

## 갓(*Brassica juncea*) 첨가식이 만성적인 알콜 투여시 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향

차 연 수<sup>†</sup>, 정 복 미

여수대학교 식품영양학과

### Effect of Leaf Mustard (*Brassica juncea*) on Lipid Metabolism of Rat with Chroethanol Administration

Youn-Soo Cha, Bok-Mi Jung

*Dept. of Food and Nutrition, Yosu National Univ.*

#### ABSTRACT

This study was undertaken to investigate the effects of mustard leaf diet on the lipid metabolism under chronic alcohol administration. Sprague-Dawley male rats were fed either AIN-76 diet(control), control with ethanol, AIN-76 diet plus 5% mustard leaf(mustard leaf), or mustard leaf with ethanol for 30 days. On the 21st day, all of the rats were given an oral dose of ethanol and blood-ethanol concentration were monitored for the next 5 hours. Lipid and enzyme determinations in serum and liver were carried out after 30 days. The results obtained were summarized as following:

1) Supplementing 5% of mustard leaf did not recover the body weight loss due to chronic alcohol administration. 2) There were no significant differences in blood ethanol concentrations among the experimental groups. 3) Mustard leaf diet decreased the plasma total cholesterol, triglyceride levels increased due to the chronic alcohol administration, but not HDL-, LDL-cholesterol, and liver lipids. 4) Mustard leaf diet decreased  $\gamma$ -GTP level increased by chronic alcohol administration.

Overall, these data suggest that mustard leaf can have a recovery function, which was not via ethanol metabolism, on the symptoms of alcohol related diseases. (*Korean J Human Ecology* 1(1) : 94~102, 1998)

KEY WORDS : mustard leaf, ethanol, total cholesterol, triglyceride,  $\gamma$ -GTP.

---

<sup>†</sup> Corresponding author : Dept. of Food and Nutrition, Yosu National Univ.,  
195 Kuk-Dong, Yosu 550-749, Korea  
Tel : 0662-40-6353, Fax : 0662-40-6358  
E-mail : cha8@yosu.ynfu.ac.kr

## 1. 서 론

갓(mustard leaf)은 경엽채소로 십자화과에 속하는 겨자(*Brassica juncea*)의 잎으로, 중국이 원산지이나 지금은 우리나라와 일본에서 많이 재배되고 있다(조재선 1987). 갓은 옛부터 저장성이 뛰어나고 발효 속도가 늦어 김치 재료로 사용되고 있으며 고유의 신미 성분을 나타내는 allylthiocyanate가 들어 있어 신미성 향신료로도 이용이 되며 그 외에 조미료, 건강식품 등으로도 이용되어지고 있다(Farrell 1985). 우리나라에서는 특히 전라남도 여천군 돌산지역에서 다량으로 재배되며, 돌산 갓김치는 지역 특산품으로 지정되어 타지방으로도 공급되고 있고 그 공급량도 점차 증가하는 추세이다.

복잡한 현대사회에서 스트레스해소를 위한 만성적인 알콜섭취로 알콜성 간질환 환자의 증가는 서구선진국 뿐만 아니라 우리나라에서도 총 알콜 소비량이 해마다 증가추세에 있어 사회적, 경제적 및 공중위생적인 문제로 대두되어 그 양상이 날로 심각해지고 있다. 알콜은 대부분이 간에서 대사되기 때문에 알콜을 처리하는 간의 능력에는 한계가 있으므로 이 한계를 넘어서게 되면 여러 가지 대사장애를 초래하게 된다(French 1989). 즉 과량의 알콜을 만성적으로 섭취하게 되면 세포내 NADH/NAD비율이 증가하여 탄수화물, 단백질 및 지질대사의 장애를 초래한다. 특히 간조직의 지방대사 장애로 인하여 지방산의 산화가 억제되고 합성이 증가되며, acetaldehyde의 독성에 의해 microtubule의 손상이 일어나 결국 지방간이 유발되고 심하면 알콜성 간염이나 간경화증을 일으킬 수 있다(Cha, Sachan 1995a). 그 외에도 만성적인 알콜섭취는 알콜산화시 대사작용이 촉진되어 산소 소비량이 증가함에 따라 간조직의 부분적인 저산소증과 괴사를 초래하거나 또는 알콜대사시 생성되는 유리 라디칼에 의해 지질과산화물의 반응이 촉진되어 간조직이 손상될 수도 있다(Rouach 1983).

