

콜레스테롤 급여 흰쥐에서 함초 요구르트의 콜레스테롤 저하효과

차재영 · 전병삼 · 박정원 · 김범규 · 정찬영¹ · 류진수¹ · 최충국¹ · 조영수^{2*}

(주)바이오허브 부설연구소, ¹경상대학교 농업생명과학대학 응용생명과학부, ²동아대학교 생명자원과학대학 응용생명공학부

Received July 1, 2004 / Accepted August 24, 2004

Hypocholesterolemic Effect of Yogurt Supplemented *Salicornia herbacea* Extract in Cholesterol-Fed Rats. Jae-Young Cha, Beong-Sam Jeon, Jeong-Won Park, Beom-Kyu Kim, Chan-Young Jeong¹, Jin-Su Ryu¹, Choong-Kuk Choi¹ and Young-Su Cho^{2*}. BioHub Co., Ltd, 33-617 Institute of Life Science, ¹Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 660-701, Korea and ²Department of Biotechnology, Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 604-714, Korea – The effect of yogurt containing Hamcho (*Salicornia herbacea*) extract (Hamcho yogurt: HY) on the lipid concentrations in male Sprague-Dawley rats fed a cholesterol diet were studied. Rats were assigned three groups in the experiment; cholesterol diet (the CHOL group), cholesterol diet plus yogurt by lactic acid bacteria (the Y group) or cholesterol diet plus yogurt supplemented Hamcho extract by lactic acid bacteria (the HY group). Fermented milk with or without Hamcho extract in the diet supplemented at the levels 5.0% for 3 weeks. The concentrations of total cholesterol and bile acid in serum was significantly lower in the HY group than the CHOL group. This effect was also observed in rats fed a diet supplemented fermented milk. This cholesterol-lowering effect was more pronounced in the HY group compared to the Y group. The atherogenic index was significantly lower in the HY or Y groups than the CHOL group. The concentration of non esterified fatty acid in serum was significantly lower in the HY group than the CHOL and the Y groups. These results suggested that Hamcho yogurt exert the hypocholesterolemic effect in cholesterol fed rats.

Key words – *Salicornia herbacea*, Hamcho yogurt, hypocholesterolemia, cholesterol

혈관계 질환인 심장병, 당뇨병, 고혈압, 고지질혈증, 동맥경화증 등의 만성 퇴행성 질환은 생체내 지질대사 장애에 기인하여 발생되며, 이러한 순환기계 질환에 의한 사망률이 크게 증가하여 큰 사회적 문제로 제기되고 있다[3]. 최근 Well-being을 타고 건강 증진을 위한 생리활성 물질 탐색과 기능성식품 개발에 관한 연구가 활발하게 진행되면서 해양 자원 식물인 해조류에도 관심이 증대되고 있는 실정이다. 해조류의 다양한 생리활성 성분은 항암, 항변이원성, 면역증강, 혈당강하, 체중조절, 지질대사 개선 등의 생체기능 조절작용이 알려져 생활습관병을 개선하거나 예방하는데 효과가 기대되어 그 이용성이 날로 증대하고 있다[13,26,27-29]. 생리활성이 기대되는 해양식물인 함초(*Salicornia herbacea*)는 우리나라 서·남해안의 해안이나 개펄에서 무리지어 자라는 한해살이 풀로 90여종의 천연 미네랄과 필수아미노산 및 필수지방산을 함유하고 있는 것으로 보고되었다[21,24]. 또한, 함초에는 식이섬유소가 50~70% 정도 들어있어 숙변과 변비를 예방하는 작용도 알려져 있다[18,19,21]. 지금까지 함초를 기능성식품 소재로 활용하기 위한 연구로 함초 부위별 및 건조 방법에 따른 이화학적 성분조사, 항산화 효과, 항당뇨 효과 및 체중조절 효과가 보고되어 있을 뿐이며, 함초에 70% 정도의

식이섬유소를 함유하고 있음에도 불구하고 고지질혈증에 관한 체계적인 연구는 미비한 실정이다[4,12,18,19].

