

## 비타민E와 셀렌이 흰쥐의 血清 및 肝臟중의 脂質成分에 미치는 影響

金 善 英 · 曹 秀 悅

嶺南大學校 食品營養學科  
(1984년 12월 21일 접수)

## Effect of Vitamin E and Selenium on the Lipid Composition in Serum and Liver of Rats

Seun-Yeung Kim and Soo-Yeul Cho

Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University  
(Received December 21, 1984)

### Abstract

This experiment was undertaken to investigate and to compare the effect of vitamin E and selenium on the lipid composition in serum and liver of rats. Net weight gain and food efficiency ratio were elevated by supplementation with selenium and/or vitamin E. The weight of kidney, heart and lung were not affected by the diets. However, liver weight was slightly decreased by supplementation with vitamin E and/or selenium and spleen weight was significantly decreased only by vitamin E supplementation. No differences in serum level of total lipid were found in all groups. Serum cholesterol level was significantly decreased, but the levels of triglyceride and free fatty acid in serum were increased by vitamin E supplementation. Contents of crude lipid, cholesterol, free fatty acid, and triglyceride in liver were significantly decreased by supplementation with vitamin E and/or selenium. In fatty acid composition of liver, the percentage of linoleic acid(18:2) was the lowest in the selenium-supplemented group and the significantly lower percentage of arachidonic acid(20:4) was found in the vitamin E and/or selenium-supplemented group in comparision to the deficient basal group.

### 序 論

食餌中の 脂肪은 動脈硬化症 및 冠狀動脈疾患의  
發生에 關係하고 그 量과 質에 따라 組織 및 血液中

의 脂質組成이 달라지며<sup>1)</sup>, 食餌成分중의 脂質은 물  
론 糖質, 蛋白質, 纖維質, 無機質, vitamin 等의 모  
든 營養素들이 肝이나 脂肪組織 및 血液의 脂質組成  
에 關與하는 것으로 알려져 있다<sup>2~4)</sup>.

이 가운데 脂溶性 vitamin의 하나로 알려진 vitamin E는 아직 生體內에서의 正確한 生化學的 mechanism이 理解되고 있지 않으나, 脂肪의 抗酸化劑로서 各種物質代謝에 關與하는 必須營養素임이 分明하고<sup>5,6)</sup> vitamin E와 더불어 白鼠의 肝壞死를 防止하는 強力한 因子로 診明된<sup>7)</sup> selenium도 抗酸化劑로서의 代謝的 役割이 있는 바, 즉 過酸化에 依한 脂質의 二重結合破壊를 막아주는 vitamin E와 같은 役割을 하거나 그의 節約作用을 한다<sup>8,9)</sup>.

따라서, 本 實驗에서는 脂肪과 이 두 物質間의 密接한 關係 및 vitamin E와 selenium의 榮養의 相互關係에 根據를 두고 이 두 物質이 白鼠의 成長과 血清 및 肝의 脂質成分에 미치는 影響을 알아보고 이를 서로 比較·考察해 보고자 한다.

### 材料 및 方法

#### 1. 材 料

##### 1) 實驗動物

Sprague-Dawley系 白鼠(♂)를 stainless鐵製 飼育箱에서 調製飼料로서 10日間 適應시킨 후 體重이  $125 \pm 10\text{ g}$ 인 것을 選別하여 使用하였다.

##### 2) 實驗食餌

本 實驗에 使用한 食餌의 組成은 Table 1과 같이 vitamin E(VE)와 selenium(Se)이 모두 缺乏된 基本

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredients/Diets	Basal	+Se	+VE	+VE+Se
Casein	20.00	20.00	20.00	20.00
Glucose monohydrate	64.74	64.74	64.74	64.74
Olive oil	8.00	8.00	8.00	8.00
Salt mix. <sup>1)</sup>	4.91	4.91	4.91	4.91
Vitamin mix. <sup>2)</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25
Choline chloride	0.10	0.10	0.10	0.10
Cellulose	2.00	2.00	2.00	2.00
	100.00	100.00	100.00	100.00
dl- $\alpha$ -tocopheryl acetate	—	—	200mg/kg diet	200mg/kg diet
Sodium selenite	—	0.5ppm	—	0.5ppm

1) Salt mix. ( $\text{g}/\text{kg}$  of diet);  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  23.0,  $\text{CaCO}_3$  18.2,  $\text{KCl}$  3.5,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1.20,  $\text{MgSO}_4$  1.95, ferric ammonium citrate (brown) 1.0,  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  0.15,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.06,  $\text{CuSO}_4$  0.0018,  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.01,  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  0.002, KI 0.0003, NaF 0.00025.