따라서 음주로부터 발생하는 알콜의 유해작용을 해소시키거나 경감시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 지금까지 갓에 대한 연구는 갓의 성분연구(조영숙 1992a), 향산화성분연구(김미라 1985), 항균활성성분(강성구 등 1994), 갓 염장과정 중의 향기성분변화(박석규 등 1995) 및 흰쥐의 지질 대사에 미치는 영향 등(조영숙 1992b; 조영숙 1993)에 관한 연구는 많이 이루어져 왔으나, 만성적인 알콜섭취로 인한 알콜의 독성효과와 간질환에 미치는 영향에 관한 연구는 아직 행해진 바 없다.

이에 본 연구에서는 여천지역 특산품인 갓김치의 재료가 되는 식품인 갓을 첨가한 식이가 만성적인 알콜투여 흰쥐의 알콜 분해속도, 지방 대사 및 간 기능에 미치는 영향을 알아보고자 알콜 투여 후 시간경과에 따른 혈중 알콜함량과 혈중 및 간조직중의 지질함량 및 몇가지 효소활성도 등을 비교 측정하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험 동물

평균 체중이 70-100g인 Sprague-Dawley 수컷 흰쥐를 (주) 대한실험동물센터(충북 음성)에서 구입하여 제일제당 고형 사료로 1주일간 예비 사육하여 적응시킨 후, 난괴법(randomized complete block design)에 의해서 6마리씩 4군으로 나누어 30일동안 stainless steel cage에 한마리씩 넣어 분

리 사육하였다. 실험기간동안 사육실의 실내 온도는  $23 \pm 1^\circ\text{C}$ , 상대습도  $53 \pm 2\%$ , 명암은 12시간 (8:00-20:00) 주기로 조명하였으며, 사육기간 중 물과 사료는 자유로이 먹게 하였다.

## 2. 식이 및 알콜투여

실험 식이의 조성은 Table 1과 같으며 AIN-76 흰쥐 사양 표준량에 근거하여 정제된 원료를 사용하였다. 실험식이에 사용된 것은 전남 여천군 돌산면 농가에서 재배한 것을 구입하여, 깨끗이 수세하고 증류수로 헹군 후 동결건조 시킨 후 분말(100 mesh)로 만들어 사용하였다. 실험기간(30일) 동안 매일 오전 9시에, 알코올 투여군은 99% ethyl alcohol을 13% 알콜농도로 2차증류수로 희석하여, Table 2에 준하여 경구로 투여하였으며, 비알콜 투여군은 알콜대신 2차 증류수를 투여하였다.

Table 1. Composition of experimental diet

Ingredient	Control(%)	Mustard leaf(%)
Casein	20.0	20.0
DL-methionine	0.3	0.3
Corn starch	15.0	10.0
Mustard leaf	-	5.0
Sucrose	50.0	50.0
Fiber	5.0	5.0
Corn oil	5.0	5.0
AIN mineral mix <sup>1)</sup>	3.5	3.5
AIN vitamin mix <sup>2)</sup>	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2

<sup>1)</sup> AIN-76 mineral mixture(g/kg Mixture): Calcium phosphate, dibasic 500; Sodium chloride 74; Potassium citrate monohydrate 220; Potassium sulfate 52; Magnesium oxide 24; Manganous carbonate 3.5; Ferric citrate 6.0; Zinc carbonate 1.6; Cupric carbonate 0.3; Potassium iodate 0.01; Chromium potassium sulfate 0.55; Sucrose finely powdered to make 1000.0g

<sup>2)</sup> AIN-76 vitamin mixture(per kg Mixture): Thiamin.HCl 600mg; Riboflavin 600mg; Pyridoxine.HCl 700mg; Nicotinic acid 3g; D-calcium pantothenate 1.6g; Folic acid 200mg; D-Biotin 20mg; Cyanocobalamin 1mg; Vitamin A(Retiny) palmitate) 400,000IU; Vitamin E(dl- $\alpha$ -tocopheryl acetate) 5,000IU; Cholecalciferol 2.5mg; Menaquinone 5.0mg; Sucrose finely powdered to make 1000.0g

