돼지감자의 이눌린, 연잎, 허브의 병합식이가 고지방식이로 유도된 비만흰쥐에 미치는 영향

이은혜[1] · 이예진[2] · 최옥병[3] · 강상모[1,4,*]

[1]건국대학교 대학원 생물공학과, [2]호서대학교 생화학과, [3]호서대학교 본초응용과학과, [4]건국대학교 미생물공학과

Effects of a Combined Diet of Jerusalem Artichoke's Inulin, Lotus Leaf and Herb Extracts in Obesity-induced White Rat with Fat Diet

Eun-Hye Lee[1], Ye-Jin Lee[2], Ok-Byung Choi[2] and Sang-Mo Kang[1,4,*]

[1]*Department of Bioengineering, graduate school at Konkuk University, Seoul 143-701, Korea*
[2]*Department of biochemistry, Hoseo University, Chunan 366-975, Korea*
[3]*Department of herbal medicine, Hoseo University, Chunan 366-975, Korea*
[4]*Department of Microbiological Engineering, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea*

Received September 29, 2007; Accepted October 31, 2007

A preliminary diet experiment utilizing Jerusalem artichoke's inulin, lotus leaf powder, nettle powder and eucalyptus powder extract indicated that combining all four elements gave the most effective result. Therefore, a study was conducted to evaluate the effectiveness of combined diet for weight loss. In this study, Sprague-Dawley, male white rats about 200 g in weight was fed with high fat diet for 8 weeks in order to induce obesity followed by 4 week administration of combined diet to look into the effect of the diet. After a total of 12 weeks of feeding, factors relevant to weight, blood, and lipid metabolism by liver in the body were researched and histologic change was examined with optical microscope. In terms of weight change, both high fat diet group and regular diet group gained weight from high fat diet for 8 weeks compared to normal group. Then, for another 4 weeks, while normal group and high fat diet group kept gaining weight, combined diet group which was provided with high fat diet for 8 weeks, lost weight to the normal group level after 3 week administration of diet. However, after the 4th week of administration, the group weighted significantly less than the normal group and the efficiency of diet also significantly dropped. In the biochemical analysis of blood, total cholesterol, LDL-cholesterol, triglyceride, glucose, GOT, GPT, γ-GTP and creatine showed significant increase in high fat diet group and there was no significant difference between diet group and normal group except for GPT, γ-GTP and creatine. In the biochemical analysis of liver, there was significant increase in LDL-cholesterol, triglyceride of high fat diet group compared to normal group, while there was no significant difference in term of total cholesterol and HDL-cholesterol. Compared to normal group, diet group had higher HDL-cholesterol, while total cholesterol dropped significantly. There was no significant difference in terms of LDL-cholesterol and triglyceride. Besides, in high fat diet group, observation of histologic change in liver and change in ultrastructure showed volume increase of hepatic cell and severe fatty degeneration in hepatic cell around hepatic vein. However in diet group, like normal group, no pathological change was observed in terms of cytoplasm, nucleus and capillary in hepatocyte and the alignment of hepatocyte had regularity thanks to the administration of combined diet. Therefore, combined diet utilizing Jerusalem artichoke's inulin, lotus leaf powder, nettle powder and eucalyptus powder was proven to be an effective measure to prevent and improve obesity as a result of abnormal adipose deposition.

Key words: Inulin, lotus leaf, nettle, eucalyptus, obesity, diet, lipid metabolism

*Corresponding author
Phone: +82-2-450-3524; Fax: +82-2-3437-8360
E-mail: kangsm@konkuk.ac.kr

서 론

비만은 섭취에너지가 소비에너지보다 많아져 잉여 에너지 축적으로 체지방합성이 항진되어 발생한다. 이러한 지방 섭취 과다에 운동 부족이 이어지면 대사질환의 주요 구성 요소인 유리지방산으로 인해 내장비만이 초래될 뿐만 아니라 혈액 속에도 유리지방이 남게 된다. 또한 유리지방산은 간, 근육, 췌장 베타세포 같은 비지방조직에 유입되어 인슐린 작용의 저해를 비롯한 세포의 기능장애도 일으키게 된다.[1] 따라서 비만은 그 자체로도 질병이 되지만 고혈압, 당뇨병, 심장질환, 동맥경화증과 같은 대사질환의 원인이 되므로 근본적인 비만의 치료만이 이에 수반되는 많은 합병증들을 치료하고 예방할 수 있다.[2]

비만 치료에는 식이요법, 운동요법, 정신요법, 약물요법, 수술요법 등이 있다. 약물요법의 경우, 중추성 식욕억제제와 소화흡수 억제제가 많이 사용된다. 중추성 식용억제제는 뇌에서의 신경자극전도 및 신경기능 조절 물질인 아민에 작용해서 식욕을 억제하는 세로토닌 작용제(serotonin agonist)를 이용한 펜프루라민(Fenfluramine)과 시부트라민(Sibutramine)이 있으며, 소화흡수 억제제로는 소화기계에 작용하여 지질 흡수를 억제하는 올리스타트(Orlistat = Xenical)가 있다. 현재까지 비만 치료제로 사용되는 이러한 약물들은 불면증, 발진, 메스꺼움, 두통, 발진 등 많은 부작용이 나타나고 있다.[3]

그러므로 비만의 근본적인 치료는 무엇보다 에너지 수지를 맞추는 식사와 운동이 가장 중요하다고 할 수 있다.[4] 그리고 최근 비만을 공통 병인으로 하는 만성질환의 증가로 인해 식품과 질병과의 연관성에 대한 관심이 급격히 증가되어[5] 천연식물로부터 비만치료의 약리활성을 보이는 새로운 기능성식품의 개발이 절실히 요구되고 있다.

돼지감자(*Helianthus tuberosus* L.)의 이눌린은 여러 개의 D-fructose가 β결합을 하고 비환원성 말단기에 하나의 D-glucose가 α결합된 구조인 다당류로서,[6] 변비 개선, 장질환 예방, 혈청 콜레스테롤 감소효과, 혈중지질 저하 효과, 혈당강하효과가 있다고 보고되었다.[7,8]

연잎(Nelumbo nucifera)은 alkaloid, gerbstoff, mucus 등이 신경안정, 염증억제, 위장장애개선, 이뇨효과, 혈액순환개선, 지질대사촉진, 고지혈증억제 작용, 항비만 효과, 탄수화물 소화지연작용, 항산화효과와 항균효과가 있다고 보고되었다.[9,10]

쐐기풀(Urtica lactevirens Maxim)은 flavonoids, chlorophylle, carotinoids, vitamin, mineral, β-sitosterol, amine, sterylylucoside, lignan 등의 성분이 함유되어 있고, 혈당강하, 담즙분비촉진, 부종개선, 염증억제, 이뇨효과로 신진대사개선으로 인한 혈액내 지방제거, 관절염이나 중풍, 류마티스개선, 혈당강화, 지혈작용, 혈액순환작용이 있다고 제시되었다.[11,12]

