

가르시니아 캄보지아 추출물함유 육류용 딥소스가 고지방식이 섭취 흰쥐의 지방축적 및 체중감량에 미치는 영향

강은실 · 황정석 · 김민화¹ · 김혜정² · 이창권¹ · 서한극*

건국대학교 동물생명공학과, ¹몽고식품주식회사, ²경상대학교 의학전문대학원 약리학

Effect of *Garcinia cambogia* Extract-containing Dip-sauce for Meat on Lipid Accumulation and Body Weight Reduction in Rats Fed High-fat Diet

Eun Sil Kang, Jung Seok Hwang, Min-Hwa Kim¹, Hye Jung Kim², Chang-Kwon Lee¹, and Han Geuk Seo*

Department of Animal Biotechnology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

¹Mong-Go Foods Co., Ltd., Changwon 641-847, Korea

²Department of Pharmacology, Gyeongsang National University School of Medicine, Jinju 660-701, Korea

Abstract

Obesity, the leading metabolic disease, is a prevalent health problem in industrialized countries and is closely associated with coronary heart disease, hypertension, diabetes, and even cancer. In this study, we investigated the effects of dip-sauce for meat containing *Garcinia cambogia* extract (GC) on the lipid accumulation and body weight reduction in rats fed high-fat diet for three months. Eighteen Sprague Dawley male rats of five-week-old were randomly assigned to one of three groups; normal chew diet (NCD) group, high-fat diet plus GC-noncontaining dip-sauce (HFD) group, and HFD plus GC-containing dip-sauce (HFD+GC) group. Co-administration of GC-containing dip-sauce (5 g/kg body weight/day) with HFD significantly attenuated cumulative body weight gain, compared with NCD or HFD groups. Both epididymal and perirenal fat pad weights in the HFD plus GC group were significantly lower than those of HFD or NCD groups. Administration of GC-containing dip-sauce also resulted in significant reduction in the serum levels of total cholesterol, total lipid, and triglyceride, compared with NCD or HFD groups. Thus, GC-containing dip-sauce confers beneficial effects to pathological states associated with metabolic disorder via its anti-obesity and lipid lowering properties.

Key words: anti-obesity, *Garcinia cambogia*, lipid accumulation, high-fat diet

서 론

2008년 세계보건기구(WHO)보고서에 의하면 전세계 인구 중, 20세 이상의 성인 14억 명이 과체중(BMI \geq 25 kg/m²)이며 이 중 약 3억명의 여성들과 약 2억명의 남성들이 비만(BMI \geq 30 kg/m²)인구로 분류되고 있다(WHO, 2006). 즉 전세계 성인 인구의 10명 중 1명 이상은 비만일 정도로 비만인구의 증가세는 세계적인 문제로 각인되고 있고, 2010년 조사에 따르면 5세 이하의 어린이도 약 4천만명 이상이 과체중인 것으로 보고되고 있다(WHO, 2012). 한국에서는 1998년 20세 이상 성인의 전체 비만 유병률은 26.0%(남자 25.1%, 여자 26.2%)이던 것이 2009년 31.3%(남자 35.8%,

여자 26.0%)로 증가하였고, 소아청소년(2-18세)비만 유병률도 1998년 8.5%에서 2009년 9.1%로 증가하였으며, 이 중 청소년(12-18세)의 비만 유병률이 전체의 11.3%로 20세 이하의 소아청소년의 비만 증가 또한 문제시되고 있다(MHW, 2010). 이러한 비만은 대사장애를 일으키는 중요한 인자로서 심혈관 및 뇌혈관 질환, 당뇨, 근골격계 질환, 일부에서는 암을 발생시켜 사망에 이르게 하는 것으로 알려져 있다(Sallis *et al.*, 2012). 따라서, 비만으로 야기되는 재정적 부담과 인명 손실은 동서양, 성별, 사회적 지위와 관계없이 급속도로 확산되는 추세이다(Kim *et al.*, 2005). 따라서, 초기에 비만을 줄이기 위한 시도로, 식이 조절을 통한 열량 섭취의 감소에 초점을 맞추었으나, 최근에는 특정 영양소나 물질에 의한 비만조절효능에 관심이 집중되고 있다(Kim *et al.*, 2009; Lee *et al.*, 2009; Park *et al.*, 2005; Park *et al.*, 2009; Saito *et al.*, 2005).