Table 2. Experimental design and sample treatments

Treatment	Groups			
	Control	Control+ETOH	Mustard leaf	Mustard leaf+ETOH
ETOH(g/kgBW)	-	3	-	3
Mustard leaf(%)	-	-	5	5

ETOH = Ethanol

## 3. 실험 동물의 처리

실험사육기간중 실험동물의 체중은 7, 14, 21 및 30일에 측정하였고, 사료섭취량은 2일에 한번씩 사료잔량을 측정하여 1일 사료섭취량을 환산하였다. 실험 사육 최종일은 12시간 절식시킨 뒤, 에테르로

마취시켜 회복한 뒤 심장 채혈법으로 채혈하였다. 혈액은 약 1시간 동안 빙수 중에 방치시킨 후 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하였다. 간장은 채혈 후 즉시 적출하여 생리 식염수로 씻은 다음 여과지로 물기를 제거하여 무게를 측정 한 후, -70°C 에서 분석할 때까지 냉동보관하였다.

#### 4. 알콜, 지질 및 효소 분석

실험 21일째 되는 아침 평소와 같은 13% 알콜(ethanol 3g/kg BW)을 모든 군의 각 흰쥐에 경구 투여 후 30분, 1시간, 2시간, 3시간 및 5시간 후 꼬리정맥으로부터 혈액을 채취하여 혈중 알콜농도를 효소측정법(Bernt, Gutmann 1974)으로 측정하였다. 혈중 total cholesterol은 시판되는 kit(영동제약)를 사용하여 효소법으로 측정하였으며, HDL-cholesterol은 dextran sulfate-Mg<sup>2+</sup> 침전법으로 LDL-cholesterol은 침전시약에 의해 정량적으로 침전시킨 후 상등액을 total cholesterol 측정 때와 같이 kit(Kyoto Pharmaceutical Co. Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였다. 혈중 및 간조직중의 중성지방은 시판되는 kit(영동제약)를 사용하여 측정하였으며 간조직중의 총지질함량은 sulfo-phospho-vanillin 방법에 기초한 시판되는 kit(Kokusai Pharmaceutical Co., Kobe, Japan)를 이용하였다. 혈중 GOT (Glutamic Oxaloacetic Transaminase), GPT(Glutamic Pyruvic Transaminase) 및  $\gamma$ -GTP( $\gamma$ -Glutamyltransferase) 효소측정은 시판되는 kit(영동제약)를 사용하였다.

#### 5. 통계 처리

모든 실험결과는 mean±SD로 표시하였으며, 실험군간의 유의성은 GraphPad InStat Software (San Diego, CA USA)를 이용하여 P<0.05 수준에서 Tukey test를 통하여 검증하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 실험 동물의 체중변화

실험 동물의 체중을 측정 한 결과 1주일까지는 군간의 체중증가에 차이가 없었으나 2주일부터 알콜투여군은 비알콜투여군과 비교했을 때 체중이 유의적으로 감소하였다(Table 3). 실험동물을 통한

Table 3. Body weights of experimental animals during 4 weeks of feeding period

Groups	period	0	1 week	2 weeks	3 weeks	4 weeks
control		140±7.76	171.4 ± 5.18	210± 7.36 <sup>a</sup>	224.4± 5.03 <sup>a</sup>	269.6±12.23 <sup>a</sup>
control+ETOH		138±3.56	165.2 ± 5.81	179±14.72 <sup>b</sup>	189.2± 6.26 <sup>b</sup>	240.8± 7.56 <sup>b</sup>
Mustard leaf		133±7.18	171.5 ± 6.5	167± 4.9 <sup>b</sup>	228.6± 9.03 <sup>a</sup>	284.5± 8.36 <sup>a</sup>
Mustard leaf+ETOH		132±8.02	160.83±11.36	174± 5.4 <sup>b</sup>	206.4±14.47 <sup>b</sup>	254.2±14.17 <sup>ab</sup>

The data represents the mean±SD of 6 rats.

Different superscripts in the same columns indicate significant differences(p<0.05) among groups by Tukey test.

