

## 아마종실과 $\alpha$ -Tocopherol, 셀레늄 급여가 육계 혈액의 탐식세포로부터 생성되는 $O_2^-$ 와 $H_2O_2$ 에 의해 유도된 화학발광(chemiluminescence) 생성

안중남 · 채현석 · 김동운 · 권명상<sup>1</sup> · 박병성<sup>1</sup>

축산기술연구소, <sup>1</sup>강원대학교 동물자원과학대학

### Effect of Full-Fat Flax, $\alpha$ -Tocopherol and Selenium on Phagocytes Chemiluminescence of Broiler Chickens

Ch. N. Ahn, H. S. Chae, D. W. Kim, M. S. Kwon<sup>1</sup> and B. S. Park<sup>1</sup>

National Livestock Research Institute, 564, Omokchun-Dong, Kwonson, Suwon, Korea, 441-350,

<sup>1</sup>College of Animal Agriculture, Kangwon National University, 192-1, Hyoja2-Dong, Chunchon, Kangwon-Do, Korea, 200-701,

**ABSTRACT :** To examine the effects of feed additives on the expression of peripheral blood cell surface molecules, phagocytosis and antigen specific antibody formation, broilers were randomly assigned to T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, and T<sub>4</sub> groups. T<sub>1</sub> group was fed diet without any additives for 13 weeks, T<sub>2</sub> was fed diet with full fat flax, T<sub>3</sub> was fed diet with full fat flax containing  $\alpha$ -tocopherol, and T<sub>4</sub> was fed diet with full-fat flax containing  $\alpha$ -tocopherol and selenium. Since 5 weeks feeding the data were examined by luminometer. After 2 weeks administration of different feeding, although all treated groups (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, and T<sub>4</sub>) showed slightly increased chemiluminescence (CL) responses than T<sub>1</sub>, this result was not significant. After 4 weeks feeding there was no significant increase of CL in the phagocytes like neutrophils and macrophages of T<sub>2</sub> group compared to T<sub>1</sub>. But phagocytes from T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> group showed increased  $O_2^-$  (6%, 18% respectively) as well as  $H_2O_2$  (9.5% and 10.9%, respectively) induced CL responses. After 8 weeks feeding there was more than 50% increase  $O_2^-$  induced CL in T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> group, but  $H_2O_2$  induced CL responses in T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> group was slightly increased (6.6% and 9.3%, respectively).

(Key words: broilers, full-fat flax seed,  $\alpha$ -tocopherol, selenium, chemiluminescence, phagocytes, superoxide anion radical ( $O_2^-$ ), hydrogen peroxide)

### 서 론

단핵세포, 대식세포, 림프구 그리고 다형핵호중구 (polymorphonuclear; PMN)의 지질조성은 사료의 지방산 조성에 영향을 받는다 (Cinader 등, 1983 ; Johnston 등, 1984 ; Mead 등, 1988 ; Tiwari 등, 1987).

이러한 세포들은 세포지질 중 비필수지방산은 합성할 수 있지만, 필수지방산은 순환혈액의 혈장지질로부터 Linoleic acid (LA)와 그 생성물인 Arachidonic acid (AA) 그리고 Linolenic acid (LNA)와 그 생성물인 Eicosapentaenoic acid (EPA), Docosahexaenoic (DHA)

를 공급받는다. 따라서 실험실적인 방법으로 림프구의 지방산 조성을 조작하면 면역기능을 변경시킬 수 있는데, T 세포와 B세포 반응 증강과 억제는 이러한 세포를 배양할 때 급여하는 지방의 형태와 농도에 따라 영향을 받기 때문에 세포매개성 면역과 체액성 면역은 사료의 지방 양과 형태에 따라 영향을 받는다 (Gershwin 등, 1985).