유칼립투스(Eucalyptus globulus)잎은 주요성분으로 eukalyptol, flavonoids, pine resin, gerbstoff 등이 함유되어 있으며, 소화기장애개선, 간기능 개선, 담즙분비촉진, 지방간개선, 호흡기질환개선, 고지혈증개선, 콜레스테롤개선, 면역력강화, 항바이러스작용과 항산화작용효과가 있다고 보고되었다.[13,14]

돼지감자의 이눌린은 식이성 다당류로서 탄수화물 대사에 관여하므로 보통 실험식이에 10%정도 첨가한다.[7] 연잎분말과 현재 유럽에서 비만치료 및 비만개선, 대사질환개선제로 널리 알려진 허브로 각광을 받고 있는 쐐기풀분말, 유칼립투스잎 분말은 지나친 복용의 경우 알칼로이드 독성으로 인한 위장장애나 간 기능 장애를 유발할 수 있으므로 각각 1일 2-3 g 정도가 적당하며 각각 5 g 이내가 좋다.[9]

본 연구에 앞서 연잎, 쐐기풀, 유칼립투스와 지방대사와 콜레스테롤에 관여하는 실리마린(*Silybum mariamum*),[15] 담즙산 분비촉진을 하는 박하(*Mentha piperita*),[16] 비만에 효과적인 차나무(*Camellia sinensis* L.)[17]의 어린잎이나 순인 녹차를 이용하여 여러 번 예비 실험한 결과 돼지감자의 이눌린에 연잎, 쐐기풀 그리고 유칼립투스 4가지를 병합 투여하는 것이 가장 다이어트에 효과적인 것을 알았다.

그러므로 본 연구에서는 이들 돼지감자의 이눌린과 연잎분말, 허브의 쐐기풀분말과 유칼립투스잎의 분말들을 병합급여하는 방법으로 생리활성 기능을 증진시켜 다이어트는 물론 비정상적인 지방 축적을 효과적으로 개선시키고자 하였다. 실험은 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 고지방식이로 비만을 유도한 후, 병합다이어트식이가 이들 체중과 체내 지질대사와 관련된 인자에 미치는 영향을 검토하고 광학현미경으로 간의 조직을 관찰하였다.

재료 및 방법

실험동물의 식이 및 사육. 실험에 이용된 동물은 샘타코바이오코리아(주)에서 구입한 체중 200 g 전후의 Sprague-Dawley 계 수컷 흰쥐로 각 군당 8마리씩 3군으로 나누어 12주 동안 사육하였다. 실험동물의 분류는 정상군(Normal), 고지방식이군(high fat feed: HFF)과 다이어트식이군(diet feed: DF)으로 구분하였다. 고지방식이군은 12주간 내내 고지방식이를 급여하였고, 다이어트식이군은 8주간 고지방식이로 비만을 유도한 후 4주간 다이어트 식이를 급여하였다.(Table 1, Fig. 1.) 실험동물은 사육실에서 사육하였으며 사육실 온도는 22±2°C, 습도 50~60%로 조절하였고 매일 광주기 및 암주기를 각각 12시간(06 : 00~18 : 00)이 되도록 조절하였다. 실험동물은 한 마리씩 분리하여 stainless steel cage에 격리하여 사육하였고 실험 식이와 물은 24시간 동안 자유 급식으로 공급하였다.

실험식이의 구성은 다음과 같다. 탄수화물의 급원으로 옥수수전분(corn starch, 대상)을, 지방의 급원으로는 돈지(lard, 롯데삼강)와 대두유(soybean oil, 백설)를 단백질 급원으로는 casein(edible acid casein, Scerma Goulburn Co-operative Co., France)을 식이 무게의 14% 수준으로 사용하였다. 무기질과 vitamin은 시약급을 사용하여 혼합한 것(AIN-93M)을 각각 식이무게의 3.5%와 1% 수준으로 식이에 섞어 공급하였다. 고지방식이는 정상식이 85%, 돈지 10%와 대두유 5%로 하였으며, 다이어트식이는 고지방식이 85%, NIXXOL(한국)에서 구입한 이눌린 10%, 백련사랑(한국)에서 구입한 연잎 분말 2%, Alfred Galke GMBH(Germany)사에서 구입한 쐐기풀 분말 1.5%와 유칼립투스잎 분말 1.5%로 100%를 구성하였다(Table 1).

실험동물의 체중과 식이 섭취량은 일정한 시간에 측정하였으며, 식이 섭취로 인한 체중변화를 막기 위해 체중 측정 2시간 전

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredient	Test animal group[1]		
	Basal	HFF	DF
Cornstarch	465.692	315.692	268.338
Dextrinized cornstarch	155.000	155.000	131.750
Sucrose	100.000	100.000	85.000
Soybean Oil	40.000	90.000	76.500
Lard	-	100.000	85.000
Casein	140.000	140.000	119.000
Fiber	50.000	50.000	42.500
Mineral mix[2]	35.000	35.000	29.750
Vitamin mix[3]	10.000	10.000	8.500
L-Cystine	1.800	1.800	1.530
Choline	2.500	2.500	2.125
bitartrate Tert-butyl	0.008	0.008	0.007
Inulin	-	-	100.000
Lotus leaf powder	-	-	20.000
Nettle powder	-	-	15.000
Eucalyptus leaf powder	-	-	15.000
Total	1000	1000	1000

[1]Basal: AIN-93M diet (normal group)
HFF: high fat feed group
DF: diet feed group, high fat feed (8 weeks) + diet feed (4 weeks)
[2]AIN-93M-Mix (mg/kg mixture): Calcium carbonate, anhydrous 357, Potassium phosphate, monobasic 250, Sodium chloride 74, Potassium sulfate 46.6, Potassium citrate, tri-potassium, monohydrate 28, Magnesium oxide 24, Ferric citrate 6.06, Zinc carbonate 1.65, Manganous carbonate 0.63, Cupriccarbonate 0.3, Potassium iodate 0.01, Sodium selenate, anhydrous 0.01025, Ammonium paramolybdate 0.000795, Sodium meta-silicate, 9 hydrate 1.45, Chromium potassium sulfate, 12 hydrate 0.275, Boric acid, 0.0815, Sodium 0.0635, Nickel carbonate 0.0318, Lithium chloride 0.0174, Ammonium vanadate 0.0066, Powdered sucrose 209.806 g
[3]AIN-93M-VX (mg/kg mixture): Nicotinic acid 3000, Ca pantothenate 1600, Pyrodoxine-HCl 700, Thiamin-HCl 600, Riboflavin 600, Folic acid 200, D-Biotin 20, Vitamin B_{12} (cyonocobalamine) (0.1% in mannitol) 2.5, Vitamin E (all-rac-a-tocopheryl acetate) (500IU/g) 1500, Vitamin A(all-trans-retinyl palmitate) (5000,000 IU/g) 800, Vitamin D_3 (cholecalciferol) (400,000 IU/g) 250, Vitamin K (Phylloquinone) 75, Powdered sucreose 974.655 g

에 식이를 빼주었다. 실험동물의 식이 섭취량과 체중을 이용하여 실험기간의 체중 증가량을 같은 기간에 섭취한 식이 섭취량으로 나누어 식이효율(Feed efficiency ratio: FER)을 산출하였다.