연구에서도 알콜섭취는 동물의 성장을 저해한다고 보고된 바 있고(Lieber, 1991) 이는 섭취된 알콜의 칼로리로 인하여 식이섭취량이 감소되고 체지방이 손실되며 에너지 소비도 증가되기 때문이라고 한다(Pikaar 1987). 알콜중독환자들에 있어 식이섭취량이 유의적으로 감소되었으며, 또한 다른 영양소들의 흡수도 저해되어 결국 영양결핍으로 인해 체중감소를 초래한다고 보고하였다(Mezey 1980). 본 실험에서도 알콜투여군은 비투여군과 비교해 식이섭취량이 약 13% 감소하였다. 갓 첨가군은 2주일째 체중감소가 나타났는데, 이는 동물들이 갓 첨가 식이에 적응한 기간으로 사료되며, 5% 갓첨가 식이군은 체중에 유의성을 보이지 않았다. 또한 알콜로 인한 체중감소가 갓 첨가 식이로 약간은 증가되었지만 유의성은 보이지 않았다.

## 2. 혈중 알콜농도

알콜은 체내에 흡수되어 주로 alcohol dehydrogenase(ADH)의 작용으로 아세트알데히드로 산화되고 다시 aldehyde dehydrogenase(ALDH)에 의해 아세트산으로 산화되어진다(Cha 1993). 그러므로 알콜 투여후 혈중에 남은 알콜농도를 측정하여 알콜대사 정도를 추정할 수 있다. 영양소를 첨가하거나 또는 특정식이가 알콜대사를 촉진 또는 지연시키는 정도를 혈중 알콜 농도를 측정하여 보고한 연구가 많이 있다. 즉, 0.8% 밀 글루텐 식이(Sachan, Mynatt 1993)와 carnitine첨가식이(Sachan, Berger 1987; Sachan 1992; Berger, Sachan 1996)는 대조군과 비교시 혈중 알콜분해 속도와 ADH 활성을 낮추어 알콜대사를 지연시켰으며, asparagine 첨가식은 유의적으로 알콜대사를 촉진시켜 생체내 아세트알데히드 잔여를 감소시킴으로서 숙취를 해소시킨다고 하였다(Park 등 1994). 본 실험에서는 군간의 알콜투여 후 혈중 알콜농도에 유의성을 보이지 않았다(Fig. 1). 이는 21일간의 실험기간

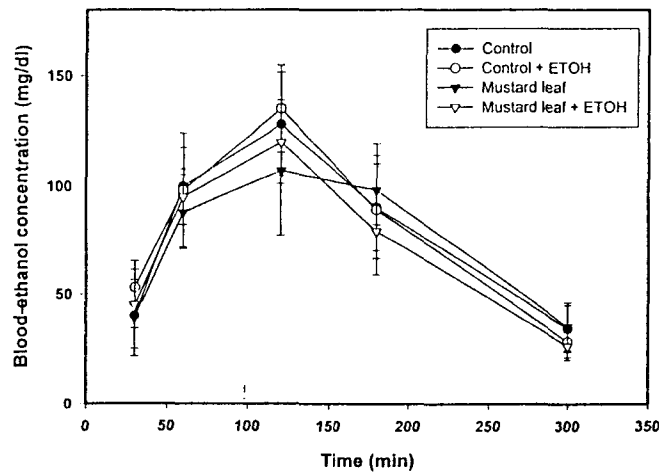


Fig. 1. Effects of mustard leaf diet on blood-ethanol concentrations. The error bar show the standard deviation of the mean for the 6 rats. ETOH = Ethanol

간이 충분하지 않았거나, 편차의 차이가 큰데서 오는 변수라고 생각되나, 5% 갯 첨가식이급여가 본 실험조건에서는 알콜분해속도에 유의적인 영향을 끼치지 못하였다. 갯 첨가 식이가 알콜대사에 미치는 영향을 규명하기 위해서는 앞으로 혈중 및 간조직중의 ADH, ALDH, catalase 및 microsomal ethanol oxidizing system(MEOS) 등의 알콜대사관련 효소들의 활성을 비교해야 할 것이다.