한편, 발효유 제품에 함유되어 있는 유산균은 장내에서 유해세균의 생육억제, 정장작용, 대장암 발생을 저하 및 혈청 콜레스테롤 저하 등 다양한 생리활성 작용이 보고된 바 있다[15,17,20]. 최근 건강 지향성을 강조한 기능성 발효유가 연구 개발되어 소화기 계통에 관련된 기능성 제품, 미를 추구하는 인간의 욕구에 부합되는 제품 및 당뇨병자의 혈당강하용 제품 등 특성의 기능성과 기호성을 가진 제품이 생산 시판되고 있다[7]. 기능성 발효유 제품에서 생리활성 물질을 다량 함유한 해양생물을 이용 할려는 연구의 일환으로써 해조류인 함초와 다시마를 이용한 유산균 발효유 제조 가능성과 그 품질 특성을 검토하여 보고하였다[22,23]. 따라서, 함초 추출물 분말을 농도별로 첨가하여 산생성능, 유산균수, 점도 및 관능검사 등의 품질특성 조사에서 가장 양호하였던 0.1% 함초 분말 첨가 요구르트 투여가 콜레스테롤 식이로 유발시킨 고콜레스테롤 혈증 흰쥐에서 콜레스테롤 저하 효능이 있는지를 검토하였다.

재료 및 방법

함초 추출물 첨가 요구르트 제조

함초 추출물 첨가 요구르트는 전보[22]에 의한 방법으로 제

*Corresponding author

Tel : +82-51-200-7586, Fax : +82-51-200-7505

E-mail : choys@daunet.donga.ac.kr

조하였다. 즉 유산균의 발효 기질로써 탈지분유(서울우유) 10% 및 설탕 2%에 함초 추출물 분말을 0.1% 첨가하고 blender로 5분간 균질화 시켜 100°C에서 30분간 살균한 후 40°C 정도로 방냉하여 *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* 및 *Bifidobacterium longum* 혼합균주로 전배양 시킨 stater를 1% 되게 접종하여 37°C에서 6시간 발효시켜 함초 요구르트를 제조하였다. 조제된 함초 요구르트를 동결건조시켜 실험식이에 5% 첨가시켜 실험하였다.

실험동물, 사육조건 및 식이 조성

실험동물은 140 g 전후의 Sprague-Dawley 계 수컷 흰쥐를 스테인레스 개별 케이지에 한 마리씩 넣어 온도 22±2°C, 습도 50±5%, 명암 주기 12시간이 조건에서 사육하였다. 본 실험의 식이조성은 Table 1과 같으며 1.0%(w/w) 콜레스테롤과 0.125%(w/w) 콜산나트륨을 각각 첨가하여 고콜레스테롤 혈증을 유도하였다. 실험군은 콜레스테롤 식이군(CHOL군), 요구르트 식이군(Y군) 및 함초 요구르트 식이군(HY군)으로 나누었으며, HY군은 동결건조 시킨 함초 요구르트를 5.0%(w/w) 수준으로 첨가하였고, Y군에는 유산균만 배양시킨 요구르트만을 5.0%(w/w) 수준으로 첨가하였다. 이렇게 조제한 실험 식이와 음료수는 3주간 자유급여 시켰다.

분석시료의 조제

실험 최종일 실험동물을 12시간 절식시킨 후 에테르로 가볍게 마취시켜 복부 대동맥으로부터 채혈하여 얻어진 혈액을 약 30분간 실온에서 방치시킨 후 3,000 rpm으로 15분간 원심분리 하여 혈청을 분리하여 분리된 혈청으로부터 지질 농도 및 혈당치를 측정하였다.

Table 1. Composition of experimental diets (%)

Ingredients	CHOL	CHOL+Y	CHOL+HY
Casein	20.0	20.0	20.0
α-Corn starch	15.0	15.0	15.0
Corn oil	10.0	10.0	10.0
Cellulose	5.0	5.0	5.0
AIN-93 mineral mixture	4.0	4.0	4.0
AIN-93 vitamin mixture	1.0	1.0	1.0
L-Methionine	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2
Cholesterol	1.0	1.0	1.0
Sodium cholate	0.125	0.125	0.125
Yogurt ¹⁾	- ²⁾	5.0	-
Hamcho yogurt ³⁾	-	-	5.0
Sucrose	to make 100		

¹⁾Powder of fermented milk by lactic acid bacteria
²⁾--: not supplemented
³⁾Powder of fermented milk containing *Salicornia herbacea* extract.