2) Vitamin mix. ( $\text{mg}/\text{kg}$  of diet); glucose monohydrate 2.059, thiamin HCl 10, riboflavin 19, niacin 90, pyridoxine HCl 10.9, calcium pantothenate 90, myo-inositol 90, p-aminobenzoic acid 90, folic acid 2, menadione 0.15, cyanocobalamin 0.03, ergocalciferol 1,600 IU/kg of diet, vitamin A 3,000 IU/kg of diet.

飼料와 各群에 따라 dl- $\alpha$ -tocopheryl acetate 200mg과 sodium selenite 0.5 ppm을 基本飼料 1kg 중에 添加한 飼料로 하였다.

#### 2. 方 法

##### 1) 動物實驗

體重이  $125 \pm 10\text{ g}$ 인 白鼠(♂) 6마리를 한 群으로 하여 各 級與食餌에 따라 4群으로 나누어 6週間 飼育하였다. 한 飼育箱에 2~3마리씩 넣고 室溫에서 飼育하였으며, 食餌와 물은 자유롭게 摄取하도록 하였다.

##### 2) 飼料攝取量 測定

每日一定한 時間에 秤量하여 級與하고 級與量에서 摄食후 殘存한 飼料量을 減하여 實際 摄取量을 算出하였다.

##### 3) 體重增加量 測定

實驗期間동안 每週 한번씩 一定한 時間을 定하여 體重을 測定하였고 測定 12~16時間 前에 食餌給與를 中斷하였으며, 總體重增加量은 最終體重에서 實驗始作時의 體重을 減하여 算出하였다.

##### 4) 飼料効率 測定

飼料効率은 摄取한 飼料의 一定量에 대한 各群別 利用効率를 觀察한 것으로서 一週間의 飼料攝取量과

그 동안의 體重增加量으로서 算出하였다.

$$F.E.R. = \frac{\text{體重增加量}(g)}{\text{飼料攝取量}(g)}$$

### 5) 採血 및 血液의 分離

6週間 飼育한 白鼠를 解剖하기 16時間 前에 絶食시켜 ether麻醉下에 腹部의 大動脈으로부터 採血한 다음 室溫에서 約 1時間 放置하여 血清이 分離되었을 때 3,000 rpm 으로 15分間 遠心分離하여 그 上澄液을 取하였다.

### 6) 各種 臓器의 重量 測定

肝臟, 腎臟, 心臟, 脾臟, 肺臟을 摘出하여 生理食鹽水로 漏어내고 濾過紙로 血液을 除去한 후 秤量하여 體重 100 g 當 臓器 무게로 換算하였다.

### 7) 血清 및 肝臟 중의 脂質成分 測定

血清중의 total lipid은 Amenta法<sup>10)</sup>, total cholesterol은 Libermann-Buchard法<sup>11)</sup>, triglyceride는 acetylacetone法<sup>12)</sup>, free fatty acid은 NEFA法<sup>12)</sup>을 利用하여 定量하였고, 肝臟중의 粗脂質은 Folch法<sup>13)</sup>, cholesterol, triglyceride 및 free fatty acid은 Thin Layer Chromatography(TLC)를 利用하여<sup>14, 15)</sup> Amenta法<sup>16)</sup>으로 定量하였으며 脂肪酸分析은 Gas Chromatography(GC)를 利用하였고 GC의 條件은 Table 2와 같다<sup>17)</sup>.

**Table 2. Instrument and operating conditions for GC**

Instrument	GC HITACHI MODEL 163
Column support	20% DEGS (diethylene glycol succinate)
Column length	3mm×2m glass column
Column temp.	180°C
Injection temp.	250°C
Detector temp.	250°C
Carrier gas	N <sub>2</sub> (40ml/min)
Chart speed	10mm/min
Attenuation	10 <sup>2</sup> ×5

### 8) 總計處理

總計處理는 完全任意配置法에 의하여 處理에 대한 分散分析을 하였고 各 處理間과 水準間 有意性은 P <0.01에서 Duncan의 multiple test를 行하였다<sup>18, 19)</sup>.

