

불포화 지방의 필요량과 안전성에 관한 연구

—들깨유의 fat level 차이에 따른 rat의 혈액과 간에 미치는 영향—

연세대학교 가정대학 식생활과, 연세대학교 이과대학 생물학과* 기전여자전문대학교 영양과**

이양자·강승현·송 일*·김혜경**·이기열

= Abstract =

Studies on the Required Amount and Safe Level of Polyunsaturated Fat

—1. Effects of different levels of perilla seed oil on Blood and Liver of Rats—

Yang Cha Lee(Kim), Seung Hyun Kang, Il Song*: Hae Kyung Kim**
and Ki Yull Lee

Department of Food and Nutrition, College of Home Economics, Yonsei University,
*Department of Biology, College of Science, Yonsei University,**
*Department of Nutrition, Kijeon Woman's Junior College***

This study was carried out using rats weighing 40~50 g which were divided into seven groups with various diet compositions emphasizing fat levels of perilla seed oil for the period of 41/2 weeks.

The levels of fat in the diet were 5%, 10%, 15% and animals were fed ad libitum.

The results are as follows:

- 1) Yellow pigmentation of both neck and tail was clearly observed in groups fed 10% and 15% level perilla seed oil without vitamin E supplementation (IV and VII).
- 2) The growth rate in groups fed 15% level perilla seed oil was reduced as compared to that in groups fed 5% or 10% level perilla seed oil.
- 3) The mean hematocrit values of 15% level perilla seed oil groups tended to be lower than those of control group, but the differences were not significant.
- 4) The serum vitamin E concentration showed different value in various groups, the values of control group were significantly higher than those of perilla seed oil groups-15% level with or without vitamin E supplementation (VI and VII) and 10% level without vitamin E supplementation (IV).

According to the results, 10% level perilla seed oil in the diet can be considered safe if vitamin E is not omitted from the vitamin mixture and the group fed 15% fat with P/S ratio of 1 appeared to be safe during the experimental period.

Finally the long-term studies have to be pursued in many aspects by using perilla seed oil in the experimental diet.

Because rats are known to be quite resistant to the experimental diets, comparative studies using various animal species have to be conducted.

본 연구는 1978년도 문교부 연구비로 이루어졌음

I. 서 론

문명의 발달과 병행하여 고혈압 및 동맥경화증 등 심장관계 질환이 급증됨에 따라 이의 예방과 치료 방안의 일환으로 불포화지방산인 식물성 기름의 섭취를 권장하고 있다. 불포화지방의 불안정한 화학적 성질 때문에 쉽게 산패되어 형성된 peroxides 및 free radicals의 영향으로 인해 불포화지방산인 필수지방산 자체가 파괴될 뿐 아니라 기름에 함유된 천연항산화제인 비타민 E(α -tocopherol)의 파괴를 초래하게 된다. 비타민 E가 조직 내에서 polyunsaturated fatty acid(PUFA)의 항산화제로써 작용함은 Tapple¹⁾, Horwitz²⁾, Draper³⁾, Witting⁴⁾ 등에 의해서 이미 입증되어 왔다. 이와같이 기름 자체의 질의 저하 및 위험물질 생성은 매우 바람직하지 못하며, 이 물질들로 인해 체내에 초래되는 현상은 더욱 나쁘다고 할 수 있겠다^{5,6)}. 생체막(Biological membrane)의 구성에서 불포화지방산이 주요성분으로 이루어진 phospholipid의 역할이 매우 중요함을 감안할 때 이의 산패로 인해 membrane system^{5,6)}의 구조 상태가 비정상적으로 됨으로 인한 세포의 저해효과는 매우 크다고 하겠다. 이러한 membrane 내의 불포화지방의 산패작용으로부터 생성되는 peroxides나 free radicals의 형성으로 세포의 파괴가 증가되면 노화과정(aging process)이 촉진된다는 학설도 일어나게 되었다^{7,8,9)}. 그런데 한국 특유의 들깨(perilla, frutescens)기름의 높은 불포화도(polyunsaturated Fat/Saturated Fat, P/S Ratio=9), 즉 참깨기름의 2% 정도에 비해 약 60%의 linolenic acid(C, 18:3)를 총지방산 함량에 대한 비율로 함유하고 있으므로 인해¹⁰⁾ 들깨기름내에 들어있는 비타민 E의 항산화작용에 있어서의 충분여부에 대해 의문점이 본 연구팀에 의해 발표되었었다¹¹⁾. 이번 연구에서는 불포화도가 월등히 높아 불안정하나 필수지방산을 함유하고 있다는 점, 그리고 동맥경화증과 고혈압등의 치료 및 예방책으로 이미 일부 한국인들에 의해 애용되고 있어 심지어는 다량섭취의 우려를 초래하므로 이의 섭취량에 있어서 여러 수준에서의 식이를 통해 필요량 설정이 동물실험을 통한 영양학적 및 생화학적인 면에서의 여러 parameters의 측정을 통하여 우선 이루어져야 하겠고, 따라서 산패작용을 지연시키는 비타민 E의 부족여부를 검토하므로 이 특수기름의 안정성에 대하여도 기초지식을 얻는 것은 매우 중요한 일이라고 사려된다.

