

## 흰쥐에서 개량식 고추장과 발효 밀쌀의 항비만 효과

김 종 희 · \*임 양 이\*

서일대학교 식품영양과, \*성신여자대학교 식품영양학과

### Anti-Obesity Effect of Commercial *Kochujang* and Fermented Wheat Grain Products in Sprague-Dawley Rats

Jong-Hee Kim and \*Yaung-Iee Lim\*

Dept. of Food and Nutrition, Seoil University, Seoul 131-702, Korea

\*Dept. of Food and Nutrition, Sungshin Women's University, Seoul 142-732, Korea

#### Abstract

The antiobesity effect of commercial *kochujang* and fermented wheat grains in Sprague-Dawley (SD) rats was studied. The experiment was consisted of 6 groups. Normal, high fat diet (HFD), HFD+raw wheat grains, HFD+first fermented wheat grains (FFWG, with *Aspergillus oryzae*) HFD+final fermented wheat grains (FiFWG, fermented more for 30~40 days), and HFD+ commercial *kochujang*. The results showed that final body weight, weight gain, food efficiency ratio, and adipose tissue weight were markedly decreased by the commercial *kochujang* and the fermented wheat grains, whereas non-fermented raw wheat grains had no such effect. Lipid contents such as total lipid, total triglyceride and total cholesterol decreased in the serum and organs of liver and adipose tissues by the commercial *kochujang* and the fermented wheat grains as well. These results also indicated that fermented wheat grains exhibited more suppressive effects on high fat induced-obesity than raw wheat grains. Increased fermentation time and adding the red pepper powder resulted in increased the anti-obesity effect. Especially, commercial *kochujang* showed higher antiobestic effects than fermented wheat grains. These *in vivo* findings suggested that well-fermented end products of the wheat grains and red pepper powder in *kochujang* could be useful in the prevention of obesity.

Key words: antiobesity, commercial *kochujang*, fermented wheat grain, SD rat

#### 서 론

고추장(*kochujang*, Korean red pepper soybean paste)은 콩으로부터 얻어지는 단백질원의 구수한 맛, 찹쌀·멥쌀·보리쌀 등의 탄수화물로부터 얻어지는 당질로 부터의 단맛, 고춧가루로부터의 붉은 색과 매운맛, 간을 맞추기 위해 사용된 간장과 소금으로부터의 짠맛이 한데 어울린, 조화미(調和美)를 갖춘 우리나라의 전통 발효식품이다(Park KY 2009). 고추장은 조미료로 그리고 기호식품으로 콩과 전분물질을 이용한 고추장 메주와 쌀 등 전분질 원료, 엿기름, 그리고 고춧가루를

섞어 발효시킨 제품으로 세계에서 그 유래를 찾아볼 수 없는 독특한 식품이다. 고추장은 크게 전통식 고추장과 개량식 고추장으로 분류할 수 있는데, 일반적으로 전통식 고추장의 제조방법은 찹쌀과 엿기름에 메줏가루, 소금, 고춧가루 등을 첨가하여 숙성시켜 만들며, 공장식 고추장은 메줏가루를 대신해 코오지를 사용하여 발효하기 전에 고춧가루를 가하는 방법과 발효가 끝나고 고춧가루를 넣는 방법으로 나눌 수 있다. 코오지 곰팡이인 *Aspergillus oryzae*의 순수 배양종균을 이용한다(Park KY 2009). 고추분말의 total capsaicin 함량은 발효시간이 진행됨에 따라 유의적으로 감소하였다는 연구가 있는데

\* Corresponding author: Yaung-Iee Lim, Dept. of Food and Nutrition, Sungshin Women's University, Seoul 142-732, Korea. Tel: +82-2-920-7200, Fax: +82-2-920-2065, E-mail: lyi2950@hanmail.net

(Yeon SJ 2012), 밀쌀발효가 마친 후 고춧가루를 넣어서 제조하는 고추장은 고춧가루를 발효과정에서 끝난 후에 첨가하기 때문에 capsaicin 함량이 높은 고추장을 얻을 수 있어서 고추장의 기능성을 더 향상시킬 수 있다고 하겠다.

서양화된 식습관의 변화로 인해 우리나라도 비만인구가 늘어가고 있고, 비만 예방을 위한 각종 건강식품과 다이어트 방법들이 각광을 받고 있다. 오늘날 전통 장류인 고추장은 이미 체중 감소 효과가 밝혀진 capsaicin을 많이 함유하는 식품으로써 고춧가루가 20~30%까지 첨가되는 식품이다. 고춧가루는 이전부터 에너지대사항진(Kawada 등 1986; Yoshida 등 1988), cholesterol 저하와 혈중지질 개선(Choi 등 2002), 지방분해 효과(Do 등 2004; Maclean DB 1985) 등이 있음이 보고되었다. 또한 고추장의 체중 감소 효과가 Kong KR(2001)과 Lee KB(2005)의 고추장의 비만 억제 효과 연구를 통해 보고되어 있다. Rhee 등(2003)의 연구에서는 발효 숙성된 전통고추장이나 공장식 상품 고추장을 식이 무게의 10% 수준으로 첨가하여 실험쥐에 먹었을 때 고추장은 고지방 식이로 인한 체중 증가를 감소시켜 정상에 가까운 체중을 유지하였다. Woo 등(2013)은 5주간 일반사료만 먹인 그룹(N-group), 일반사료와 고추장 추출물을 동시에 먹인 그룹(K-group), 고콜레스테롤 사료만을 먹인 그룹(H-group)을 통해 실험한 결과, LDL의 농도는 K-group이 H-group에 비해 85%, N-group에 비해 12%정도 감소하였으며, 고추장은 혈중지질 농도의 개선에 도움이 된다고 하였다. 그러나 아직까지 단계별로 발효된 고추장의 항비만 효과에 대한 연구는 이루어지지 않고 있는 실정이다.