## 結果 및 考察

### 1. 體重增加量 및 飼料効率

實驗食餌로 6週間 飼育한 후의 net weight gain은 Table 3과 같다. Vitamin E와 selenium이 모두 缺乏된 Basal群은 統計的인 有意性은 없었으나 vitamin E나 selenium을 供給한 다른 群에 비해 體重增加量이 낮았고 飼料攝取量이 다소 많았으며 飼料効率을 測定해 본 結果 Table 4와 같이 Basal群이 가장 낮았다. 또 모든 群의 飼料効率이 5週까지는 거의 비슷하게 減少하다가 그 이후 다시 增加하였는데, 이는 飼料에 대한 適應力이 생김으로서 일어난 現象이라고 생각된다.

以上의 結果에서 vitamin E나 selenium을 紿與하면 飼料効率의 增加와 함께 體重도 늘어나고 이들을 각각 紿與하는 것보다 함께 紿與하는 것이 더욱 効果的이며 모두 缺乏하면 飼料効率이 낮아져 成長을 滞害함을 알 수 있었다.

### 2. 各種 臓器 重量

單位體重當 各種 臓器 重量은 Table 5에서와 같이 腎臟, 心臟, 肺臟은 有意性이 없었고 肝臟도 有意性은 없었으나 vitamin E나 selenium을 供給함에 따라 조금씩 減少하였는데 이는 두 물질이 肝臟 중의

**Table 3. Net gain of weight (g)\***

Group	Weight gain
Basal	179.76±25.59
+Se	182.92±32.16
+VE	183.92±22.41
+VE+Se	186.56±23.03

\* Mean+S. D.

**Table 4. Food efficiency ratio**

Group/Week	1	2	3	4	5	6	(F. E. R.)*
Basal	0.61	0.31	0.27	0.21	0.11	0.19	0.28
+Se	0.60	0.30	0.26	0.20	0.18	0.21	0.29
+VE	0.59	0.34	0.29	0.24	0.13	0.18	0.30
+VE+Se	0.64	0.32	0.27	0.24	0.12	0.17	0.30

\* Means of six observations.

Table 5. Organ weight

(% body wt.)\*

Group	Liver	Kidney	Heart	Lung	Spleen
Basal	3.44±0.19	0.63±0.02	0.28±0.01	0.58±0.06	0.49±0.09 <sup>b1</sup>
+Se	3.34±0.17	0.60±0.07	0.28±0.02	0.58±0.07	0.44±0.09 <sup>a,b</sup>
+VE	3.31±0.31	0.63±0.05	0.30±0.01	0.56±0.05	0.32±0.06 <sup>a</sup>
+VE+Se	3.22±0.18	0.62±0.03	0.29±0.02	0.59±0.07	0.33±0.02 <sup>a</sup>

\* Mean±S. D.

1) Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns ( $p<0.01$ ).

脂肪含量에 影響을 미친 것으로 생각된다. 또 脾臟의 重量은 vitamin E의 添加에 의해 有意하게 減少하였는데 이는 免疫增強劑인 vitamin E의 効果<sup>20)</sup> 때문에 脾臟이 發達된 것으로 생각되고 또 vitamin E가 不足하면 赤血球膜이 弱化되어 溶血反應이 일어나고<sup>21)</sup> 破壊된 脆弱な 赤血球가 脾臟에서 處理되므로 vitamin E가 缺乏된 Basal 群과 +Se群(selenium 供給群)에서 그 무게가 增加된 것으로 생각된다.

### 3. 血清중의 Total Lipid, Cholesterol, Triglyceride 및 Free Fatty Acid含量

Table 6에서와 같이 血清중의 total lipid量은 各處理群間に 有意性이 나타나지 않았고 cholesterol量은 +VE群(vitamin E供給群)과 +VE+Se群(vitamin E와 selenium同時供給群)에서 有意하게 減少하였으나 triglyceride量은 +VE+Se群에서 가장 높았고 free fatty acid量은 vitamin E를 供給한 +VE群과 +VE+Se群에서 有意하게 높았다. Vitamin E가 血中脂質에 미치는 影響은 研究者에 따라 서로 다른데 Chen等<sup>22)</sup>은 白鼠에게 投與한 vitamin E의 量에 比例하여 血清 cholesterol值가 減少한다고 했고 Jack Yang과 Desal Indrajit<sup>23)</sup>은 25 또는 250 IU vitamin E를 長期間 投與한 白鼠의 plasma total lipid와 cholesterol의 vitamin E無添加群보다 월선 더 높다고 報告했다. 또 金과 金<sup>24)</sup>은 tocopherol이 缺乏한 白鼠의 血中 cholesterol值가 顯著히 增加하고 tocopherol을 供給하면 낮아지는는데 이는 vitamin E가 cho-