그러므로 본 연구를 통해

1. P/S 비율을 통한 지방의 양과 질의 관계를 검토하므로 불포화지방의 필요량 설정에 기초지식을 제공하고,

2. 비타민 E 부족으로 인한 체내에 미치는 여러가지 영양생화학적 변화를 검토하며,

3. 식이에 있어서 들깨기름의 안전수준의 추정등에 대한 기초지식을 제공하게 되므로,

i) 영양학 및 생화학 분야의 기초학문 연구에 공헌하며, ii) 실제 국민의 생활에 있어서 식이의 지방질 구성에 대한 합리적 방향 설정에 기여하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

1) 실험동물 및 실험기간

40~50g 정도의 이유 직후의 Sprague-Dawley strain (male) rat로서 42마리를 사용하여, 각 군 당 6마리씩 7군으로 나누어 ad libitum으로 사육하였다. 동물사육실의 온도는 15°C로 유지하였다. 실험식을 주기전 2일간 시중에서 시판하고 있는 배합사료(제일사료)를 주어 환경에 적응시킨 후 32일(4.5주)간 실험식으로 사육되었다.

2) 식이조성

식이조성은 Table I에서 볼 수 있는 바와 같이 7군으로 분류하였다. 지방 수준은 5%, 10%, 15% 수준으로서 불포화지방산의 급원으로는 들깨기름, 참깨기름을 사용하였고, 포화지방의 급원으로는 쇠기름(tallow)을 사용하여 비교 실험하였다. I군과 V군은 대조군으로 지방 수준이 I군은 5%, V군이 15%로써 들깨기름, 참깨기름 : tallow=1:1:2의 비율로 P/S=1이 되게 조절하였고, II, III, VII군은 들깨기름(P/S=9)¹⁰⁾만을 지방원으로 한 군으로 각각 5%, 10%, 15%의 수준이며, IV군과 VI군도 역시 들깨기름만을 지방원으로 하고 비타민 혼합 성분에서 비타민 E를 제외시킨 실험군으로 지방 수준은 각각 10%와 15%로 하였다. 이때 사용한 들깨기름과 참깨기름은 일반 시중에서 구입한 것을 실험식이 만들기 하루전에 재래식 압착방법에 의하여 짠것을 사용하였다. Diet는 매주 한번씩 만들어서 냉장고에 보관하여 사용하였다. 단백질원으로는 casein을 사용하였고, 탄수화물원으로는 starch: glucose: sucrose=70:20:10의 비율로 배합 사용하였다.