가르시니아(*Garcinia*)는 Guttiferae과에 속하는 관목으로

*Corresponding author: Han Geuk Seo, Department of Animal Biotechnology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea. Tel: 82-2-450-0428, Fax: 82-2-455-1044, E-mail: hgseo@konkuk.ac.kr

xanthone을 포함한 다양한 생리활성물질이 분리되었으나, 가르시니아 캄보지아(*Garcinia cambogia*)의 껍질에서(-)-hydroxycitric acid가 추출되면서 많은 연구자들의 주목을 받기 시작하였다(Jena *et al.*, 2002; Vander *et al.*, 2001). (-)-Hydroxycitric acid는 citrate lyase의 강력한 저해제로 탄수화물이 지방으로 합성되는 것을 억제하여 체지방 감소에 도움을 주는 건강기능식품으로서의 기능이 명시되어 있으며(KFDA, 2010), 다양한 비만 모델 동물 및 사람에서의 임상 실험에서 지방 축적을 억제하는 사실이 입증되었다(Jena *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2004; Park *et al.*, 2005; Rincny and Tucek, 1982; Saito *et al.*, 2005; Vander *et al.*, 2001). 실제로 높은 농도의 (-)-hydroxycitric acid는 Zucker 비만 쥐의 지방축적을 효과적으로 억제하였으나, 고환 수축과 같은 독성효과도 보고되어지고 있다(Saito *et al.*, 2005). 하지만, 최근의 연구에 의하면 (-)-hydroxycitric acid를 고농도로 투여해도 인체에 무해하고(Gatta *et al.*, 2009; Márquez *et al.*, 2012), (-)-hydroxycitric acid를 주원료로 사용한 영양제 또한 인체에 안전하다는 연구결과가 보고되어지고 있다(Soni *et al.*, 2004). 한편, 국내에서는 가르시니아 캄보지아 추출물을 체중 조절용 식품에 부원료로서 최소량(5% 이하를 사용하여야 하나 1일 섭취량 6g을 초과할 수 없다)을 사용하여야 한다고 건강기능식품 공전에 등재되어 있다(KFDA, 2010). 이러한 가르시니아 캄보지아 추출물은 현재 건강보조식품으로 사용되고 있으며, 최근에는 다양한 체중조절용 기능성 식품에 첨가하는 추세가 증가하는 경향을 보이고 있다(KHIDI, 2012).

국내 소스시장은 지난해 기준으로 약 1,260억원의 규모로, 이 중에서 스파게티소스, 굴소스, 머스타드소스, 스테이크소스, 핫소스 등의 양식 소스는 약 960억원, 돼지갈비양념, 소불고기양념 등의 한식 소스시장은 300억원 정도의 매출을 보이고 있다(KRI, 2011). 이러한 소스들은 천연 혹은 유기농과 같은 고급 재료를 사용하여 고급화를 추구한 프리미엄 소스의 시장확대가 증가되는 추세를 보이고 있으나, 대부분의 소스들을 육류와 같이 섭취하게 됨으로써 비만을 초래할 가능성이 대두되고 있다. 하지만 육류섭취에 기인한 비만을 같이 섭취하는 소스를 이용하여 억제하고자 하는 항비만 딥소스의 개발에 대한 시도는 아직까지 이루어지지 않고 있는 실정이다.

따라서, 육류섭취시 항비만 효과가 있는 가르시니아 캄보지아 추출물이 첨가된 항비만 딥소스가 육류섭취에 기인한 비만 및 지방축적에 미치는 영향을 알아보고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

항비만 소스 제조

항비만 소스의 제조는 6개월간 자연발효·숙성한 양조

간장 원액 35%, 유자착즙액 12%, 항비만 기능성 천연물소재로 건강기능식품 원료로 시판되고 있는 가르시니아 캄보지아 추출물[60% (-)-hydroxycitric acid 함유]2%를 첨가한 후, 소스로서의 기호성을 높이기 위해 사과식초 10%, 액상과당 10%, 식염 2%를 첨가하여 제품의 최종염도를 5%로 조정한 후, 93°C에서 30분간 살균·여과 후 제품의 보존성을 높이기 위해 주정 3%를 첨가하여 제조하였다. 본 소스의 항비만 기능성 성분인 (-)-hydroxycitric acid의 첨가량은 1,200 mg/100 mL로서 최종농도는 1.2%로 조정하였다.