일반적으로 한국 발효식품은 발효과정을 거치는 동안 건강기능성이 증진되므로(Park KY 2009), 본 연구에서는 상품 고추장도 그런 효과를 나타내는 지를 연구하였다. 개량식 발효 고추장과 그의 주요 구성원료인 밀쌀과 밀쌀의 각 단계별 발효 사입물의 항비만 효과를 흰쥐의 체중 무게의 변화, 식이 효율 및 각 장기 조직에서 총 지질 및 중성지방, 콜레스테롤 함량과 혈청에서의 중성지질, 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 함량, 분변에서 총 지질 함량 변화 등을 통해 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료 및 실험동물

본 연구에서 사용된 고추장 재료와 개량식 고추장은 충남 H사에서 직접 받아 사용하였다. 밀쌀은 호주산으로 80% 도정된 것을 사용하였고, 고춧가루는 국내산을 사용하였으며, 소금은 한주 소금을 사용하였다. 밀쌀의 발효 사입물은 세 가지가 있다. 초기 사입물(First fermented wheat grains, FFWG)은 *Asp. oryzae*를 접종한 밀가루 곡자에 증자한 밀쌀을 17:7의 비율로 첨가한 후 식염, 중수를 첨가하여, 35°C에서 3일간 발효

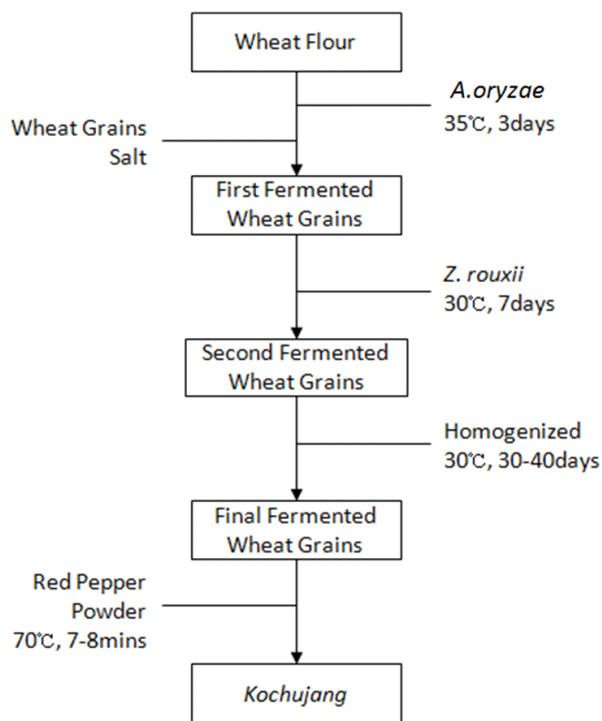


Fig. 1. The preparation of fermented wheat grains and kochujang.

시켰다. 중기 사입물(Second fermented wheat grains, SFWG)은 초기 사입물에 *Zygosaccharomyces rouxii*를 접종하고, 혼합발효(in tank I, 30°C, 7일)한 것이며, 최종 사입물(Final Fermented Wheat Grains, FiFWG)은 중기 사입물을 이송한 후 균질화(in tank II, 30~40일)하여 발효시킨 것이다. 개량식 고추장은 최종 사입물에 고춧가루를 4:1의 비율로 첨가하여 고추장으로 제조하였다(Fig. 1).

연구에서 사용한 동물은 웅성 Sprague-Dawley rats(대한실험동물센터, 대구)으로 체중이 80 g 전후의 것을 사용하였으며, 1주일간 표준사료로 사육하여 적응시킨 후 식이를 조절하여 총 30일 동안 공급하였고, 동물실험실은 온도 22±1°C, 습도 55±5%를 유지하였으며, 12시간 간격으로 light-dark cycle을 유지하였다(Kwon SH 2008).

### 2. 식이 조절

고추장 재료 중 사입물의 발효에 의한 항비만 효과를 살펴보기 위하여 원재료인 밀쌀과 이를 *Asp. oryzae*로 발효시킨 초기 사입물, 최종 사입물 및 최종 산물인 고추장을 각각 표준 식이에 10%를 첨가하여 비교하였고, 시료들의 일반 조성은 Table 1과 같으며, 이 조성 중 단백질, 지방, 탄수화물, 섬유소량을 고려하여 AIN-93M 식이를 기본으로 실험 식이로 Table 2와 같이 조제하였다(Kwon SH 2008; Philip G 1997). 또

**Table 1. Proximate analysis of *kochujang*, first fermented wheat grain (FFWG), final fermented wheat grain (FiFWG) and wheat grain**

Items	Water	Crude ash	Crude fat	Crude protein	Crude fiber	Carbohydrate
<i>Kochujang</i> <sup>1)</sup>	10.1	12.4	1.3	8.6	4.8	62.8
FFWG <sup>2)</sup>	7.6	13.9	0.7	12.6	0.9	64.3
FiFWG <sup>3)</sup>	13.0	14.2	0.2	13.2	2.2	57.2
Wheat grain	12.6	0.8	1.1	11.4	2.4	71.7

<sup>1)</sup> H Co. *Kochujang*, <sup>2)</sup> First fermented wheat grains (*Asp. oryzae*), <sup>3)</sup> Final fermented wheat grains; more fermented for 30-40 days

**Table 2. Preparation and compositions of normal diet, high fat diet and sample added high fat diets (g/100 g diet)**

	ND <sup>1)</sup>	HFD <sup>2)</sup>	WG <sup>3)</sup>	FFWG <sup>4)</sup>	FiFWG <sup>5)</sup>	CK <sup>6)</sup>
Casein	14.00	14.00	12.86	12.70	12.68	13.10
L-Cystine	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Corn starch	46.57	34.57	27.40	28.10	28.85	28.83
Dextrinized-corn starch	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50
Sucrose	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Fiber	5.00	5.00	4.76	4.90	4.78	4.50
Soybean oil	4.00	4.00	3.90	3.90	3.98	3.87
AIN-93 mineral mix.	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
AIN-93 vitamin mix.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Choline bitartrate	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
TBHQ (mg)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Lard oil		12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Wheat grain			10.00			
First fermented wheat grains				10.00		
Final fermented wheat grains					10.00	
Commercial <i>kochujang</i>						10.00
Total	100.0	100.0	101.35	102.03	102.72	102.20

<sup>1)</sup> Normal diet (AIN-93 semipurified diet to be used during adult maintenance), <sup>2)</sup> High fat diet (contains 12% lard oil in normal diet)

<sup>3)</sup> Wheat grain diet, <sup>4)</sup> First fermented wheat grains diet: added to *Asp. oryzae*

<sup>5)</sup> Final fermented wheat grains diet: more fermented for 30-40 days, <sup>6)</sup> Commercial *kochujang* diet: H. Co.