Table 1. Composition of the Experimental Diets(Wt. %)

Dietary Ingredients	Experimental Animal Group Number						
	I	II	III	IV ¹⁾	V	VI	VII ¹⁾
Carbohydrate ²⁾	78	78	73	73	68	68	68
Protein ³⁾ ; Casein	10	10	10	10	10	10	10
Fat; Perilla oil	1.25	5	10	10	3.75	15	15
Sesame oil	1.25	—	—	—	3.75	—	—
Tallow	2.50	—	—	—	7.50	—	—
Salt Mixture ⁴⁾	4	4	4	4	4	4	4
Vitamin Mixture ⁵⁾	1	1	1	1	1	1	1
Cellulflour	2	2	2	2	2	2	2

1) Vitamin E was omitted from Vitamin Mixture

2) Starch: Glucose: Sucrose=70 : 20 : 10

3) 0.1% DL-Methionine was supplemented

4) Hubbel Mendel Wakeman Mixtures(Per 100 g)

Calcium carbonate 54.30; Magnesium carbonate 2.50; Magnesium sulfate 1.60; Sodium chloride 6.30; Potassium chloride 11.20; Potassium phosphate monobasic 21.20; Ferric phosphate 2.05; Potassium iodide 0.008; Manganese sulfate 0.035; Sodium fluoride 0.01; Aluminum potassium sulfate 0.017; Cupric sulfate 0.009

5) Vitamin Mixtures per Kg diet(in mg)

Thiamin 10; Riboflavin 10; Niacin 40; Pyridoxine 4; Cyanocobalamin 0.01; Ca-pantothenate 40; p-amino benzoic acid 50; Biotin 0.2; Choline chloride 2000; Folic acid 2; Inositol 100; Menadione 5; DL- α -Tocopherol 400; Retinyl palmitate(in I.U.) 1600

3) Measurements

i) 성장률(Growth Rate)

매주 한번씩 같은 요일, 같은 시간에 동물의 체중을 측정하였다.

ii) 사료효율(Feed Efficiency Ratio)

매주 섭취한 사료의 양에 대한 체중 증가량을 다음 식에 의하여 산출하여 각 군의 평균치를 구하였다.

$$FER = \text{Weight Gain(g)} / \text{Food Intake(g)}$$

iii) Biochemical analysis

A. Blood

a) Hematocrit(%)

Heparinized capillary tube 에 혈액시료를 채취하여 micro-capillary centrifuge 로 원심분리하여 packed cell volume 을 micro-capillary reader 로 측정하였다.

b) 혈청 Vitamin E 농도¹²⁾ ($\mu\text{g}\%$)

conical 시험관에 채취한 혈액을 40분간 실온에서 방치한 후에 3000 rpm 에서 20분간 원심분리해서 혈청을 얻었다. 혈청 0.8 ml 에 methyl alcohol 2 ml, CHCl_3 1 ml 및 증류수 1.8 ml 을 가한 후 원심분리해

서(상층: methyl alcohol+ H_2O , 하층: CHCl_3) 하층액을 채취하고 나머지 액에 다시 소량의 CHCl_3 (0.5 ml) 을 첨가하여 원심분리한 후에 하층액을 먼저의 하층액과 합쳤다. 시험관에 N_2 기체를 통과면서 가온(섭씨 30°정도)에서 건조시켰다. 직사광선을 피해서 0.75 ml FeCl_3 시약(0.5% ethyl alcohol 용액)과 0.75ml Dip-yridine 시약(0.5% ethyl alcohol 용액)을 가한 후 잘 흔들어서 absolute ethyl alcohol 1.5 ml 을 가하고, FeCl_3 시약을 가한 후 정확히 10분 후에 Beckman Spectrophotometer DB-G 를 사용하여 O.D.를 측정했다..

B. Liver

a) DNA, RNA, Protein 함량측정

① 핵산추출 및 단백질추출

간조직 1 g 을 5% TCA 10 ml 을 넣어 homogenate 용액을 만든 후 cold 상태로 10분간 원심분리하여, 상층액은 버리고 침전물을 10% TCA 와 5% TCA 로 각각 한번씩 씻어낸 후, 2.5 ml 5% TCA 를 정확하게 가한 후 90°C 로 유지되는 증탕기에서 10분간 가온한 후 냉각시켜 원심분리 하였다. 상층액을 다른 시험관에 옮기고 다시 2.5 ml 5% TCA 를 가한 후 원심분리 하여 상층액을 먼저의 상층액과 합하여 핵산정량을 실

시하였고 침전물에서 단백질을 정량하였다.

