

홍국 첨가 김치가 고지방식을 투여한 흰쥐의 체중변화 및 지질대사에 미치는 영향

유미희¹ · 이효정 · 임효권 · 황보미향 · 김현정 · 이인선*

계명대학교 식품가공학 전공, ¹계명대학교 전통미생물자원개발 및 산업화연구(TMR) 센터

Received April 20, 2005 / Accepted June 14, 2005

The Effects of Kimchi with *Monascus purpureus* on the Body Weight Gain and Lipid Metabolism in Rats Fed High Fat Diet. Mi Hee Yu¹, Hyo Jung Lee, Hyo Gwon Im, Mi Hyang Hwang Bo, Hyun Jeong Kim and In-Seon Lee*. Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea, ¹The Center for Traditional Microorganism Resources, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea – Obesity is emerging as one of the major risk factors of death in Korea as well as western societies. This study was performed to investigate the effect of kimchi with *Monascus purpureus* (Hongkuk) on liver function, plasma lipid composition of rats fed high fat diet for four weeks in rats. Rats were divided into the following 6 groups; I group (normal diet), II group (normal diet with 1% kimchi powder using 5.0% Hongkuk), III group (high fat diet), IV group (high fat diet with 1% kimchi powder), V group (high fat diet with 1% kimchi powder using 2.5% Hongkuk), and VI group (high fat diet with 1% kimchi powder using 5% Hongkuk). Weight gains showed to decrease in group IV, V, VI. Food intake and food efficiency ratio were no significantly different among the groups. Plasma total cholesterol showed to decrease with kimchi using Hongkuk. LDL-cholesterol levels were lower in kimchi using Hongkuk than that of control group. These results demonstrated that the kimchi and kimchi using *Monascus purpureus* (Hongkuk) decreased weight gains and lowered serum cholesterol levels in rat.

Key words – obesity, total cholesterol, kimchi, *Monascus purpureus* (Hongkuk)

최근 들어 김치는 그 식품학적 우수성이 과학적으로 입증됨에 따라 세계적인 식품으로 인정받고 있는데, 김치 발효과정 중 생성되는 유산균이나 배추의 beta-sitosterol, 고추의 capsaicin, 마늘의 methylcysteine sufoxide 및 S-allylcystein sulfoxide, 그리고 파와 양파 등의 allyl compound 등의 성분 에 기인한 항산화 효과[1], 동맥경화 예방효과[2-3], 항혈전 효과[4] 및 항노화 효과[5]에 대한 연구가 보고되고 있다. 또한 각종 동·식물, 미생물 및 한약재로부터 추출한 생리활성 물질을 첨가시켜 다양한 김치의 상품 개발에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

홍국은 전 백미에 *Monascus* 속 곰팡이를 번식시킨 것으로 오랫동안 중국에서 이용되어 왔고, 10여종 이상의 색소성분을 함유하고 있어 주로 홍주 및 홍유부 제조, 음식물의 착색 및 보존제로 사용되어 왔으며, 발암성으로 문제가 되는 인공색소를 대체할 수 있는 천연색소 소재로 주목받아 왔다[6]. 중국이나 일본에서의 홍국의 일상적 평균 섭취량은 14~55 g/d이며[7], 임상연구를 통한 홍국의 콜레스테롤 저하 효과에 대한 보고가 많이 알려져 있지만[8-9], 지금까지 간 손상에 대한 생화학적 및 병태 생리적 연구는 알려져 있지 않다. 최근 홍국 수용성 추출물은 혈관내피에서 분비되는 nitric oxide에 의한 혈관확장작용으로 주목받고 있으며, 체내 콜레스테롤의 생합성 억제 효과, 항균효과, 항암효과 등 다양한

생리 기능이 알려지면서 홍국을 이용한 기능성 식품의 개발과 더불어 사람과 동물을 대상으로 하는 연구들이 활발히 진행되고 있다[10-11].