한, 실험에 이용한 고지방 식이는 고지방을 유도하는 재료로 동물성 지방인 lard를 사용하였는데, 이는 corn oil을 사용한 경우보다 실험동물에서의 체중 증가가 커서 이 실험에 사용하였다(Kim & Sung 2001). 식이 조제 시 사용한 methionine, L-cystine, choline bitartrate, casein, cellulose, corn starch, dextrinized-corn starch, corn oil, soybean oil, lard oil 및 TBHQ는 미국 Sigma Chemical Co.(USA) 제품을 사용하였고, mineral mixture와 vitamin mixture는 ICN(Biomedical, Inc, USA) 제품을 사용하였다. Sucrose는 일반 시약 상사에서 구입하였다.

### 3. 식이섭취량, 체중 변화 및 식이효율 측정

실험 기간 동안의 식이섭취량은 매일 같은 시간대에 측정

하였다. 체중은 매주 1회 일정한 시간에 측정하였다. 식이효율(food efficiency ratio, FER)은 일주일간의 체중 증가량을 같은 시간 동안의 식이섭취량으로 나누어 계산하였다(Kwon 등 2006).

### 4. 간, 지방조직, 혈액 및 분변 중 지질 함량 측정

총 지질의 측정은 각 지방조직과 간조직의 경우 Folch법 (Folch & Staley 1956)으로 측정하였다. 분변의 경우는 modified Soxhlet 추출법(Sukhija & Palmquist 1988)을 사용하였다. Triglyceride 및 cholesterol 함량은 각각 중성지방 측정용 시액(AM 157S-K, 아산제약, 경기도)과 콜레스테롤 효소시약(BC 108-E, 아산제약, 경기도)을 사용하여 측정하였다(Busolo & David 1973;

Yao 등 1985). 혈청 HDL(high density lipoprotein)-콜레스테롤의 농도는 효소법에 의한 정량을 HDL-Cholesterol kit (HDL-Cholesterol AM 203-K, 아산제약, 경기도)를 사용하여 측정하였다(Yao 등 1985).

### 5. 수분정량

평량병을 105°C에서 2시간 건조한 후 desiccator에 옮겨 30분간 냉각하고 정확히 평량하여 항량을 구하였다. 시료 2~3g을 정확하게 평량하고, 105°C로 조절된 건조기에서 1~3시간 건조한 후 desiccator에 옮겨 30분간 방냉하여 항량이 될 때까지 건조한 다음 중량과 건조전의 중량 차이를 구하였다(Jung 등 1994; Oh & Park 1997).

### 6. 통계 분석

각 시료로부터 얻은 실험자료로부터 ANOVA를 구한 후 Duncan' multiple range test를 이용하여 통계 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 체중 및 식이 효율의 변화

고추장 및 사입물들에 대한 흰쥐의 체중 증가량 및 식이효율을 Table 3에 나타내었다. 사육 초기의 각 군 간의 흰쥐의 평균 체중은 군 간에 차이가 없었으나, 30일 후에 모든 군에서 체중이 증가하였다. 최종 무게에서 정상군은 317.0±13.7g이었는데, 고지방 식이군은 371.5±13.7g으로 체중 증가가 가장 높았으며, 밀쌀(WG), 초기 사입물(FFWG), 최종 사입물(FiFWG) 및 최종 사입물과 고춧가루로 제조된 고추장의 급여군은 각각 360.6±20.1, 348.2±8.3, 331.0±4.7, 324.4±3.9g으로 모두 체중 감소 효과를 보여주었다( $p<0.05$ ). 그중에 밀쌀의 발효과정 이 길어지면서 체중 감소 효과가 더 커졌으며, 고추장 식이군은 정상군과 거의 비슷한 무게로 고지방 식이를 섭취했지만, 지방이 축적되지 않고 정상군과 비슷한 체중을 유지하였다. 본 실험에서 밀쌀의 발효과정 이 길어지면서 체중 감소 효과

가 높은 이유는 발효하는 과정 중에 생성되는 활성성분들에 의한 것이라고 사료된다. Ahn IS(2007)은 밀쌀 최종 발효물의 ethyl acetate fr.에서 항비만 활성이 있는 2개의 물질을 분리하였으며, 그 중에 1,2,3-propanetriol-1-acetate는 지방 생성에 관여하는 유전자들(PPAR $\gamma$ , SREBP-1c, FAS, ACS, LPL)의 mRNA 발현을 모두 60% 이상 감소시킨 것과 1,2,3-propanetriol은 3T3-L1 지방세포에서 지방 생성의 억제 및 지방 분해의 증가를 통해 지방 축적의 감소를 유도하는 것으로 나타난 것을 확인하였다. 또한, 고추장군이 밀쌀과 발효 밀쌀군보다 체중 감소 효과가 좋은 것은 발효산물 뿐만 아니라, 고춧가루에 들어있는 capsaicin 때문인 것으로도 생각된다. Lee & Choi (2003)는 고지방식을 쥐에게 공급하는 동시에 하루 45  $\mu$ g의 capsaicin을 음료를 통해 5일 섭취시킨 결과, CONT군(control water group)이 -1.63±0.59%로 감소한 반면, CAPS군(capsaicin group)은 -23.99±2.12%로 감소하였다고 했다. 식이섭취량은 군 간의 큰 차이가 없었고, 식이효율(FER)의 경우, 정상군은 0.30±0.02, 고지방 식이군은 0.38±0.02로 증가하였는데, 밀쌀 급여군은 0.37±0.03, 초기 사입물 급여군은 0.34±0.03, 최종 사입물 급여군은 0.31±0.01, 고추장 급여군은 0.31±0.01로 감소되어 최종 사입물 급여군과 고추장 급여군은 정상군과 비슷한 식이효율을 보였다. 식이효율은 계산식에서 의미하는 바와 같이 사료를 섭취하는 양이 많음에도 불구하고 체중의 증가가 적다는 것인데, 이는 비만 조절 효과가 있는 것으로 생각할 수 있고, 비만을 나타내는 식이효율의 수치가 적을수록 비만 조절 효과가 있다고 할 수 있다(Park KJ 2011). 그래서 본 실험의 결과에 나타난 바와 같이 밀쌀의 발효기간이 증가할수록 항비만 효과가 높아졌으며, 결국 최종 사입물군과 고추장군이 비만 조절 효과가 가장 높다고 하겠다.