② DNA 정량¹³⁾

핵산추출액 1 ml에 diphenylamine(DPA) reagent (pure DPA 1 g을 glacial-HAC 100 ml에 용해시켜 C-H₂SO₄ 2.5 ml을 가한다) 2 ml과 0.1 ml acetaldehyde를 가한 후 90°C의 증탕기에서 10분간 가온한 후에 냉각 방치하여 600 nm 파장에서 Beckman Spectrophotometer DB-G를 사용하여 O.D.를 측정하였다. 표준 DNA (from Calf thymus)는 Sigma Chemical Co. 제품을 사용하였다.

③ RNA 정량¹⁴⁾

핵산추출액 0.5 ml에 2 ml의 orcinol reagent(FeCl₃ 0.1 g을 C-HCl 100 ml에 용해시키고, orcinol의 6% ethanol 용액 3.5 ml을 가한다)를 가한 후 90°C의 증탕기에서 10분간 가온한 후 냉각하여 파장 660 nm에서 O.D.를 측정하였다. 표준 RNA(from yeast)는 Sigma Chemical Co. 제품을 사용하였다.

④ protein 정량¹⁵⁾

핵산추출액을 제거한 침전물에 0.1 N NaOH 7 ml을 가하여 단백질을 잘 녹인 후, 이 용액 0.1 ml을 취하여 0.9 ml 0.2 N NaOH와 3 ml Biuret reagent를 가한 후 540 nm의 파장에서 O.D.를 측정하였다. 표준 단백질은 Kishida Chemical Co. 제품의 Albumin을 사용하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1) 동물 외관상의 변화

실험식이 섭취후 10일에는 15%수준의 비타민 E를 주지 않은 VII군에서, 14일에는 들깨기름 10%수준의 비타민 E를 주지 않은 IV군에서, 21일에는 들깨기름 15%수준의 비타민 E를 제거하지 않고 그대로 준 VI군에서 목둘레에 노란색으로 색소침착현상이 일어나고 털이 약간 빠지는 증상이 나타나기 시작했다. 3주에서 4주로 들어서면서 목주위의 색소침착현상은 약화되는 듯했으나 이번에는 특히 IV군과 VII군에서 꼬리부분의 피부가 거칠어지면서 아주 노란색으로 색소침착이 일어나 실험말기까지 지속되었다. “이”등¹¹⁾의 실험에 의하면 병아리에 있어서 깃털과 피부의 색이 현저히 노랗게 되는 색소침착현상이 나타났다고 했고, 들깨기름 군이며 비타민 E를 주지 않은 군에서 목과 머리 부분의 털이 빠지는 증상이 나타났다고 했다. 또한 Mac-hlin 등¹⁶⁾에 의하면 비타민 E부족 식이를 주었을 때 skin ulcer가 생겼음을 보고한 바 있다. Horwitt¹⁷⁾

는 또한 조직에서 발견되는 lipofuscin 색소가 PUFA의 섭취증가와 비타민 E의 섭취감소에 따라 증가한다고 하였다. Hayes¹⁸⁾는 Safflower oil 식이로 monkey를 비타민 E의 결핍이 되게 했을 때, 여러 조직에 lipofuscin과 ceroid의 pigment가 많이 축적됨을 보고하였고 이는 또한 근육의 쇠퇴현상을 동반한다고 하였다

2) 성장률

Fig. 1에서 보는 것처럼 체중이 처음에 거의 같은 점에서 시작했음에도, I군과 비교해서 IV, VII군은 현저히 낮아졌음을 알 수 있고, II, III, VI군도 I군보다 낮게 나타났다. 실험 2주부터 계속적으로, 지방을 5%수준으로 가장 적게 준 I과 II군이 가장 높은 경향을 나타냈고, 지방을 15%수준으로 준 경우에는 P/S 비율을 1로 조절한 V군을 제외한 15%의 들깨기름만을 지방 원으로 사육한 VI과 VII군이 가장 낮게 나타났음을 알 수 있다. 10%의 지방수준(III과 IV군)에서는 실험 3주까지는 큰 차이를 보이지 않다가 4주에 접어들면서 10% 들깨기름 식이에 비타민 E를 주지 않은 IV군이 III