혈청 지질 분석

혈청 총 콜레스테롤은 Cholesterol C-test kit, 혈청 HDL-cholesterol은 HDL-cholesterol E-test kit, 혈청 triglyceride는 Triglyceride E-test kit, 혈청 유리지방산 농도는 NEFA-test kit, 혈청 담즙산 농도는 총담즙산 test kit, 혈청 glucose 농도는 glucose oxidase 법에 따라 조제된 시판 kit를 이용하여 측정하였다.

통계처리

본 실험에서 얻어진 실험결과는 일원배치 분산분석을 실시하여 얻어진 결과치는 평균치와 표준오차(mean±S.E.)로 표시하고, 유의차 검정은 Duncan's의 방법[14]을 이용 하였다.

결과 및 고찰

혈청 지질 농도에 미치는 영향

혈청의 총 콜레스테롤 농도는 Fig. 1과 같이 콜레스테롤 식이 투여로 330 mg/dL 이상으로 고콜레스테롤 혈증이 유도되었다. CHOL군에 비해 HY군과 Y군에서 각각 콜레스테롤 감소효과가 나타났는데, 요구르트 첨가 식이보다 함초 요구르트 첨가 식이군의 감소효과가 유의적으로 좋게 나타났다. 함초는 특히 무기질과 식이섬유의 급원으로서 생체내 콜레스테롤 대사에 많은 영향을 줄 것으로 사료된다[18,19,21]. Jo 등[24]은 동맥경화 실험 모델에서 함초 추출액 급여가 총

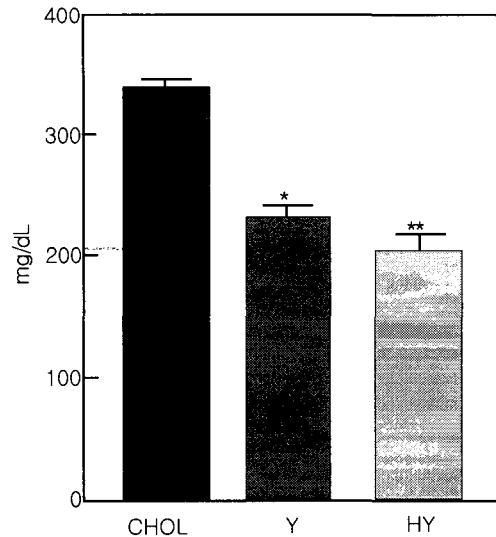


Fig. 1. Effect of HY and Y on the concentration of total cholesterol in serum of cholesterol fed rats. Values are means±SE of six rats per group. *p<0.05, **p<0.01 correspondence to cholesterol group. CHOL group: cholesterol diet, Y group: cholesterol diet plus fermented milk by lactic acid bacteria, HY group: cholesterol diet plus fermented milk containing *Salicornia herbacea* extract.

콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도를 각각 13% 및 64% 감소시키고, HDL-콜레스테롤 농도는 15% 증가시켰다고 하였고, Bang 등[4]은 streptozotocin-유발 당뇨모델에서 합초 분말 섭취로 총 콜레스테롤 농도가 131 mg/dL에서 119 mg/dL로 감소한 것으로 보고하였다. 식이섬유의 섭취가 혈중 지질 농도에 영향을 미쳐 만성퇴행성 질환의 예방과 개선에 효과가 있다는 연구 결과가 보고되면서 최근 이에 관련된 연구들이 실험동물을 중심으로 활발히 진행되어 왔다[8,11,31]. 이러한 혈중 콜레스테롤 농도 저하는 콜레스테롤 합성 억제, 담즙산 배설 증가, 혈액순환계에서의 조절작용, 장관에서의 콜레스테롤 흡수 억제 등에 기인하는 것으로 설명하고 있다 [8,25]. 본 실험에서 혈청 중의 담즙산 농도가 CHOL군에 비해 HY군과 Y군에서 각각 증가하였으며, 이러한 효과는 합초 요구르트 식이에서 더욱 현저하였다(Fig. 2). 합초 요구르트를 급여한 흰쥐 혈청 중의 담즙산 농도가 CHOL군에 비해 현저히 증가한 것은 간 내의 콜레스테롤로부터 담즙산 합성을 증가시켜 혈중으로 분비를 증가시킨 것으로 사료된다. 또한 합초 요구르트 섭취에 의해 혈중 콜레스테롤 농도가 감소한 것은 유산균이나 합초에 다량 함유된 식이섬유에 의해 콜레스테롤 동화와 콜레스테롤과의 미셀 형성으로 장내 흡수 저해 가능성을 고려해 볼 수 있다. 요구르트에 들어있는 *Bifidobacteria*, *Lactobacillus* 및 *Streptococcus* 등의 균주 섭취에 의해 장내에서 이들 균주들이 콜레스테롤을 동화시키거나, 치커리와 같은 식이섬유가 풍부한 식품을 섭취함으로써 식이