### 2. 장기 무게 및 지방조직 무게의 변화

장기 무게의 결과는 Table 4와 같으며, 간의 중량비는 정상군, 고지방 식이군, 밀쌀 급여군, 초기 사입물 급여군, 최종 사입물 급여군과 고추장 급여군이 각각 3.97±0.13 g, 4.37±0.04

Table 3. Changes of body weight, food intake and food efficiency ratio (FER) of SD rats fed experimental diets for 30 days

		ND <sup>1)</sup>	HFD <sup>2)</sup>	WG <sup>3)</sup>	FFWG <sup>4)</sup>	FiFWG <sup>5)</sup>	CK <sup>6)</sup>
Body weight	Initial weight (g)	140.6±11.7 <sup>ns</sup>	140.3±6.7	140.4±6.4	140.4±5.3	140.3±5.5	140.1±5.2
	Final weight	317.0±13.7 <sup>d</sup>	371.5±13.7 <sup>a</sup>	360.6±20.1 <sup>ab</sup>	348.2±8.3 <sup>bc</sup>	331.0±4.7 <sup>cd</sup>	324.4±3.9 <sup>d</sup>
	Weight gain (g/day)	5.9±0.5 <sup>d</sup>	7.8±0.5 <sup>a</sup>	7.3±0.7 <sup>ab</sup>	7.0±0.1 <sup>bc</sup>	6.4±0.2 <sup>cd</sup>	6.1±0.2 <sup>d</sup>
Food intake (g/day) & FER	Food intake (g/day)	19.1±1.5 <sup>ns</sup>	19.7±1.2	18.6±1.3	18.7±0.9	18.8±1.8	19.9±0.1
	Food efficiency ratio (FER) <sup>7)</sup>	0.30±0.02 <sup>c</sup>	0.38±0.02 <sup>a</sup>	0.37±0.03 <sup>a</sup>	0.34±0.03 <sup>ab</sup>	0.31±0.01 <sup>bc</sup>	0.31±0.01 <sup>bc</sup>

<sup>1-6)</sup> Refer to Table 2, <sup>7)</sup> FER=Body weight gain (g)/food intake (g)

<sup>a-d</sup> Means with the different letters in the same row are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>ns</sup>: Not significant

g, 4.33±0.21 g, 4.23±0.17 g, 4.21±0.29 g, 4.04±0.24 g으로 고지방군이 정상군보다 유의적으로 높았지만, 다른 군들은 고지방군들보다 낮았으나, 고추장 식이군이 가장 낮아 정상군과 비슷하였다. 이를 통해 고지방 식이를 섭취한 쥐는 과량의 지방과 콜레스테롤이 체외로 정상적으로 배출되지 못하고 간내에 축적되어 간이 비대해진 것을 알 수 있었으며, 흰쥐에게 최종 사입물로 제조된 고추장의 첨가는 간에 지방 축적을 낮추며, 정상군과 비슷한 간의 무게를 나타내어 고지방 식이로 인한 지방간을 억제하는 것으로 보인다. 이는 밀쌀의 발효산물 및 고춧가루의 capsaicin 등이 간의 지방 축적을 저해했기 때문으로 생각된다(Lee & Choi 2003). Capsaicin은 catecholamine의 분비를 항진시켜 백색 지방 조직에서 지방의 분해를 촉진시키고, 갈색 지방 조직에서 열 생산을 높이며, 또한 고춧가루는 capsaicin 이외에도 섬유소 등이 존재하여 중성지방과 콜레스테롤을 체외로 배설시키는 작용이 있다(Lee & Choi 2003). Choo & Chin(1999)은 고추의 매운맛 성분인 capsaicin은 고지방 식이에 의한 체지방의 증가를 정상 식이 수준으로 억제하는데, 이는 capsaicin이 갈색지방조직의  $\beta$ -adrenergic activity 증가에 의한 것으로 보고하였다. Choo JJ(2000)의 연구에서 capsaicin 및 고춧가루의 항비만 효과를 고지방 식이를 이용하여 흰쥐로 항비만 실험을 한 결과, 체중 증가량 및 각 장기 무게 등에서 capsaicin의 함량이 높을수록 고지방 식이군에 비하여 유의적인 감소를 보였다고 하였다.

비장과 신장의 무게는 각 군에서 차이가 없게 나타났다. 그러나 부고환 지방조직의 무게는 정상군은 1.33±0.06 g이었지만, 고지방 식이군이 1.93±0.20 g으로 증가하였고( $p<0.05$ ), 발효과정에서 길었던 최종 사입물 급여군과 고추장 급여군이 각각 1.29±0.07 g, 1.34±0.03 g으로 정상군과 유사한 값을 나타내었다. 그리고 신장 주위의 지방조직 역시 고지방 식이군이 2.16±0.36 g으로 가장 높은 값을 나타내었고, 최종 사입물 급여군(1.54±0.22 g)과 고추장 급여군(1.54±0.10 g)의 값은 정상군(1.28±0.05 g)에 가깝게 낮아지고 있어, 발효과정과 고춧가

루의 작용이 장기 무게와 지방조직의 무게에 영향을 미치는 것으로 보인다. Rhee 등(2003)은 발효된 고추장이 높은 체중 감소 효과와 더불어 지방조직의 감소 효과를 가져온다는 것을 보고하였으며, 발효되지 않은 고추장 급여군은 감소 효과가 그리 크지 않아 발효의 유무가 흰쥐의 체중 감소와 지방조직 감소에 큰 변수인 것으로 보고한 바가 있다. 따라서 본 연구에서 최종 사입물과 이로 제조된 고추장의 첨가로 고지방 식이군에 비하여 간과 지방조직의 무게가 감소된 것은 최종 사입물과 고추장에 함유된 발효에 의해 생성된 활성성분과 고춧가루의 capsaicin 등 물질에 의한 효과로 생각되어진다. 또한, 고지방 식이로 증가되어진 간과 지방조직의 무게는 최종 사입물과 고추장의 공급으로 감소되어, 고지방 식이로 유도된 비만 흰쥐에서 간조직으로의 지방 축적을 억제하고, 체내 지방대사에 관여하여 체내 지방 축적을 감소시켜 항비만 효과가 있을 것으로 사료된다.

