

강황 발효액이 고지방 섭취 흰쥐의 비만에 미치는 효과

양철영¹ · 조미진² · 이치호^{2*}

¹을지대학교 보건산업대학, ²건국대학교 동물생명과학대학

Effects of Fermented Turmeric Extracts on the Obesity in Rats Fed a High-Fat Diet

Cheul-Young Yang¹, Mi-Jin Cho² and Chi-Ho Lee^{2*}

¹College of Health Industry, Eulji University, 212 Yangji-dong, Sujung-gu, Seongam-si, Gyeonggi-do, 461-713, Korea

²Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, College of Animal Bioscience & Technology, Konkuk University, 1 Hwayang-dong, Gwangjin-gu, Seoul, 143-701, Korea

ABSTRACT

This study was designed to investigate the effects of fermented turmeric extract on body weight, abdominal fat mass and biochemical markers related to obesity in rats fed high fat diet. Turmeric and brown sugar was equally mixed and fermented for one year. Wistar rats (weighing about 125 g (15 rats)) were divided into three groups: high fat diet (20.9%) and brown sugar 7.2% (HFD), turmeric powder in replace of corn starch 12.8%, brown sugar 7.2% (TP), fermented turmeric powder 20% (FTP) for four weeks. The final body weight was about 425g. The retroperitoneal fat weights in TP group showed the tendency to decrease regardless of feed intake in the rats. Serum levels of total cholesterol and LDL-cholesterol in the FTP group showed the lowering tendency than those of the HFD group ($p < 0.05$). Serum levels of leptin, adiponectin and aspartate aminotransferase (AST) in the FTP group was significantly ($p < 0.05$) lower than that of the HFD group, and serum level of tumor necrosis factor- α (TNF- α) in all the groups were similar. These results suggest that fermented turmeric extract might be effective to prevent obesity in rats fed high fat diet.

(Key words : Fermented turmeric, Rats, Obesity, Leptin, AST)

서 론

선진국 중에서 비만률이 가장 높은 미국의 경우, 성인의 약 30% 이상이 비만이라고 보고되어 있고 약 60% 정도는 비만을 포함함과 체중으로 알려졌다(Ezzati et al, 2006; CDC, 2008). 비만의 증가는 선진국에서의 문제뿐만 아니라 이제는 전세계적으로 공중보건을 위협하는 심각한 문제점으로 인식되어져 오고 있다. 비만은 일반적으로 과식에 의해 에너지대사의 균형에 이상이 발생하면서 내분비계의 혼란 및 면역 이상과 염증을 일으켜, 고지혈증, 관상동맥심장질환 및 제2형 당뇨병 등의 대사증후군의 복잡한 질병상태에 위험인자로서 중요한 역할을 하고 있다(Despres and Lemieux, 2006; Hotamisligik, 2006). 비만은 체내 지방세포 숫자의 증대와 크기가 확대됨에 따라 비이상적으로 내장지방이 축적됨으로써 진행되는데, 이에 대해 많은 연구자들은 체중과 내장지방의 축적을 줄이기 위한 치료제로 합성 또는 천연소재로부터 찾으려고 노력해오고 있다.

강황(*Curcuma longa L.*)은 생강과에 속하는 다년생 초본식물로, 원산지는 인도와 중국 등으로 고온 다습한 남아시아 지역에서 자생하고 있다. 인도 등지에서는 예로부터 뿌리와 줄기의 껍질을 벗겨서 익힌 후 건조시키고 분말화하여 식품첨가물, 향신료 및 착색료 등으로 사용되어 오고 있다(Ryu et al. 2005a; Chi and Kim, 1983). 또한 강황 분말 및 추출물은 주로 카레의 원료 성분으로 첨가하여 이용되고 있지만, 최근엔 간질환 예방 및 치료용 생약 조성물 등의 기능성식품의 원재료로도 활용가능성이 제시되고 있다. 또한 일본의 경우 숙취 제거용 드링크제로 최근 시판되어 소비자로부터 각광받고 있다. 우리나라에서도 강황은 이담작용, 이뇨작용, 위액분비촉진에 효과적인 민간치료제로 이용되어 왔다(Kim, 2006). 강황의 주요 약효성분인 커큐민은 동물실험과 역학조사 등으로 항암작용, 항산화작용, 항염작용, 해독기능, 간 기능 개선효과, 항바이러스, 암세포 증식과 관련한 혈관 신생억제 작용, 콜레스테롤의 생합성에 관여하는 squalene synthase 억제 작용 또는 간의 콜레스테롤 저해효과가 있다고 알려졌다(Aggarwal et al, 2007;

* Corresponding author : Chi-Ho Lee, Ph.D. Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea. Tel: +82-2-450-3681, Fax: +82-2-453-1948, E-mail: leech@konkuk.ac.kr