실험동물의 사육 및 식이

실험동물은 Sprague Dawley계 5주령 웅성 흰쥐 18마리를 섀타코(Korea)에서 구입하였으며, 사료는 Table 1과 같은 조성으로 피드랩(Korea)에서 구입한 것을 사용하여 1주

Table 1. Compositions of the experimental diet

	Normal chew diet		High-fat diet	
	g%	Kcal	g%	Kcal
Protein	20	21	24	20
Carbohydrate	66	68	41	35
Fat	5	12	24	45
Ingredient				
Casein (from milk)	200	800	200	800
Corn Starch	150	60	155.036	620
Sucrose	500	2000	50	200
Dextrose	0	0	132	528
Cellulose	50	0	50	0
Soybean Oil	0	0	25	225
Corn Oil	50	450	0	0
Lard	0	0	175	1575
Mineral Mixture ¹⁾	35	0	35	0
Vitamin Mixture ²⁾	10	40	10	40
TBHQ	0	0	0.014	0
DL-Methionine	3	12	0	0
L-Cysteine	0	0	3	12
Choline Bitartrate	2.0	0	2.5	0
Total	1000	3902	837.6	4000

¹⁾AIN-76 Mineral Mixture: g/kg of mix: calcium phosphatate dibasic 500; sodium chloride 74; potassium citrate H₂O 220; potassium sulfate 52; magnesium oxide 24; manganous carbonate 3.5; ferric citrate 6; zinc carbonate 1.6; cupric carbonate 0.3; potassium iodate 0.01; sodium selenite 0.01; chromium potassium sulfate 12H₂O 0.55; powdered sucrose 118.03.

²⁾AIN-76 Vitamin Mixture: g/kg of mix: thiamine HCl 0.6; riboflavin 0.6; pyridoxine HCl 0.7; Niacin 3; calcium pantothenate 1.6; folic acid 0.2; biotin 0.02; vitamin B₁₂ (0.1%) 1; vitamin A palmitate (500,000 IU/g) 0.8; vitamin B₃ (400,000 IU/g) 0.25; vitamin E acetate (500 IU/g) 10; menadione sodium bisulfite 0.08; powdered sucrose 981.15.

일 동안 기본식이(Normal chew diet; NCD)로 안정화시킨 후에 6마리씩 3군으로 나누어 90일간 사육하였다. 대조군에는 NCD를 기반으로 주 1일에 3회 식염수를 매회 5 g/kg body weight로 경구투여 하였다. 고지방식이(High-fat diet) + 가르시니아 캄보지아 추출물 (GC)-비함유 소스군(HFD)은 45% 지방이 함유된 고지방 식이를 기반으로 주 3회 육류용 딥소스를 매회 5 g/kg body weight로 경구투여 하였다. HFD+GC-함유 육류용 딥소스군(HFD+GC)은 HFD를 기반으로 주 3회 2% 가르시니아 캄보지아 추출물이 포함된 소스를 매회 5 g/kg body weight로 경구투여 하였다. 이 기간 동안 식이 및 음수는 자율급여 하였다.

체중 변화 및 사료 섭취량 조사

실험군을 NCD, HFD, HFD+GC군으로 나누어 일주일에 3번 위의 체중 변화를 측정하였다. 또한, 매일 전일 섭취한 사료를 측정하여 사료 섭취량을 기록하였다. 식이효율(food efficiency ratio: FER)은 실험기간 동안의 식이섭취량(food intake, g/d)을 실험기간 동안의 1일 체중 증가량(body weight gain, g/d)으로 나누어 측정하였다. HFD의 경우 산패가 일어나는 것을 방지하기 위하여 매일 신선한 사료를 급여하였다.

