

## 청각의 지질강하 및 항산화효과

이 은\*

상지대학교 생명자원과학대학

### Effects of Cheunggak (*Codium fragile*) on lowering Lipid and Antioxidant

Eun Lee\*

College of Life science and natural Resources, Sang-ji University, Won-Ju 220-702, Korea

**Abstract** - Effects of *Codium fragile* ext. on lipid lowering and antioxidant activities were investigated in hyperlipidemic rat. Concentration of FFA and triglyceride in plasma showed a tendency to decrease in *Codium fragile* ext. groups. Concentration of plasma total cholesterol and LDL-cholesterol in *Codium fragile* ext. groupsshowed a low values than those of control group. However concentration of HDL-cholesterol showed no significant difference in all treatment groups. Concentration of liver total cholesterol and triglyceride showed a tendence to decrease in *Codium fragile* ext. groups. Concentration of plasma and liver TBARS showed a low values in *Codium fragile* ext. groups. The values of GSH-Px activity showed a tendency to increase in the *Codium fragile* ext. groups, However the values of SOD and CAT activity showed no significant difference in all treatment groups.

**Key words** - *Codium fragile*, Cholesterol, Triglyceride, Thiobarbituric acid, GSH-Px, SOD, CAT

## 서 언

비만으로 인한 지질 과잉축적은 생체 내 에너지 대사에 이상을 가져 올 뿐만 아니라, 과잉으로 축적된 지질 자체가 고혈압, 동맥경화 및 심근경색 등의 순환기 질환을 일으킨다. 또한 비만으로 인한 지질과산화물의 축적은 생체 내에서 퇴행성 과정의 유발, 압, 노화, 생체막의 변화 및 파괴 등, 생체기능에 이상을 가져오게 하고, 여러 질환의 병인이 될 수 있다(Saito, 1988; Vergroeson, 1997; Bidlack and Tappel, 1973). 따라서 여러 연구자들에 의해 과산화물의 생성 및 축적억제와 체내 지질강하를 위한 연구가 다방면에서 수행되었다(Lee *et al.*, 2000; Lee, 2003; Kang *et al.*, 1996; Ishikawa and Suzukawa, 1997; Ueda and Tanoue, 2000; Langanier and Yu, 1987). 그러나 현재 까지도 탁월한 방법은 개발되지 않고 있으며, 보다 많은 연구를 수행할 필요성을 인식시켜주었다. 한편 청각은 해초류의 일종으로 식용으로 이용되며, 신장기능의 증진, 방광결석치료효과 및 구충제로도 이용되며(홍 등, 1995), 요오드와 칼슘이 풍부하고, 식이섬유와 비타민을 비롯한 다양한 기능성 물질들이 내재하고 있음이 밝혀졌으며(현 등, 2004), 최근에는 성인병 예방을 위한 건강보조식품으로 민간요법에서 이용되고 있다. 따라서 본 연구는 청각을 기능성 식품으로 개발하기 위한 기초연구로 비만을 유도한 흰쥐에게 청각추출물을 급여한 후 청각의 지질강하 및 항산화 효과를 처리군 간에 비교, 검토했다.

## 재료 및 방법

### 실험동물, 실험군 및 비만유도

평균체중이  $201.37 \pm 5.81$ g의 Sprague-Dawley계 수컷 50두를 선발하여, 이 중 10두는 기본식이(Table 1)를 자유 급여하여, 정상군으로 하고, 나머지 40두를 고지방식이(Table 1)를 8주간 급여한 후, 체중이 400g 이상인 30두를 선발하여, 평균체중이 유사하게 대조군, 처리1군(청각추출액 100mg/kg), 처리2군(청각추출액 200mg/kg)으로 각 처리군당 10두 씩 임의 배치했다.

### 식이급여

식이급여는 시험기간 4주 동안 전 처리군 동일하게 기본식이(Table 1)를 급여하였으며, 급여량은 각 처리군 간에 섭취량의 차이가 5%이내가 되도록 균등 급여하였다. 물은 자유 급여하였다.

### 청각추출액 및 급여

그늘에서 자연 건조한 청각 500g을 적량으로 나누어 수조상에서 냉각수환류에 5시간씩 3회추출하고, 여과, 감압농축하여 MeOH ext. 80g을 만들었다. 급여는 처리군 별 적량을 매일 오후 5시경에 존대를 이용하여 경구투여했다.