Kim, 2006; Kang et al, 1998; Ryu et al, 2005b; Amon and Wahl, 1991; Gupta and Ghash, 1999; Mazumber et al, 1995; Choi et al, 2003; Lee et al, 1990). 또한 최근의 연구에 의하면 커큐민은 지방세포의 분화 및 동물실험에서도 비만 억제효과가 있다고 보고 되어 있다(Lee and Jun, 2009; Asai and Miyazawa, 2001). 이는 커큐민이 주로 지방세포의 분화와 기능저하에 관련된 PPAR γ 및 C/EBP α 의 발현 억제와 관련이 있다고 알려졌다(Ejaz et al, 2009). 또한 비만이 유도된 동물모델에서 비만과 관련된 염증 및 인슐린 감수성을 증가시켰다고도 보고되고 있다(Weisberg et al, 2008). 하지만, 강황 및 커큐민의 다양한 기능성에도 불구하고 강황 특유의 냄새와 맛 때문에 소비자의 기호에 적합하지 않아 산업적 실용화가 어려운 실정이다(Kim, 2006). 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 발효 강황의 연구가 대두되고 있는데, 최근에 김 등(Kim et al, 2008a)은, 강황 농축액에 흑설탕과 흑국균을 혼합하여 발효시킨 강황은 원래의 쓴맛이 제거되었다 하였고 더 나아가 발효에 의해 이로운 유기산이 다량 생성되어 체내 흡수가 빨라지고 체질에 따른 부작용 및 알레르기 반응이 최소화 되었다고 보고하고 있다.

따라서 본 연구에서는 발효 강황의 기능성식품의 산업소재로 이용가능성을 알아보고자 강황에 흑설탕을 첨가하여 자연 발효시킨 발효 강황이 고지방식을 급여한 흰쥐에 있어서 비만에 미치는 영향에 관한 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

1. 시료의 준비와 시료 내 일반성분 및 유리당 함량 분석

시료인 발효 강황은 전라남도 해남에서 구입한 생 강황과 흑설탕(CJ제일제당, 서울)을 동일비율로 섞어 실내에서 12개월간 자연 발효시켜 만든 발효액을 동결 건조시켜 분말화하여 사용하였다. 분말화시키기 전의 발효 강황 발효액의 일반성분은 AOAC 분석법(AOAC, 2005)으로 측정하였다. 한편, 유리당 함량은 생 강황과 흑설탕을 12개월간 자연 숙성시킨 발효 강황 발효액 0.5 g을 정확히 취하여 100 mL 플라스크에 증류수 25 mL를 가하여 용해하고 아세토니트릴로 50 mL 정용하였다. 그 다음 vortex를 이용하여 충분히 혼합한 후, 0.45 μ m membrane filter (Millicell CM, Millipore, Bedford, MA, USA)로 여과하여 HPLC용 시험용액으로 하였다. 표준 유리당은 sucrose, glucose, fructose, maltose와 lactose를 사용하였다. 시험용액 분석량은 10 μ L로 하였다. 유리당 함량 분석을 위한 HPLC 분석조건은 Table 1에 나타내었다.

2. 실험동물 및 식이

실험동물은 5주령(100~150 g)의 Wistar계 수컷 흰쥐 15마리를(쥬오리엔트바이오, 성남) 구입하여 1주일 간 적응시킨 후 사용하

Table 1. The operation conditions of HPLC for the quantitative analysis of free sugar

Items	HPLC condition
Instrument	Agilent 1200series, Wilmington, Delaware, USA
Column	Asahipak-NH ₂ P-50 (4.6 × 250 nm)
Mobile phase	Acetonitrile : H ₂ O = 70 : 30 (v/v)
Flow rate	800 μ L/min
Detector	RI

였다. 흰쥐는, 온도 23 \pm 2 $^{\circ}$ C, 습도 60 \pm 5%, 12시간 주기로 명암이 유지되는 동물실험실에서 사용하였다. 식이 조성 및 동물실험군의 분류는 Table 2에 표시하였다. 각 군별 5마리의 흰쥐를 사용하였다. 실험군은 21%의 고지방식이에 7.2%의 흑설탕을 급여한 대조군(HFD)과 HFD군에서 옥수수전분의 일부분을 강황분말 12.8%로 대체한 강황처리군(TP군), 그리고 21%의 고지방식이에 발효 강황 농축분말을 20% 첨가한 발효 강황 처리군(FTP군)으로 나누어 4주간 사용하였다. 물과 사료는 충분한 양을 공급하였다. 본 동물실험은 건국대학교 동물실험윤리위원회의 승인을 거쳐 진행하였다.