lesterol의 bile acid로의 轉換과 排泄를 促進하기 때문이라고 했는데 이는 本實驗과 一致한다. 한편 vitamin E供給에 의해 血清중의 triglyceride와 free fatty acid의 含量이 上昇한 것은 Clegg等<sup>25)</sup>의 報告와는 一致하나 Yasuda等<sup>26)</sup>과는相反된다. Maurice와 Jensen<sup>27)</sup>은 鼠에게 selenium添加食餌를 주면 plasma lipid가 減少한다고 했으나, 本實驗에서 selenium의 添加는 血中脂質成分에 아무런 影響을 미치지 않았고 vitamin E의 添加는 상당한 影響을 나타내었다.

### 4. 肝臟중의 Crude Lipid, Cholesterol, Triglyceride 및 Free Fatty Acid含量

肝臟중의 脂質成分의 變化는 Table 7과 같이 crude lipid, cholesterol, triglyceride 및 free fatty acid의 含量이 vitamin E나 selenium을 供給함에 따라 有意하게 減少하였고 +VE群과 +Se群을 서로 比較해 보면 cholesterol과 triglyceride의 含量은 +VE群에서 더 減少하였고 free fatty acid의 含量은 +Se群에서 월선 더 減少하였다. Inez Harrille等<sup>28)</sup>은 400 또는 1200 IU의 vitamin A添加食餌를 준 白鼠에게 vitamin E를 投與하면 肝臟중의 cholesterol 및 total lipid의 量이 顯著히 減少한다고 했고 崔와 申<sup>29)</sup>은 肝에서의 脂肪變動을 形態學的側面에서 觀察한結果, vitamin E를 投與하면 肝小葉 全域에서 나타난 肝細胞內 脂肪小滴이 사라진다고 했으며 金과 金<sup>24)</sup>은 白鼠에 있어 cholesterol의 合成은 사람과는 달리 肝에서 일어나며 tocopherol의不足하면 脂肪變性에 의한

Table 6. Contents of total lipid, cholesterol, triglyceride and free fatty acid in serum

(mg %)\*

Group	Total Lipid	Cholesterol	Triglyceride	Free Fatty Acid( $\mu\text{mol/l}$ )*
Basal	361.80±47.91	73.60±3.71 <sup>b1</sup>	111.00±8.94 <sup>a</sup>	813.40±33.53 <sup>a</sup>
+Se	403.80±50.13	72.80±4.82 <sup>a,b</sup>	108.60±9.48 <sup>a</sup>	794.20±72.13 <sup>a</sup>
+VE	381.20±55.57	65.60±4.16 <sup>a</sup>	120.80±13.16 <sup>a</sup>	1014.80±42.03 <sup>b</sup>
+VE+Se	356.00±32.34	66.60±1.95 <sup>a</sup>	167.80±35.84 <sup>b</sup>	930.80±68.66 <sup>b</sup>

\* Mean±S. D.

1) Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns ( $p<0.01$ ).

Table 7. Contents of crude lipid, cholesterol, triglyceride and free fatty acid in liver

(mg/g)\*

Group	Crude Lipid	Cholesterol	Triglyceride	Free Fatty Acid
Basal	110.10±4.83 <sup>b1)</sup>	5.85±0.70 <sup>b</sup>	22.99±3.39 <sup>b</sup>	4.38±0.72 <sup>b</sup>
+ Se	96.52±5.33 <sup>a</sup>	4.07±0.89 <sup>a</sup>	21.38±3.73 <sup>a,b</sup>	1.50±0.38 <sup>a</sup>
+ VE	93.18±4.40 <sup>a</sup>	3.35±0.39 <sup>a</sup>	16.29±2.93 <sup>a</sup>	2.06±0.42 <sup>a</sup>
+ VE+ Se	91.12±7.66 <sup>a</sup>	3.60±0.29 <sup>a</sup>	15.29±3.03 <sup>a</sup>	1.78±0.20 <sup>a</sup>

\* Mean±S. D.

1) Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns ( $p<0.01$ ).