### 3. 간과 각 지방조직의 지질 함량

간과 각 지방조직에서의 지질 함량을 측정된 결과는 Table 5에 나타난 바와 같다. 간의 총 지질 함량이 고지방 식이군의 경우는 6.1±0.2 mg/g으로 증가되어 있는데 반하여, 최종 사입물과 고추장 급여군에서는 5.5±0.2 mg/g, 4.6±0.1 mg/g으로 감소하는 경향을 보였다. 밀쌀군(6.1±0.2 mg/g)의 경우, 고지방 식이군과 비교하였을 때 유사한 값을 나타내어 밀쌀은 항비만 효과가 적은 것으로 사료되며, 초기 사입물과 최종 사입물 급여군을 비교했을 때에는 발효과정에서 더 진행된 최종 사입물 급여군에서 간의 총 지방 함량이 낮았다. Kong KR(2001)은 상품용 고추장과 숙성되지 않은 고추장, 숙성된 고추장을 이용하여 항비만 실험을 한 결과, 전체적으로 고지방 식이군에 비하여 낮은 수치를 보이거나, 숙성된 고추장 급여군에서 체중 증가량, 식이효율이 유의적으로 가장 낮았고, 혈액, 간, 지방조직에서의 총 지질, 중성지방, 콜레스테롤 함량도 낮았다고 보고한 바가 있다. 간의 중성지방 및 cholesterol의 경우에

**Table 4. The weight ratio (g/100 g body weight) of liver, spleen, kidney and adipose tissue in SD rats fed with experimental diets for 30 days**

Organ weight (g/100 g BW)	ND <sup>1)</sup>	HFD <sup>2)</sup>	WG <sup>3)</sup>	FFWG <sup>4)</sup>	FiFWG <sup>5)</sup>	CK <sup>6)</sup>
Liver	3.97±0.13 <sup>b</sup>	4.37±0.04 <sup>a</sup>	4.33±0.21 <sup>ab</sup>	4.23±0.17 <sup>ab</sup>	4.21±0.29 <sup>ab</sup>	4.04±0.24 <sup>ab</sup>
Spleen	0.23±0.02 <sup>ns</sup>	0.31±0.21	0.24±0.03	0.22±0.01	0.21±0.03	0.20±0.02
Kidney	0.80±0.02 <sup>ns</sup>	0.79±0.03	0.79±0.08	0.83±0.03	0.80±0.03	0.80±0.04
Epididymal fat pad	1.33±0.06 <sup>c</sup>	1.93±0.20 <sup>a</sup>	1.84±0.38 <sup>ab</sup>	1.57±0.14 <sup>bc</sup>	1.29±0.07 <sup>c</sup>	1.34±0.03 <sup>c</sup>
Perirenal fat pad	1.28±0.05 <sup>c</sup>	2.16±0.36 <sup>a</sup>	1.85±0.35 <sup>ab</sup>	1.72±0.06 <sup>bc</sup>	1.54±0.22 <sup>bc</sup>	1.54±0.10 <sup>bc</sup>

<sup>1-6)</sup> Refer to Table 2.

<sup>a-c</sup> Means with the different letters in the same row are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>ns</sup>: Not significant

서도 발효과정의 진행이 더 많이 된 최종 사입물과 고춧가루가 첨가된 고추장 급여군이 고지방 식이군에 비하여 감소하는 경향이 있었다. 이는 capsaicin을 포함한 활성성분이 체내 지방질을 분해 또는 연소시켜 간에서의 중성지방 합성을 억제시켰기 때문으로 사료된다(Yoshika 등 1999). Kong KR(2001)과 Choi SM(2001)의 연구에서 보여주듯 발효과정과 고춧가루가 고지방 식이로 인한 간장 내의 지방축적을 효과적으로 억제할 수 있음을 보여준다. Ahn 등(2006)은 고추장 추출물로 처리한 3T3-L1 지방세포의 지방 생성 관련 효소들의 생산을 조절하는 PPAR  $\gamma$  (Peroxisome proliferator-activated receptor- $\gamma$ )와 SREBP-1c(Sterol regulatory element-binding transcription factor 1)의 mRNA는 발현이 대조군에 비해 각각 70%, 75%까지 현저한 감소를 보여 주었으며, 4시간 처리한 후에 지방 분해를 증가시키는 유전자인 HSL(hormon sensitive lipase) mRNA 발현이 8배로 증가되었다고 하였다. 따라서 고추장은 PPAR  $\gamma$ , SREBP-1c와 같은 지방 생성을 조절하는 유전자를 억제시키고, 지방 분해를 촉진하는 유전자인 HSL 등을 증가시켜 항비만 효과를 나타내는 것으로 사료되어진다.

부고환 지방조직에서의 총 지질, 중성지방, cholesterol 함량은 고지방 식이군에 비하여 고추장 급여군이 가장 낮았으며, 총 지질 함량과 cholesterol 함량에서 최종 사입물과 고추장 급여군을 비교했을 때 고추장 급여군이 낮은 값을 보여 발효과정과 함께 고춧가루의 영향이 비만 억제에 효과적인 것으로 생각되며, 신장 주위 지방조직에서도 부고환 지방조직과 유사한 경향을 나타내고 있다. 그러나 Ahn IS(2007)은 발효 고추장은 그 속에 함유된 밀쌀 발효산물이 capsaicin보다 간과 지방조직의 총 지질과 중성지방 및 콜레스테롤을 감소시키는 효과가 높았다고 보고하였고, 이에 따라 발효된 고추장

속에는 고춧가루나 capsaicin보다 지방조직의 지질을 감소시키는 다른 활성물질이 존재하는 것으로도 보인다. 이는 지방세포의 Oil red O 염색을 통해 고춧가루 및 밀쌀 최종발효물의 지방 축적 억제 효과를 본 결과와 유사하였으며, 밀쌀 최종발효물에서 분리 동정된 1,2,3-propanetriol-1-acetate와 1,2,3-propanetriol 들도 이와 관여되어 있는 것으로 보인다(Ahn IS 2007).