Table 2. Composition of experimental diets (g/kg)

Composition	Group		
	HFD	TP	FTP
Casein	239	239	239
Corn starch	171	43	43
Lard	209	209	209
Dextrose	158	158	158
Cellulose	60	60	60
Soybean oil	30	30	30
Mineral mixture	42	42	42
Vitamin mixture	12	12	12
Tertiary butylhydroquinone	0.017	0.017	0.017
L-cystine	4	4	4
Choline bitartrate	3	3	3
Black sugar	72	72	—
Turmeric powder	—	128	—
Fermented turmeric powder	—	—	200
Total	1000	1000	1000

3. 체중, 사료섭취량 및 식이효율 측정

강황과 발효 강황에 따른 식이에 의한 흰쥐의 체중 변화를 알아보기 위해 일주일 간격으로 체중을 측정하였다. 사료 섭취량은 매일 일정시간에 측정된 후 전날 급여량에서 다음날 잔여량을 뺀 값으로 구하였다. 식이효율은 4주간의 총 사료섭취량에 대한 체중 증가량의 비로 계산하였다.

4. 실험동물의 혈액 및 장기 채취

흰쥐의 혈액 채취는 12시간 간 절식시킨 흰쥐를 디에틸에테르로 마취한 후 개복하여 주사기로 복대정맥에서 채혈하였으며, 채혈 후 실온에서 30분간 방치한 뒤 3,000 rpm에서 15분간 원심 분리하였다. 그 다음 상등액을 취하여 혈청을 분리하였다. 또한 채혈 후 간, 신장, 비장, 맹장 및 지방조직을 채취하여 간, 신장 및 비장은 생리 식염수로 혈액을 씻은 후, 맹장과 지방조직은 생리식염수 처리없이 중량을 측정하였다. 혈청과 간은 분석 전까지 -80°C 에 보관하였다.

5. 혈청의 지질 및 병리지표 분석

혈청 분석은 자동생화학분석기인 Hitachi 7080 (Hitachi, Tokyo, Japan)을 이용하여 총 콜레스테롤 (total cholesterol), 고밀도 지질 단백질 콜레스테롤 (high density lipoprotein cholesterol, HDL)과 저밀도 지질단백 콜레스테롤 (low density lipoprotein cholesterol, LDL), 중성지방 (triglyceride, TG), AST (aspartate aminotransferase: GOT) 및 ALT (alanine aminotransferase: GPT)의 농도를 측정하였다.

6. 혈청의 아디포넥틴, 렙틴 및 TNF- α 분석

아디포넥틴, 렙틴 및 TNF- α 를 측정하기 위하여 혈액에서 분리한 혈청을 이용하여 분석하였다. 아디포넥틴과 렙틴은 ELISA 키트 (Millipore Co., Billerica, MA, USA)를 사용하여 혈청에서 각각 함량을 측정하였다. 그리고 TNF- α 도 ELISA 키트 (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, Ma, USA)를 사용하여 농도를 측정하였다.

7. 간 조직의 중성지방 및 총 콜레스테롤 분석

간 조직 중의 중성지방은 중성지방 측정용 키트 (Asan Pharm, Seoul, Korea), 총 콜레스테롤 함량은 총 콜레스테롤 측정용 키트 (Asan Pharm, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다. 간 조직 내의 지질의 추출 및 분석은 Folch 등의 방법 (Folch et al, 1957)을 수정, 보완하여 측정하였다. 분석방법을 간단히 설명하면, 먼저 간 조직 0.5 g을 잘게 자른 후 10 mL의 Folch 용액 (chloroform: methanol, 2:1, v/v)을 첨가하여 지질을 추출, 여과한 다음 0.5%

H_2SO_4 3 mL를 첨가하여 분별깔대기에서 분리하였다. 분리된 하층을 모아 Folch 용액을 재 첨가하여 총량이 10 mL이 되도록 맞춘 후, 이 추출액 10 μL 를 취해 중성지방 분석에 이용하였다. 또한 간 조직의 콜레스테롤 분석은 10 mL 용액 중 50 μL 을 새로운 tube에 넣어 하루 밤 동안 실온에서 건조시킨 후 50 μL Triton X-100/chloroform 혼합용액 (1:1, v/v)을 첨가하여 vortex하고 다시 chloroform 450 μL 을 넣어 총 500 μL 가 되게 희석하여 사용하였다. 이들 추출액 10 μL 를 각각 실온에서 건조시킨 후 키트의 효소 시약 1.5 mL를 넣고 37°C 항온수조에서 10분간 반응시켜 발색시킨 후, 중성지방은 550 nm에서, 콜레스테롤은 500 nm에서 분광광도계를 이용하여 각각 측정하였다.