실험동물의 시료수집 및 전처리. 실험동물의 혈액은 실험기간 종료 전 12시간동안 절식시킨 후에 ether로 마취하고 개복한 후, 심장관자법으로 좌심실에 주사기를 삽입하여 혈액을 채취하였다. 채취된 혈액은 시험관에 담아 4°C에서 30분간 보관 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 얻은 후 생화학적 분석을 위해 −20°C에서 냉동 보관하였다. 혈액을 채취한 직후 복부를 개복하고 간 조직을 적출하여 0°C의 생리식염수에서 3-4회 세척한 후, 여과지로 수분을 제거하였고 간 조직의 표본제작을 위해 적출된 간을 10% formalin 용액에서 고정시켰으며, 생화학적 분석을 위하여 −30°C에 보관된 간조직의 0.5 g을 PBS buffer를 10배량 첨가하여 균질화시킨 후 균질액 1 ml를 $CHCl_3$: MeOH(2 : 1)의 용액을 이용하여 지질을 4시간 추출 후 상층액을 취하여 혈액의 생화학적 분석과 동일한 방법으로 측정하였다.[10]

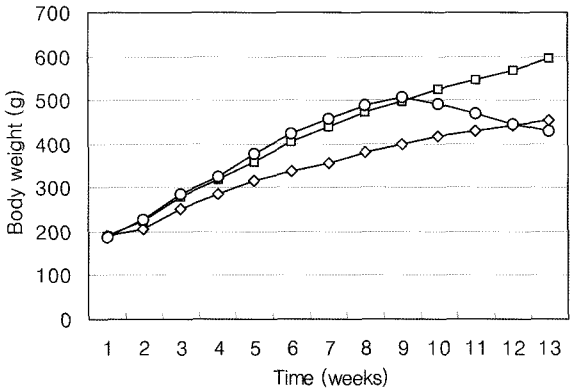


Fig. 1. Change of Body Weight. ◇: normal, □: HFF, ○: DF. Abbreviations were the same as Table 1.

혈청 성분의 측정. 각각의 분석은 Optizen 1412H 분석기(Mecasys, Korea)를 이용하였으며 (주)바이오크리니칼시스템의 kit를 사용하여 측정하였다. 혈청과 간장내의 총 콜레스테롤, 중성지방, 혈당, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, creatinine, glutamic pyruvic transaminase(GPT)와 glutamic oxaloacetic transaminase(GOT), γ-glutamic acid peptide transferase(γ-GTP)를 측정하였다.

광학현미경 관찰. 병리검사를 위한 조직표본 제작은 적출된 간을 10% formalin 용액에서 12-24시간 고정시킨 후에 충분히 수세하였다. 탈수는 70-100% alcohol을 순차적으로 1시간씩 침투시킨 후 xylene을 투명제로 하여 3단계로 1시간씩시켰다. Paraffin은 60°C에서 3단계로 1시간씩 침투시킨 후 포매(embedding)를 하였다. 그리고 paraffin block을 5 μm 두께로 박절하여 hematoxylin-eosin으로 염색한 다음 광학현미경으로 관찰하였다.[18]

통계분석. 실험 결과는 Window용 SAS package program을 이용하여 통계 처리하였다.[19] 모든 측정치는 실험군당 평균과 표준오차를 계산하였고 다중비교는 ANOVA를 한 후 $p<0.05$ 수준에서 Duncan의 다중범위 검정법(Multiple Range Test)에 의하여 각 실험군 평균치간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

실험동물의 체중증가량 및 식이섭취량. 실험식이 급여 후 12주 동안 측정된 식이섭취량, 체중증가량 및 식이효율 결과는 Fig. 1과 Table 2에 나타내었다. 다이어트식이 전 고지방식이군(HFF)과 다이어트식이군(DF)의 고지방식이 급여 8주 동안의 체중 변화량은 정상군(Normal)에 비하여 유의적으로 높은 증가를 보였으나 두군 간에는 유의적인 차이는 없었다. 8주간 비만을 유도한 후 각각의 식이로 4주간 사육한 결과, 체중량의 변화에서는 먼저, 정상군과 고지방식이군은 계속 증가한데에 비해 돼지감자의 이눌린과 3가지 연잎, 허브의 쐐기풀과 유칼립투스의 병합다이어트식이로 급여한 다이어트식이군의 체중은 유의적인 감소를 나타내었다. 즉, 8주간 고지방식이로 비만을 유도한 후 4주간의 병합다이어트식이를 급여 결과 3주째는 정상군의 체중으로 회복되었고, 4주째는 정상군에 비하여도 유의적으로 체중이 감소하는 결과를 보였다.

Table 2. Weight gain, food intake, and food efficiency ratio of rats

	8 weeks			4 weeks		
	Normal	HFF	DF	Normal	HFF	DF
Weight gain (g/week)	25.87 ± 1.56	38.29 ± 1.20[a]	38.57 ± 1.25[a]	24.56 ± 0.93	14.03 ± 0.64[a]	-19.06 ± 2.70[ab]
Food intake (g/day)	21.84 ± 0.70	23.89 ± 0.59[a]	24.01 ± 0.65[a]	21.43 ± 0.58	21.89 ± 0.45	18.19 ± 1.01[ab]
F.E.R.	8.24 ± 0.26	11.21 ± 0.16[a]	11.87 ± 0.70[a]	4.59 ± 0.30	7.86 ± 0.19[a]	-7.13 ± 0.58[ab]

Values are Mean ± S.E.
[1)]a was significant different from normal group, $p < 0.05$
[2)]b was significant different from high fat feed group, $p < 0.05$
[3)]Normal : normal group. n = 8
[4)]DF: high fat feed (8 weeks) + diet feed (4 weeks)
Abbreviations: high fat feed. HFF, diet feed, DF; feed efficiency ratio, F.E.R.

Table 1에 의하면, 처음 8주간은 고지방식이로 급여한 고지방식이군과 다이어트식이군의 식이섭취량이 정상군에 비하여 유의적으로 증가하였다. 그러나 12주 동안 측정된 식이섭취량, 식이효율에서 볼 때 식이섭취량은 다이어트식이군의 섭취량이 식이성분의 영향을 받아 가장 적게 섭취하게 되어 정상군과 고지방식이군에 비교하여 유의적인 감소를 나타내었고, 식이효율도 −7.13±0.58($p < 0.05$)을 나타내어 정상군과 고지방식이군에 비하여 유의적으로 감소하였다.