### 3. 혈중 및 간 지질 농도

혈중 및 간 조직중의 지질 함량은 Fig. 2에 나타내었다. 알콜투여군의 혈중 총콜레스테롤, 중성지질 함량 및 간조직중의 총지질함량은 비알콜투여 대조군과 비교시 유의적으로 증가되었다. 이는 알콜을 만성적으로 섭취하게 되면 세포내 NADH/NAD비율이 증가하여 탄수화물, 단백질 및 지질대사의 장애를 초래하게 되고, 특히 간조직의 지방대사 장애로 인하여 지방산의 산화가 억제되고 합성이 증가되어 혈중 및 간조직중의 지질함량이 증가되었다고 사료된다(Cha, Sachan 1995b). 혈중 HDL-cholesterol과 LDL-cholesterol 농도에 있어서는 군간의 유의적인 차이가 없었다. 그러나 갯 첨가군의

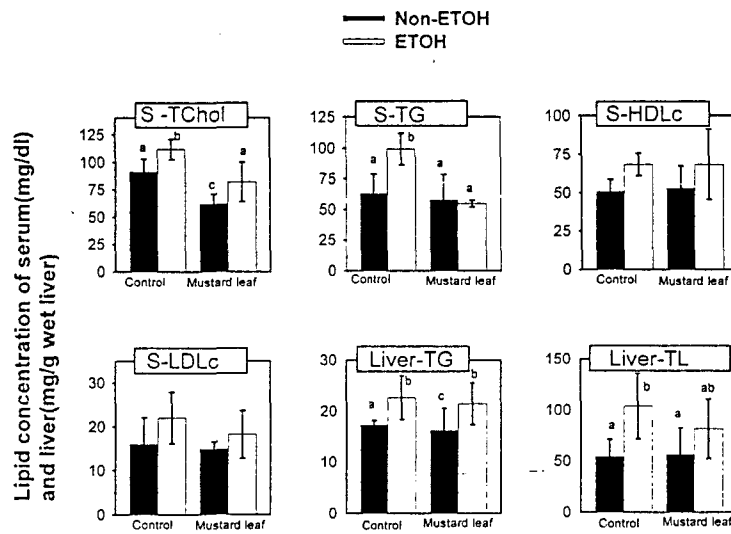


Fig. 2. Concentrations of serum and liver lipids in rats. The error bar show the standard deviation of the mean for the 6 rats. Values with different letters are significantly different( $p < 0.05$ ) by Tukey test. S = Serum: TChol = Total cholesterol : TG = Triglycerides : HDLc = HDL-cholesterol : LDLc = LDL-cholesterol : TL = Total lipids : ETOH = Ethanol.

혈중 총콜레스테롤 농도는 대조군보다 유의적으로 낮았고, 알콜로 인해 증가된 수준을 낮추어 준 것으로 보아 이는 영지, 케일 등이 혈장 콜레스테롤 농도를 저하시킨다는 보고(김행자 등 1987; 정승용 등 1991; 한인규 1969)와 유사한 경향을 나타냈다. 한 연구에서 갯은 1.5%의 pectin과 2.7%의 기타 섬유질을 함유하고 있어 담즙산과 결합하여 담즙산 배설을 촉진시킴으로써, 담즙산의 체내 전

구체인 콜레스테롤치를 감소시킨다고 설명하였다(조영숙 1992c). 중성지질 농도에 있어서도 갖첨가군이 알콜로 인해 증가된 그룹에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타냈는데, 이는 갖 속에 들어 있는 식이 섬유소의 효과때문인 것으로 사료되며, 갖 첨가 식이로 인한 혈장 지질 농도의 감소는 심장 순환기계 질환 예방에도 도움을 줄 수 있는 가능성을 보여주었다. Vahouny 등(1980)은 15% 섬유소 식이를 6주간 급여하여 간조직중의 중성지질의 농도가 유의적으로 낮아졌다고 보고하였고, 5주간의 2% 갖 첨가 식이가 혈중 지질은 변화시켰으나, 간조직의 지질함량 저하는 유의성을 보이지 않았다. 본 실험에서도 4주 동안의 5% 갖 첨가 식이가 만성적 알콜 투여로 인한 간조직중의 증가된 중성지방과 총지질의 양을 유의하게 감소시키지 못하였다. 이는 알콜섭취량, 섭취기간, 실험동물의 연령, 첨가식의 양 및 첨가식이기간 등의 여러 실험조건들이 실험결과에 작용하였으리라 생각되어진다.