#### 4. 혈액과 분변의 지질 함량 변화

Table 6은 혈청과 분변의 지방 함량을 나타낸 것이다. 혈청의 중성지방 함량은 정상군은  $131 \pm 7.2$  mg/이었는데, 고지방 식이군의  $221.9 \pm 47.2$  mg/dL로 높은 값을 나타내었고, 초기 사입물 급여군과 최종 사입물 급여군, 고추장 급여군은 각각  $162.9 \pm 24.0$  mg/dL,  $148.8 \pm 4.3$  mg/dL,  $141.5 \pm 15.3$  mg/dL로 낮은 값을 나타내었으며, cholesterol 함량에서는 고지방군이  $110.3 \pm 4.7$  mg/dL인 것에 비하여 고추장 급여군이  $69.8 \pm 2.8$  mg/dL로 가장 낮은 값을 나타내었다. 이는 고지방 식이의 공급이 혈장의 중성지방과 cholesterol 함량을 증가시키며, 발효와 capsaicin 및 고춧가루의 공급이 고지방 식이에 의해 증가된 중성지방량 및 cholesterol의 함량을 감소시키는 효과가 있는 것으로 보여, 고추장은 항비만 효과뿐만 아니라, 고지혈증을 개선시킬 수 있을 것으로 생각되어진다. HDL-콜레스테롤의 농도는 고추장에서 가장 높게 나타났고, 밀쌀을 발효한 기간이 긴 최종 사입물로 갈수록 HDL-콜레스테롤의 농도가 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). HDL은 인체에 좋은 콜레스테롤로 다른 지단백 및 동맥 혈관벽으로부터 유리 콜레스테롤을 제거하는 기능을 가지고 있는데, HDL에 축적된 콜레스테롤은 lecithin: cholesterol acyltransferase (LCAT)에 의해 에스테르화 되어 다시 간으로 돌아가 분해된다(Lee SH 2002).

**Table 5. Effect of various diet intake on lipid contents of liver, epididymal fat pad and perirenal fat pad in SD rats fed with experimental diet for 30 days**

		ND <sup>1)</sup>	HFD <sup>2)</sup>	WG <sup>3)</sup>	FFWG <sup>4)</sup>	FiFWG <sup>5)</sup>	CK <sup>6)</sup>
Liver (mg/g, wet wt)	Total lipid	$3.7 \pm 0.2^c$	$6.1 \pm 0.2^a$	$6.1 \pm 1.4^{ab}$	$6.1 \pm 0.2^a$	$5.5 \pm 0.2^{ab}$	$4.6 \pm 0.1^{bc}$
	Triglyceride	$6.4 \pm 0.2^c$	$13.3 \pm 1.2^a$	$12.2 \pm 4.8^a$	$11.3 \pm 0.4^{ab}$	$7.5 \pm 1.0^{bc}$	$7.1 \pm 1.4^c$
	Cholesterol	$2.4 \pm 0.2^c$	$6.0 \pm 0.9^a$	$5.6 \pm 1.6^a$	$4.9 \pm 0.1^{ab}$	$3.5 \pm 0.7^{bc}$	$3.0 \pm 0.4^c$
Epididymal fat pad (mg/g, wet wt)	Total lipid	$66.0 \pm 1.5^d$	$82.1 \pm 4.6^a$	$79.6 \pm 7.9^{ab}$	$77.5 \pm 0.7^{ab}$	$74.0 \pm 0.4^{bc}$	$66.7 \pm 4.2^{cd}$
	Triglyceride	$131.8 \pm 10.2^b$	$231.4 \pm 13.7^a$	$220.5 \pm 25.6^a$	$150.1 \pm 8.2^b$	$149.4 \pm 4.1^b$	$142.6 \pm 2.4^b$
	Cholesterol	$7.2 \pm 0.6^c$	$15.0 \pm 1.4^a$	$13.5 \pm 2.2^{ab}$	$14.0 \pm 1.1^a$	$11.4 \pm 0.8^b$	$9.0 \pm 1.3^c$
Perirenal fat pad (mg/g, wet wt)	Total lipid	$66.8 \pm 0.9^c$	$77.6 \pm 3.4^a$	$75.0 \pm 1.8^{ab}$	$73.7 \pm 1.4^a$	$70.3 \pm 2.1^{bc}$	$67.7 \pm 2.2^c$
	Triglyceride	$28.7 \pm 1.6^c$	$52.9 \pm 0.9^a$	$49.6 \pm 0.4^b$	$48.7 \pm 1.4^b$	$45.7 \pm 0.2^c$	$41.8 \pm 0.9^d$
	Cholesterol	$6.6 \pm 1.2^c$	$16.4 \pm 0.9^a$	$14.6 \pm 1.5^b$	$14.0 \pm 0.7^b$	$12.0 \pm 0.6^c$	$10.2 \pm 0.6^d$

<sup>1-6)</sup> Refer to Table 2.