한편 식생활의 서구화로 에너지의 과잉 및 지질 섭취량이 증가되면서 비만환자나 고혈압, 뇌혈관질환, 동맥경화증 등의 심혈관계 환자의 수가 급증함에 따라 콜레스테롤 및 포화지방산이 많이 함유된 식품섭취를 제한하고 각종 섬유소와 불포화지방산 등이 많이 함유된 식품을 권장하고 있는 추세이다. 즉 단백질과 지방이 풍부한 동물성 식품과 설탕, 식염을 함유한 가공식품의 과다섭취로 인해 체내 콜레스테롤과 중성지방의 축적이 많아져 성인병의 발병 가능성이 높다는 보고에 따라 체내 콜레스테롤치를 저하시키기 위한 새로운 자연건강식품의 개발에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이다. 경제 성장에 따른 식생활 양식의 변화로 동물성 식품섭취 증가에 의한 순환기계 질환이 늘어나고 있으며, 그 중에서도 동맥경화증은 대표적인 질병으로 매년 증가하는 추세이므로 국민 보건 상 큰 문제가 되고 있다[12-13]. 또한 비만은 성인병 발생과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있으며, 에너지 섭취량과 에너지 소모량의 차이로 인한 불균형으로 인해 유발되며 고지방식이 주요 원인 중의 하나이다[14]. 지방은 g당 9 kcal를 제공하는 고에너지원으로 필수지방산, 지용성비타민의 흡수에 필요하나 과잉섭취 시 지방 저장조적으로 수송되어 triglyceride 형태로 조직에 저장되면 체내지방을 과도하게 축적시켜 비만을 유발시키는 것으로 알려져 있어 지질대사 개선능을 갖는 활성성분에 대한 연구

***Corresponding author**

Tel : +82-53-580-5538, Fax : +82-53-580-5538

E-mail : insoon@kmu.ac.kr

들이 점차적으로 증가되고 있는 추세이다[15-17].

따라서 본 연구에서는 홍국을 첨가한 김치가 고지방식이 섭취시에 체중변화나 지질대사 및 간장대사에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 동물실험을 실시하였다. 홍국의 첨가 농도는 각각 0, 2.5, 5%이었으며, 고지방식을 섭취하는 흰쥐군에 사료섭취량의 1%의 홍국 김치를 투여하고 1개월 후에 흰쥐의 체중변화와 혈중 지질농도 및 혈액의 생화학적 분석을 실시하여 고지방식을 실시한 흰쥐에 홍국 김치의 섭취가 체중 및 지질대사, 간장 기능에 어떠한 영향을 미치는지 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 배추, 무, 마늘, 고춧가루, 생강 등은 (주)정안농산으로부터 공급받아 사용하였고, 소금은 천일염과 한주 소금을 사용하였다. 실험에 사용된 일반시약은 Sigma (USA) 제품 및 Junsei (Japan) 제품으로 특급품을 사용하였다.

홍국 제조 및 홍국김치 제조

수집시켜 멸균한 시판 백미(안계 황토백미)에 계명대학교 TMR 센터에서 분리하여 동정한 홍국 균주 *Monascus purpureus*를 접종하여 25~30℃에서 12일간 정치 배양한 후, 수분함량이 10% 이하가 되도록 65℃에서 건조한 다음 분말화하여 사용하였다. 배추는 먼저 4등분하여 10% 소금물에 12시간 절인 후 3회 세척하여 물기를 제거한 다음 Table 1과 같은 재료 혼합비로 김치를 제조하였다. 특히 절임 배추 100 g에 대하여 홍국 쌀풀은 0, 2.5, 5.0 g씩 각각 첨가하였으며, 이때 홍국 쌀풀은 분말 20 g을 물 100 mL에 첨가하여 잘 풀어 100℃에서 3분간 가열하여 풀로 쓴 다음 사용하였으며, 제조된 홍국 김치를 마쇄기로 마쇄한 후 동결 건조하여 분말화하였다. 이때 배추김치로부터 분말김치를 만들어 낼 수 있는 수율은 44.2%이었다.