사료의 채취 및 혈청지질성분의 분석

90일 경과 후, 실험동물은 Zoletil 2.5 mL(250 mg/mL, Virbac Animal Health, France)과 Rompun 1 mL(23.3 mg/mL, Bayer Korea, Korea)을 섞어 cocktail을 만들어 0.6 mL/kg body weight로 근육주사하여 마취시켰다. 개복실험을 하기 전 12시간 절식시킨 흰쥐를 개복한 후, 내장지방의 분포를 확인하였으며, 혈청 지질성분 분석을 위해 직접 심장에서 혈액을 채취하여 SST tube에 조심스레 흘려 넣은 다음 가볍게 inverting 후 실온에서 30분간 정치시켰다. 1,000 g로 10분간 원심 분리 후 상등액인 혈청만을 eppendorf tube에 회수하여 -80°C에 보관한 후 total cholesterol, triglyceride, total lipid 분석에 이용하였다.

내장지방조직의 분석

각 실험군의 체내에 축적된 지방조직의 무게를 조사하기 위해 부고환주위 지방(epididymal fat)과 신장주변 지방(perirenal fat)을 적출하여 phosphate buffered saline (PBS)로 세척하고 조직에 남아있는 물기를 제거한 다음 중량을 측정하였다.

통계처리

실험결과는 평균값과 표준오차로 나타내었으며, 통계처리는 SAS(Statistical Analysis System, Ver. 9.2, SAS Institute Inc., USA)를 이용하여 one-way ANOVA 분석을 실시한 후 Duncan's multiple range test로 유의성을 $p < 0.05$ 수준에서

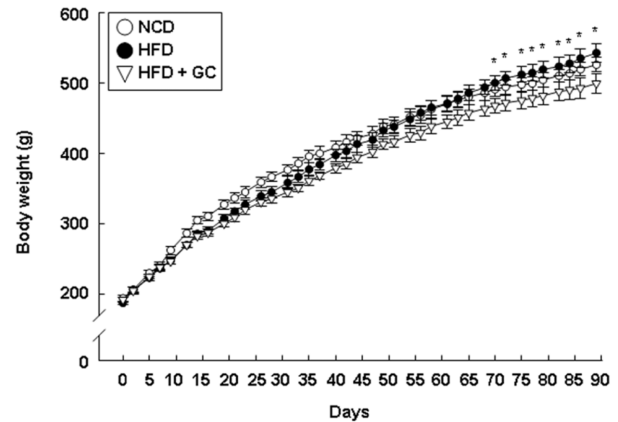


Fig. 1. Body weight gain of rats fed experimental diets for 90 days. Vertical columns represent the means \pm SEM (n=5). * $p < 0.05$ compared with the HFD+GC group.

검증하였다.

결과 및 고찰

비만모델 실험동물의 구축 및 가르시니아 캄보지아 추출물-함유 육류용 딥소스 투여에 따른 체중 변화 조사

NCD, HFD, HFD+GC군으로 나누어 90일간 각 군의 체중변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. NCD군 및 HFD군에서 지속적인 체중증가가 관찰되었고, NCD군과 비교하여 HFD군에서의 체중이 약 60일을 전후하여 크게 증가하고 있는 양상을 보여주었다. 이와는 대조적으로, HFD+GC군의 체중이 HFD군과 비교하여 식이 70일경부터 유의하게 체중 증가가 둔화되는 결과로부터 가르시니아 캄보지아 추출물이 첨가된 육류용 딥소스의 항비만 효과가 관찰되었다.

식이에 따른 체중 증가량의 변화는 HFD군에서 90일간 355 ± 10.88 g으로 가장 높은 체중 증가를 나타내었고, 다음으로 NCD군이 331.7 ± 10.06 g, HFD+GC군이 306.7 ± 11.74 g의 체중 변화를 나타내었다(Table 2). 사료 섭취량(Food intake)에서는 HFD군 및 NCD군에 비하여 HFD+GC군에서 유의하게 감소하였으나, 체중 증가량을 사료 섭취량으로 나눈 사료 효율에 있어서는 세 구간에 통계학적인 유의차는 보이지 않았다(Table 2). 이상의 연구 결과로부터 HFD+GC군의 쥐는 고지방 사료로 식이하였음에도 체중 증가량이 HFD군에 비하여 유의하게 낮은 것을 확인할 수 있었으며, 또한 NCD군보다 낮은 체중 증가량을 보인 것으로부터 항비만 육류용 딥소스가 육류 섭취와 같은 고지방 식이뿐만 아니라, 일반 식이에서도 유용하게 사용될 수 있는 가능성을 시사하는 연구결과가 도출되었다.