\*교신저자(E-mail): elee@sangji.ac.kr

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredients (%)	Basal diet	High fat diet
Casein	20.0	20.0
$\alpha$ -Corn starch	35.0	30.0
Sucrose	11.0	10.0
Lard	4.0	25.0
Corn oil	1.0	5.0
Mineral mix <sup>1)</sup>	3.5	3.5
Vitamin mix <sup>2)</sup>	1.0	1.0
Cellulose powder	23.5	5.2
DL-methione	0.3	0.3

<sup>1)</sup>Mineral mix.(g/kg diet) : CaCO<sub>3</sub>, 29.29 ; CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, 0.43 ; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 34.30 ; NaCl, 25.06 ; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 9.98 ; Ferric citrate hexahydrate, 0.623 ; CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, 0.516 ; MnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O, 0.121 ; ZnCl<sub>2</sub>, 0.02 ; KI, 0.005 ; (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub> MO<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·4H<sub>2</sub>O, 0.0025.

<sup>2)</sup>Vitamin mix(mg/kg diet) : Thiamine-HCl, 12 ; riboflavin, 40 ; Pyridoxin-HCl, 8 ; Vitamin-B<sub>12</sub>, 0.005 ; Ascorbic acid, 300 ; D-biotin, 0.2 ; Menadione, 52 ; Folic acid, 2 ; D-calcium pantothenate, 50 ; P-aminobenzoic acid, 50 ; Nicotinic acid, 60 ; Cholin choloride, 2000(IU/kg diet) ; Rethinyl acetate, 5000(IU/kg diet) ; Cholecalciferol, 250(IU/kg diet).

**채혈 및 시료분석**

채혈은 실험종류 12시간 전에 식이급여를 중단, 절식한 상태에서 심장천자법에 의해 채혈, 공시했다. 혈장 TBARS의 정량은 EDTA처리 혈액으로부터 혈장을 분리하여, 37°C에서 120분간 배양 후 Buege와 Aust(1978)의 방법에 의해 정량했다. 간장내 TBARS량은 Ohkawa *et al.*(1979)의 방법으로, glutathione peroxidase(GSH-Px) 활성 측정은 Levander *et al.*(1983)의 방법에 의해 측정했다. 간장SOD 측정은 Flohe *et al.*(1992)의 방법으로 측정했다. 간장 catalase활성측정은 Johnson과 Hkan Borg(1988)의 방법에 준했다. 혈장 및 간장의 total cholesterol, HDL-cholesterol, triglyceride량은 kit(일본 Wako Co.)를 이용하여 정량했다. 혈장유리지방산함량은 V-NEFA kit(닛수이제약, 일본)를 이용한 효소법에 의해 측정했다.

**통계처리**

실험결과는 SPSS package를 이용하여 one-way ANOVA검정을

Table 2. Effects of *Codium fragile* ext. on plasma free fatty acids and triglyceride concentration

Treatment	FFA(uEq)	Triglyceride(mg/dl)
I	528.95±17.11 <sup>a</sup>	127.59±4.54 <sup>a</sup>
II	762.49±20.38 <sup>c</sup>	211.55±4.87 <sup>d</sup>
III	607.16±15.77 <sup>b</sup>	190.52±5.14 <sup>b</sup>
IV	621.05±20.71 <sup>b</sup>	166.38±4.75 <sup>c</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>: Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05). I:Normal, II: Control, III: 100mg/kg *Codium fragile* ext., IV: 200mg/kg *Codium fragile* ext.

수행하였으며, 각 처리군간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test 에 의해 P<0.05 수준에서 실시했다.