실험사료의 구성

정상식이군의 식이 구성은 casein 20%, AIN-76 mineral mix

3.5%, AIN-76 vitamin mix 1%, corn oil 4%, DL-methionine 0.18%, alpha-cellulose 5.0%, corn starch 15%, 나머지는 sucrose로 100%를 구성하였으며, 총열량 중 단백질, 지방, 탄수화물은 각각 21%, 14%, 65%로 구성되었다. 또한 고지방식이군은 정상식이군에 10% lard, 1% cholesterol, 0.25% sodium cholate를 더 첨가하여 공급하였다.

실험동물 및 식이

실험동물은 체중 80~100 g의 4주령 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 온도 21±2℃, 상대습도 55±10%를 유지하고 밤과 낮의 길이를 12시간씩 인공조명으로 조절하여 사육하였으며 사료와 물은 충분히 공급하였다. 일주일간 적응시킨 후 난괴법(randomized complete block design)에 의해 I군(정상식이군), II군(정상 식이+홍국 5% 첨가 김치분말 1%군), III군(고지방식이군), IV군(고지방식이+김치분말 1%군), V군(고지방식이+홍국 2.5% 첨가 김치분말 1%군), 그리고 VI군(고지방식이+홍국 5% 첨가 김치분말 1%군)으로 나누어 각 군마다 8마리씩 4주간 사육하였다(Table 2).

체중 증가량 및 식이 섭취량 측정

실험동물의 체중은 3일 간격으로 일정시간에 측정하였으며, 식이섭취량은 오전 10시에 매일 측정된 후 급여량에서 잔량을 감하여 계산하였다. 식이효율(food efficiency ratio; FER)은 4주간의 체중 증가량을 같은 기간의 식이 섭취량으로 나누어 산출하였다.

혈장 분리 및 장기 채취

혈액은 4주간의 실험식이 급여 후 12시간 절식시키고 ether로 마취시킨 동물로부터 채취하였다. Heparin 처리가 된 주사기로 복부 대동맥에서 혈액을 채취한 후 실온에서 30분간 방치한 다음 4℃, 3000 rpm에서 20분간 원심분리하여 혈장을 분리한 후 각 성분분석에 사용하였다. 채혈 후 간, 신장 및 비장을 적출하고, 즉시 생리식염수로 혈액을 제거한 다음 각각의 무게를 측정하고, 체중 100 g당 장기무게로 환산하였다.

Table 2. Design of experimental diet

Groups Diet	
I	Normal diet
II	Normal diet + 1% kimchi powder using 5% Hongkuk ¹⁾
III	High fat diet ²⁾
IV	High fat diet + 1% kimchi powder
V	High fat diet + 1% kimchi powder using 2.5% Hongkuk
VI	High fat diet + 1% kimchi powder using 5% Hongkuk

1) Kimchi powder using *Monascus Purpureus* Koji

2) High fat included 10% of lard, 1% of cholesterol and 0.25% of sodium cholate in the diet.

Table 1. Composition of kimchi materials

Materials	Amounts (g)
Chinese cabbage	100
Sliced chinese radish	13.3
Red pepper powder	4
Garlic	4
Onion	2.4
Fermented anchovy	4.5
Sticky rice paste	1.7
<i>M. purpureus</i> koji paste	0/2.5/5

혈장분석

혈장의 total cholesterol[14], HDL-cholesterol[18] 및 tri-glyceride[19]는 효소법에 의한 kit (아산제약, 한국)를 사용하여 흡광도를 측정하였으며, AST, ALT 활성은 auto dry chemistry analyzer (SPOTCHEM™ SP-4410, ARKRAY, Inc., Japan)을 사용하여 측정하였다.