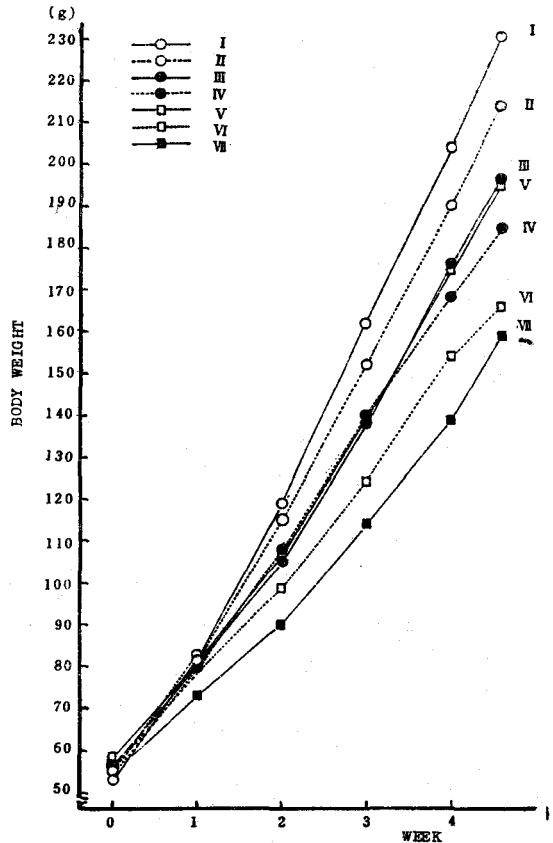


Fig. 1. Body Weight during Experimental Period.

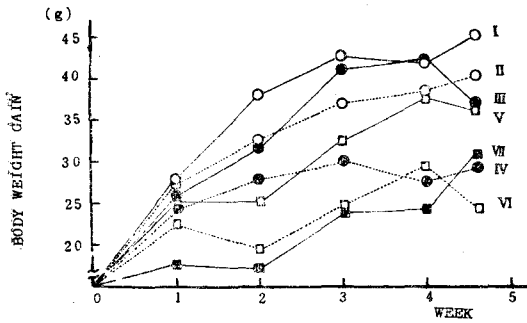


Fig. 2. Body Weight Gain during Experimental Period.

군보다 떨어짐을 보여 주었다. 이 관계는 체중 증가율을 표시한 Fig. 2에서도 볼 수 있다. Horn 등¹⁶⁾의 보고에 의하면 비타민 E 부족 식이를 먹인 쥐에 있어서 성장율이 감소되었다고 하였다.

3) 사료효율

Fig. 3에 나타난 바와 같이 FER 치에 있어서 I군이 가장 높고, 15%의 들깨기름군인 VI와 VII군이 가장 낮은 경향임을 알 수 있다. 15%의 지방 식이중에서도 P/S 비율을 1로 조절한 V군의 경우는 실험 3주까지는 I군보다 낮았으나 4주를 넘으면서 I군과 비슷해짐을 볼 수 있다. 따라서 들깨기름을 15% 수준으로 준 경우는 비타민 혼합성분에서 비타민 E를 제거했거나 안했거나 섭취한 식이양에 비해 체중 증가율이 적으므로 영양소의 체내 이용률이 낮음을 지적해 준다고 하겠다.

4) Hematocrit value

“이” 등¹¹⁾의 chick를 이용한 연구에 있어서 15% 들

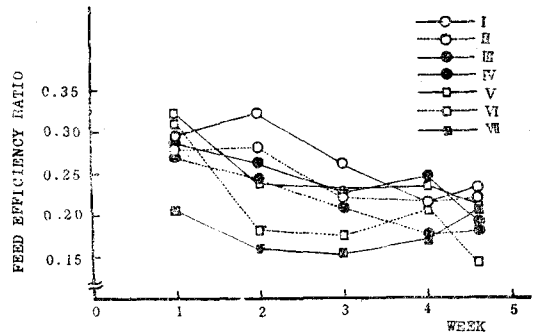


Fig. 3. Feed Efficiency Ratio (FER) during Experimental Period.