肝의 逆機能 때문에 cholesterol의 轉換이나 排泄을 抑制한다고 했는데 이 사실들은 本實驗의 結果와一致한다. 또 Maurice와 Jensen<sup>27)</sup>은 vitamin E와 selenium이 缺乏된 Torula yeast diet<sup>30)</sup>에 selenium을 添加하여 닭에게 紿與하면 肝의 脂肪蓄積이 顯著히 減少하고 glutathione peroxidase가 增加한다고 報告하였는데, selenium은 glutathione peroxidase의 構成成分이고<sup>31)</sup> 이 효소는 selenium의 重要한 作用形態로서 過酸化物의 分解에 關與한다. 以上의 結果로 미루어 보아 vitamin E와 selenium은 肝臟中 脂質成分의 含量에 비슷한 影響을 미치며 이는 두 물질의 脂質過酸化에 대한 保護効果와 關係가 깊다고 料된다.

### 5. 肝臟中의 粗脂質의 脂肪酸組成

Table 8에서와 같이 飽和脂肪酸과 oleic acid (18:1)은 處理群間에 아무런 變化가 없고 oleic acid은 대체로 높은 比率를 나타내었다. 不飽和脂肪酸인 linoleic acid(18:2)에 있어서 +Se群이 다른 群에 비해 有의한 減少를 보였으며 arachidonic acid(20:4)은 vitamin E나 selenium의 供給에 의해 有의하게 減少하였다. Poukka<sup>32)</sup>는 selenium과 vitamin E가 缺乏하여 筋疾患을 앓고 있던 송아지의 組織中 脂肪酸組成에서 arachidonic acid의 顯著한 增加를 報告하였고 Fisher와 Whanger<sup>33)</sup>는 vitamin E가 充分하더라도 selenium이 缺乏하면 組織中 arachidonic acid의 增加하는데 이는 脂肪酸 代謝의 直接的 影響보다

는 增加된 代謝率 때문이라고 하였다. 本實驗의 경우 Basal群에서 飼料効率이 낮은 것으로 보아 代謝率의 增加와도 關係가 있으나 vitamin E와 selenium의 缺乏으로 脂質過酸化에 의한 中間代謝物質의 蓄積에서 오는 二次的인 結果라고도 생각되어지므로 좀 더 研究가 必要할 것 같다.

## 要 約

脂質의 抗酸化劑인 vitamin E와 selenium이 白鼠의 血清 및 肝의 脂質成分에 미치는 影響을 調査하고 이를 서로 比較하기 위하여 本實驗에서는 vitamin E와 selenium이 缺乏한 基本食餌에 dl- $\alpha$ -tocopheryl acetate 200 mg과 sodium selenite 0.5 ppm을 각 群에 따라 紿與하고 6週間 飼育한 後 白鼠의 體重增加量, 飼料効率, 各種 臟器 重量, 血清 및 肝의 脂質成分을 測定, 考察한 結果 다음과 같았다.

1. 體重增加量과 飼料効率은 vitamin E나 selenium을 供給한 群이 缺乏한 群보다 높았고 함께 供給한 群이 가장 높았다.

2. 各種 臟器의 重量에서 腎臟, 心臟, 肺臟은 實驗群間에 별다른 差異가 없었고 肝臟의 重量은 vitamin E나 selenium을 供給함에 따라 減少하였고 脾臟의 重量은 vitamin E의 供給에 의해 有의하게 減少하였다.

3. 血清중의 total lipid量은 有의性이 없으며 vitamin E의 供給에 의해 cholesterol量은 減少하였고

Table 8. Fatty acids composition of crude lipid in liver

(%)\*

Group/F. A. **	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	20:4
Basal	25.61±1.31	2.73±0.40	12.88±1.10	34.29±3.13	8.53±0.61 <sup>b1)</sup>	12.76±0.73 <sup>b</sup>
+ Se	26.49±2.24	3.53±0.52	13.23±0.53	36.18±4.59	6.51±0.50 <sup>a</sup>	10.54±0.91 <sup>a</sup>
+ VE	26.16±2.35	3.29±0.70	13.30±0.55	34.60±2.70	8.31±0.87 <sup>b</sup>	11.07±0.60 <sup>a</sup>
+ VE+ Se	26.13±2.10	2.83±0.62	13.38±0.73	34.37±1.19	8.36±0.85 <sup>b</sup>	11.49±0.99 <sup>a,b</sup>

\* Mean±S. D.

\*\* Fatty acid

1) Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns ( $p<0.01$ ).

triglyceride와 free fatty acid의 含量은 增加하였으나 selenium의 供給은 아무런 變化가 없었다.