또 다른 결과는 LA는 림프세포막에 즉시 합체되어 막의 물리적 특성이 변경되는 것으로 나타나는데, 림프세포막으로 다가불포화지방산 (polyunsaturated fatty acid ; PUFA)이 합체되면 재 자극된 기억세포의 세포독성 능력이 증강되지만, 포화지방산은 세포독성의 기능 감소를 초

래하였다고 하였다 (Bialick 등, 1984). 또한  $\alpha$ -tocopherol이 결핍되어도 T 세포 의존성 항원에 대한 항체 반응이 저하되는데, tocopherol이 면역세포의 지질과산화물 억제시키는 역할을 하고, AA로부터 prostanoids와 leukotrienes을 생성하는 생합성 경로의 초기 효소인 cyclooxygenase와 lipoxygenase의 활성을 조절하기도 한다. 이러한 변화의 중요성은  $\alpha$ -tocopherol이 Macrophage의 cyclooxygenase 활성을 조절하는  $PGE_2$  합성을 감소시키는 것과 관련이 있기 때문이다.

$\alpha$ -tocopherol과 셀레늄의 탐식세포 기능 항진은 다형핵 호중구와 Macrophage 등이 자극원에 노출되면 다형핵 호중구와 macrophage가 침입 세균을 살균하는데 매우 중요한 respiratory burst가 일어나 다량의 superoxide anion ( $O_2^-$ )과 과산화수소( $H_2O_2$ )가 생산되며, macrophages에 의한 respiratory burst가 일어난다 (reactive oxygen intermediates : ROIs). 즉, 식작용이 시작되면서 침입 미생물의 살균기전이 시작는데, 먼저 NADPH를 생산하는 육탄당일인산염 회로(hexose monophosphate shunt : HMP회로)의 작용이 극적으로 증가한다. NADPH는 최종적으로 특이한 세포막 cytochrome (cyt b-245)에 결합된 산소를 환원시켜 폭발적인 산소 소모를 일으킨다.

결과적으로 산소는 superoxid 음이온, 과산화수소, singlet  $O_2$  및 수산기로 전환되는데, 이들은 모두 강력한 살균 능력을 가진다. 또한 과산화물, 골수성 과산화효소 및 할로젠 이온의 상호작용에 의하여 세균과 바이러스 모두를 살해할 수 있는 강력한 할로젠 살균기구를 형성한다. 한편 생체 세포막 인지질 이중 층에서 일어나는 셀레늄의 항산화적 기능과 관계하여 볼 때 앞의 반응식으로부터 일련의 반응 경로를 보면, 첫째 셀레늄이 충분한 경우  $H_2O_2 + O_2$  반응경로는  $H_2O$  또는  $GSH \rightarrow GSSH$  합성쪽으로 진행됨으로써 항산화 작용을 높여주어 PUFA의 과잉 섭취에 따른 세포막 인지질 이중층의 파괴를 막아주며, 둘째, 이와는 반대로 셀레늄이 부족할 경우  $H_2O_2 + O_2$ 의 진행경로는  $Fe^{3+}$ 의 보조작용으로  $O_2^- \xrightarrow{Fe^{3+}} \cdot OH + O_2 + OH^-$ 의 반응을 거치게 된다. 따라서 이러한 과정에서 생성된 hydroxy free radicals ( $\cdot OH$ )이 세포막을 공격하여  $O_2^+$ -를 생성하는 과산화물 진행시킴으로 항산화 기능을 저하시키는 것으로 보고 있다.

본 연구는 아마종실과  $\alpha$ -tocopherol, 셀레늄 급여가 육계의 말초혈액내 탐식세포의 탐식능력을 측정하기 위하여 superoxide anion radical ( $O_2^- \cdot$ )과 hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ )의 생성에 의해 유도된 화학발광(chemilumi-

nescence)을 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시축 및 시험장소

본 시험에 사용된 공시동물은 평균체중이 35g인 아바에 아카종 (♂) 육계를 축산기술연구소 육계사에서 사육하였으며, superoxide anion ( $O_2^-$ )과 hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ )에 대한 분석은 강원대학교 축산대학 수의학과 면역약리학 교실에서 수행하였다.