섬유소가 콜레스테롤과 미셀을 만들어 장벽을 통해 흡수되는 것을 억제시킴으로써 담즙산 배설을 증가시킨다고 보고하였다[25]. 본 연구자들의 예비실험에서도 콜레스테롤군에 비해 합초 요구르트군에서 분변 중으로의 담즙산 배설과 콜레스테롤 배설량이 증가한 것으로 나타나 이러한 대사 기작을 지지해주었다(미제시). 따라서, 합초 요구르트는 합초에 식이섬유소를 추출물에 함유하고 있고, 장내 유용 균종인 *Bifidobacteria*, *Lactobacillus* 및 *Streptococcus*의 유산균을 다량 함유하고 있어 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시킨 것으로 사료되며, 합초 요구르트는 유산균만으로 발효시킨 요구르트 보다는 고콜레스테롤혈증 상태에서 담즙산의 농도를 높이는 동시에 혈중 콜레스테롤 농도를 감소시키는 작용이 더욱 강한 것으로 나타났다. 따라서 합초 요구르트는 유산균만으로 발효시킨 요구르트 보다 고지혈증 상태에서 담즙산의 농도를 높이는 동시에 혈중 콜레스테롤 농도를 감소시키는 작용이 강한 것으로 나타났다.

Anderson와 Gilliland[2] 및 Agerbaek 등[1]은 사람에게 요구르트와 *Lactobacillus acidophilus* 발효유를 먹었을 때 혈청 콜레스테롤 저하효과가 있었고, 이 효과는 우유를 유산균으로 발효시킬 때에만 가능하다고 하여 유산균에 의해 생성된 대사산물일 가능성을 제시한 바 있다. 한편 유산균에 의한 혈청 콜레스테롤 저하작용에 대해서는 다수 보고된 바 있다[1,2,15,20,30].

일반적으로 고콜레스테롤 식이를 섭취한 동물은 정상 식이를 섭취한 동물보다 혈중 콜레스테롤 농도가 증가하고 HDL-콜레스테롤 농도가 감소하는 것으로 보고되고 있다[9,10]. 혈청 HDL-콜레스테롤은 항동맥경화의 지표로서 콜레스테롤을 말초혈관에서 간으로 수송을 촉진함으로써 동맥경화의 진행을 억제하거나 경감시키는 작용을 하는 것으로 알려져 있다[16]. 본 실험에서 혈청 HDL-콜레스테롤 농도는 콜레스테롤 식이군과 요구르트 식이군 사이에 큰 차이가 관찰되지 않았다. 그러나 총 콜레스테롤 농도에 대한 HDL-콜레스테롤 농도의 비로 나타내는 동맥경화 지수(AI)는 CHOL군 5.29에 비해 Y군 2.76 및 HY군 2.81로 각각 48% 및 47%씩 유의적으로 감소하였다(Fig. 3). 동맥경화 지수가 3.5 이하이면 관상동맥 질환의 발생 위험으로부터 안전한 수준이며, 적어도 4.5 이하를 유지하도록 권장하고 있다[5]. 따라서 합초 요구르트는 동맥경화 억제작용이 강한 것으로 나타나 우리나라 제 1 사망 원인인 혈관계 질환을 예방할 수 있는 신기능성 식품으로서의 이용 가능성이 큰 것으로 사료된다.

혈청 유리지방산 농도는 CHOL군 및 Y군에 비해 HY군에서 유의적으로 감소하였으나, 혈청 중성지질 및 유리지방산 농도는 실험군 사이에 차이가 없었다(Table 2). 이 결과는 고지혈증 흰쥐에 비피더스균으로 발효시킨 발효유를 섭취시켰을 때도 혈청 중성지질 및 인지질 농도에 영향을 주지 못하였다는 결과와 일치하는 경향을 보였다[21].