한편 고지방식의 섭취는 활성산소들의 생성을 증가시켜 지질과산화물을 생성하는데, 이는 free radical의 생성을 증가시키고 이를 방어하는 체내 항산화시스템도 과량의 유리기 제거로 그 기능이 저하되어 결국은 지질과산화물의 체내 축적이 이루어진다.[20] 따라서 이들을 방지할 수 있는 항산화물질인 녹차폴리페놀(green tea polyphenol) 등의 다류들은 실험동물에서 혈당을 개선시키고 콜레스테롤을 감소시키는 등 다이어트에 효과적인 것으로 알려져 있다.[17]

Shon 등[21]은 연잎 추출물에서, Hwang[22]은 연잎 메탄올 추출물이 100종의 한약재료 중 50 μg/m*l* 농도에서 90% 이상의 가장 강한 DPPH free radical 소거효과를 보였다고 하였다. Park[23]의 연구에서도 연근 에탄올 추출물은 알코올로 유도된 간독성을 보호하는 항산화효과가 있음을 보고하였다. 또한 Lee 등[24]의 연구에서는 유칼리나무의 수피에서 추출한 flavonoid 화합물이 쥐 간 microsome에 대한 지질과산화 억제 활성이 0.08-30 μg/m*l*로 높게 나타나 vitamin E보다 월등히 높은 항산화 활성을 나타내었다. 한편 Lee 등[25]은 돼지감자가루, 돼지감자추출물, 치커리추출물 중 체중증가량 및 식이효율이 치커리추출물이 식이효율이 높다고 하였다. 또한 Shin 등[2]의 연잎, Kang[26]의 통마늘, Kim[27]의 솔잎건분 등의 식이섬유의 급여시 쥐의 체중이 감소됨을 확인하였다.

따라서, 본 실험에서는 병합다이어트식이 급여로 인한 비만 흰쥐의 체중감소와 식이섭취량의 감소는 다이어트식이에 포함되어 있는 식이섬유가 탄수화물대사에 관여하여 영양소의 흡수와 소화를 지연시켜서 포만감과 식이 열량밀도에 영향을 주게 됨으로써 효과적인 체중 감소를 나타낸 것으로 보이며, 병합다이어트식이의 생리활성기능은 고지방식이로 유도된 비만흰쥐의 체내 지방대사에 관여하여 체내 지방 축적의 감소와 지방분해를 도와 정상군보다도 유의적으로 체중이 떨어지는 것으로 생각되었다.

혈청 성분 측정 결과. 고지방식이로 8주간 사육하고 각각의 식이로 4주간 급여하여 총 12주 사육 후 흰쥐로부터 혈액을 채취하고 혈청을 분리하였다. 혈청 성분의 측정 결과와 이들의 상대적 비율은 Table 3, Table 4와 같다. 혈청 중 총콜레스테롤은 정상군에 비하여 고지방식이군에서 56%로 유의적으로 증가하였고, 다이어트식이군에서는 7% 증가하였으나 정상군과 유의적인 차이는 없었다. 따라서 다이어트식이가 혈액의 콜레스테롤 농도를 저하시키는 것을 알았다.

HDL-콜레스테롤은 정상군에 비하여 고지방식이군은 18%나 유의적으로 감소하였으며 다이어트식이군은 정상군에 비하여 2% 증가하였으나 유의적인 차이가 없었다. LDL-콜레스테롤 함량은 정상군에 비하여 고지방식이군은 74%나 유의적으로 높았고 다이어트식이군도 12주 사육에서 22%로 높은 값을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다. 여기에서 다이어트식이 급여가 LDL-콜레스테롤 함량의 저하 효과가 있는 것으로 나타났으나 정상군보다 22%로 높은 것은 8주간의 고지방식만의 영향이 남아있어서 나타난 것으로 생각되었다. HDL-콜레스테롤/LDL-콜레스테롤의 비율은 고지방식이군이 정상군의 46%로 유의적으로 감소하였고 다이어트식이군은 정상군의 82%로 나타나 다소 적었으나 유의적인 차이는 없었다. 따라서 HDL-콜레스테롤

Table 3. Contents of total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, HDL/LDL ratio and glucose, triglyceride, GOT, GPT, γ-GTP, creatine in the serums of rats

Contents	Normal	HFF	DF
T-CHOL	101.00 ± 7.83	157.13 ± 6.61[a]	108.13 ± 4.41[b]
HDL-C	46.63 ± 3.04	38.38 ± 2.35[a]	47.71 ± 2.00[b]
LDL-C	26.14 ± 1.63	45.58 ± 2.71[a]	31.96 ± 1.79[b]
HDL-C/LDL-C	1.88 ± 0.24	0.88 ± 0.10[a]	1.55 ± 0.15[b]
TG	119.00 ± 6.74	172.75 ± 9.88[a]	97.00 ± 5.10[b]
Glucose	110.38 ± 4.14	171.00 ± 5.30[a]	102.75 ± 4.81[b]
GOT	78.00 ± 4.01	135.88 ± 4.90[a]	72.13 ± 3.54[b]
GPT	44.13 ± 2.06	50.50 ± 2.37[a]	36.00 ± 1.98[ab]
γ-GTP	1.99 ± 0.64	13.59 ± 1.16[a]	5.33 ± 0.80[ab]
Creatine	1.03 ± 0.07	1.78 ± 0.06[a]	0.63 ± 0.04[ab]

Values are Mean ± S.E.
[1)]a was significant different from normal group, $p < 0.05$
[2)]b was significant different from high fat feed group, $p < 0.05$
[3)]DF: high fat feed (8 weeks) + diet feed (4 weeks)
Abbreviations: T-CHOL, total cholesterol; HDL-C, HDL-cholesterol; LDL-C, LDL-cholesterol; HDL-C/LDL-C, HDL-cholesterol/LDL-cholesterol; TG, triglyceride. Abbreviations of HFF and DF. were the same as Table 1.

Table 4. Ratio of total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, HDL/LDL ratio and triglyceride, glucose, GOT, GPT, γ-GTP, creatine in the serums of rats

	T-CHOL	HDL-C	LDL-C	HDL-C/LDL-C	TG
HFF:Normal	1.56:1.00	0.82:1.00	1.74:1.00	0.46:1.00	1.45:1.00
DF:Normal	1.07:1.00	1.02:1.00	1.22:1.00	0.82:1.00	0.82:1.00
	Glucose	GOT	GPT	γ-GTP	Creatine
HFF:Normal	1.55:1.00	1.74:1.00	1.14:1.00	6.83:1.00	1.73:1.00
DF:Normal	0.93:1.00	0.92:1.00	0.82:1.00	2.68:1.00	0.61:1.00

Abbreviations were the same as Table 3

/LDL-콜레스테롤의 비율로 보면 다이어트식이의 경우 값이 정상군에 가까운 것을 볼 때 다이어트에 효과가 있을 뿐만 아니라 건강에도 좋은 것으로 나타났다.

중성지방의 함량은 정상군에 비하여 고지방식이군은 45%나 유의적으로 증가하였고 다이어트식이군은 18%나 적었으나 차이는 없었다. 이렇게 중성지방에서도 다이어트식이 급여가 효과를 나타내었다.