8. 통계분석

실험결과는 평균치와 표준편차를 표시하였다. 각 실험군 간의 유의성 검정은 SAS (SAS Institute, Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석하였으며, 평균 간의 유의성 검정은 Fisher의 least significant difference (LSD) test를 이용하여 95%의 수준에서 유의적인 차이를 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분 및 유리당 함량

발효 강황 발효액의 일반성분을 분석한 결과는 다음 Table 3과 같다. 주성분은 수분과 탄수화물로서 62.9%와 36.2%의 비율을 차지했다. 미량성분으로는 조회분, 조단백, 조지방이었으며, 조섬유는 검출되지 않았다. 강황 발효액의 유리당을 HPLC로 분석한 결과는 sucrose, glucose 및 fructose 순으로 각각 21.2%, 9.8%, 5.0%가 검출되었으며 maltose와 lactose는 검출되지 않았다. 총 유리당의 함량은 36.2%이었다. 이처럼 발효 강황에 들어있는 유리당의 함량은 발효를 가능하게 함으로써 사료나 식품에 이용하는데 매우 중요한 것으로 판단된다. 김 등 (Kim et al, 2008a)은 강황 농축액에 흑설탕과 흑국균을 혼합하여 발효한 강황에서 원래 쓴맛이 제거되었다고 보고하였다.

2. 체중, 사료섭취량 및 식이효율

실험군에 실험식을 급여하는 4주 동안의 체중의 변화, 총 사료 섭취량, 총 에너지 섭취량, 식이효율을 측정된 결과를 Table 4에 나타내었다. 체중의 변화, 총 사료 섭취량, 에너지 섭취량과 식이효율은 유의적인 차이가 없었다. 이와 같이 강황과 발효 강황 섭취군은 체중의 증가와 사료섭취량, 식이효율에는 직접적인 영향을 나타내지 않았다. 본 결과는 김 (Kim, 2006)의 연구에서 Sprague-Dawley 계 랫트에 울금 추출물을 4-40 mg/kg으로 7일 동안 섭취하였으며, 약간의 증가를 나타내었으나 대조군과 유의할 만한 체중

Table 3. Proximate composition of fermented turmeric solution

Composition	Content (%)
Moisture	62.9
Ash	0.7
Crude protein	0.2
Crude fat	0.3
Carbohydrate	36.2

변화는 없었다는 보고와 유사하다.

3. 장기무게

강황과 발효 강황의 급여에 따른 신장주위 지방, 고환주위 지방, 간, 비장, 신장, 맹장의 무게는 Table 5에 나타내었다. 신장주위 지방은 HFD군에 비하여 TP군, FTP군 모두 감소하는 경향이었고, 고환주위 지방은 HFD군에 비하여 TP군과 FTP군의 유의차는 없었다. 신장, 간, 비장 및 맹장의 무게는 각 그룹사이에 유의차가 없었다. Ejaz 등 (Ejaz et al, 2009)의 연구에서는 고지방식을 먹인 그룹과 고지방식이와 쥐의 체중 1 kg당 500 mg의 커큐민을 투여한 그룹으로 나누었고, 12주 후에 커큐민을 투여받은 그룹이 체중과

지방중량의 증가가 적었으며, 지방조직의 미소혈관의 밀도도 작은 것으로 밝혀졌다. 커큐민은 지방대사 효과와 지방조직의 혈관형성 작용을 억제함으로써 체지방 증가를 억제한다. 이와 같은 결과로 보아 발효 강황의 급여가 지방의 감소 경향에 영향을 주었다고 사료되었다.

4. 혈청 지질 및 병리지표

강황과 발효 강황의 급여에 따른 혈청 중 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, TG, AST 및 ALT의 농도를 측정 한 결과는 Table 6과 같다. 혈청 지질 중 총 콜레스테롤과 Non-HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, TG는 HFD군에 비하여 TP군, FTP군이 모두 감소하는 경향을 나타내었고, HDL-콜레스테롤은 변화가 없었다. 그리고 간 손상 지표인 혈청의 AST는 HFD군에 비하여 FTP군이 유의적으로 ($P < 0.05$) 감소하였고, ALT는 유의차가 없었다. 김 등 (Kim et al, 2008b)은 고 콜레스테롤혈증 흰 쥐에서 울금 추출물이 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤은 유의적으로 감소시키지만 HDL-콜레스테롤에는 변화가 없었으며, 강 등 (Kang et al, 2009)은 20% 고지방 식이로 유도된 흰쥐에서 발효 울금 및 울금이 LDL-콜레스테롤은 유의하게 감소하였으며, HDL-콜레스테롤 농도는 유의적으로 증가하였다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 23.9% 고지방 식이로 유도된 흰쥐에서 발효 강황의 경우 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤을 감소경향을 보여 혈중 지