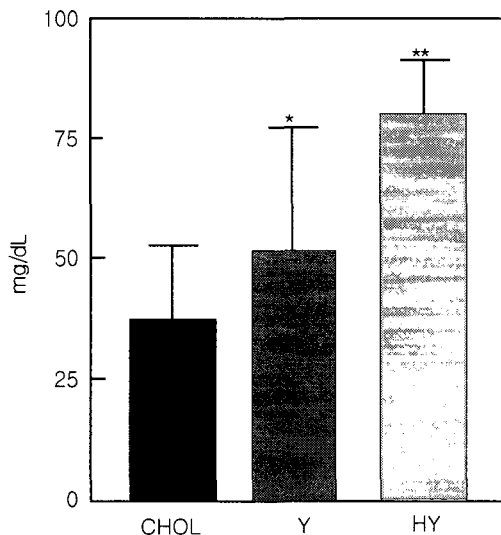


Fig. 2. Effect of HY and Y on the concentration of bile acid in serum of cholesterol fed rats. Values are means±SE of six rats per group. *p<0.05, ** p<0.01 correspondence to cholesterol group. CHOL group: cholesterol diet, Y group: cholesterol diet plus fermented milk by lactic acid bacteria, HY group: cholesterol diet plus fermented milk containing *Salicornia herbacea* extract.

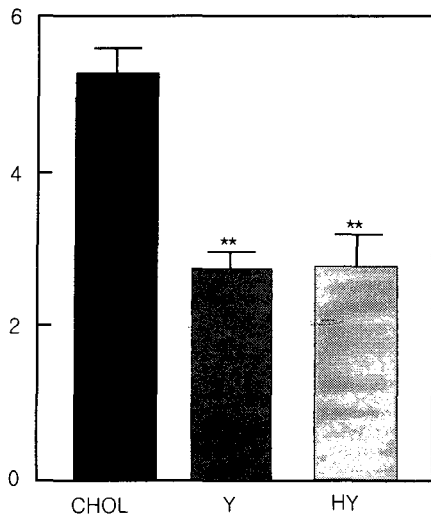


Fig. 3. Effect of HY and Y on the AI (atherogenic index) in cholesterol fed rats.

Values are means±SE of six rats per group.
 AI (Atherogenic index) = total cholesterol - HDL cholesterol/HDL cholesterol.
 **p<0.01 correspondence to cholesterol group. CHOL group: cholesterol diet, Y group: cholesterol diet plus fermented milk by lactic acid bacteria, HY group: cholesterol diet plus fermented milk containing *Salicornia herbacea* extract.

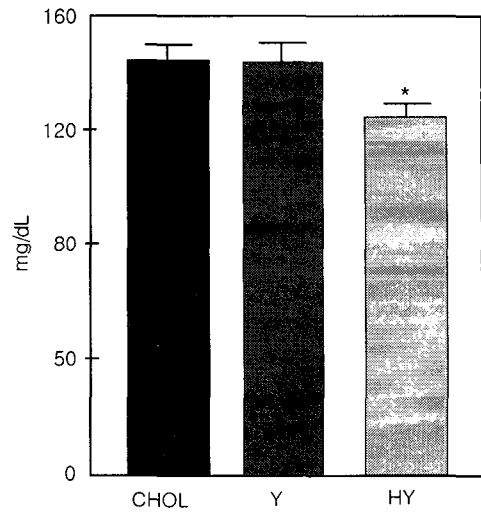


Fig. 4. Effect of HY and Y on the concentration of glucose in serum of cholesterol fed rats.

Values are means±SE of six rats per group. *p<0.05 correspondence to cholesterol group. CHOL group: cholesterol diet, Y group: cholesterol diet plus fermented milk by lactic acid bacteria, HY group: cholesterol diet plus fermented milk containing *Salicornia herbacea* extract.

Table 2. Effect of HY on the serum lipid concentrations in cholesterol fed rats

Ingredients	CHOL	Y	HY
Triglyceride (mg/dL)	74.8±16.5 ^{NS}	91.0±11.6	80.7±5.0
HDL-Cholesterol (mg/dL)	54.0±6.2 ^{NS}	63.2±3.1	54.7±2.5
Free Fatty Acid (mEq/L)	0.29±0.03	0.26±0.01	0.18±0.02 ^{**}

Values are means±SE of six rats per group.

¹⁾See footnote of Table 1.