통계처리

실험결과는 SAS program을 이용하여 분산 분석한 후 유의차가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 p<0.05 수준에서 시료간의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

체중증가량 및 식이효율

4주간 실험 사육한 각 군의 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율은 Table 3과 같다. 고지방식이군(III군)은 정상식이군(I군)에 비해 체중이 평균 57 g 정도 증가하여 비만이 유도되

었음을 확인하였다. 또한 정상식이에 홍국 김치를 첨가한 식이군(II)은 정상식이군과 유의한 차이가 없었으며, 고지방식에 김치 및 홍국 김치를 첨가한 식이군(IV, V, VI)은 홍국의 농도에 관계없이 모든 김치식이군에서 체중의 증가가 낮았다. 서 등[20]은 배추김치의즙 10% 투여로 흰쥐의 체중이 1개월 동안 유의적으로 감소함을 관찰하였으며, 윤 등[21]은 2%의 홍국 첨가 식이가 1개월간 사육한 흰쥐의 체중을 유의적으로 감소시킴을 관찰하였다. 이와 같은 결과는 홍국의 첨가와는 관계없이 배추김치 자체의 양념류의 성분에 의한 생리작용의 영향으로 체중증가의 감소가 일어난 것으로 생각된다. Sheela 등[22]은 Alloxan 유도 당뇨병 흰쥐에서 마늘 성분 S-allylcysteine sulfoxide 200 mg/kg을 3개월간 매일 투여하여 항 당뇨 효과와 함께 체중 감소효과 등을 보고한 바 있다. 식이섭취량은 홍국 김치의 투여에 따른 유의적인 차이는 없었으며, 식이효율도 정상식이군과 차이가 없었다.

장기 중량 변화

단위 체중 당 간장, 신장, 비장의 중량은 Table 4와 같다.

Table 3. Body weight change, food intake, food efficiency ratio (FER) of rats fed experimental diet for 4 weeks

Groups ¹⁾	Body weight change (g/4weeks)	Food intake (g/day)	FER ³⁾
I	196.21±5.21 ^{b2)}	32.34±3.21 ^a	23.24±1.22 ^a
II	209.85±10.54 ^b	29.25±2.13 ^a	27.56±3.61 ^a
III	263.19±23.45 ^a	28.31±5.33 ^a	30.33±2.25 ^a
IV	200.09±3.85 ^b	26.35±2.23 ^a	28.37±1.34 ^a
V	203.00±9.74 ^b	27.45±4.37 ^a	28.56±1.35 ^a
VI	205.74±0.63 ^b	27.40±3.21 ^a	27.21±3.13 ^a

- 1) I: Normal diet, II: Normal diet+1% kimchi powder using 5% Hongkuk, III: High fat diet, IV: High fat diet+1% kimchi powder, V: High fat diet+1% kimchi powder using 2.5% Hongkuk, VI: High fat diet+1% kimchi powder using 5% Hongkuk
- 2) Values are expressed as mean±SD
- 3) FER: Body weight gain (g/4 weeks)/food intake (g/4 weeks)×100
Different superscripts in the same column indicate significant differences between groups at p<0.05 by Duncan's multiple comparison test.

Table 4. The liver, kidney and spleen weight of rats fed experimental diet for 4 weeks

Groups ¹⁾	Liver		Kidney ³⁾		Spleen	
	Weight (g)	g/100 g (BW)	Weight (g)	g/100 g (BW)	Weight (g)	g/100 g (BW)
I	16.79±1.05 ^{b2)}	3.46±0.07 ^b	2.82±0.35 ^a	0.58±0.05 ^a	0.79±0.04 ^b	0.16±0.01 ^{ab}
II	19.74±1.19 ^b	3.96±0.31 ^b	3.21±0.21 ^a	0.64±0.05 ^a	0.77±0.11 ^b	0.15±0.03 ^{ab}
III	36.42±7.20 ^a	6.71±0.94 ^a	2.66±0.59 ^a	0.49±0.08 ^a	1.16±0.05 ^a	0.21±0.01 ^a
IV	16.73±0.71 ^b	3.40±0.06 ^b	2.35±0.35 ^a	0.48±0.08 ^a	0.67±0.01 ^b	0.14±0.01 ^b
V	16.65±2.53 ^b	3.39±0.26 ^b	2.64±0.23 ^a	0.54±0.01 ^a	0.71±0.05 ^b	0.14±0.02 ^b
VI	16.74±0.63 ^b	3.40±0.21 ^b	2.80±0.10 ^a	0.57±0.03 ^a	0.72±0.01 ^b	0.15±0.01 ^{ab}