비만모델 실험동물에서 가르시니아 캄보지아 추출물이 첨가된 육류용 딥소스의 내장 지방조직의 축적에 대한 효과 해부학적으로 내장지방의 축적 정도를 가늠하는 척도로

Table 2. Body weight gain of rats fed experimental diets for 90 days

	NCD	HFD	HFD+GC
Initial body weight (g)	194.2±4.73	187.5±2.14	192.5±3.59
Final body weight (g)	525.8±10.13 ^a	542.5±12.63 ^b	499.2±14.40 ^c
Body weight gain (g/90 days)	331.7±10.06 ^a	355.0±10.88 ^b	306.7±11.74 ^c
Feed intake (g/day)	18.5±0.36 ^a	18.7±0.20 ^a	17.4±0.27 ^b
Feed efficiency ratio ¹⁾	17.9±0.45	19.0±0.54	17.6±0.67

Each value is the mean±SEM (n=5).

^{a,b,c}Means in row with superscripts without a common letter different, $p<0.05$.

¹⁾as described in the materials and methods.

이용되고 있는 부고환 주위 지방(epididymal fat)조직의 무게를 척도로 내장지방의 축적 정도를 살펴본 결과, NCD군의 무게(9.6±0.14 g)에 비하여 HFD군의 부고환 주위 지방의 무게(13.5±0.83 g)가 유의하게 증가하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 고지방 식이에 의한 부고환 주위 지방의 무게 증가가 HFD+GC군에서는 유의하게(10.9±0.93 g) 감소되고 있음을 확인할 수 있었다(Fig. 2A). 한편, 또 다른 내장지방의 축적 정도를 가늠하는 척도로 이용되고 있는 신장주위 지방(perirenal fat)조직을 적출하여 그 무게를 살펴본 결과에서도 NCD군의 무게(11.2±0.16 g)에 비하여 HFD군의 신장주위 지방 조직의 무게(15.4±0.63 g)가 유의

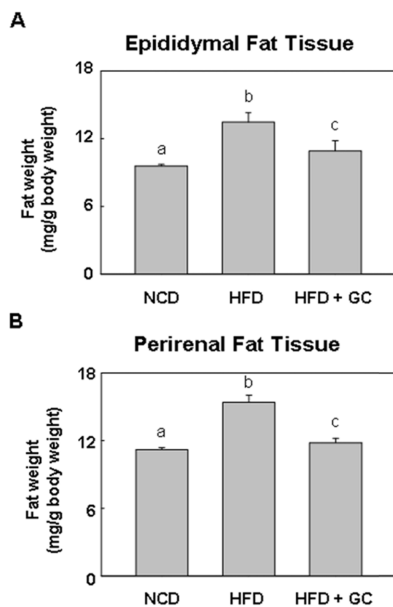


Fig. 2. Visceral fat weights of rats fed experimental diets for 90 days. Vertical columns represent the means±SEM (n=5). ^{a,b,c}Means not sharing a common superscript are significantly different ($p<0.05$).

Table 3. Plasma levels of total cholesterol, triacylglycerol, total lipid in HFD-induced obese rat with or without *Garcinia*-containing dip-sauce for meat

	NCD	HFD	HFD+GC
Total cholesterol (mg/dL)	61.7±2.20 ^a	68.5±2.83 ^b	56.3±1.41 ^c
Triglyceride (mg/dL)	27.2±1.74 ^a	59.3±5.85 ^b	16.7±2.67 ^c
Total lipid (mg/dL)	267.7±13.46 ^a	308.0±20.83 ^b	220.8±11.77 ^c

Each value is the mean±SEM (n=6).

^{a,b,c}Means in row with superscripts without a common letter different, $p<0.05$.

하게 증가하고 있는 것을 확인할 수 있었으나, HFD+GC군에서는 유의하게(11.8±0.40 g) 억제되고 있음을 확인할 수 있었다(Fig. 2B). 이상의 결과들은 가르시니아 캄보지아 추출물이 복강 내 내장지방의 축적을 억제함으로써 항비만 효과를 나타내고 있음을 시사하였다.