4. 肝臟중의 crude lipid, cholesterol, triglyceride 및 free fatty acid의 含量은 vitamin E와 selenium의 供給에 의해有意하게 減少하였다.

5. 肝臟중의 脂肪酸組成은 飽和脂肪酸과 oleic acid의 경우 有意性이 없었고 oleic acid은 대체로 높은 比率이었으며 linoleic acid은 selenium 供給에 의해, arachidonic acid은 vitamin E와 selenium의 供給에 의해有意하게 減少하였다.

### 文 獻

1. Williams, S. R. : In "Nutrition and Diet Therapy", C. V. Mosby Co., Saint Louis, 555(1977)
2. Johnson, D. Jr., Leveille, F. A. and Fisher, H. : *J. Nutr.*, **66**, 367(1958)
3. Kritchovsky, D. : *Arch. Surg.*, **113**, 52(1978)
4. Alan, C. Tsai, Joel Elias, James, J. Kelly, Ray-shiang, C. Lin and John, R. Robson : *J. Nutr.*, **106**, 118(1976)
5. Gerber, G. B., Aldridge, W. G., Koszalka, T. R. and Gerber, G. : *J. Nutr.*, **78**, 30(1962)
6. Edwln, E. E., Diplock, A. T., Bunyan, J. and Green, J. : *Biochem. J.* **79**, 991(1961)
7. Schwarz, K. and Foltz, C. M. : *J. Biol. Chem.*, **233**, 245(1958)
8. Zalkin, H., Tappel, A. L. and Jodan, J. P. : *Arch. Biochem. Biophys.*, **91**, 117(1960)
9. Scott, M. L. : *Federation Proc.*, **24**, 901(1965)
10. Amenta, J. S. : *Clin. Chem.* **16**, 339(1970)
11. Bauer, P. D., Ackermann, P. G. and Toro, G. : In "Clinical Laboratory Methods", 8th ed., 448(1976)
12. 川内廣明, 岸浪菊江子, 春木文枝, 渡邊富久子 : 臨床化學試驗法, (廣川書店), 124(1976)
13. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S. : *J. Biol. Chem.*, **266**, 497(1957)
14. Egon Stahl : Thin Layer Chromatography, 2nd ed., (1973)
15. 金鉉禾, 金昇元 : 韓國營養學會誌, **2**(1), 19(1969)
16. Amenta, J. S. : *J. Lipid Res.*, **7**, 270(1964)
17. 油脂および油脂製品試験法部會 : 油化學, **19**, 337(1970)
18. Steel, R. and Torrie, J. H. : In "Principles and Procedures of Statistics", Mc Graw-Hill Book Co., New York, 107(1960)
19. 賴在星, 李廣田 : 實驗統計學, (先進文化社, 서울) 89(1977)
20. Toshimi, Y., Hitoshi, K., Kazuhisa, O., Takashi, I. and Yorinori, H. : *J. Nutr.*, **112**, 1075(1982)
21. Levander, O. A., Ferretti, R. J. and Morris, V. C. : *J. Nutr.*, **107**, 373(1977)
22. Chen, L. H., Liao, S. and Packett, L. V. : *J. Nutr.*, **102**, 729(1972)
23. Jack Yang, N. Y. and Desal Indrajit, D. : *J. Nutr.*, **107**, 1418(1977)
24. 金亨燮, 金容赫 : 高醫大誌, **18**, 299(1981)
25. Clegg, R. E., Klopfenstein, C. F. and Klopfenstein, W. E. : *Poultry Sci.*, **55**, 1104(1976)
26. Yasuda, M., Fujita, T. and Mizunoya, Y. : *Chem. Pharm. Bull.*, **27**, 447(1979)
27. Maurice, D. V. and Jensen, L. S. : *Poultry Sci.*, **58**, 1548(1979)
28. Inez, H., Gladys, M. and Elizabeth, D. G. : *J. Nutr.*, **87**, 65(1957)
29. 崔吉溫, 申英徹 : 高醫大誌, **11**, 1061(1974)
30. Kim, E. M. and Paul, H. W. : *J. Nutr.*, **98**, 383(1968)
31. Oh, S. H., Ganther, H. E. and Hoekstra, W. G. : *Biochemistry*, **13**, 1825(1974)
32. Poukka, R. : *Br. J. Nutr.*, **20**, 245(1966)
33. Fisher, W. C. and Whanger, P. D. : *J. Nutr.*, **107**, 1493(1977)