- 1) I: Normal diet, II: Normal diet+1% kimchi powder using 5% Hongkuk, III: High fat diet, IV: High fat diet+1% kimchi powder, V: High fat diet+1% kimchi powder using 2.5% Hongkuk, VI: High fat diet+1% kimchi powder using 5% Hongkuk
- 2) Values are expressed as mean±SD
- 3) Mean of two kidneys
Different superscripts in the same column indicate significant differences between groups at p<0.05 by Duncan's multiple comparison test.

간장의 중량은 I 군에 비해 III군에서 유의적으로 높은 수준을 보였으며(p<0.05), 홍국의 첨가와 관계없이 고지방식이군의 김치 투여군에서 감소하였다. 이는 고지방 섭취 시 간장 무게가 증가한다는 Sung[23], Wursch[24] 및 Park[25]의 보고와 일치되는 결과였으며, 고지방 섭취로 인해 간장이 비대해지고, 동맥 내에 지질이 축적되어 관상 순환의 이상으로 야기된 것으로 생각된다. 또한 비장의 중량은 고지방식이군에서 증가하였으며, 김치 투여군에서 감소하였다. 한편 신장의 중량은 각 군들 간에 차이를 보이지 않았다.

혈장 내 지질 수준

일반 김치 및 홍국 김치를 첨가하여 고지방식을 투여한 흰쥐의 혈청 중 총 cholesterol, triglyceride, LDL 및 HDL cholesterol 함량, 동맥경화지수(AI)를 나타낸 결과는 Table 5와 같다. 총 cholesterol 함량은 주로 고열량섭취와 비만, 심혈관질환의 고 콜레스테롤 혈증 등에서 증가하고 만성 간질환, 갑상선 기능 항진, 기아 등에서 감소한다[26]. 정상 흰쥐의 혈중 총 cholesterol량은 20~92 mg/dL 인데[27], 고지방식이군을 제외한 모든 군에서 총 cholesterol 함량은 정상범위로 나타났으며, 김치 및 홍국 김치를 투여한 고지방식이군(IV-VI)에서는 김치의 영향으로 총 cholesterol 함량이 고지방식이군에 비해 유의적으로 낮았다(p<0.05). 그러나 홍국을 첨가하지 않은 김치식이군(IV)과 홍국을 2.5%, 5% 첨가한 김치식이군(V, VI)의 총 cholesterol 함량은 차이가 없었다.

정상 흰쥐의 혈중 triglyceride 함량은 27~108 mg/dL 이며[27], 고지방식이군에 비해 홍국 김치군(V, VI)에서 유의적으로 감소되었다. 그러나 본 실험에서의 triglyceride 함량은 고지방식이군에서도 정상범위에서 벗어나지는 않았다. Anderson 등[27]과 Mattson 등[28]에 의하면 식이중의 지방산 조성이 혈중 지방함량에 큰 영향을 미치는데, 특히 고농도의 포화지방의 증가가 혈청 콜레스테롤 농도와 중성지방 농도

를 상승시키며 동맥경화를 유발시키는 요인으로 보고하였다.

HDL-cholesterol은 항동맥경화의 지표로서 콜레스테롤을 말초혈관에서 간으로 수송하여 동맥경화를 진행시키지 않는 방향으로 콜레스테롤을 운반하여 관상성 심장질환에 대한 방어 작용을 지니고 있다[29]. 본 실험에서의 HDL-cholesterol 농도는 정상식이군과 고지방식이군, 그리고 고지방식이군에 김치를 투여한 군에서도 유의적인 차이가 없었다. LDL-cholesterol은 혈중 콜레스테롤의 주된 운반형이며 동맥 혈관벽에 콜레스테롤을 축적시켜 동맥경화를 촉진시키므로 혈장 LDL-cholesterol 농도와 심장 순환기계 질환의 발생과는 밀접한 상관관계가 있다[30]. LDL-cholesterol 함량 및 동맥경화 지수는 정상식이군에 비해 고지방식이군(III)에서 3배 이상 증가하였고, 김치 및 홍국 김치의 투여에 따라 유의적인 감소를 보였으며(p<0.05), 홍국의 농도에 따른 LDL-cholesterol 함량 및 동맥경화 지수의 차이는 없었다.