### 2. 시험설계

시험사료의 급여기간은 5주령부터 급여하였고, 시험구 배치는 4처리 7반복으로 각 케이지당 1수씩 격리하여 사육하였다. 말초혈액으로부터 채혈은 시험사료를 급여하기 전 5주령 (시험개시 후 0주), 7주령 (시험개시 후 2주), 9주령 (시험개시 후 4주), 13주령 (시험개시 후 8주)에 채혈하였다.

### 3. 시험사료

본 시험사료를 급여하기 이전의 기간 즉 0~4주말까지는 한국표준가축 사료 급여기준 (1994)의 권장수준으로 배합된 사료를 무제한 급여하였고 시험기간인 5주령부터 13주령까지 8주 동안은 Table 1의 시험사료를 급여하였다. 시험처리구는 아마종실의 첨가 유무에 따라 Diet A ( $T_1$ )와 Diet B ( $T_{2-4}$ )로 구분하였는데, Diet A는 아마종실을 첨가하지 않은 구이고 Diet B는 아마종실을 첨가한 구이다. 그리고 항산화제로서  $\alpha$ -tocopherol과 셀레늄 수준은 Diet B에서 조절하였다. 즉, Diet B에서  $T_2$  처리구는 항산화제 무첨가구,  $T_3$  처리구는 사료 kg당  $\alpha$ -tocopherol 200mg 첨가,  $T_4$  처리구는 사료 kg당  $\alpha$ -tocopherol 200mg과 셀레늄 0.25mg을 혼합하여 급여하였다. 본 시험에 사용한  $\alpha$ -tocopherol은 50% dl  $\alpha$ -tocopheryl acetate이었고, 셀레늄은 selenium proteinate을 사용하였다.

### 4. 사양관리

시험 개시 전 사양관리는 3주까지 초생추 4단 케이지에서 육성한 후 본 시험 때에는 1마리씩 케이지 (66×36×33cm)에 수용하였다. 시험사료와 물은 자유로이 섭취하도록 하였고, 시험사료 급여 전 질병예방 및 스트레스 경감을 위한 항생제 투여는 음수로 하였으며 시험사료 급여기간

**Table 1.** Formula and chemical composition of broiler finisher diets with full fat-flax seed (FS)

Ingredient	Diet A	Diet B
	(T <sub>1</sub> )	(T <sub>2</sub> -T <sub>4</sub> )
	----- % (as-fed) -----	
Yellow corn	69.21	72.80
Soybean meal	25.04	16.45
Corn gluten meal	-	4.49
Tallow	2.50	-
Full fat flax seed	-	3.00
Limestone	1.01	1.05
Tricalcium phosphate	1.20	1.20
DL-Methionine (50%)	0.02	0.02
L-Lysine HCl	0.16	0.16
Mineral. Mix <sup>1</sup>	0.55	0.55
Salt	0.25	0.25
Antibiotics	0.05	0.05
Antioxidants <sup>2</sup>	-	+
Total	100	100
Chemical composition		
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,100	3,100
Crude protein (%)	17.00	17.00
Calcium (%)	0.80	0.80
Available phosphorus (%)	0.31	0.30

<sup>1</sup>, The vitamin and mineral mixtures provided the following per kg diet : vitamin A 1,500,000IU; vitamin D<sub>3</sub> 250,000IU ; vitamin E 250IU; vitamin K<sub>3</sub> 250mg; vitamin B<sub>2</sub> 1,000mg; vitamin B<sub>12</sub> 1,000mg; Cholinechloride 35,000mg; Niacin 5,000mg; Caphanthothenate 1,000mg; Folicin 20mg; B.H.T 6,000mg; Mn 12,000mg; Zn 9,000mg; Fe 4,000mg; Cu 550mg; I 250mg ; Ca 7,150mg; UGF 200,000mg.