혈당은 정상군과 비교하여 고지방식이군은 55%나 유의적으로 증가하였고, 다이어트식이군은 정상군에 비하여 7% 적었으나 유의적인 차이는 없었다. 혈당치에서 보면 다이어트식이군이 비록 유의적인 값은 아니나 정상군보다도 낮은 혈당치를 보이는 것으로 보아 병합다이어트식이 급여가 혈당의 저하에 매우 효과적인 것으로 보였다.

GOT와 GPT수치는 본 실험에서는 정상군에 비하여 고지방식이군은 고지방식이의 영향이 반영되어 74%, 14%로 유의적으로 증가하여 간 조직이 병적 상태에 빠지거나 붕괴되었을 가능성을 나타냈고 다이어트식이군은 정상군에 비하여도 각각 8%, 18%나 유의적으로 감소하여 다이어트식이가 GOT와 GPT 수치를 크게 감소시킨 것으로 나타났다.

γ-GTP는 정상군에 비하여 고지방식이군에서 583%로 유의적으로 증가하였고 다이어트식이군도 168%로 정상군에 비하여 유의적으로 높았다. 이는 다이어트식이군도 8주간 고지방식이에서 4주간 다이어트식이 급여로 γ-GTP의 수치가 떨어지기는 하였으나 4주간으로는 정상군의 값에 도달하지는 못한 것으로 보였다.

크레아틴은 정상군에 비하여 고지방식이군은 73%로 유의적으로 증가하였고 다이어트식이군은 39%나 유의적으로 감소하였다.

Kok 등[28]과 Levrat 등[29]은 비만쥐에게 이눌린의 보충급여는 LDL-콜레스테롤과 중성지방을 감소시킨다고 하였으며. Lee 등[30]은 폐경후 한국여성에게 12주간 이눌린을 보충한 결과 혈중 총콜레스테롤 농도, 동맥경화지수 및 LDL-/HDL-콜레스테롤 비가 감소한다고 보고하였다. Davidson 등[31]은 고지혈증 대상자에게 6주간 이눌린을 보충한 결과 혈중 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤이 감소하였으며 Jackson 등[32]의 연구에서도 8주간 비만쥐에게 이눌린의 보충 결과 혈중 중성지방 농도가 감소하였다. 또한 Fiordaliso 등[7]의 연구에서 실험쥐에게 FOS를 10% (w/w) 혼합한 식이를 공급할 때 대조군에 비하여 혈중중성지질, 인지질, 콜레스테롤이 유의적으로 감소하였다고 하였다. 한편 연잎의 경우, Shin 등[2]은 총콜레스테롤, 동맥경화지수, 중성지질은 낮추고 HDL-콜레스테롤을 증가시켜 연잎 섭취가 혈청의 콜레스테롤 및 중성지질 함량을 조절해주고 지질대사를 촉진한다고 하였다. Kim 등[10]의 고지방식이를 이용한 연잎실험에서도 혈중 총콜레스테롤의 감소, HDL-콜레스테롤의 약간 증가, 중성지방의 약간 감소의 보고와 항산화효과가 있는 것이 보고되었다. 쐐기풀의 경우 Petlevski 등[33]과 Bijan 등[11]은 인슐린 분비를 유도하여 혈당을 조절하며 이뇨효과로 신진대사를 개선시키며, Gulcan 등[23]은 콜레스테롤의 억제와 항산화작용을 하며, Costantine 등[34]은 쐐기풀 추출물의 급여가 GOT, GPT 수치를 감소시켜 간 손상을 예방한다고 하였다.

그리고 유칼립투스의 eukalyptol, flavonoids, pine resin, gerbstoff 등은 지방간개선, 고지혈증개선, 콜레스테롤개선과 항산화작용효과가 있다[13,14]고 하였다. 총콜레스테롤의 경우, 이눌린 투여 실험에 따라 다르나 총 콜레스테롤의 함량이 줄어드는 것으로 나타났으며,[28,29] 연잎에서도 총콜레스테롤함량을 떨어뜨리는 것으로 나타나고,[2] 유칼립투스의 콜레스테롤개선효과[13]도 보고되어 있다. 본 실험에서도 병합다이어트식이 급여는 총콜레스테롤함량이 유의적으로 떨어뜨리는 것에 효과적이었다고 생각되었다.

HDL-콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 함량의 경우, 다이어트식이 급여로 각각 증가와 감소가 나타나고 이들의 비도 증가하는 것으로 나타났는데 이것도 이눌린과 연잎이 함유된 병합다이어트식이 급여에 의해 더욱 효과적으로 차이를 보인 것으로 생각되었다. 또한 혈중 중성지방 함량의 경우도 같은 경우로 효과가 나타난 것으로 생각되었다.

혈당의 경우, 병합다이어트식이에 포함된 이눌린에 함유된 식이섬유와 혈당강화기능을 갖는 쐐기풀의 생리활성기능이 혈당강하와 다이어트효과를 나타낸 것으로 생각되었으며, 이와 같은 식이는 당뇨병에도 효과적일 것으로 생각되었다.

GPT, GOT, γ-GTP의 경우, 모두 간에 대한 것으로 병합다이어트식이 급여가 간 기능에 매우 효과적인 것으로 나타났다. 일반적으로 간 기능에 좋은 것은 항산화기능이 있으면 좋게 나타나는데 특히 γ-GTP의 경우 항산화제의 역할이 중요하다.[35] 그러므로 병합다이어트식이의 항산화제 기능이 있는 연잎과 유칼립투스의 생리활성기능이 GPT, GOT는 정상군이하, γ-GTP는 정상군에 가깝게 떨어뜨린 것으로 보였다. 크레아틴의 경우, 혈당강하의 이눌린,[7] 항비만의 연잎,[9] 이뇨작용의 쐐기풀[12]이 함유된 병합다이어트식이 급여로 크레아틴 농도가 떨어지는 것으로 보이며 근육량이 적어지고 제지방량도 감소되는 것으로 보였다.

따라서 본 실험에서 혈청 성분의 측정 결과 병합다이어트식

Table 5. Contents of total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-C/LDL-C ratio and triglyceride, in the livers of rats

Contents	Normal	HFF	DF
T-CHOL	1.38 ± 0.26	1.50 ± 0.42	0.50 ± 0.10[ab]
HDL-C	5.51 ± 0.31	6.00 ± 0.26	8.51 ± 0.27[ab]
LDL-C	9.31 ± 0.19	18.99 ± 2.28[a]	8.96 ± 0.27[b]
HDL-C/LDL-C	0.60 ± 0.05	0.36 ± 0.06[a]	0.96 ± 0.06[ab]
TG	160.75 ± 5.22	226.38 ± 11.22[a]	150.38 ± 5.98[b]

Values are Mean ± S.E
[1]a was significant different from normal group, $p < 0.05$
[2]b was significant different from high fat feed group, $p < 0.05$
[3]DF: high fat feed (8 weeks) + diet feed (4 weeks)
Abbreviations were the same as Table 3

이 급여는 고지방식이군에 비하여 4주 만에 총 콜레스테롤은 49%나, 중성지방은 63%나, 크레아틴은 102%나 감소시켰으며, 혈당은 62%나 감소시켰다. 그러므로 병합식이다이어트 급여는 고지방식이에 의해 나타나는 비정상적인 지방 축적 현상을 현저히 개선시켜 비만을 억제시켜 줄 수 있을 것으로 생각되며, 체내 지질대사를 정상적으로 조절하여 지방의 과잉흡수를 억제하여 비만으로 인한 만성질환의 발병을 지연시키는데 효과적일 것으로 기대되었다.