⁵⁾not significant

혈당치에 미치는 영향

혈당치는 CHOL군에 비해 Y군은 전혀 차이가 없었으나 HY군은 CHOL군에 비하여 유의적인 차이(p<0.05)가 인정되었다(Fig. 4). 흰쥐의 정상 공복 혈당치는 98~148 mg/dL 정도이며, 고콜레스테롤 유발 흰쥐는 이보다 약간 높은 것으로 보고되고 있으나[6], 이전의 연구에서 콜레스테롤 급여 흰쥐의 혈당치가 136 mg/dL로 본 실험의 결과와 유사하였다[8].

요 약

콜레스테롤 식이로 유발시킨 고콜레스테롤혈증 흰쥐에

유산균 발효유(요구르트) 및 해양식물인 함초(*Salicornia herbacea*) 추출물 첨가 유산균 발효유(함초 요구르트)를 식이 중에 5% (w/w) 수준으로 첨가하여 지질농도에 미치는 영향을 검토하였다. 혈청 총 콜레스테롤 농도는 콜레스테롤 식이군에 비해 함초 요구르트 및 요구르트 식이군에서 각각 유의적으로 감소하였다. 동맥경화 지수(atherogenic index)도 콜레스테롤 식이군에 비해 함초 요구르트 및 요구르트 식이군에서 각각 유의적으로 감소하여 항동맥경화 작용이 있는 것으로 나타났다. 함초 요구르트에 의한 콜레스테롤 감소 효과는 콜레스테롤로부터 담즙산 합성 증가에 의한 혈청 중의 담즙산 농도 증가와 장내 흡수 저해에 의한 분변 중으로의 증가에 의한 것으로 사료되었다. 혈중 유리 지방산 농도는 함초 요구르트 식이군에서 유의적으로 감소하였다. 혈당치는 함초 요구르트 식이에서만 유의적으로 감소되는 것으로 나타났다. 이상의 실험 결과로부터 함초 추출물 첨가 요구르트는 혈청 콜레스테롤 감소에 의한 항동맥경화 효과가 있는 것으로 나타나 해양식물 유래 신기능성 식품 개발 가능성이 대두되었다.

참 고 문 헌

1. Agerbaek, M., L. U. Gerdes and B. Richelsen. 1995. Hypocholesterolemic effect of a new fermented milk product in healthy middle-aged men. *Eur. J. Clin. Nutr.* **49**, 346-352.
2. Anderson, J. W. and S. E. Gilliland. 1999. Effect of