Table 4. Body weight gain, food intake and tissue weight of rat fed HFD, TP and FTP diets for 4 weeks

	HFD	TP	FTP
Body weight gain (g)	205 ± 37 ^{NS}	194 ± 19	200 ± 13
Total food intake (g)	536 ± 69 ^{NS}	514 ± 50	522 ± 25
Total energy intake (kcal)	2420 ± 116 ^{NS}	2552 ± 121	2548 ± 12
Food efficiency ratio (%)	0.38 ± 0.05 ^{NS}	0.38 ± 0.03	0.38 ± 0.01

All the value are mean ± S.D. ^{a, b} superscripts which have different letters are significantly different ($P < 0.05$). ^{NS} : Not Significant.

Table 5. Liver, spleen, kidney, cecum, epididymal fat and retroperitoneal fat weights in rats fed HFD, TP or FTP diet for 4 weeks

	HFD	TP	FTP
Liver (g)	10.1 ± 0.9 ^{NS}	10.9 ± 1.1	10.5 ± 0.7
Spleen (g)	0.86 ± 0.05 ^{NS}	0.90 ± 0.10	0.87 ± 0.11
Kidney (g)	2.30 ± 0.23 ^a	2.55 ± 0.11 ^{ab}	2.59 ± 0.25 ^b
Cecum (g)	3.93 ± 0.78 ^{NS}	4.19 ± 0.61	4.56 ± 0.65
Epididymal fat (g)	7.62 ± 2.20 ^{NS}	6.81 ± 2.09	7.37 ± 1.07
Retroperitoneal fat (g)	6.76 ± 3.07 ^{NS}	5.16 ± 0.70	5.74 ± 1.26

All the value are mean ± S.D. ^{a, b} superscripts which have different letters are significantly different ($P < 0.05$). ^{NS} : Not Significant

Table 6. Serum cholesterol, triglyceride, ALT and AST concentrations in rats fed a HFD, TP or FTP diet for 4 weeks

	HFD	TP	FTP
Total Cholesterol (mg/dL)	86.6 ± 11.7 ^{NS}	80.8 ± 8.2	79.4 ± 4.2
HDL-Cholesterol (mg/dL)	28.6 ± 2.7 ^{NS}	28.8 ± 1.9	28.0 ± 1.8
Non-HDL-Cholesterol (mg/dL)	58.0 ± 9.2 ^{NS}	52.0 ± 6.6	51.4 ± 3.4
LDL-Cholesterol (mg/dL)	10.3 ± 3.7 ^{NS}	7.6 ± 2.0	7.7 ± 1.9
Triglyceride (mg/dL)	109.0 ± 71.4 ^{NS}	63.4 ± 17.3	72.8 ± 18.7
ALT (IU/L)	46.3 ± 16.1 ^{NS}	46.4 ± 10.3	45.0 ± 6.1
AST (IU/L)	118 ± 10 ^a	114 ± 25 ^a	87 ± 19 ^b

All the value are mean ± S.D. ^{a,b} superscripts which have different letters are significantly different ($P < 0.05$)., ^{NS} : Not Significant.

질 함량의 개선효과가 뛰어난 것으로 관찰되었지만, 강황의 경우에는 효과가 없었다.

5. 혈청 아디포넥틴, 렙틴 및 TNF-α

실험군들의 혈청 중 아디포넥틴과 렙틴 및 TNF-α을 측정된 결과를 각각 Fig. 1에 나타내었다. 혈청 중 아디포넥틴은 HFD군에 비하여 FTP군이 유의적으로 ($P < 0.05$) 감소하였다. 지방세포에서 분비되는 물질 중의 한가지인 아디포넥틴은 지방세포 분화과정에서 발현이 증가되어 지방세포에 특이적으로 발현되며 (Scherer et al, 1995) 일반적으로 비만일 경우 혈중 아디포넥틴은 높은 수치를 나타낸다. 또한 아디포넥틴은 근육과 간 조직에서 인슐린 감수성을 증가시키고 지방의 산화에도 관련되어 있다고 보고되고 있다 (Wiecek et al, 2002). 본 연구에서는 특이하게도 HFD군의 아디포넥틴이 유의적으로 감소하였는데 그 원인에 대해서는 아직 확인하기 어려우나, *Salacia reticulata* 수용성 추출물과 cyclodextrin의 혼합물을 고지방식이를 먹인 쥐에게 급여했을 때 내장 지방 중량이 감소

하면서 아디포넥틴 농도가 감소하였다는 Eriko 등 (Eriko et al, 2006)의 연구와 동일한 결과를 보였다.