간장내 지질 성분 측정 결과. 8주 후 각각의 식이로 4주 급여하고 비만쥐의 간장 중 지질 함량을 측정하였다. 간장 중 지질 성분의 측정 결과와 비율은 Table 4 및 5와 같다. 간장 중 총 콜레스테롤은 정상군에 비하여 고지방식이군은 9% 증가하였으나 유의적인 차이가 없었으며 다이어트식이군은 64% 유의적으로 감소하였다. 본 실험에서 병합다이어트식이 급여로 간장중의 총콜레스테롤이 급격히 줄어든 것은 이들 병합식이가 다이어트와 건강에 매우 효과적인 것을 보여주는 것으로 생각된다.

간장 중 HDL-콜레스테롤 함량은 정상군에 비하여 고지방식이군은 9% 증가하였으나 유의적인 차이가 없었으며 다이어트식이군은 54%나 정상군에 비하여 유의적으로 증가하여 병합다이어트식이 급여가 건강에 매우 효과적인 것을 알았다.

LDL-콜레스테롤 함량은 정상군에 비하여 고지방식이군은 104%나 유의적으로 증가하였고, 다이어트식이군은 4%로 정상군과 유의적인 차이가 없었다. HDL-콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤의 비율은 정상군에 비하여 고지방식이군은 40% 유의적으로 감소하였고 다이어트식이군은 60% 유의적으로 증가하여 간장에서도 병합다이어트식이 급여가 좋은 것으로 생각되었다.

간장 중 중성지방의 함량은 정상군에 비하여 고지방식이군은 41% 유의적으로 증가하였고 다이어트식이군은 6% 감소하였다. 그러므로 다이어트식이가 간장내 중성지방 함량의 감소에 영향을 미치나 혈액보다는 그 효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 간장의 경우에도 혈액의 중성지방 감소결과와 같이 병합다이어트식이 급여가 효과적인 것으로 보였다.

Delzenne 등[36]은 이눌린이 간에서의 지방합성효소와 중성지방합성, 초저밀도지단백(very low-density lipoprotein, VLDL) 분비를 감소시키는 것을 보고하였다. Kim 등[10]과 Shin[8]의 연구에서는 돼지감자의 이눌린이 쥐의 간조직중의 콜레스테롤 수치를 효과적으로 낮추며, Shon 등[21]의 연구에서도 연잎 추출물은 간세포를 보호하며 DPPH free radical을 소거한다고 하였으며, Park[23]은 연근 에탄올 추출물이 알코올로 유도된 간독성을 보호하는 항산화효과가 있음을 보고하였다. 또한 Costantine 등[34]은 쐐기풀 추출물의 급여가 GOT, GPT 수치를 감소시켜 간 손상 예방을 한다고 하였다. Lee 등[24]은 유칼리나무의 수피에서 추출한 flavonoid 화합물은 쥐 간 microsome에 대한 지질과산화 억제 활성이 있음을 보고하였다.

본 실험에서는 병합다이어트식이가 비만흰쥐의 체중에서 정상군보다도 12주째 유의적으로 감소시키는 효과를 보였으며, 혈액에서도 총콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤의 정상화, LDL-콜레스테롤의 저하, 중성지방, 혈당치, GOT와 GPT를 정상군값 이하로 유지, γ-GTP를 감소시키는 효과를 나타냈다. 그리고 간장에서는 병합다이어트식이가 총콜레스테롤과 HDL-콜레스테롤을 각각 비약적으로 떨어뜨리고, 증가시켜, LDL-콜레스테롤, 중성지방과 포도당을 정상군 이하로 감소시켰다.

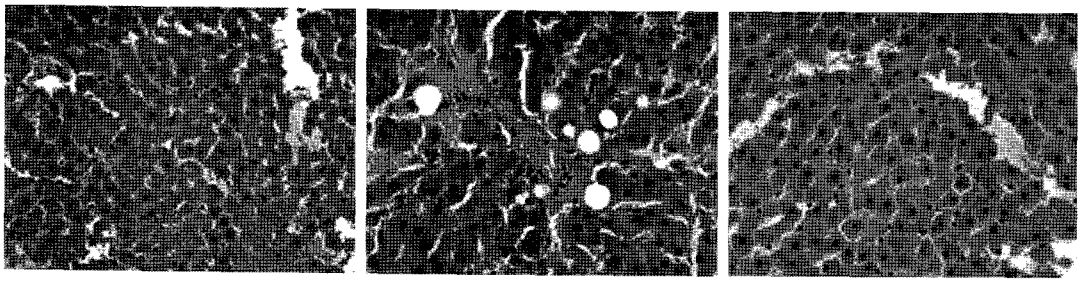
지금까지의 일부 연구되었던 비만쥐의 체중감소와 체내지질대사에 관련된 실험에 의하면 Ko[3]의 율무실험에서 5주간 투여시 유의한 차이가 없었으며, Kim[10]은 약 6주간 연잎의 경구투여시 체중변화가 없었으며, Lee[37]의 연구에서 7주간 청국장섭취는 모든 군에서 유의한 차이가 없었으며, Jeong[38]의 하고초(Prunellae Herba)식이는 10주째 감소하였다. 그리고 Kang[26]의 통마늘 건분은 8주째 감소하였다. 이들은 모두 본 실험의 고지방식이군과 같은 대조군과 비교시 체중이 떨어졌거나 같다는 의미이며, 본 실험과 같이 정상군에 비하여도 유의적으로 체중이 떨어진 보고는 없었다. 그러나 본 실험에서는 4주간 병합다이어트식이의 급여의 경우, 정상군보다 유의적으로 체중의 떨어지는 효과를 보였으며 지질대사에서도 뛰어난 다이어트효과를 보였다. 또한 이눌린의 콜레스테롤감소, 지방합성 효소조절, 중성지방과 VLDL합성 저하작용, 연잎의 총지질, 총콜레스테롤, 중성지방 함량의 저하작용 그리고 쐐기풀과 유칼립투스 항산화기능이 어우러져서 간장내의 지질을 정상화시키며 지방간을 개선시켜 정상 간으로 유도한 것으로 생각되었다.