- fermented milk (yogurt) containing *Lactobacillus acidophilus* L1 on serum cholesterol in hypercholesterolemic humans. *J. Am. Coll. Nutr.* **18**, 43-50.
3. Annual report on the cause of death statistics. 2000. National Statistical Office, Republic of Korea.
 4. Bang, M. A., H. A. Kim and Y. J. Cho. 2002. Hypoglycemic and antioxidant effect of dietary Hamcho powder in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **31**, 840-846.
 5. Castelli, W. P., R. J. Garrison, P. W. F. Wilson, R. D. Abborr, S. Kalousdian and W. B. Kannel. 1986. Incidence of coronary heart disease and lipoprotein cholesterol levels. The Framingham study, *JAMA*, **256**, 2835-2845.
 6. Cha, J. Y., D. J. Kim and Y. S. Cho. 2000. Effect of chlorogenic acid on the concentrations of serum and hepatic lipid in rats. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **43**, 153-157.
 7. Cha, J. Y., B. S. Jeon, G. G. Shin, D. W. Bae, H. K. Kim and B. K. Kim. 2002. The development of novel functional food as effective diabetic therapy on type 2 diabetes animals and patients (NIDDM). *Nippon Nogeikagaku Kaishhi*, Sendai, Japan, pp. 249.
 8. Cha, J. Y., S. J. Jeong and Y. S. Cho. 2001. Effect of chicory root extract on cholesterol metabolism in rats. *Agric. Chem. Biotechnol.* **44**, 131-134.
 9. Cha, J. Y. and Y. S. Cho. 1999. Effect of potato polyphenolics on hyperlipidemia in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 274-279.
 10. Cha, J. Y. and Y. S. Cho. 2001. Effect of stem bark extract from *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the concentrations of lipid and tissue lipid peroxidation in the cholesterol-fed rats. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**, 128-134.
 11. Cha, J. Y., S. S. Hong, Y. S. Cho and D. J. Kim. 2003. Effects of different dietary fats and fibers on the lipid concentrations of liver and serum and biochemical index in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 1377-1384.
 12. Cho, Y. C., J. H. Ahn, S. M. Jeon, K. S. Lee and D. S. Kang. 2002. The study on pharmacological action of Hamcho (*Salicornia herbacea*). *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **10**, 93-99.
 13. Cho, K. J., Y. S. Lee and B. H. Ryu. 1990. Antitumor effect and immunology activity seaweeds toward sarcoma-180. *J. Korean Fish Soc.* **23**, 345-352.
 14. Duncan, D.B. 1957. Multiple range test for correlated and heteroscedastic means. *Biometrics* **13**, 164-176.
 15. Gilliland, S. E., C. R. Nelson and C. Maxwell. 1985. Assimilation of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus*. *Appl. Environ. Microbiol.* **49**, 377-381.
 16. Gordon, T., W. P. Castelli, M. C. Hjortland, W. B. Kennel and T. R. Dawber. 1977. High density lipoprotein as a protective factor against coronary heart diseases, the Framingham study. *Am. J. Med.* **62**, 707-714.
 17. Grunewald, K. K. 1982. Serum cholesterol levels in rats fed skim milk fermented by *Lactobacillus acidophilus*. *J. Food Sci.* **47**, 2078-2079.
 18. Han, S. K., M. S. Kim and B. S. Pyo. 2003. Antioxidative effect of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) on the lipid oxidation of pork. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **23**, 46-49.
 19. Han, S. K. and M. S. Kim. 2003. Antioxidative effect of *Salicornia herbacea* L. grown in closed sea beach. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 207-210.
 20. Hepner, G., R. Fried, S. S. Jeor, L. Fusetti and R. Morin. 1979. Hypocholesterolemic effect of yoghurt and milk. *Am. J. Clin. Nutr.* **32**, 19-24.
 21. Ihm, B. S. and J. S. Lee. 1986. The strategies of *Salicornia herbacea* and *Suaeda japonica* for coping with environmental fluctuation of salt marsh. *Korean J. Environ. Biol.* **4**, 15-25.
 22. Jeong, C. Y., J. S. Ryu, C. K. Choi, B. S. Jeon, J. W. Park, G. G. Shin, B. K. Kim, D. W. Bae and J. Y. Cha. 2004. Preparation and Quality Characteristics of Fermented Milk Supplemented with *Salicornia herbacea* Extract Powder. *Korean J. Life Sci.* (submitted)
 23. Jeong, E. J. and B. H. Bang. 2003. The effect on the quality of yogurt added water extracted from sea tangle. *Korean J. Food Nutr.* **16**, 66-71.
 24. Jo, Y. C., J. H. Ahn, S. M. Chon, K. S. Lee, T. J. Bea and D. S. Kang. 2002. Studies on pharmacological effects of glasswort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **10**, 93-99.
 25. Kim, M. H. 2000. The water-soluble extract of chicory reduces cholesterol uptake in gut-perfused rats. *Nutr. Res.* **20**, 1017-1026.
 26. Kim, D. S. and C. H. Kim. 2001. Effect of sea tangle, *Laminaria japonica*, extract on activities of glucokinase and hexokinase in alloxan-induced diabetic mellitus mice. *Korean J. Life Sci.* **11**, 467-482.
 27. Lee, E. J. and M. K. Sung. 2001. Effect of fiber-rich sea mustard feeding on AOM-induced colon aberrant crypt formation and colonic cell proliferation in Sprague Dawley rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 535-539.
 28. Lee, H. S., M. S. Choi, Y. K. Lee, S. H. Park and Y. J. Kim. 1996. A study on the development of high-fiber supplements for the diabetic patients (2)-Effect of seaweed supplementation on the lipid and glucose metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Nutr.* **29**, 296-306.
 29. Lee, K. S., J. S. Seo and Y. S. Choi. 1998. Effect of sea tangle and hypoglycemic agent on lipid metabolism in diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 960-967.
 30. Mann, G. V. and A. Spoerry. 1974. Studies of a surfactant and cholesterolemia in the Maasai. *Am. J. Clin. Nutr.* **27**, 464-469.
 31. Park, C. K., J. Y. Cha, B. S. Jeon, N. M. Kim and K. H. Shim. 2000. Effects of chicory root water extracts on serum triglyceride and microsomal triglyceride transfer protein (MTP) activity in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 518-524.