsekhmistrenko, S.I. (2014). Biokhimiia miasa ta miasoproduktiv [Biochemistry of meat and meat products]. Bila Tserkva, 192 p.
15. Sheremet, D. O. (2014). Rozvedennia husei u prysadybnomu gospodarstvi: vybir porody i formuvannia batkivskoho stada [Breeding geese in the household economy: the choice of breed and the formation of a parent herd]. *Suchasne ptakhivnytstvo [Modern poultry farming]*, no. 6, pp. 14–15.
16. Abreu, I. A. Superoxide dismutases-a review of the metal-associated mechanistic variations. *Biochim Biophys Acta*. 2010, Vol. 1804, no. 2, pp. 263–274.
17. Abreu, D. E. Cabelli. *Biochim Biophys Acta*. 2010, Vol. 1804, no. 2, pp. 263–274.
18. Alptekin, O. Immobilization of catalase onto Eupergit C and its characterization . *J. Mol. Catal.* 2010, Vol. 64, no. 3-4, pp. 177–183.
19. Abreu, I. A. Superoxide dismutases a review of the metal-associated mechanistic variations. *Systems (EOLSS) (Physiology and Maintenance)*. 2010, V. 4, pp. 263–274.
20. Azzi, A. Vitamin E mediates cell signaling and regulation of gene expression. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 2004, Vol. 1031, pp. 86–95.
21. Azzi, A. Vitamin E: non-antioxidant roles. *Prog. lipid Res.* 2000.
22. Brand, M. D. The sites and topology of mitochondrial superoxide production. *Exp. Gerontol.* 2010, Vol. 45, no. 7–8, pp. 466–472.
23. Chen, W. Effect of flaxseed on the fatty acid profile of egg yolk and antioxidant status of their neonatal offspring in Huoyan geese. *Animal*. 2015, Vol. 9, no. 11, pp. 1749–1755.
24. Fedorko, A.S. Fatty acid composition of tissue lipids goslings and goose embryos. *The Animal Biology*. 2015, Vol. 17, no. 1, pp. 132–139.
25. Hulbert, A. J. Life and death: metabolic rate, membrane composition, and life span of animals. *Physiol. Rev.* 2007. Vol. 87, no. 4, pp. 1175–1213.
26. Lubos, E. Glutathione peroxidase-1 in health and disease: from molecular mechanisms to therapeutic opportunities. *Antioxid Redox Signal*. 2011, Vol. 15, no. 7, pp. 1957–1997.
27. Luczaj, W. Antioxidants and HNE in redox homeostasis. *Free Radic. Biol. Med.* 2017, Vol. 111, pp. 87–101. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2016.11.033>.

28. Perry, J. J. The structural biochemistry of the superoxide dismutases. *Biochim Biophys Acta*. 2010, Vol. 1804, no. 2, pp. 245–262.
29. Roztalnyy, A. Livestock farming in Central and Eastern Europe and Central Asia. Cattle husbandry in Eastern Europe and China. Wageningen Academic Publishers. 2014, pp. 15–36.
30. Sen, O. Current state and future outlook for development of the milk and beef sector in Ukraine. Cattle husbandry in Eastern Europe and China. Wageningen Academic Publishers. 2014, pp. 169–180.
31. Traber, M.G.  $\alpha$ -Tocopherol disappearance rates from plasma depend on lipid concentrations: studies using deuterium-labeled collard greens in younger and older adults. *Am J Clin Nutr*. 2015, V. 101, pp. 752–759.
32. Watts, E.J. High environmental stress yields greater tocotrienol content while changing vitamin E profiles of wild emmer wheat seeds. *JMedFood*. 2015, V. 18, pp. 216–223.
33. Wu, L. Lack of  $\beta$ ,  $\beta$ -carotene-9', 10'-oxygenase 2 leads to hepatic mitochondrial dysfunction and cellular oxidative stress in mice. 2016. DOI: 10.1002/mnfr.201600576
34. Zdorovtseva, L. M. Geese fatty acid composition of brain and heart lipids in hypo-and hyperoxia. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*. 2012, Vol. 2, no. 3, pp. 9–18. DOI: [http://dx.doi.org/10.15421/20122\\_30](http://dx.doi.org/10.15421/20122_30)