<sup>2</sup>, Antioxidants : Diets A(T<sub>1</sub>) not added; Diets B(T<sub>2</sub>-T<sub>4</sub>) treatment 1(T<sub>2</sub>), not added; treatments 2(T<sub>3</sub>),  $\alpha$ -tocopherol 200IU/kg; treatments 3(T<sub>4</sub>),  $\alpha$ -tocopherol 200IU/kg + Se 0.25mg/kg.

에는 백신 접종을 생략하였고 기타 사양관리는 축산기술 연구소 관행방법에 준하였다.

##### 5. 말초혈액의 탐식세포로부터 유도된 chemiluminescence 측정

아마종실 및 항산화제 급여가 육계의 말초혈액내의 탐식

세포인 호중구 (neutrophil)과 단핵구 (monocyte)의 탐식 작용시에 나타나는 "respiratory burst"인 화학발광 (chemiluminescence)은 6-channel luminometer (Biolumat LB 9505C : Berthold, Wilbad, Germany)를 이용하여 20분간 측정하였다.

이를 간략하게 설명하면 말초혈액에서 탐식세포의 chemiluminescence 측정은 다음 방법으로 실시하였다. 즉, 익하정맥으로부터 채혈한 5~7ml의 혈액을 항응고제 heparin이 첨가된 Vacutainer (Becton Dickinson)에 혼합하여 잘 섞은 다음, ice-bath에 보관하고 이중 50 $\mu$ l의 혈액을 250 $\mu$ l의 chemiluminescence 측정용 RPMI-1640 배지에 부유시킨 후 polystyrene luminescence tube에 넣고 37 $^{\circ}$ C로 조절된 luminometer에 5분간 예열시킨 후 탐식세포에서 생산되는 reactive oxygen intermediates (ROIs)중 O<sub>2</sub><sup>-</sup> (superoxide anion)를 측정하기 위하여 3  $\times$  10<sup>-4</sup>M의 lucigenin을, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (hydrogen peroxide)를 측정하기 위해서는 3  $\times$  10<sup>-4</sup>M의 luminol을 증폭제 (amplifier)로 10 $\mu$ l씩 넣은 후 10분간 측정하고 연이어 자극 유도 인자 (stimulator)인 phorbol myristate acetate (PMA) 166nM을 10 $\mu$ l씩 주입하여 시료가 정점에 이를 때까지 약 20분간 측정하였다. CL의 정도는 CPM (counts per minute) 값으로 정하였다.

##### 6. 혈액내의 세포수 교정을 위한 May-Greenwald Giemsa 염색법

전혈로부터 각 개체내의 macrophage의 수를 보정하기 위한 방법으로 May-Greenwald Giemsa 염색법을 사용하였으며, 간단히 혈액 한방울 (약 20 $\mu$ l)을 아세톤으로 지방을 제거한 slide glass에 얇게 도말한 후 공기 중에 건조시킨 후, 도말된 세포를 고정 및 염색하기 위하여 4분간 May-Greenwald 용액으로 도포하고, 동량의 증류수를 첨가하여 1분간 정지한 후 용액을 제거하고, Giemsa 용액을 10분간 배경염색을 하였다. 이후 수세 및 건조한 후 1000  $\times$  광학 현미경으로 관찰하여 호중구와 단핵구의 분포를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

아마종실이 함유된 사료에  $\alpha$ -tocopherol과 셀레늄을 추가로 첨가하여 육계에 급여한 후 말초혈액내에서 탐식세포가 탐식작용을 할 때 나타나는 "respiratory burst"인 화학발광 (chemiluminescence)을 측정한 결과는 Table 2와

같다. 즉, 시험사료를 2주간 급여한 후 육계의 말초혈액내 PMN과 monocyte의 탐식작용에 미치는 효과는 아마종실만을 급여한 구 ( $T_2$ )와  $\alpha$ -tocopherol을 추가로 첨가한 구 ( $T_3$ ) 그리고  $\alpha$ -tocopherol과 셀레늄을 추가로 첨가한 구 ( $T_4$ )는 일반배합사료인 A사료 ( $T_1$ )를 급여한 육계에 비하여  $O_2^-$ 와  $H_2O_2$ 의 생성이 증가하였으나 유의차는 없었다.