**결과 및 고찰**

각 처리군 별 혈장 내 유리지방산 및 Triglyceride농도를 Table 2에 나타냈다. 유리지방산의 농도는 청각 처리군 모두가 대조군보다 낮은 값을 보였다. Triglyceride 량은 대조군과 비교하여 청각 처리군이 유의하게 낮은 값을 보였으며, 청각 첨가량이 증가함에 따라 감소했다. 이러한 결과는 청각에 내재하고 있는 식이섬유를 비롯한 기능성 물질들에 기인한 것으로 생각되며, 혈액 내의 지질농도와 유리지방산의 변동폭이 식물류의 기능성 물질들을 연구한 다른 연구자의 실험결과와 유사한 경향을 나타내었다(Kang *et al.*, 1996; Lee *et al.*, 2000; Lee, 2003; Sin and Han, 1997). Table 3에 total cholesterol, HDL-cholesterol 및 LDL-cholesterol의 결과를 나타내었다. Total cholesterol 및 LDL-cholesterol 농도는 청각 처리군 모두에서 감소하였다. 혈중 total cholesterol 및 LDL-cholesterol이 비정상적으로 증가할 경우 동맥경화, 고혈압 및 각종 순환계 질환의 병인이 될 수 있음(Vergroesen, 1997; Hang and Hostmark, 1987; Harris *et al.*, 1983, Sanders and Hochland, 1983)을 고려해볼 때 청각이 비만 및 각종 순환계 질환의 예방과 치료에 효과적인 기능성 식품의 개발에 응용될 수 있음을 시사해 주었다. HDL-cholesterol은 대조군을 비롯하여 전 처리군에서 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 혈중 HDL-cholesterol 농도에 관여하는 다양한 요인들이 복합적으로 작용하여 나타난 결과(Saito, 1988)라고 생각

Table 3. Effects of *Codium fragile* ext. on plasma total cholesterol, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol

Treatment	Total cholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)	LDL-cholesterol (mg/dl)
I	133.71±4.16 <sup>a</sup>	39.65±4.15 <sup>NS</sup>	38.44±4.21 <sup>a</sup>
II	241.15±4.54 <sup>d</sup>	41.44±5.31 <sup>NS</sup>	51.72±3.94 <sup>c</sup>
III	207.99±5.71 <sup>c</sup>	42.71±4.78 <sup>NS</sup>	45.62±4.04 <sup>bc</sup>
IV	184.64±5.85 <sup>b</sup>	40.61±4.41 <sup>NS</sup>	43.88±4.92 <sup>b</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>: Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05). NS: Not significantly different (P>0.05). I:Normal, II: Control, III: 100mg/kg *Codium fragile* ext., IV: 200mg/kg *Codium fragile* ext.

Table 4. Effects of *Codium fragile* ext. on liver total cholesterol and triglyceride concentration

Treatment	Total cholesterol (mg/g)	Triglyceride (mg/g)
I	11.05±0.87 <sup>a</sup>	13.74±0.98 <sup>a</sup>
II	14.29±0.93 <sup>b</sup>	17.35±1.08 <sup>b</sup>
III	11.68±0.91 <sup>a</sup>	14.59±1.11 <sup>a</sup>
IV	10.73±0.85 <sup>a</sup>	14.21±1.35 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>: Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05). I:Normal, II: Control, III: 100mg/kg *Codium fragile* ext., IV: 200mg/kg *Codium fragile* ext.

되며, 이와 유사한 실험에서, total cholesterol과 LDL-cholesterol이 하락하였으나, HDL-cholesterol농도는 처리군 간에 유의한 차이를 보이지 않았던 본 연구실의 다른 실험의 결과와 일치했다(이와 최, 2000). Table 4는 간장 내 total cholesterol과 triglyceride량을 나타낸 것이다. 청각 처리군 모두에서 total cholesterol과 triglyceride량이 하락하는 경향을 보여 정상군의 수준을 유지하였다. 이러한 결과는 간장세포의 지질합성량과 합성된 지질의 배출에 청각의 기능성 물질이 직접적으로 관여하였을 가능성을 시사해준다. Table 5에 혈장 및 간장의 TBARS 농도를 나타내었다. 혈장 및 간장의 TBARS 농도는 청각처리군 모두에서 하락하는 경향을 보였으며, 정상군의 수준과 유사한 수치를 나타내었다. TBARS 농도는 생체 내 지질과잉축적이나 지질대사에 이상이 있을 경우에 증가하며, 지질과산화물질의 체내 축적량을 나타낸다(Kasuga, 1997; Masugi, 1997). 이러한 결과를 미루어 보면 청각에 내재하는 어떤 기능성 물질이 지질대사와 항산화계 효소활성에 긍정적으로 작용하였음을 시사한다. Table 6은 GSH-Px, SOD 및 CAT 활성치를 나타냈다. GSH-Px의 활성치는 청각 처리량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보여, 200mg/kg 처리군에서는 정상군의 활성치와 유의한 차이를 나타내지 않았다. 그러나 SOD 활성치는 청각처리에 관계없이 정상군을 비롯한 전 처리군에서 유의한 차이를 나타내지 않았다. 또한 CAT의 활성치는 청각 처리군에서 다소 증가하는 경향을 보였으나, 대조군과 유의한 차이를 나타내지는 않았다. 항산화계 효소들의 활성치는 간접적으로 항산화능을 시사하며, 그 결과가 TBARS 농도에 영향을 줄 수 있다. 본 실험의 결과에서는 각 처리군 별 TBARS농도의 변동경향과 항산화계 효소 활성치