깨기름 식이를 준 경우 비타민 혼합성분에서 비타민 E를 제거했거나 안했거나 Hematocrit 치가 감소됨을 보고하였다. Rat의 경우는 Table 3에 나타난 바와 같이 들깨기름 15%와 10%수준에서 비타민 E를 주지않은 경우에만 가장 낮은 평균치를 나타내기는 했으나 통계학적인 유의성은 없었다. 비타민 E의 결핍에 의해 영아와 rat에 있어서 hydrogen peroxide-hemolysis가 증가하므로 Hematocrit 치가 감소함이 보고된 바 있고^{19,20)} 또한 적혈구막을 파괴시켜 hemolysis를 초래한다는 것은 이미 알려진 사실이다⁵⁾.

5) 혈청 Vitamin E 농도

Table 4에서 나타난 바와 같이 대조군인 I, V군(I > V)의 경우에는 다른 군보다 높은 수치를 나타내었고, 들깨기름만을 지방원으로 한 식이를 준 II, III, VI군 특히 지방을 가장 많은 15%수준으로 준 VI군의 경우에 있어서는 낮은 수치를 나타냈다. 들깨기름 10%

Table 2. Feed Efficiency Ratio during Experimental Period

Groups	Experimental Period(Week)				
	1	2	3	4	5
I	0.30±0.01	0.32±0.02	0.26±0.02	0.21±0.09	0.23±0.10
II	0.28±0.05	0.28±0.05	0.22±0.04	0.21±0.06	0.22±0.07
III	0.29±0.06	0.26±0.04	0.22±0.06	0.25±0.08	0.19±0.06
IV	0.28±0.07	0.25±0.04	0.21±0.03	0.18±0.05	0.18±0.05
V	0.32±0.04	0.24±0.06	0.22±0.06	0.24±0.05	0.22±0.07
VI	0.31±0.08	0.18±0.07	0.18±0.05	0.21±0.05	0.14±0.08
VII	0.21±0.06	0.16±0.08	0.15±0.06	0.17±0.04	0.21±0.03

Mean±S.D.

Table 3. Hematocrit Values for Experimental Groups¹

Animal Groups	Hematocrit(%)
I	50.33±4.13 (6) ²
II	51.08±6.08 (6)
III	48.83±3.83 (6)
IV	46.83±3.82 (6)*
V	50.20±3.56 (5)
VI	51.50±3.94 (6)*
VII	45.60±5.13 (5)*

1: Mean±S.D.

2: Number of animals used

*: P<0.05; compared with the control group (I) by the Student's t test.

Table 4. Serum Vitamin E Concentration for Experimental Groups¹

Animal Groups	Vitamin E Concentration (µg%)
I	833.3±303.6
II	343.8±182.8*
III	466.9±107.7
IV	189.6±136.3* [@]
V	527.5±231.8
VI	294.4±112.9* [@]
VII	412.5±210.7*

1: Mean±S.D.

*: P<0.05; compared with the control group(I) by the Student's t test.

[@]: P<0.05; compared with the group-III by the Student's t test.

수준에서는 비타민 E를 제외시킨 식이를 준 IV군이 II군보다 낮은 수치를 보였고, 들깨기름 15% 수준에서 비타민 E를 제외시킨 VII군의 경우, V군보다는 낮으나 VI군보다는 높은 경향으로 나타나 VII군에 대한 설명은 더욱 자세한 연구를 통하여 이루어져야 하겠다. 동물의 외관상의 변화나 Hematocrit치를 참고로 했을 때 VII군의 경우가 가장 좋지 못한 것을 감안한다면 불포화도가 높은 들깨기름의 과량섭취로 인해 조직에서의 비타민 E의 활동을 효과적으로 조절 사용할 수 없는 단계에 이르렀으므로 조직에 운반되어 쓰이지 못하고 혈액에 남아 있을 가능성도 배제할 수 없으나 서플리 어떤 추리를 하기도 이른다. 실제로 liver와 다른 조직에 남아 있는 비타민 E를 측정하여 VII군이 다른