<sup>a-c</sup> Means with the different letters in the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>ns</sup>: Not significant

**Table 6.** The effect of various diet intake on lipid contents of serum and feces in SD rat fed with experimental diet for 30 days

		ND <sup>1)</sup>	HFD <sup>2)</sup>	WG <sup>3)</sup>	FFWG <sup>4)</sup>	FiFWG <sup>5)</sup>	CK <sup>6)</sup>
Serum (mg/dL)	Triglyceride	131.1±7.2 <sup>c</sup>	221.9±47.2 <sup>a</sup>	188.5±27.5 <sup>ab</sup>	162.9±24.0 <sup>bc</sup>	148.8±4.3 <sup>bc</sup>	141.5±15.3 <sup>bc</sup>
	Cholesterol	69.4±19.6 <sup>c</sup>	110.3±4.7 <sup>a</sup>	102.3±4.8 <sup>ab</sup>	94.0±6.0 <sup>ab</sup>	91.8±7.6 <sup>b</sup>	69.8±2.8 <sup>c</sup>
	HDL-cholesterol	27.6±3.0 <sup>bc</sup>	19.4±5.4 <sup>c</sup>	28.9±6.5 <sup>bc</sup>	30.7±2.0 <sup>ab</sup>	37.3±7.0 <sup>ab</sup>	40.3±8.7 <sup>a</sup>
	Weight (g/day)	2.1±0.2 <sup>ns</sup>	2.2±0.3	2.1±0.2	2.4±0.1	2.0±0.1	2.0±0.1
Feces	Water contents (%)	14.4±1.3 <sup>ns</sup>	15.9±4.0	14.5±5.2	14.2±4.8	13.8±3.9	14.3±6.1
	Total lipid (mg/g, dry wt)	4.3±0.3 <sup>b</sup>	10.9±0.5 <sup>a</sup>	11.6±0.2 <sup>a</sup>	11.0±1.4 <sup>a</sup>	14.0±1.7 <sup>a</sup>	14.0±3.0 <sup>a</sup>

<sup>1-6)</sup> Refer to Table 2.

<sup>a-c</sup> Means with the different letters in the same row are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>ns</sup>: Not significant

분변의 무게는 정상군을 비롯하여 모든 군이 유의적인 차이를 보이지 않았고, 수분 함량 역시 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 6). 그러나 분변의 총 지질 함량은 측정 결과, 정상군(4.3±0.3 mg/g)을 제외한 나머지 식이군(HFD, 10.9±0.5 mg/g; WG, 11.6±0.2 mg/g; FFWG, 11.0±1.4 mg/g; FiFWG, 14.0±1.7 mg/g; CK, 14.0±3.0 mg/g)에서 유의적으로 높게 나타났고( $p<0.05$ ), 특히 고추장 급여군과 최종 사입물 급여군에서 상대적으로 높은 값을 나타내어 간과 지방에 축적되지 않은 지질이 분변으로 다량 배출되어 이들의 항비만 효과 기작 중 하나로 작용했을 것으로 보인다. 간의 콜레스테롤은 담즙을 생성 시 구성 성분으로 사용되어 지질을 소화시킨 다음 장내에서 일부 배설되기 때문에, 분변의 콜레스테롤 농도가 증가한다(Stehbens WE 1986; Stein 등 1990). Kong KR(2001)의 연구 결과에서도 분변에서의 총 지질, 중성지방, 콜레스테롤 함량이 숙성된 고추장 식이군에서 고지방 식이군보다 높게 나타나, 어느 정도의 지질, 중성지방, 콜레스테롤이 분변을 통해 빠져나갔음을 추측할 수 있다고 하였다. 또한 체내 콜레스테롤의 농도가 높으면 이를 조절하기 위하여 분변으로 콜레스테롤 배설량이 증가한다는 보고들이 있다(Jazrawi & Northfield 1986). 이상으로 밀쌀은 발효가 진행되면서 생성된 여러 대사산물 등 활성물질과 고춧가루의 capsaicin이 간과 지방조직으로 지방이 축적되는 것을 막아주고, 변으로 빠져나가는 것을 도와주는 것으로 사료되어진다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 고추장의 주요 구성원료인 밀쌀과 밀쌀의 각 단계별 발효 사입물과 이로 제조된 고추장의 항비만 효과를 확인하기 위하여 체중, 식이효율, 간 및 지방조직 등의 장기 무게를 측정하였으며 간, 지방조직, 혈액 및 분변의 지질 함량 등을 측정하였다. 밀쌀과 초기 사입물, 최종 사입물,

개량식 고추장을 각각 10% 첨가하여 고지방 식이를 제조하여 흰쥐의 항비만 및 지질대사에 미치는 영향을 살펴본 결과, 밀쌀은 다소의 항비만 효과가 있었으나 발효기간이 길어질 때 그 효과가 증대되었고, 이것을 사용한 고추장이 가장 항비만 효과가 높았다. 고지방 식이에 고추장과 최종 사입물을 섭취시킨 쥐는 고지방 식이를 하지 않은 정상쥐와 비슷한 체중을 나타내어 항비만 효과가 확인되었다. 장기조직의 무게와 각 조직의 총 지질과 중성지방, 콜레스테롤 함량은 고추장 급여군에서 현저히 감소되었고, 밀쌀의 발효단계가 가장 길었던 최종 사입물에서도 비슷한 경향으로 감소되었다. 또한, 혈청에서 콜레스테롤 및 중성지방의 함량은 고추장 식이군과 최종 사입물 식이군에서 현저히 감소되었고, HDL-콜레스테롤은 고추장 식이군에서 가장 높았다. 결국 고추장과 발효 사입물은 발효과정이 증가됨에 따라 고지방 식이를 급여한 쥐에서 체중과 지방조직 무게의 감소, 혈중지질의 profile을 개선함으로써 항비만 효과를 가지는 것으로 나타났다. 고추장에서 capsaicin에 의한 고춧가루도 항비만 효과가 있었지만, 주원료인 발효 밀쌀의 발효 중에 생성된 다른 활성물질이 더 크게 비만 억제 작용에 관련되어 있다고 하겠다.

## 감사의 글

본 논문은 2014년도 서일대학교 학술연구비에 의하여 연구되었으며, 지원에 감사드립니다.