렙틴 농도의 감소는 체지방의 감소와 관련되어 있기 때문에 (Dirlewanger et al, 1999) 지방량이 감소함에 따라 렙틴의 농도 또한 유의하게 감소하였다고 하였다. 이와 같은 결과로 혈청 중 렙틴 농도는 HFD군에 비하여 FTP군이 유의적으로 ($P < 0.05$) 감소하였다. 한편, TNF-α는 염증성 사이토카인으로 심혈관계 질환과 관련되어 있는데 (Berg and Scherer, 2005; Wilson et al, 2006) 본 연구에서는 유의적으로 HFD군에 비하여 FTP군이 감소하였다.

6. 간 조직의 총 콜레스테롤 및 중성지방

고지방식이와 함께 강황과 발효 강황을 4주간 급여한 흰쥐의 간 조직 중 총 콜레스테롤과 중성지방의 농도는 Fig. 2에 나타냈다. 간 조직 총 콜레스테롤은 HFD군에 비하여 TP군이 증가하였고, FTP군은 감소하는 경향이였다. 그리고 중성지방은 HFD군에 비하

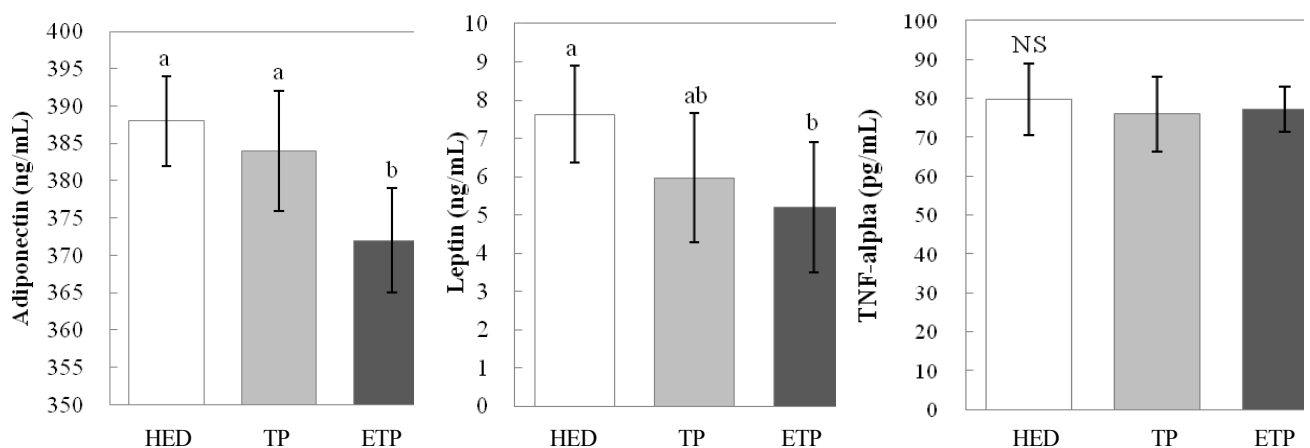


Fig. 1. Serum adiponectin, leptin and TNF-alpha concentrations in rats fed a HFD, TP or FTP diet for 4 weeks. ^{a,b} superscripts which have different letters are significantly different ($P < 0.05$). ^{NS} : Not Significant.

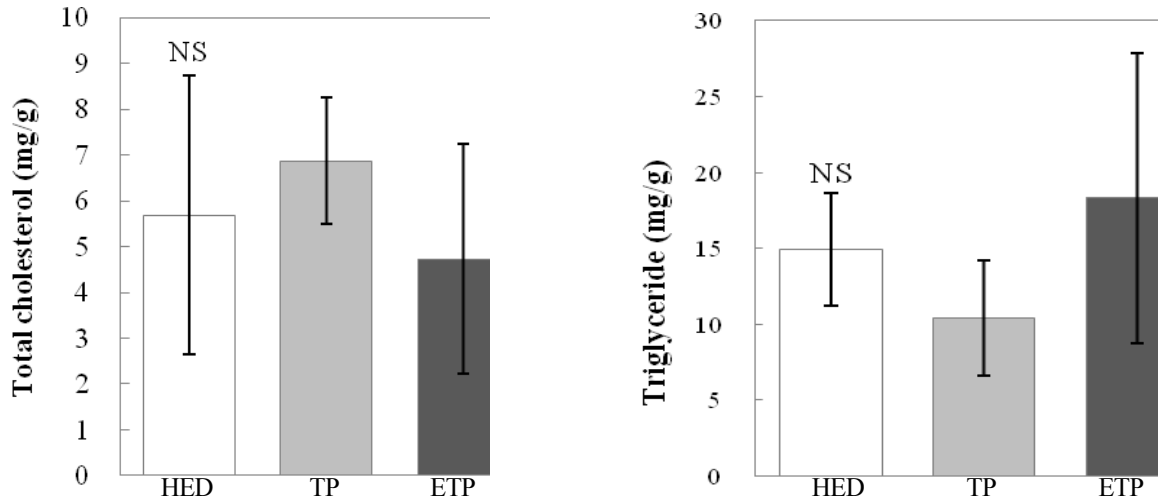


Fig. 2. Hepatic cholesterol and triglyceride concentrations in rats fed a HFD, TP or FTP diet for 4 weeks. ^{a, b} superscripts which have different letters are significantly different ($P < 0.05$). ^{NS} : Not Significant.