Table 5. Effects of *Codium fragile* ext. on plasma and liver TBARS

Treatment	Plasma TBARS (nmoles MDA/ml)	Liver TBARS (nmoles MDA/g)
I	16.38±3.29 <sup>a</sup>	21.95±4.86 <sup>a</sup>
II	27.18±3.59 <sup>b</sup>	33.71±4.14 <sup>b</sup>
III	19.54±3.82 <sup>a</sup>	22.39±5.04 <sup>a</sup>
IV	18.99±3.15 <sup>a</sup>	23.76±4.73 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>: Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05). I:Normal, II: Control, III: 100mg/kg *Codium fragile* ext., IV: 200mg/kg *Codium fragile* ext.

의 변동경향이 유사하나, 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 이러한 결과는 효소활성의 증가와 과산화물의 축적간의 상호관계에 기 생성된 과산화물의 전이에 관여하는 다른 요인들이 작용한 것으로 사료된다.

### 적 요

청각 추출액이 비만을 유도한 흰쥐의 지질강하 및 항산화효과에 미치는 영향을 검토했다.

각 처리군 별 유리지방산의 농도는 청각 처리군 모두가 대조군보다 낮은 값을 보였다. Triglyceride 량은 대조군과 비교하여 청각 처리군이 유의하게 낮은 값을 보였으며, 청각 첨가량이 증가함에 따라 하락했다. 혈액 내 total cholesterol 및 LDL-cholesterol농도는 청각 처리군 모두에서 감소하는 경향을 보였다. 그러나 HDL-cholesterol량은 대조군을 비롯하여 전 처리군에서 유의한 차이를 나타내지 않았다. 간장 내 total cholesterol과 triglyceride량은 청각 처리군 모두에서 하락하는 경향을 보여 정상군의 수준을 유지하였다. 혈장 및 간장의 TBARS 농도는 청각처리군 모두가 하락하는 경향을 보였으며, 정상군의 수준과 유사한 수치를 나타내었다. GSH-Px의 활성치는 청각 처리량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보여, 200mg/kg 처리군에서는 정상군의 활성치와 유의한 차이를 나타내지 않았다. 그러나 SOD 활성치는 청각처리에 관계없이 정상군을 비롯한 전 처리군에서 유의한 차이를 나타내지 않았다. 또한 CAT의 활성치는 청각 처리군에서 다소 증가하는 경향을 보였으나, 대조군과 유의한 차이를 나타내지는 않았다.

Table 6. Effects of *Codium fragile* ext. on antioxidase (GSH-Px, SOD, CAT) activity

Treatment	GSH-Px (nmoles/min/mg/protein)	SOD (unit/mg protein)	CAT ( $\mu$ moles (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )/min/mg prtein)
I	251.72±21.38 <sup>c</sup>	9.66±1.45 <sup>NS</sup>	133.71±7.61 <sup>b</sup>
II	141.51±20.69 <sup>a</sup>	10.21±1.17 <sup>NS</sup>	91.55±8.26 <sup>a</sup>
III	176.44±21.22 <sup>ab</sup>	9.39±1.83 <sup>NS</sup>	100.15±7.58 <sup>a</sup>
IV	220.85±19.34 <sup>bc</sup>	9.54±1.39 <sup>NS</sup>	109.63±7.21 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>: Means in the same row with different superscripts are significantly different (P<0.05). I:Normal, II: Control, III: 100mg/kg *Codium fragile* ext., IV: 200mg/kg *Codium fragile* ext.