## References

- Ahn IS, Do MS, Kim SO, Jung HS, Kim YI, Kim HJ. 2006. Antiobesity effect of *kochujang* (Korean fermented red pepper paste) extract in 3T3-L1 adipocytes. *J Med Food* 9:15-21
- Ahn IS. 2007. *In vitro* antiobesity effect of *kochujang* and

- isolation and identification of active compounds. Ph.D. Thesis, Pusan National Univ. Busan. Korea
- Busolo G, David H. 1973. Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes. *Clin Chem* 19:476-482
- Choi SM 2001. Antiobesity and anticancer effects of red pepper powder and *kimchi*. Ph.D. Thesis, Pusan National Univ. Busan. Korea
- Choi SM, Jeon YS, Rhee SH, Park KY. 2002. Red pepper powder and *Kimchi* reduce body weight and blood and tissue lipids in rats fed a high fat diet. *Nutraceut Food* 7: 162-167
- Choo JJ, Shin HJ. 1999. Body-fat suppressive effects of capsaicin through  $\beta$ -adrenergic stimulation in rats fed a high-fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:533-539
- Choo JJ. 2000. Antiobesity effects of *kochujang* in rats fed on a high-fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:787-793
- Do MS, Hong SE, Ha JH, Choi SM, Ahn IS, Yoon JY, Park KY. 2004. Increased lipolytic activity by high pungency red pepper (var. Chungyang) in rat adipocytes *in vitro*. *J Food Sci Nutr* 9:34-38
- Folch IL, Staley GH. 1956. A sample method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biochem* 223:498-499
- Jazrawi RP, Northfield TC. 1986. Effect of a pharmacological dose of cholecystokinin on bile acid kinetics and biliary cholesterol saturation in man. *Gut* 27:355-362
- Jung SW, Kim YH, Koo MS, Shin DB, Chung KB, Kim YS. 1994. Changes in physicochemical properties of industry-type *kochujang* during storage. *Korean J Food Sci Technol* 26: 453-458
- Kawada T, Watanabe T, Takaishi T, Tanaka T, Iwai K. 1986. Capsaicin-induced beta-adrenergic action energy metabolism in rats: Influence of capsaicin on oxygen consumption, the respiratory quotient and substrate utilization. *Proc Soc Exp Biol Med* 183:250-256
- Kim HS, Sung CJ. 2001. Effects of dietary zinc and iron levels on serum trace minerals and obesity index in high fat diet-induced obese rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:325-330
- Kong KR. 2001. Standardization of *kochujang* preparation and its effects of cancer preventive and lipid metabolism in rat. M.S. Thesis, Pusan National Univ. Busan. Korea
- Kwon SH, Lee KB, IM KS, Kim SO, Park KY. 2006. Weight reduction and lipid lowering effects of Korean traditional soybean fermented products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:1194-1199
- Kwon SH. 2008. Antiobestic effects of doenjang and their enhancement studies. Ph.D. Thesis, Pusan National Univ. Busan. Korea
- Lee KB. 2005. Studies on the enhancement of cancer preventive effects and antiobestic activities of Korean soybean-fermented foods. Ph.D. Thesis, Pusan National Univ. Busan. Korea
- Lee SH. 2002. Lipid lowering effect of 3-(4'-hydroxyl-3', 5'-dimethoxyphenyl) propionic acid in hypercholesterolemic rabbit. M.S. Thesis, Pusan National Univ. Busan. Korea
- Lee WJ, Choi HJ. 2003. Effect of capsaicin on the body fat and adipocyte in the diet induced-obese mice. *J Biomed Lab Sci* 9:215-222
- Maclean DB. 1985. Abrogation of peripheral cholecystokinin-satiety in the capsaicin treated rat. *Regulatory Peptides* 11: 321-333
- Oh HI, Park JM. 1997. Changes in microflora and enzyme activities of traditional *kochujang* prepared with a *meju* of different fermentation period during aging. *Korean J Food Sci Technol* 29:1158-1165
- Park KJ. 2011. Ethyl acetate fraction of GGEx18 modulates feeding efficiency ratio and blood leptin level in high fat diet-fed obese mice. M.S. Thesis, Dongeui Univ. Busan. Korea
- Park KY. 2009. *Kochujang*, In "Sciences and health functionalities of Korean traditional soybean foods", Korean Jang Cooperative, Dongseonambuk Publishing Co, Seoul, pp131-177
- Philip G. 1997. Reeves: Components of the AIN-93 Diet as improvements in the AIN-76 diet. *J Nutr* 127:838-841
- Reeves PG. 1997. Components of the AIN-93 Diet as improvements in the AIN-76 diet. *J Nutr* 127:838-841
- Rhee SH, Kong KR, Jung KO, Park KY. 2003. Decreasing effect of *kochujang* on body weight and lipid levels of adipose tissues and serum in rats fed a high-fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:882-886
- Stehbens WE. 1986. An appraisal of cholesterol feeding in experimental atherogenesis. *Prog Cardiovas Dis* 29:107-128.
- Stein Y, Dabach Y, Hollander G, Stein O. 1990. Cholesterol ester transfer protein activity in hamster plasma increased by fat and cholesterol rich diets. *Biochem Biophys Acta* 1042: 138-145
- Sukhija PS, Palmquist DL. 1988. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs



- and feces. *J Agric Food Chem* 36:1202-1206
- Watanabe T, Kawada T, Iwai K. 1987. Enhancement by capsaicin of energy metabolism in rat through secretion of catecholamine from adrenal medulla. *Agric Biol Chem* 51:75-79
- Woo YK, Kim TH, Koh JH. 2013. Variation patterns of the blood lipid levels on the Sprague-Dawley-rats fed with *kochujang* extracts. *Korean J Food Nutr* 26:737-744
- Yao T, Sato M, Kobayashi Y, Wasa T. 1985. Amperometric assays of total and free cholesterol in serum by the combined use of immobilized cholesterol esterases and cholesterol oxidant reactors and peroxidase electrode in a flow injection system. *Anal Biochem* 149:387-391
- Yeon SJ. 2012. Effects of fermented pepper powder on the body fat accumulation in high fat diet mouse. MS Thesis, Konkuk Univ. Seoul. Korea
- Yoshida T, Yoshioka K, Wakabayashi Y, Nishioka H, Kondo M. 1988. Effects of capsaicin and isothiocyanate on thermogenesis of interscapular brown adipose tissue in rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 34:87-94
- Yoshioka M, St-Pierre S, Drapeau V, Dionne I, Doucet E, Suzuki M, Tremblay A. 1999. Effects of red pepper on appetite and energy intake. *Br J Nutr* 82:115-123

---

접 수 : 2014년 7월 6일  
 최종수정 : 2014년 8월 7일  
 채 택 : 2014년 8월 13일