여 FTP군이 증가하는 경향이였다. 본 연구 결과에서 고지방 식이로 인하여 간 조직 중 중성지방 함량이 증가한 경향은 고지방 식이로 인한 간의 중성지방 축적으로 간에서 만들어진 VLDL이 혈장으로 방출되지 못한 것(Liu et al, 1995)으로 보였으며, 간 조직에서의 지질대사 감소는 효과가 없었다.

요 약

본 실험에서는 발효 강황 발효액의 급여가 내장지방과 혈청지질에 미치는 효과를 살펴보고자 수행하였다. 강황과 흑설탕을 동일 비율로 혼합하여 12개월간 숙성 발효하였다. 발효액은 HPLC를 이용해 발효 후 유리당의 함량을 분석하였다. 동물실험은 총 3군으로 일반 대조군에는 고지방사료와 흑설탕 7.2%(HFD), 처리군에는 고지방 사료에 흑설탕 7.2%와 강황 12.8%(TP), 고지방 사료에 분말화한 발효 강황 20%(FTP)을 첨가한 배합사료를 4주간 급여하였다. 혈청지질에서 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤은 HFD군에 비하여 모두 감소하는 경향이였다. 혈청 중 아디포넥틴과 렘틴은 HFD군에 비해서 FTP군이 유의적으로 낮았으며($P < 0.05$), TNF- α 은 HFD군에 비해서 FTP군이 감소하였다. 또한 간 손상 지표인 혈청의 AST는 HFD군에 비해서 FTP군이 감소하였다. 이를 통해 발효 강황 발효액은 발효 전보다 발효 후에 고지방식을 투여한 흰쥐에 있어서 비만을 억제할 수 있는 가능성이 있는 것으로 사료되었다.

(주제어: 발효강황, 비만, 흰쥐, 콜레스테롤, 렘틴)

감사의 글

본 논문은 2009학년도 을지대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

Aggarwal, B. B., Sundaram, C., Malani, M. and Ichikawa, H. 2007. Curcumin: The Indian solid gold. In the molecular targets and therapeutic uses of Curcumin in health and disease (ed by B. B. Aggarwal, Y- J. Surh, S. Shishodia). Springer Publishing Company. NewYork. pp. 1-76.

Amon, H. P. T. and Wahl, M. A. 1991. Pharmacology of Curcuma longa. *Planta Med.* 57:1-7.

AOAC. 2005. Official methods analysis 18th ed. Association of official analytical chemists Washington D.C. USA. pp. 125-132.

Asai, A. and Miyazawa, T. 2001. Dietary curcuminoids prevent high-fat diet-induced lipid accumulation in rat liver and epididymal adipose tissue. *J. Nutr.* 131:2932-2935.

Berg, A. H. and Scherer, P. E. 2005. Adipose tissue, inflammation, and cardiovascular disease. *Circ. Res.* 96:939-949.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2008. Cancer prevention and control.

Chi, H. J. and Kim, H. S. 1983. Curcumin content of cultivated Tumeric in Korea. *Korean J. Pharmacol.* 14:67-69.

Choi, S. W., Yang, J. S., Lee, H. S., Kim, D. S., Bae, D. H. and Yu, J. H. 2003. Characterization of squalene synthase inhibitor isolated from Curcuma longa. *Korean J. Food Sci. Technol.*

35:297-301.