간의 광학현미경 관찰 결과. 8주 후 각각의 식이로 4주 급여한 후 흰쥐의 간 조직의 형태학적 변화를 관찰하였다. 정상군의 간 조직(Fig. 2(a))은 그 표면에 윤기와 탄력성이 있었으며 간세포에서 세포질이나 세포핵 및 동양모세혈관(sinusoidal

Table 6. Ratio of total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-C/LDL-C ratio and triglyceride in the livers of rats

	T-CHOL	HDL-C	LDL-C	HDL-C/LDL-C	TG
HFF:Normal	1.09:1.00	1.09:1.00	2.04:1.00	0.60:1.00	1.41:1.00
DF:Normal	0.36:1.00	1.54:1.00	0.96:1.00	1.60:1.00	0.94:1.00

Abbreviations were the same as Table 3



(a) (b) (c)

Fig. 2. Micrographs of liver tissues in rats, hematoxylin and eosin stain (H & stain, ×400). (a) Normal, (b) HFF, (c) DF. Abbreviations were the same as Table 1.

capillary) 등에 병리학적인 변화가 관찰되지 않았으며 간세포대의 배열도 규칙적이었다. 고지방식이군의 간조직(Fig. 2(b))의 표면은 심한 지방침착으로 윤기와 탄력성이 정상군에 비해 떨어져 보이며 간조직의 지방변성(fatty degeneration)과 간문맥(hepatic portal vein)에 염증세포의 침윤현상을 보였다. 다이어트식이군의 간 조직은(Fig. 2(c))은 고지방식이군에 비해 세포질내의 지방변성이 거의 관찰되지 않았고 정상군과 같은 정상소견을 나타내어 전체적으로는 정상군보다 더 좋은 모양을 나타내었다. 또한 고지방식이군은 혈액과 간에서 콜레스테롤, 중성지방 등의 함량이 모두 정상군에 비하여 유의적으로 증가하였는데 간의 광학현미경사진에서도 지방간을 보였다. 이것은 고지방식이가 체내 전체에 영향을 미친 결과로 보였다. 한편 다이어트식이군의 간 조직은 정상군보다도 더 좋은 건강한 모양을 보였는데, 이것은 병합다이어트식이의 급여를 통하여 4주 만에 간장내 콜레스테롤, 중성지방의 함량을 유의적으로 감소시킨 결과로 생각되었다.

본 실험에서는 돼지감자의 이눌린의 탄수화물대사 조절 및 혈당강하효과, 연잎의 콜레스테롤 및 중성지방 함량 조절과 지질대사를 촉진, 쐐기풀의 이뇨효과로 인한 신진대사개선과 유칼립투스의 항산화효과로 인한 지방간개선으로 인하여 병합다이어트식이 급여가 체중을 줄이는 것은 물론 간 조직 내의 지방축적을 억제하고 간 손상을 예방할 수 있어 다이어트에 더욱 효과적이었다고 생각하였다. 따라서 본 병합다이어트식이는 비만치료에 매우 효과적인 것을 알 수 있었다.

초 록

돼지감자의 이눌린, 연잎분말, 허브의 쐐기풀분말과 유칼립투스 잎의 분말 중 다이어트 예비실험에서 4가지 모두 병합 급여한 것이 가장 효과적으로 나타나 이들의 병합급여가 다이어트에 얼마나 효과적인가를 조사하였다. 200 g 전후의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 고지방식이로 8주간 사육하여 비만을 유도한 후, 병합다이어트식이 급여로 4주간 급여하여 다이어트효과를 보았다. 총 12주 사육 후 체중, 혈액 그리고 간의 체내 지질대사와 관련된 인자들 조사하고 간의 조직학적 변화를 광학현미경으로 보았다. Sprague-Dawley 계 수컷 흰쥐의 8주 동안의 체중 변화량은 정상군에 비교하여 고지방식이로 인하여 고지방식이군과 다이어트식이군은 증가하였고 그후 4주 동안의 체중 변화량은 정상군과 고지방식이군은 계속 증가한데에 비해 병합다이어트식이군은 8주간 고지방식이로 유도한 후 다이어트식이 급여 3주 후에 정상군의 체중 정도로 감소되었으며, 4주 후에는 정상군보다 체중이 유의적으로 감소하였으며 식이효율도 유의적으로 떨어졌다. 혈액의 생화학적 분석 결과에서 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 혈당, 중성지방, GOT, GPT, γ-GTP과 creatine은 고지방식이군에서 유의적 증가를 나타내었고 다이어트식이군은 정상군과 비교하여 GPT, γ-GTP과 creatine를 제외하고 유의적인 차이가 없었다.

간장의 생화학적 분석 결과에서도 고지방식이군의 지질 함량은 정상식이군에 비하여 LDL-콜레스테롤과 중성지방은 유의적으로 증가하고, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤은 유의적인 차이가 없었으나 다이어트식이군에서는 정상군과 비교하여 HDL-콜레스테롤은 증가하고 총 콜레스테롤은 유의적으로 떨어지고 LDL-콜레스테롤과 중성지방의 경우 유의적인 차이가 없었다. 또한 광학현미경을 통하여 간의 조직학적 변화와 미세구조 변화를 관찰한 결과 고지방식이군에서는 간세포들의 체적증가와 간정맥 주변부 간세포들의 심한 지방변성이 관찰되었다. 그러나 다이어트식이군은 정상군과 마찬가지로 병합식이를 통해 간조직은 간세포에서 세포질이나 세포핵 및 동양모세혈관등에 병리학적인 변화가 관찰되지 않았으며 간세포대의 배열도 규칙적이었다. 따라서 돼지감자의 이눌린, 연잎분말, 허브의 쐐기풀분말 및 유칼립투스 잎의 분말을 사용한 병합다이어트식이 급여가 비정상적인 지방 축적으로 인한 비만을 효과적으로 예방하고 개선할 수 있는 것으로 나타났다.

Key words: 이눌린, 연잎, 쐐기풀, 유칼립투스, 비만, 다이어트, 대사질환

참고문헌

1. Albert, J. S. and Thomas, A. W. (1996) Psychological aspects of sever obesity. *Am. J. Clink. Nout.* **55**, 524-532.
2. Shin, M. K. and Han, S. H. (2006) Effects of Lotus (*Nelumbo Nucifera Gaertner*) leaf powder on lipid concentrations in rats fed high fat diet rats. *Korean Food Culture* **21**, 202-208.
3. Ko, D. U. (2004) Effect of Job's tears on the Obesity range of rat. Ph.D. Thesis, Graduate School of Yongin University.
4. Ziyyat, A., Legssyer, A., Mekhfi, H., Dassouli, A., Serhrouchni,