4주 동안 아마종실 및 항산화제 급여후 탐식세포의 탐식작용은 아마종실 급여구( $T_2$ )는 대조구 ( $T_1$ )보다 뚜렷이 증가하지는 않았지만,  $\alpha$ -tocopherol 급여구 ( $T_3$ )는 탐식작용 시 생성되는  $O_2^-$ 의 경우  $2.512 \times 10^8$  CPM으로 대조구 ( $T_1$ )의  $2.357 \times 10^8$  CPM에 비하여 약 6%의 증가효과를 나타내었다. 이와 같은 결과는  $H_2O_2$ 의 생성도 유사하여 대조구가  $17.031 \times 10^8$  CPM인데 비하여 9.5%가 증가된  $18.763 \times 10^8$  CPM을 나타내었다. 한편  $\alpha$ -tocopherol과 셀레늄 첨가구 ( $T_4$ )와  $\alpha$ -tocopherol 첨가구 ( $T_3$ )는 대조구에 비하여 탐식세포의 탐식능력이 더욱 증가하여 탐식작용시 생성되는  $O_2^-$ 의 경우 대조구가  $2.357 \times 10^8$  CPM에 비하여 각각  $2.512 \times 10^8$  CPM과  $2.784 \times 10^8$  CPM으로 약 18% 정도 증가하였는데,  $H_2O_2$ 의 생성에서도 대조구가  $17.031 \times 10^8$  CPM인데 비하여 10.9% 정도 증가된  $18.763 \times 10^8$  CPM과  $18.903 \times 10^8$  CPM을 각각 나타내었다.

시험사료를 8주간 급여한 후 육계의 말초혈액내 탐식세포의 탐식능력은  $\alpha$ -tocopherol 첨가구 ( $T_3$ )와  $\alpha$ -tocopherol과 셀레늄 첨가구 ( $T_4$ )는 대조구보다 비교적 크게 증가되는 경향을 보였다. 즉, 탐식작용시 생성되는  $O_2^-$ 는 대조구가  $2.153 \times 10^8$  CPM인데 비하여 아마종실 급여구 ( $T_1$ )는  $2.215 \times 10^8$  CPM로 약 2.8% 정도 증가하였고,  $H_2O_2$ 에 있어서는 아마종실 급여구 ( $T_2$ )는  $16.876 \times 10^8$  CPM으로 대조구의  $16.943 \times 10^8$  CPM과 비슷한 결과를 나타내었다. 한편  $\alpha$ -tocopherol 첨가구 ( $T_3$ )에 있어서  $O_2^-$  생성은 대조구의  $2.153 \times 10^8$  CPM에 비하여 58.5%가 증가된  $3.412 \times 10^8$  CPM을 나타내었으나,  $H_2O_2$ 의 생성은  $O_2^-$ 의 생성만큼 강력한 증가는 보이지 않지만 대조구의  $16.943 \times 10^8$  CPM에 비하여 6.6%가 증가된  $18.074 \times 10^8$  CPM을 나타내었다.

그리고  $\alpha$ -tocopherol과 셀레늄 첨가구 ( $T_4$ )의 탐식세포의 탐식능력도 향상되어  $O_2^-$ 의 생성은 대조구가  $2.153 \times 10^8$  CPM에 비하여  $3.245 \times 10^8$  CPM으로 50.7%가 증가되었으며,  $H_2O_2$ 의 생성 역시 대조구가  $16.943 \times 10^8$  CPM인데 비하여 9.3%가 증가된  $18.531 \times 10^8$  CPM을 나타내었다. 소의 경우에 있어서는  $\alpha$ -tocopherol과 셀레늄

Table 2. Effects of the feeding full fat flax seed,  $\alpha$ -tocopherol and selenium on the production of reactive oxygen intermediates (ROIs) induced chemiluminescence on phagocytes of the broilers