홍국군은 강력한 cholesterol 생합성 저해물질, monacolin K 및 유사한 구조를 갖는 관련 활성물질들을 생산하며 그 양이나 활성은 홍국균의 종류나 배양조건 등에 따라 차이를 나타내는 것으로 알려져 있으며[31-33], monacolin K는 혈중 콜레스테롤을 저하시킬 뿐 아니라 중증의 고 콜레스테롤 혈증 환자에 대해서는 LDL-cholesterol을 우선적으로 낮추는 한편 혈중 콜레스테롤 농도가 정상인 경우에도 VLDL과 LDL의 생성을 함께 저하시키는 것으로 보고되고 있다[34]. 그러나 본 실험에서는 중성지질의 함량을 제외하면 김치군과 홍국 김치군간에 유의적인 차이 없이 고지방식을 투여한 흰쥐에서 김치분말의 투여는 체중증가를 감소시키고, 총 콜레스테롤의 함량을 감소시켰다. 홍국의 첨가 농도에서 유등[35]이 2%의 홍국 첨가 식이군에서 bromobenzene에 의한 간 손상을 감소시켰다는 보고와 윤 등[21]이 2%의 홍국 첨가 식이로 인하여 흰쥐의 체중증가율이 저하됨과 더불어 동맥경화지수가 현저히 감소되었음을 보고한 결과와 비교했을

Table 5. Plasma lipid profile in rats fed experimental diet for 4 weeks

Groups ¹⁾	Total cholesterol (mg/dL)	Triglyceride (mg/dL)	HDL-cholesterol (mg/dL)	LDL-cholesterol ³⁾ (mg/dL)	AI ⁴⁾
I	63.62±1.29 ^b	61.01±3.89 ^{b2)}	21.95±2.85 ^a	29.47±3.13 ^b	1.92±0.32 ^b
II	70.61±4.05 ^c	69.62±17.05 ^{ab}	26.48±4.06 ^a	30.21±3.41 ^b	1.69±0.26 ^b
III	130.74±9.49 ^a	93.7±8.24 ^a	17.03±6.05 ^a	94.97±5.09 ^a	7.09±2.32 ^a
IV	69.39±6.28 ^b	66.8±6.25 ^{ab}	28.18±1.02 ^a	27.84±4.01 ^b	1.46±0.13 ^b
V	62.99±8.21 ^b	52.62±4.69 ^b	29.45±7.52 ^a	23.02±1.62 ^b	1.17±0.28 ^b
VI	54.95±6.92 ^b	50.20±2.84 ^b	27.41±1.74 ^a	17.05±8.10 ^b	1.02±0.38 ^b

1) I : Normal diet, II : Normal diet+1% *kinchi* powder using 5% Hongkuk, III: High fat diet, IV: High fat diet+1% *kimchi* powder, V: High fat diet+1% *kimchi* powder using 2.5% Hongkuk, VI: High fat diet+1% *kimchi* powder using 5% Hongkuk

2) Values are expressed as mean±SD

3) LDL-cholesterol: Total cholesterol-(HDL-cholesterol+TG/5)

4) AI (Atherogenic Index): (Total cholesterol-HDL cholesterol)/HDL cholesterol

Different superscripts in the same column indicate significant differences between groups at p<0.05 by Duncan's multiple comparison test.

때 본 실험의 홍국의 함량은 약 0.05%로 다소 낮았다. 따라서 홍국 쌀풀에 함유된 홍국의 함량이 낮아 일반 김치군과의 차이가 없었던 것으로 사료되며, 이때의 홍국의 함량을 5% 수준 이상으로 증가시킨다면 김치군과 홍국 김치군간의 더욱 뚜렷한 지질저하 작용의 차이를 나타낼 것으로 생각된다.