#### **Антиоксидантная активность скелетных мышц гусей в предубойном периоде**

**Е.А. Данченко, Л.Н. Здоровцева, Н.Н. Данченко, А.В. Рубан**

Одним из направлений повышения эффективности гусеводства является научно обоснованное применение биогенных добавок направленного действия, в том числе антиоксидантных. Определены особенности влияния показателей прооксидантно-антиоксидантного равновесия на антиоксидантную активность скелетных мышц гусей в предубойном периоде (с 35-ых по 63-ьи сутки). Указанный промежуток онтогенеза гусей включает физиологическое напряжение в организме птицы (с 42-ых по 56-ых сутки), обусловленное формированием ювенального оперения. Первая половина опыта характеризовалась повышением содержания ТБК-активных продуктов и снижением коэффициента антиоксидантной активности на 41,8 %. СОД-активность во времени имела тенденцию к снижению, а КАТ – к увеличению. С 35-ых по 63-ьи сутки достоверно уменьшилось содержание витамина А и  $\beta$ -каротина. Наиболее стабильным уровнем характеризовалось содержание витамина Е ( $v = 10,4$  %). Изучено влияние исследованных показателей прооксидантно-антиоксидантного равновесия скелетных мышц гусей на их антиоксидантную активность. На уровне статистической надежности  $\gamma \leq 0,10$  исследованные показатели образуют три кластера, а на уровне  $\gamma \leq 0,24$  установлено наличие слабых тенденций к корреляционным связям между всеми исследованными показателями, которые объединяют исследованные показатели в структурированную единую динамическую систему. Установленная достаточно сильная прямая связь между антиоксидантной активностью и содержанием витамина Е в скелетных мышцах гусей свидетельствует о целесообразности применения повышенных концентраций витамина Е в рационе этой птицы в предубойном периоде.

**Ключевые слова:** гуси, скелетные мышцы, прооксидантно-антиоксидантное равновесие, антиоксидантная активность, корреляционный анализ, кластерный анализ.

#### **Antioxidant activity of goose skeletal muscles in the pre-slaughter period**

**O. Danchenko, L. Zdorovtseva, M. Danchenko, G. Ruban**

Goose-breeding is a promising branch of agricultural production. The number of geese has significantly decreased in Ukraine. The introduction of scientific achievements will improve the industry efficiency increasing. The food additives are added to the diet of the birds for increasing the antioxidant status in their organisms in the pre-slaughter period. However, it has been proved by the modern biochemical studies that even a little biogenic substance application can lead to the negative consequences. Thus, at this stage of the goose breeding development there is a need for scientifically based application of antioxidant additives. That's why the goose functioning system research of the antioxidant protection peculiarities (AOP) during the pre-slaughter period can become a reliable scientific support for the biogenic antioxidant practical application in the goose breeding. The research aim is to find out the influence of the prooxidant-antioxidant balance on the antioxidant activity of skeletal muscles (SM) of geese in the pre-slaughter period. Studying the geese of Italian breed, from the 35th to the 63rd day, the research was conducted weekly. During this period, the geese of the experimental group had a balanced ration with exchange energy, proteins, vitamins and minerals in accordance with the recommendations for this age of geese. The lipid peroxidation intensity has been evaluated in accordance with the peroxidation product content in the gained biomaterial samples that react with 2-thiobarbituric acid. The determination of these substances has been carried out in the lipid extracts of SM and homogenates of these tissues initiated by the reaction of  $Fe^{2+}$  LPO. In addition, the quantity of general amount of lipids, vitamin E, vitamin A,  $\beta$ -carotene and the activity of antioxidant enzymes: superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPO) have been determined in the obtained biomaterial content. The state of the antioxidant protection system has been evaluated with the help of antioxidant activity index (AAI). The ontogenesis period of geese that has been mentioned is characterized by physiological stress in the body of the bird (from the 42nd to the 56th day) and it is caused by the juvenile feather formation. This process is accompanied by the LPO product content increasing in the SM of geese. AAI declines for 41.8% from the 42nd to the 56th day. Different activity changes have been researched for antioxidant enzymes: SOD-activity has the tendency to decrease over time, CAT-activity - to increase, and PPO-activity does not change significantly over time. The content of vitamin A and  $\beta$ -carotene has significantly decreased during the experiment. The content of vitamin E ( $v = 10,4$ %) is the most stable. A correlation and cluster analyses have been conducted for the determination of the integrated structure ordering characteristics of the researched indices of the prooxidant-antioxidant balance. These results have shown the antioxidant activity dependence of SM on the studied indices. The clustering of these indices on the basis of the correlation links between them at the significance level  $\gamma \leq 0,10$  has helped to discover three of these clusters: a basic cluster of six