Amplifier	2 wks				4 wks				8 wks			
	$T_1^1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$
Lucigenin	$2.038 \pm 0.527^{2)}$	$2.149 \pm 0.742$	$2.376 \pm 0.821$	$2.478 \pm 0.972$	$2.357 \pm 0.725$	$2.308 \pm 0.834$	$2.512 \pm 0.325$	$2.784 \pm 0.532$	$2.153 \pm 0.454$	$2.215 \pm 0.521$	$3.412 \pm 0.321$	$3.245 \pm 0.534$
Luminol	$16.135 \pm 2.350$	$16.281 \pm 2.935$	$16.438 \pm 3.732$	$16.915 \pm 6.213$	$17.081 \pm 6.987$	$17.135 \pm 4.912$	$18.763 \pm 7.488$	$18.903 \pm 6.312$	$16.943 \pm 4.576$	$16.876 \pm 6.357$	$18.074 \pm 6.790$	$18.531 \pm 8.532$

<sup>1</sup>, Antioxidants : Diets A( $T_1$ ) not added ; Diets B( $T_2$ - $T_4$ ) treatment 1( $T_2$ ), not added ; treatments 2( $T_3$ ),  $\alpha$ -tocopherol 200IU/kg ; treatments 3( $T_4$ ),  $\alpha$ -tocopherol 200IU/kg + Se 0.25mg/kg.

<sup>2</sup>, Means  $\pm$  standard deviation. \* $P < 0.01$

cpm (counts per minute) \*  $10^8$ . Concentration of lucigenin :  $1 \times 10^{-4}$ M.

Concentration of luminol :  $1 \times 10^{-4}$ M. Concentration of phorbol myristate acetate : 166nM.

을 추가 급여시 유선의 탐식세포와 말초혈액내 림프구의 기능이 향상되었고, *in vitro* 실험에서는 탐식세포의 chemotaxin으로 추정되는 leukotriene B<sub>4</sub>의 생성이 증가되었다고 하였다 (Ndiweni 등, 1996). Edith와 Klesius는 셀레늄의 염소 호중구에 미치는 효과를 구명하기 위하여 셀레늄 급여구와 결핍구에서 호중구의 leukotriene B<sub>4</sub> 생성을 측정할 결과 셀레늄 결핍구에서는 leukotriene B<sub>4</sub> 생성이 현저하게 감소하였으며, leukotriene B<sub>4</sub>-mediated neutrophil의 chemotaxis도 감소되었음을 보고하였다. 본 실험에서도  $\alpha$ -tocopherol과 셀레늄을 추가로 급여함에 따라 탐식세포의 탐식능력이 향상되는 것은 chemotaxin으로 추정되는 leukotriene B<sub>4</sub>의 생산이 증가되기 때문으로 생각된다. 한편 시험사료를 2, 4, 8주간 동안 급여한 후의 시험결과를 비교 분석하여 보면, 시험사료를 2주 동안만 급여하였을 때에는  $\alpha$ -tocopherol과 셀레늄 급여구 (T<sub>4</sub>)가 대조구 (T<sub>1</sub>)에 비하여 탐식세포의 탐식능력이 증가하였으나 유의차는 없었다. 이러한 결과는  $\alpha$ -tocopherol이나 셀레늄이 생체에 충분하게 축적되지 못하였기 때문에 면역세포에 영향을 미치지 못한 것으로 생각된다. 이러한 해석은  $\alpha$ -tocopherol과 셀레늄 (T<sub>4</sub>)을 2주간 급여한 것보다 4주간 급여한 것이 탐식세포의 탐식작용이 현저하게 증가되었기 때문이다. 특히 이제까지 보고된  $\alpha$ -tocopherol의 탐식세포의 작용기전으로는  $\alpha$ -tocopherol이 탐식세포에서 일어나는 lipid peroxidation을 막아주며, 염증이 발생하였을 때 생성되는 prostaglandin의 생성을 억제하는 것으로 알려져 있어 (Humes 등, 1977),  $\alpha$ -tocopherol과 셀레늄을 사료에 추가로 급여하면 생체내 prostaglandin의 생성이 감소되었다고 하였다 (Metzger 등, 1980). 따라서 본 연구 결과에서 증강된 탐식능력 역시 이상의 기전에 의한 것으로 생각된다.