혈장 내 AST 및 ALT 활성 수준

AST와 ALT는 생체내 아미노산을 합성하는 효소로서 여러 장기세포에 존재하지만 그 중간에 가장 많은 양이 존재하며, 약물이나 외부적 스트레스에 의해 간조직이 손상을 받으면 혈액중 이들 효소들의 활성이 증가하게 된다. 따라서 혈중 AST와 ALT의 활성 측정은 간기능을 살펴보는 하나의 지표가 된다.

본 실험에서 간에 부담을 줄 수 있는 마늘과 고추와 같은 자극성 양념류를 많이 포함하는 배추김치를 사용하였고, 독성 및 안전성 평가에 대해 잘 알려져 있지 않은 홍국을 사용하였으므로 이를 흰쥐에 섭취시킬 때 간 기능에 어떤 영향을 미치는지 알아보려고 AST 및 ALT 활성을 조사한 결과는 Table 6과 같다. AST 활성은 정상식이군에 비해 고지방식이군(III)에서 유의적으로 높았고(p<0.05), ALT 활성은 각 군간에 차이를 보이지 않았다. 이는 사료량의 10% 김치즙을 4주간 투여한 실험군에서 흰쥐에 별다른 독성반응을 보이지 않았다는 보고[20]와 2% 및 4% 홍국 첨가식으로 성장시킨 흰쥐에 있어서 체중증가율이 표준식이군과 차이를 보이지 않았고, 간 기능 및 병리조직검사에서 홍국 섭취로 인한 간조직의 병태 생리적 변화가 관찰되지 않았던 유 등[35]의 결과에 비추어 볼 때 홍국을 첨가한 김치를 일상적으로 섭취하여도 아무런 문제가 없을 것으로 판단된다.

Table 6. Plasma levels of AST, ALT in rats fed experimental diet for 4 weeks

Groups ¹⁾	AST (IU/L)	ALT (IU/L)
I	159.80±11.71 ^{b2)}	65.36±0.68 ^a
II	161.74±4.27 ^b	65.10±0.97 ^a
III	192.28±21.10 ^a	75.63±10.76 ^a
IV	174.70±12.08 ^{ab}	68.19±5.42 ^a
V	183.34±24.24 ^{ab}	65.16±5.25 ^a
VI	172.42±15.41 ^{ab}	69.52±11.94 ^a

1) I: Normal diet, II: Normal diet+1% kimchi powder using 5% Hongkuk, III: High fat diet, IV: High fat diet+1% kimchi powder, V: High fat diet+1% kimchi powder using 2.5% Hongkuk, VI: High fat diet+1% kimchi powder using 5% Hongkuk

2) Values are expressed as mean±SD
Different superscripts in the same column indicate significant differences between groups at p<0.05 by Duncan's multiple comparison test.

요 약

홍국 김치의 투여가 고지방식이를 섭취한 흰쥐의 혈청지질구성과 간장기능에 미치는 영향을 조사하였다. Sprague-Dawley계의 흰쥐를 I군(정상식이군), II군(정상식이+홍국 5% 첨가 김치분말 1%군), III군(고지방식이군), IV군(고지방식이+김치분말 1%군), V군(고지방식이+홍국 2.5% 첨가 김치분말 1%군), 그리고 VI군(고지방식이+홍국 5% 첨가 김치분말 1%군)으로 나누어 각 군마다 8마리씩 4주간 사육하였다. 실험 종료일의 체중은 고지방식이군으로 고지방식이군은 정상군보다 높은 수치를 보였으나, 홍국 김치 투여군에서는 홍국의 농도에 관계없이 체중의 증가가 유의적으로 감소하였다. 단위 체중당 간장 및 비장의 중량은 정상군에 비해 고지방식이군에서 증가하였고, 김치 및 홍국 김치의 투여에 따라 감소하였으나, 신장의 중량은 각 군들 간에 유의성은 없었다. 중성지질의 농도는 정상군에 비해 고지방식이군에서 높았으며, 홍국 김치의 투여에 따라 감소하였고, 동맥경화와 밀접한 상관관계가 있는 LDL 콜레스테롤과 총콜레스테롤의 농도 및 동맥경화 지수는 김치 및 홍국 김치 투여군에서 유의적으로 감소하였다. 혈장 중 AST 활성은 고지방식이군에서 증가하였고, ALT 활성은 각 군간에 차이를 보이지 않았다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 계명대학교 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