비만모델 실험동물에서 가르시니아 캄보지아 추출물-첨가 육류용 딥소스의 혈중 지질 조성변화에 대한 효과

90일간 NCD군, HFD군, HFD+GC군으로 나누어 실험을 수행한 쥐의 혈청중의 지질성분의 분석을 수행하였다. Table 3에 나타난 바와 같이 혈청 중의 total cholesterol, triglyceride, total lipid의 함량은 NCD군에 비하여 HFD군에서 유의하게 증가하는 양상을 나타내었다. 이렇게 고지방식에 의해 증가된 혈청 지질성분들은 HFD+GC군에서 통계학적으로 유의하게 감소되었으며, NCD군과 비교하여도 유의한 연구결과가 도출되었다. 특히 total lipid 함량에 대한 가르시니아 캄보지아 추출물의 효과가 가장 현저하게 나타난 연구결과로부터 가르시니아 캄보지아 추출물이 혈중 지질성분의 저하에 뛰어난 효과가 있음이 시사되었다.

요 약

본 연구의 목적은 가르시니아 캄보지아 추출물이 함유된 육류용 딥소스의 항비만 효과를 동물실험을 통하여 검증하기 위하여 고지방 식이로 유도한 비만 쥐의 체중 및 지방조직의 변화, 혈중 지질성분의 변화를 5주령 흰쥐 18마리를 정상식이에 식염수 투여군(NCD), 고지방 식이에 가르시니아 캄보지아 추출물-비함유 육류용 딥소스 투여군(HFD), 고지방 식이에 2% 가르시니아 캄보지아 추출물-함유 육류용 딥소스 투여군(HFD+GC)으로 나누어 90일 간 실시하였다. HFD군의 흰쥐에서의 체중 증가가 가장 두드러지게 나타났고, 이러한 체중증가는 HFD+GC군의 흰쥐에서 유의하게 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 개복 후 부고환 및 신장주위 지방 조직을 적출하여 무게를 확인한 결과에서도 HFD+GC군의 흰쥐에서 지방의 무게가 유의하게 감

소된 것을 확인할 수 있었다. 또한, 혈청 중의 지질성분인 total cholesterol, triglycerol, total lipid의 함량이 다른 식이 군에 비해 유의하게 감소한 결과도 HFD+GC군에서 확인할 수 있었다. 이상의 결과들은 가르시니아 캄보지아 추출물이 비만 유도 실험 모델 쥐에서 비만과 관련된 각종 지표들을 억제함으로써 항비만 효과를 나타내고 있음을 확인할 수 있었고, 이러한 효과는 가르시니아 캄보지아 추출물이 함유된 육류용 딥소스를 비만을 유발할 수 있는 음식과 동시에 섭취하여도 효과가 있음이 시사되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 차세대 바이오그린21사업(PJ009613) 및 중소기업청 2011년도 산학연공동기술개발사업 (No. 000-47768)에 의하여 수행되었으며, 이에 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