## 적 요

육계를 13주간 사육하면서 5주령부터 시험사료를 급여한 후 세포표면항원의 발현과 탐식세포에서 생성되는 O<sub>2</sub><sup>-</sup>와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>에 미치는 영향 그리고 항원 특이적인 항체 생성에 미치는 영향을 측정하기 위하여 아마종실과 항산화제 무첨가구 (T<sub>1</sub>), 아마종실만을 혼합한 사료 (T<sub>2</sub>), 아마종실에  $\alpha$ -tocopherol 첨가구 (T<sub>3</sub>)와 아마종실에  $\alpha$ -tocopherol과 셀레늄 첨가구 (T<sub>4</sub>)를 육계에 급여한 바, 시험사료를 2주간 급여시 호중구 및 macrophages와 같은 탐식세포의 O<sub>2</sub><sup>-</sup>와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 생성 능력은 시험구 (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>)들이

T<sub>1</sub>구보다 증가하였으나 유의차는 없었다. 시험사료를 4주간 급여시 O<sub>2</sub><sup>-</sup>와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 생성 능력은 T<sub>2</sub> 구와 T<sub>1</sub> 구간 큰 차이는 없었으나 T<sub>3</sub> 구와 T<sub>4</sub> 구의 O<sub>2</sub><sup>-</sup>생성능력은 T<sub>1</sub>구보다 각각 6%와 18%가 증가하였고, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 생성 능력은 각각 9.5%와 10.9%가 증가하였다. 시험사료를 8주간 급여한 후 T<sub>3</sub>와 T<sub>4</sub> 구의 O<sub>2</sub><sup>-</sup>생성능력은 T<sub>1</sub> 구에 비하여 50%가 넘는 유의성 (p<0.01) 있는 강력한 증가가 있었고, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 생성능력은 각각 6.6%와 9.3%가 증가하였다.

(색인어 : 육계, full-flat seed,  $\alpha$ -토코페롤, 셀레늄, 화학발광, 식세포, O<sub>2</sub><sup>-</sup> 과산화수소)

## 인용문헌

- Bialick R, Gill R, Berke G 1984 Modulation of cell-mediated cytotoxicity function after alteration of fatty acid composition *in vitro*. J Immunol 132 : 81.
- Cinader B, Clandinin MT, Hosokawa T 1983 Dietary fat alters the fatty acid composition of lymphocyte membranes and the rate at which suppressor capacity is lost. Immunol Lett 6 : 331.
- Gershwin ME, Beach RS, Hurley LS 1985 Nutrition and immunity. Orlando, FL:Academic Press.
- Humes JL, Bonney RJ, Pelus L, Dahlgren ME, Sadowski SJ, Kuehl FA and Davies P 1977 Macrophages synthesise and release prostaglandins in response to inflammatory stimuli. Nature 269 : 149-150.
- Johnston PV, Marshall LA 1984 Dietary fat, prostaglandins and the immune response. Prog Food Nutr Sci 8 : 3
- Mead CJ, Mertin J 1988 Fatty acids and immunity. Adv Lipid Res 16 : 127.
- Metzger Z, Hoffeld JT, Oppenheim JJ, 1980 Macrophage-mediated suppression: I Evidence for Participation of both hydrogen Peroxide and Prostaglandins in suppression of murine Lymphocyte Proliferation. J Immunol 124 : 983-988.
- Ndiweni N, Finch JM 1996 Effects of *in vitro* supplementation with  $\alpha$ -tocopherol and selenium on bovine neutrophil functions: implications for resistance to mastitis. Vet Immunol Immunopathol 51 : 67-78.
- Tiwari RK, Clandinin MT, Cinader B 1987 Effect of

high PUFA diets on the composition of B and T cell membrane lipids. Nutr Res 7 : 489.