M. and Benjelloun, W. (1997) Phytotherapy of hypertension and diabetes in oriental Morocco. *J. Ethnopharmacol.* **58**, 45-54.
5. Hidaka, H., Eida, T., Takizawa, T., Tokunga, T. and Tashiro, T. (1980) Purification and characterization of sucrose-sucrose 1-fructosyltransferase from the root of asparagus. *Agric. Biochem.* **44**, 603-614.
6. Pyoral, K., Laakso, M. and Uusitupa, M. (1987) Diabetes and andatherosclerosisb an epidemiological view. *Diabetes Metab. Rev.* **3**, 463-524.
7. Fiordaliso, M., Kok. N., Desager, J. P., Goethals, F., Deboyser, D., Marcel, R. and Nathalie, D. (1995) Dietary oligofructose lowers triglycrides phospholipids and cholesterol in serum and very low density lipoproteins of rats. *Lipids.* **30**, 163-167.
8. Shin, H. K. (1998) Development of new functional materials from inulin of chicory and jerualem artichoke. Ministry of Science & Technology. 41-57.
9. Margret, W. (1999) Phyto therapie. Urban & Fischer. pp. 324-326.
10. Kim, S. B,, Rho, S. B., Rhyu, D. Y. and Kim, D. W. (2005) Effect of *Nelumbo nucifera* leaves on hyperlipidemic and atherosclerotic bio F1B hamster. *Korean J. Pharmacogn.* **36**, 229-234.
11. Bijan, F., Ahmadvand, D., Vardasbi, S., Majin, F. J. and Khaghani, S. H. (2003) Induction of *Urtica dioica* leave extract in perifused Islets of Langerhans and its *in vivo* effects in normal and streptozotocin diabetic rats. *J. Ethnopharmacol.* **89**, 47-53.
12. Glucan, A., Esra, K., Abdullah, E., Erdem, Y., and Ismail, K. (2001) An tihypercholesterolaemic and antioxidant activity assessment of some plants used as remedy in Turkish folk medicine. *J. Ethnopharmacol.* **107**, 418-423.
13. Pahlow, M. (2005) Das grosse buch der Heilpflanzen. GU (Gräfe und Unzer). pp. 373-375.
14. Fujiwara, R., Komori, T., Noda, Y., Kuraoka, T., Shibata, H., Shizuya, K., Miyahara, S., Ohmori, M., Nomura, J. and Yokoyama, M. M. (1998) Effects of a longterm inhalation of fragrances on the stress-indued immunsuppression in mice. *Neuro-immunomodulation.* **5**, 318-322.
15. Kim, J. H. (2003) Formulation of oral preparation for poorly soluble silymarin with improved bioavailability. Ph.D. Thesis, Graduate School of Chungang University.
16. Lee, J. K. (2002) A study on effect of mentha arvensis Linne var. piperascens malinvaud, Crataegus pinnatifida Bunge, Ganoderma lucidum Fr. Karst, and Coriolus versicolor water extract on the growth of latic acid bacteria. Ph.D. Thesis, Graduate School of Dongguk University.
17. Suk, J. H., Kim, M. K., Ju, J. W., Han, J. S. and Park, J. H. (2006) The effect of green tea polyphenol on plasma glucose, lipid levels and antioxidant systems in type 2 diabetic patients. *Korean Diabetes Association.* **30**, 217-225.
18. Yoon, K. H. (2004) A study of effects of β-glucan and the stress-induced damage in Vivo. Ph.D. Thesis, Graduate School of Konkuk University.
19. SAS. (1987) 'SAS series package, SAS Institute Inc., Cary.
20. Kim, M. H., Jang, S. Y. and Lee, Y. S. (2006) Effect of dietary fat and genistein on the metabolism and antioxidant activity in hyperlipidemic male rats induced high fat diet. *The Korean Nutrition society.* **39**, 100-108.
21. Shon, D. H., Kim, Y. C., Oh, E. J., Park, X. L. and Lee, B. H. (2003) Hapatoprotective and free radical scavenging effects of *Nelumbo nucifera. Phytomedicine.* **10**, 165-169.
22. Hwang, E. S. (2006) Screening of oriental medicine extracts on radical scavenging effect and antibacterial activity against the pathogens of periodontal disease and bioactive flavone from Nelumbo nucifera Leaves. Ph.D. Thesis, Graduate school of Soonchunhyang university.
23. Park, S. Y. (2006) A Study on the biological activity and comsumption of Lotus Root(Nelumbo nucifera Gaertn). Ph.D. Thesis, Graduate school of Chosun University.
24. Lee, I. K., Yun, B. S., Kim, J. P., Chung, S. H., Shin, G. S. and Yoo, I. D. (1998) Anti-oxidative compounds isolated from the stem bark of eucalyptus globulus. *Kor. J. Pharmacogn.* **29**, 163-168.
25. Lee, J. S., Yeom, T. R. and Shin, H. K. (1998) Effects of jerusalem artichoke and chicory on lipid metabolism in rats. *The Korean Nutrition Society.* **31**, 13-20.
26. Kang, Y. J. (2006) Effect of dried powders and juice powders of garlic flesh on body weight and lipid metabolism in induced obese 9-month-old rats. Ph.D. Thesis, Graduate School of Ewha Womans University.
27. Kim, E. S. and Kim, M. Y. (1999) Effets of dried leaf powders and etanol extracts of persimmon, greentea and pine neddle on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutrition.* **32**, 337-352.
28. Kok, N., Roberfroid, M., Robe, A. and Elzenne, N. (1996) Involvement of lipogenesis in the lower VLDL secretion induced by oligofructose in rats. *Br. J. Nutr.* **76**, 881-890.
29. Levrat, M. A., Remesy, C. and Demigne, C. (1991) High propionic acid fermentations and mineral accumulation in the cecum of rats adapted to different levels of inulin. *J. Nutr.* **121**, 1730-1737.
30. Lee, E. Y., Kim, Y. Y., Jang, K. H., Kang, S. A. and Choue, R. W. (2004) The effect of inulin supple-mentation on blood lipid levels, and fecal excretion of bile acid and neutral sterol in Korean postmenopausal woman. *The Korean Nutrition Society.* **37**, 352-363.
31. Davison, M. H., Maki, K. C., Synecki, C., Tomi, S. A. and Drennan, K. B. (1998) Effects of dietary inulin on serum lipids in men and woment with hypercholesterolemia. *Nutr. Res.* **18**, 503-517.
32. Jackson, K. G., Taylor, G. R., Clohessy, A. M. and Williams, C. M. (1999) The effect of the daily intake of inulin on fasting lipid, insulin and glucose concentrations in middle-aged men and women. *Br. J. Nutr.* **82**, 23-30.
33. Petlevski, R., Hadzija, M., Slijepcevic, M. and Juretic, D. (2001) Effect of 'antidiabetis' herbal preparation on serum glucose and fructosamine in NOD mice. *J. Ethnopharmacology.* **75**, 181-184.
34. Constantine, F., Daher Karmen, G. and George, M. (2006) Effect of Urtica dioica extract intake upon blood lipid profile in the rats. *Fitoterapia.* **77**, 183-188
35. Mun, J. H. (2004) The risk factors of Metabolic syndrome and the association between Metabolic syndrome and γ-GPT. Ph.D.

Thesis, Graduate School of Chungang University.
36. Delzenne, N. and Kok, N. (1997) Effect of non-digestible fermentable carbohydrates on blood lipids and gastrointestinal symptoms in healthy females. *Br. J. Nutr.* **78**, 215-222.
37. Lee, H. K. (2005) Effect of Chungkukjang intake on lipid metabolism and immunity in obese rats. Ph.D. Thesis, Graduate School of Yongin University.
38. Jeong, B. U. (2002) Effects of Prunellae Herba extract on obesity and lipid metabolism in high fat diet rats. Ph.D. Thesis, Graduate School of Dongguk University.