- Gatta, B., Zuberbuehler, C., Arnold, M., Aubert, R., Langhans, W., and Chapelot, D. (2009) Acute effects of pharmacological modifications of fatty acid metabolism on human satiety. *Br. J. Nutr.* **101**, 867-1877.
- Jena, B. S., Jayaprakasha, G. K., Singh, R. P., and Sakariah, K. K. (2002) Chemistry and biochemistry of (-)-hydroxycitric acid from garcinia. *J. Agric. Food Chem.* **50**, 10-22.
- Kim, S. M., Seo, K. I., Park K. W., Jeong, Y. K., Cho, Y. S., Kim, M. J., Kim, E., and Lee M. K. (2009) Effects of crude saponins from soybean cake on body weight and glucose tolerance in high-fat induced obese mice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **38**, 39-46.
- Kim, Y. H., Yoo, J. Y., Lee, E. G., Kim, K. B., Jo, D. H., and Hwang, J. Y. (2004) Effects of a dietary supplement consisting of *Phaseolus vulgaris* and *Garcinia cambogia* (HCA) on the lipid level and body weight. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 518-522.
- Kim, Y. J., Jun, H.-S., Park, I. S., Kim, M., Lee, J., Lee, K., and Park, T. (2005) Effect of treadmill exercise training and dietary intake of *Garcinia cambogia* extract. Soy peptide and L-carnitine mixture on body weight reduction in rats fed high-fat diet. *Korean Nutr. Soc.* **38**, 626-636.
- Korea Food and Drug Administration (KFDA). (2010) Health Functional Food Code. Available from http://hfoodi.kfda.go.kr/data/pds_view.jsp?sfield=&skey=null&pageStr=&intIdx=368&cateIdx=69&categoryCode=18 Accessed Oct. 19, 2010.
- Korea Health Industry Development Institute (KHIDI). (2012) KHIDI Brief Vol. 40. Available from http://khiss.go.kr/board/bbs_read.jsp?tname=MINBOARD358&bbsid=B304&bbs_seq=273&jkey=BBS_TITLE&jword=%B1%E2%B4%C9%BC%BA&pg=1&htxt_code=126159043522110395215101107611485&wj_vcs= Accessed Sep. 17, 2012.
- Korea Restaurant Industry (KRI). (2011) Trend of Food Restaurant Industry. No. 704. Available from http://www.foodbank.co.kr/news/view.php?cat_name=%BB%EA%BE%F7%B5%BF%C7%E2&secIndex=29287&page=7§ion=001003&back=I&cat_sel= Accessed Aug. 12, 2011.
- Lee, J. J., Shin, H. D., Lee, Y. M., Kim, A. R., and Lee, M. Y. (2009) Effects of broccoli sprouts on cholesterol-lowering and anti-obesity effects in rats fed high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **38**, 309-318.
- Márquez, F., Babio, N., Bulló, M., and Salas-Salvadó, J. (2012) Evaluation of the safety and efficacy of hydroxycitric acid or *Garcinia cambogia* extracts in humans. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **52**, 585-594.
- Ministry of Health and Welfare (2010) Korea Health Statistics 2010: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-1). Available from http://www.bokjiro.go.kr/data/statueView.do?board_sid=297&data_sid=5771475. Accessed May. 2, 2012.
- Park, H. J., Lee, E. J., Kim, J., Kim J. Y., Kwan, O., and Kim, M. K. (2009) Effect of leucine intake on body weight reduction in rats fed high fat diet. *Korean J. Nutr.* **42**, 714-722.
- Park, J. Y. and Kim M. K. (2005) Effects of feeding *Garcinia cambogia* extract (HCA) and/or L-carnitine and exercise on body weight in rats. *Korean J. Nutr.* **38**, 637-648.
- Riciný, J. and Tucek, S. (1982) Acetyl coenzyme A and acetylcholine in slices of rat caudate nucleie incubated with (-)-hydroxycitrate, citrate and EGTA. *J. Neurochem.* **39**, 668-673.
- Saito, M., Ueno, M., Ogino, S., Kubo, K., Nagata, J., and Takeuchi, M. (2005) High dose of *Garcinia cambogia* is effective in suppressing fat accumulation in developing male Zucker obese rats, but highly toxic to the testis. *Food Chem. Toxicol.* **43**, 411-419.
- Sallis, J. F., Floyd, M. F., Rodríguez, D. A., and Saelens, B. E. (2012) Role of built environments in physical activity, obesity, and cardiovascular disease. *Circulation* **125**, 729-737.
- Soni, M. G., Burdock, G. A., Preuss, H. G., Stohs, S. J., Ohia, S. E., and Bagchi, D. (2004) Safety assessment of (-)-hydroxycitric acid and Super CitriMax[®], a novel calcium/potassium salt. *Food Chem. Toxicol.* **42**, 1513-1529.
- Vander, A., Shennan, J., and Luciano, D. (2001) Human Physiology: The mechanism of body function. 8th ed, McGraw-Hill, NY, pp.572-573.
- World Health Organization (2006) Obesity and overweight. Fact sheet No. 311. Available from: http://www.mclveganway.org.uk/Publications/WHO_Obesity_and_overweight.pdf. Accessed Sep. 2006.
- World Health Organization (2012) Obesity and overweight. Fact sheet No. 311. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>. Accessed May. 2012.

(Received 2013.1.22/Revised 2013.3.6/Accepted 2013.3.25)