#### 4. 혈중 효소 활성의 변화

만성알콜의 투여는 MEOS에 의한 알콜산화를 증가시킴으로서  $O_2^-$ , OH 및  $H_2O_2$ 와 같은 oxygen radical이 생성되어 지질과산화물을 만들어 결국 간세포의 손상이 생기게 된다(Lieber 1994). Table 4에 나타난 바와 같이 혈중 GOT와  $\gamma$ -GTP 활성은 알콜을 투여군이 대조군과 비교시 유의적으로 높게 나타났으며 이는 만성적인 알콜투여로 인한 간장조직의 손상정도를 추정할 수 있었다. 김경수와 이명렬(1996)은 물속 추출물을 6주간 급여함으로써 에탄올 투여로 증가된 흰쥐의 혈청중의 GOT 및 GPT활성이 감소되었다고 보고하였고, 미나리 추출물 투여(이상일 등 1993) 및 고들빼기(배송자 등 1997)식이  $CCl_4$  로 인해 증가된 혈중 GPT 활성을 유의적으로 감소시켰다고 보고하였으나, 본 실험에서는 5% 갖 첨가 식이가 알콜로 인해 증가된 GOT 와 GPT활성은 낮추지 못하였으나,  $\gamma$ -GTP 활성은 대조군 식이 수준으로 회복시킴으로서 알콜성 간손상에도 부분적인 효과를 나타냈음을 알 수 있었다.

Table 4. Concentration of plasma enzymes in rats

Enzyme	Groups			
	Control	control+ETOH	Mustard leaf	Mustard leaf+ETOH
GOT(mU/ml)	53.37±4.24 <sup>a</sup>	76.79±6.27 <sup>b</sup>	55.94±6.08 <sup>a</sup>	78.41±3.08 <sup>b</sup>
GPT(mU/ml)	26.78±2.43	28.73±3.04	33.25±7.5	28.34±2.2
$\gamma$ -GTP(mU/ml)	5.98±1.5 <sup>a</sup>	11.583±3.28 <sup>b</sup>	8.49±2.0 <sup>a</sup>	8.25±2.2 <sup>a</sup>

The data represents the mean±SD of 6 rats.

Different superscripts in the same rows indicate significant differences( $p<0.05$ ) among groups by Tukey test.

## IV. 요약

갖 첨가 식이가 만성적 알콜투여 흰쥐의 알콜대사 및 지질대사에 미치는 영향을 알아보하고자 SD 계 흰쥐에 갖 분말 5%를 급여하면서 30일동안 알콜(3g/kg b.w.)을 위내 투여한 후 혈중알콜농도,

혈청과 간장의 지질성분 및 효소활성을 비교하였다. 갯첨가식은 실험동물의 체중, 혈중 알콜 농도, 혈청중의 HDL 및 LDL-콜레스테롤 농도에는 영향을 끼치지 못하였으나, 만성적 알콜투여로 증가된 혈중 총콜레스테롤, 중성지질,  $\gamma$ -GTP 수준을 유의적으로 감소시켰다. 본 실험의 결과로 갯 첨가 식이는 알콜대사에는 영향을 미치지 못하였으나, 만성적 알콜투여로 유발되는 고지혈증, 지방간 및 간손상을 회복시키는 효과가 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 강성구, 성낙계, 김용두, 신수철, 서재신, 최갑성, 박석규(1994). 갯 추출물의 항균활성 검색. 한국 영양학회지 23:1008-1013.
2. 김경수, 이명렬(1996). 썩(물썩)추출물이 에탄올에 의한 흰쥐의 간손상에 미치는 영향. 한국식품 영양학회지 25(4):581-587.
3. 김미라(1985). 갯과 겨자의 항산화 활성성분에 관한 연구. 고려대학교 대학원 석사학위논문
4. 김행자, 박재욱, 정승용, 강진순, 박필순(1987). 케일 녹즙이 고콜레스테롤 식이 흰쥐의 혈청 및 간장의 지질 성분에 미치는 영향. 경상대 논문집 26:155-162.
5. 박석규, 박정규, 이상원, 서권일, 강성구, 심기환(1995). 들산갯 전처리 추출물의 항균활성 및 열 안정성. 한국식품영양학회지 24(5):707-712.
6. 배송자, 김남홍, 고진복, 노승배, 정복미(1997). 고들빼기 식이가 간 독성을 유발한 흰쥐의 효소 활성에 미치는 영향. 한국영양학회지 30(1):19-24.
7. 이상일, 박용수, 조수열(1993). 미나리추출물이 사염화탄소에 의한 마우스 간손상에 미치는 영향. 한국영양학회지 22(4):392-397.
8. 정승용, 김성희, 김한수, 정효숙(1991). 영지, 케일 및 Sodium dextrothyroxine이 고콜레스테롤 혈증 흰쥐의 hormone 및 지질 대사에 미치는 영향. 2. 간장, 뇌 및 고환증의 지질 성분. 한국영양학회지 20:59-64.
9. 조영숙(1992). 갯의 성분 조성과 그 식이가 흰쥐의 지질 대사에 미치는 영향. 경상대학교 대학원 박사학위논문.
10. 조영숙, 박정로, 박석규, 전순실, 정승용, 하봉석(1993). 갯의 급이가 흰쥐의 Cholesterol 대사에 미치는 영향. 한국영양학회지 26:14-18.
11. 조재선(1987). 식품재료학. pp. 230-231. 문헌당, 서울.
12. 한인규, 모수미, 김규현(1969). 러시아컴프리과 케일의 급이가 병아리의 성장률, 영양소 이용률 및 혈청 cholesterol 함량에 미치는 영향. 한국영양학회지 2:71-78.
13. Berger, R., Sachan, D.S.(1986). Elevation of blood-ethanol concentrations in carnitine supplemented rats. *Nutr. Rep. Int.* 34:153-157.
14. Bernt, E., Gutmann, I.(1974). Ethanol Determination with Alcohol Dehydrogenase and NAD.