Table 5. Amounts of Hepatic DNA, RNA and Protein in Experimental Groups

Animal Groups	DNA(mg)	RNA(mg)	Protein(mg)
	Wet Wt. (g)	DNA(mg)	DNA(mg)
I	1.81±0.33	1.55±0.46	325±217
II	2.00±0.09	1.34±0.39	125±43
III	1.70±0.38	1.34±0.41	228±105
IV	1.59±0.50	1.45±0.60	115±13
V	1.89±0.36	1.53±0.63	157±33
VI	1.45±0.52	1.23±0.10	137±25
VII	1.65±0.31	1.17±0.40	113±14

Mean±S.D.

군들에 비해 가장 적은 양을 함유하고 있는지의 여부를 조사해 볼 가치가 있다고 본다. 혈청 비타민 E농도만을 기준으로 고찰해 볼 때, 지방의 종류에 의한 변화가 지방의 수준(%)에 의한 변화보다 영향이 크다는 것을 알 수 있다. 즉 P/S비율이 1이 되도록 식이를 조성한 I군과 P/S비율이 거의 9가 되는 들깨기름만으로 식이조성을 한 II군과의 차이가, II군과 III군 즉 5%수준 들깨기름에서 10%수준으로 또 15%수준인 VII군과의 차이보다 크다는 것을 Table 4로 알 수 있다. 따라서 이 모든 결과에 대한 보다 확실한 언급은 장이나 지방조직중에 축적되어 있는 비타민 E의 농도를 측정 한 후이나 이루어지리라 본다.

6) 간조직내의 DNA, RNA 및 Protein 함량

Table 5에서 보는 것과 같이 VII군과 VIII군의 RNA 함량에 있어 약간 낮은 경향을 보여주시는 하나, DNA 함량이나 단백질 함량에 있어 또한 RNA 함량에서도 각 군간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

IV. 결 론

1. 외관상의 변화에 있어서 10% 및 15% 들깨기름 식이에서 비타민 E를 제거한 IV군과 VII군의 목부분과 꼬리에서 노란 색소침착현상이 뚜렷이 나타났고, 성장률에 있어서도 15% 들깨기름군이 10%나 5% 들깨기름군보다 낮았다.

2. 사료효율에서도 성장률과 유사한 결과가 나타났는데 15% 들깨기름군에 있어서 영양소의 체내 이용률이 낮게 나타났다.

3. Hematocrit치는 IV군과 VII군의 경우 낮은 경향이나 통계학적으로 유의성이 있는 차이는 아니었다.

4. 혈청 비타민 E 농도에서는 차이가 나타났는데 P/S 비율을 1로 조절한 I 군과 V 군이다 가장 높게 나타났다.

5. 전체적으로 5, 10, 15% 들깨기름 식이를 준 rat의 실험을 평가해 보면 10% level로 들깨기름식이를 주어도 비타민 혼합성분에서 비타민 E를 제거하지 않으면 큰 지장이 없는 것으로 간주될 수 있겠고, 15% 수준에서도 지방의 P/S 비율을 1로 조절해 준 식이군에서는 실험기간 동안에는 안전한 것으로 나타났다. 따라서,

i) 보다 장기적 실험에 의해 연구가 계속되어야 하겠고, ii) Rat는 여러동물 중 실험식이에 비교적 resistant하게 나타나므로 다른 동물을 병용하여 보다 광범위하고 세밀한 실험을 할 수 있어야 하겠고, iii) 5% 들깨기름 식이에서도 비타민 혼합성분에서 비타민 E를 제거할 경우 그 안전성에 대해서도 검토되어야 할 것으로 사려된다.