## 사 사

이 논문은 2006년도 상지대학교 교수 연구년제 지원에 의한 것임.

## 인용문헌

- Bidlack W.R. and A.L. Tappel. 1973. Damage to microsomal membrane by lipid peroxidation. *Lipids* 8: 177-178.
- Buege J.A. and S.D. Aust. 1978. Microsomal lipid peroxidation. In: Fleischer S, Packer Leds *Methods in enzymology* (London, Academic press) 52: 302-309.
- Flohe L., R. Becker, R. Brigelius, E. Lengfelder. F. Otting. 1992. Convenient assays for superoxide dismutase. *CRC Handbook of free radicals and antioxidants in Biomedicine* pp. 287-293.
- Hang A. and A.T. Hostmark. 1987. Lipoprotein lipases, lipoprotein and tissue lipids in rats fed fish oil or coconut oil. *J Nutr.* 117: 1011-1017.
- Harris W.S., W.E. Connor and M.P. McMurry. 1983. The comparative reductions of the plasma lipids and lipoproteins by dietary polyunsaturated fats: salmon oil versus vegetable oils. *Metabolism* 32: 179-184.
- Ishikawa T. and M. Suzukawa . 1997. Effect of tea flavonoid supplementation on the susceptibility of low-density lipoprotein to oxidative modification. *Am J Clin Nutr.* 66(2): 261-266.
- Johnson L. H. and L.A. Hakan Borg. 1988. A spectrophotometric method for determination of catalase activity in small tissue samples. *Analytical Biochemistry* pp. 331-336.
- Kang Y. H., T.Y. Ha and K.D. Moon. 1996. Effects of pine needle extracts on serum and liver lipid contents in rats fed high fat diet. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25: 367-373.
- Kasuga, M. 1997. Molecular biology of adipocytes and obesity (Symposium). *Saishin Igaku* 52: 1063-1064.
- Langanier S and B.P. Yu. 1987. Anti-lipoperoxidation action of food restriction. *Biochem. Biophys Res. Comm.* 145: 1185-1202.
- Lee E., M.Y. Choi and H.S. Oh. 2000. Effects of Powdered Siho (Bupleuri Radix) on serum and liver lipid composition and Antioxidative capacity in rat fed high oxidized fat. *Korean J. Nutrition* 33(5): 502-506.
- Lee E. 2003. Effects of powdered pine needle (*Pinus densiflora* sieb et Zucc.) on serum and Liver Lipid Composition and Antioxidative, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32(6): 926-930.
- Levander, O.A., D. PDeLoach, C. Morris and P.B. Moser. 1983. Platelet glutathione peroxidase activity as an index of selenium status in rats. *J. Nutr.* 113: 55-63.
- Masugi, J. 1997. Molecular biology of adipocytes and obesity (Symposium). *Saishin Igaku* 52: 1065-1069.
- Ohkawa H., N. Ohishi and K. Yagi. 1979. Assay for lipid peroxide in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal Biochem* 95: 351-358.
- Saito M. 1988. Interaction between lipid peroxide formation and nutritional status. *J. JPN Soc. Nutr. Food Sci.* 41: 343-349.
- Sanders T.A.B. and M.C. Hochland. 1983. A comparison of the influence of on plasma lipids and platelet function of supplements of n-3 and polyunsaturated fatty acid. *Brit J. Nutr.* 50: 521-529.
- Sin M. K. and G.J. Han. 1997. The effects of green tea on the serum lipid and liver tissue of cholesterol fed rats. *Korean J. Sci. Technol.* 29: 1255-1263.
- Ueda, H. and K. Tanoue. 2000. Growth-depressing and cholesterol-lowering effects of quillaja and tea saponins in chicks as influenced by diet composition. *Anim. Sci. J.* 71 (4): 393-399.
- Vergroeson A.T. 1997. Physiological effects of dietary linoleic acid. *Nutr. Rev.* 35: 1-9.
- 홍문화, 장원, 김완희, 어일량, 남현철, 박수일, 구본홍, 박인규, 안규섭, 박병렬. 1995. 동의대보감. 고려문화사 pp. 1718.
- 현영희, 구본순, 송주은, 김덕숙. 2004. 형설출판사. 식품재료학 pp. 325.

(접수일 2006.6.27 ; 수락일 2006.8.28)