- In: Bergmeyer H.V. ed. *Methods of Enzymatic Analysis*. vol. 3, pp. 1499-1502. Chemic Intern., Deerfield Beach, FL.
15. Cha, Y.S.(1993). Cellular and enzymatic basis for carnitine-mediated attenuation of ethanol metabolism. Doctoral dissertation, The University of Tennessee, USA.
  16. Cha, Y.S., Sachan, D.S.(1995). Acetylcarnitine-mediated inhibition of ethanol oxidation in hepatocytes. *Alcohol* 12:289-294.
  17. Farrell, K.T.(1985). Spices, Condiments and Seasonings, pp 150-155, Van Nostrand Company, N.Y.
  18. French, S.W.(1989). Biochemical basis for alcohol-induced liver injury. *Clin. Biochem.* 22:41-49.
  19. Lieber, C.S.(1991). Hepatic, metabolic and toxic effects of ethanol: 1991 update. *Alcohol Clin. Exp. Res.* 15:573-592.
  20. Lieber, C.S.(1994). Alcohol and the liver. *Gastro.* 106:1085-1180.
  21. Mezey, E.(1980). Alcoholics liver diseases: roles of alcohol and malnutrition. *Am. J. Clin. Nutr.* 33:2709-2718.
  22. Park, S.C., Han, J.G., Han, J.A., Park, Y.C.(1994). Aspartate decreases lipid peroxidation and protein carbonylation in liver of chronic ethanol-fed rats. *Korean. J. Biochem.* 26:145-149.
  23. Pikaar, N.A., Wedel, M., Vander Beek, E.J., Van Dokkum, W., Kempen, H.J., Kluff, C., Ockhuizen, T., Hermus, R.J.(1987). Effects of moderate alcohol consumption on platelet aggregation fibrinolysis and blood lipids. *Metabolism* 36(6):538-548.
  24. Rouach, H., Clement, M., Ofanelli, M.T., Janvier, B., Nordmann, J., Nordmann, R.(1983). Hepatic lipid peroxidation and mitochondrial susceptibility to peroxidative attacks during ethanol inhalation and withdrawal. *Biochem. Biophys. Acta.* 753:439-444.
  25. Sachan, D.S., Mynatt, R.L.(1993). Wheat gluten-based diet retarded ethanol metabolism by altering alcohol dehydrogenase and not carnitine status in adult rats. *J. Am. College. Nutr.* 12(2):170-175.
  26. Sachan, D.S., Berger, R.(1987). Attenuation of ethanol metabolism by supplementary carnitine in rats. *Alcohol* 4:31-35.
  27. Sachan, D.S.(1992). Carnitine-mediated attenuation of ethanol metabolism. In: Carter AL ed., *Current Concepts in Carnitine Research*. pp. 79-91, Boca Raton, CRC, FL.
  28. Vahouny, G.V., Roy, T., Gallo, L.L., Story, J.A., Kritchevsky, D., Cassidy, M.(1980). Dietary fibers III. Effects of chronic intake on cholesterol absorption and metabolism in the rat. *Am. J. Clin. Nutr.* 33:2182-2193.