- Despres, J. P. and Lemieux, I. 2006. Abdominal obesity and metabolic syndrome. *Nature* 444:881-887.
- Dirlewanger, M., Di Vetta, V., Giusti, V., Schneider, P., Jequier, E. and Tappy, L. 1999. Effect of moderate physical activity on plasma leptin concentration in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 79:331-335.
- Ejaz, A., Wu, D., Kwan, P. and Meydani, M. 2009. Curcumin inhibits adipogenesis in 3T3-L1 adipocytes and angiogenesis and obesity in C57/BL mice. *J. Nutr.* 139:919-925.
- Eriko, K., Tetsuya, I., Koki, F. and Yoshihiro, K. 2006. A mixture of the *Salacia reticulata* (Kotala himbutu) aqueous extract and cyclodextrin reduced the accumulation of visceral fat mass in mice and rats with high-fat diet-induced obesity. *J. Nutr.* 136: 433-439.
- Ezzati, M., Martin, H., Skjold, S., Vander Hoorn, S. and Murray, C. J. 2006. Trends in national and state-level obesity in the USA after correction for self-report bias: analysis of health surveys. *J. R. Soc. Med.* 99:250-257.
- Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
- Gupta, B. and Ghash, B. 1999. *Curcuma longa* inhibits TNF- α induced expression of adhesion molecules human umbilical vein endothelial cells. *Int. J. Immunopharmacol.* 21:745-757.
- Hotamisligik, G. S. 2006. Inflammation and metabolic disorder. *Nature* 444:860-867.
- Kang, J. K., Kang, H. J., Seo, J. H., Kim, S. O., Choi, J. H. and Cho, D. Y., 2009. Effect of fermented turmeric (*Curcuma longa*) by *Bacillus natto* supplementation on liver function and serum lipid parameters in mice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38:430-435.
- Kang, W. S., Kim, J. H., Park, E. J. and Yoon, K. R. 1998. Antioxidative property of turmeric (*Curcuma rhizoma*) ethanol extract. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30:266-271.
- Kim, C. R. 2006. Enhancement of liver function by curcuma extract on acute hepatotoxicity in rat. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 26:386-393.
- Kim, M. O., Oh, S. C. and Kim, S. S. 2008a. Method of manufacturing *Curcuma domestica* fermented extract. Korean Patent. 842, 022.
- Kim, T. H., Son, Y. K., Hwang, K. H. and Kim, M. H. 2008b. Effects of *Angelica keiskei* Koidzumi and turmeric extract supplementation on serum lipid parameters in hypercholesterolemic diet or P-407-induced hyperlipidemic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37:708-713.
- Lee, S. G., Cho, K. H., Lee, K. S. and Koo, B. H. 1990. Effexs of cefotaxime on the hepatic and renal function of *Curcuma rhizoma* on rabbits. *Kyung Hee Univ. Med. Cont.* 6:188-210.
- Lee, J. and Jun, W. 2009. Methanolic extract of turmeric (*Curcuma longa* L.) enhanced the lipolysis by up-regulation of lipase mRNA expression in differentiated 3T3-L1 adipocytes. *Food Sci. Biotechnol.* 18:1500-1504.
- Liu, C. H., Huang, M. T. and Huang, P. C. 1995. Sources of triglycerol accumulation in liver of rats fed a cholesterol supplemented diets. *Lipids* 30:527-531.
- Mazumber, A., Raghavan, K., Weinstein, J. and Kohn, K. W. 1995. Pommieri inhibition of human immunodeficiency virus TYPE-1 integrase by curcumin. *Biochem. Pharmacol.* 49:1165-1170.
- Park, E. J., Jeon, C. H., Ko, G., Kim, J. and Sohn, D. H. 2000. Protective effect of curcumin in rat liver injury induced by carbon tetrachloride. *J. Pharm. Pharmacol.* 52:437-40.
- Ryu, G. Y., No, K. H., Ryu, S. R. and Yang, H. S. 2005a. Study of separation and analysis method an effective component from ulgeum (*Curcuma longa*) and a contained Curcumin as product of national and partially region cultures. *Applied Chemistry.* 9:57-60.
- Ryu, S. R., Han, K. J. and Jang, H. D. 2005b. Separation and purification of effectiveness components from ulgeum (*Curcuma longa*) & the test study of anticancer effects that use it. *Applied chemistry.* 9:69-72.
- Scherer, P. E., Williams, S., Fogliano, M., Baldini, G. and Lodish, H. F. 1995. A novel serum protein similar to C1q, produced exclusively in adipocytes. *J. Biol. Chem.* 270:26746-26749.
- Weisberg, S. P., Leibel, R. and Tortoriello, D. V. 2008. Dietary curcumin significantly improves obesity-associated inflammation and diabetes in mouse models of diabetic. *Endocrinology.* 149:3549-3558.
- Wiecek, A., Kokot, F., Chudek, J. and Adamczak, M. 2002. The adipose tissue-a novel endocrine organ of interest to the nephrologist. *Nephrol. Dial. Transplant.* 17:191-195.
- Wilson, A. M., Ryan, M. C. and Boyle, A. J. 2006. The novel role of C-reactive protein in cardiovascular disease: Risk marker or pathogen. *Int. J. Cardiol.* 106:291-297.

(Received Aug. 27, 2010; Revised Oct. 4, 2010; Accepted Oct. 15, 2010)