그리고 간조직과 다른 조직내의 비타민 측정량을 측정하여 혈청 비타민 E 측정치에 대한 설명이 보완되어야 하겠으며, 여러가지 식물성 sterol의 공존으로 분석이 어려운 식물성 기름내의 비타민 E 측정 특히 α -tocopherol에 specific한 측정법이 각 연구실에서 일정하게 행해질 수 있어서 α , β , γ 등의 tocopherol 분포를 정확히 파악하여 비타민 E 작용의 근본적 기전을 연구하는데 철저한 공헌을 할 수 있어야 하겠다.

參 考 文 獻

- 1) Tappel, A.L.: *Vitamin E as the biological lipid antioxidant. Vitamins & Hormones*, 20:493, 1962.
- 2) Horwitt, M.K.: *Vitamin E in human nutrition — an interpretive review. Borden's Rev. of Nutr. Res.*, 22:1, 1961.
- 3) Draper, H.H.: *In International Encyclopedia of Food & Nutrition*, vol. 9, "Fat soluble vitamins", ed. by Mortion, New York, Pergamon press, 1970.
- 4) Witting, L.A.: *The effect of antioxidant deficiency on tissue lipid composition in the rat. Lipids*, 2:109, 1967.
- 5) Tappel, A.L.: *Lipid peroxidation damage to cell components. Fed. Proc.*, 32:1870, 1973.
- 6) Sell, D.A.: *E.S. Reynolds, J. Cell Biol.*, 41:736, 1969. *In A.U. Arstila, M.A. Smith, B.*

F. Trump, Microsomal Lipid Peroxidation, Science 175:530-532, 1972.

- 7) Harman, D.: *Prolongation of the Normal Life-span and Inhibition of Spontaneous Cancer by Antioxidants. J. Gerontol.*, 16:247-254, 1961.
- 8) Harman, D.: *Free Radical Theory of Aging-Effect of Free Radical Inhibitors on the Life-span of LAF Mice. Gerontology*, 6:13, 1968.
- 9) Tappel, A.L.: *Where old age begins. Nutr. Today*, 2(4):2, 1967.
- 10) 모수미 : 한국산 각종 종실유의 지방산에 관한 연구. *한국영양학회지*, 8:83, 1975.
- 11) 이양자, 광동경, 이기열 : 비타민 E와 불포화 지방과의 관계 — 들깨유를 중심으로 한 동물의 비교 연구 — *한국영양학회지*, 9:283-291, 1976.
- 12) Hawk, P.B., B.L. Oser, & W.H. Summerson.: *Ferric Chloride-Diphyridyl Method (Emmeric-Engel Reaction), Practical Physiological Chemistry, J.L.A. Churchill, LTD., London*, 13 ed.: 1272-1273, 1956.
- 13) Giles, K.W.: *A. Meyers, Improved Diphenylamine Method for the Estimation of DNA. Nature*, 206:93, 1965.
- 14) Schneider, W.C.: *Method in Enzymology. Vol. III, p 680*, 1968.
- 15) 실험생화학, 한국생화학회 교재편찬위원회. 탐구당, p. 66, 1976.
- 16) Machlin, L.J.: *R. Filipski, J. Nelson, L.R. Horn & M. Brin, Effects of a prolonged Vitamin E deficiency in the rat. J. Nutr.*, 107:1200-1208, 1977.
- 17) Horwitt, M.K.: *Vitamin E and lipid metabolism in man. Am. J. Clin. Nutr.*, 8:451, 1960.
- 18) Hayes, K.C.: *Pathology of Vitamin E deficiency in monkeys. Am. J. Clin. Nutr.*, 27:1130, 1974.
- 19) Oski, F.A., L.A. Barnes: *Hemolytic anemia in Vitamin E deficiency. Am. J. Clin. Nutr.*, 21:45, 1968.
- 20) Horwitt, M.K., C.C. Harvey, G.D. Duncan & W.C. Wilson: *Effect of limited tocopherol intake in man with relationships to erythrocyte hemolysis and lipid oxidations. Am. J. Clin. Nutr.*, 4:408, 1956.