- Lee, Y. O. and Cheigh, H. S. 1996. Antioxidative activity of various solvent extracts from freeze dried kimchi. *Korean J Life Science* 6, 66-71.
- Kwon, M. J., Song, Y. S., Choi, M. S., Park, S. J., Jeong, K. S. and Song, Y. O. 2003. Cholesteryl ester transfer protein activity and atherogenic parameters in rabbit supplemented with cholesterol and garlic powder. *Life Science* 72, 2953-964.
- Kwon, M. J. and Song, Y. S. 2003. Red pepper attenuates cholesteryl ester transfer protein activity and atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Clinica Chimica Acta* 332, 37-44.
- Kim, M. J., Song, Y. S. and Song, Y. O. 1998. The fibrinolytic activity of kimchi and its ingredients *in vivo* and *in vitro*. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27, 633-638.
- Kim, J. H., Kwon, M. J., Lee, S. Y., Ryu, J. D., Moon, G. S., Cheigh, H. S. and Song, Y. O. 2002. The effect of kimchi intake on production of free radicals and anti-oxidative enzyme activities in the liver of SAM. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31, 109-116.

6. Lin, C. F. and Hzuka, H. 1982. Production of extracellular pigment by a mutant of *Monascus kaoliang* sp. nov. *Appl. Environ. Microbiol.* **43**, 671-676.
7. Mei, F. 1990. Red yeast flavonoid duck. pp. 177-188, In: Fang Me's illustrated cookbook of regional Chinese cuisine, Guangxi National Press, China.
8. Shepherd, J., Cobbe, S. M. and Ford, I. 1995. Prevention of coronary heart disease with pravastatin mem with hypercholesterolemia. West of Scotland Coronary Prevention Study Group. *N Engl J Med.* **333**, 1301-1307.
9. Herber, D., Yip, L., Ashley, J. M., Elashoff, R. M. and Go, V. L. 1999. Cholesterol-lowering effects of a proprietary Chinese red-yeast-rice dietary supplement. *Am J Clin Nutr.* **69**, 231-236.
10. Martinkova, L., Juzlova, P. and Vesely, D. 1995. Biological activity of polyketide pigments produced by the fungus *Monascus*. *J. Appl. bacteriol.* **79**, 609-616.
11. Endo, A. 1980. Monacolin K a new hypocholesterolemic agent that specifically inhibits 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl coenzyme a reductase. *J. Antibiol.* **33**, 334-336.
12. Hill, J. O., Lin, D., Yakubu, F. and Peter, J. C. 1992. Development of dietary obesity in rats: influence of amount and composition of dietary fat. *Int. J. Obes. Relat. Matab. Disord.* **16**, 321-333.
13. Lee, H. K. 1990. Recent progress in obesity research; Diseases associated with obesity. *Korean J. Nutr.* **23**, 341-346.
14. Finley, P. R., Schifman, R. B., Williams, R. J. and Luchti, D. A. 1978. Cholesterol in high-density lipoprotein: Use of Mg²⁺/dextran sulfate in its measurment. *Clin. Chem.* **24**, 931-933.
15. Chae, K. S. 1998. *Biochemistry for life science*. JI-GU Publishing Co., Seoul.
16. Yoon, S. H. and Joo, C. N. 1993. Study on the preventive effect of ginsenosides against hypercholesterolemia and its mechanism. *Kor. J Ginseng Sci.* **17**, 1-12.
17. Chang, Y. K. 1996. *Clinical nutrition management a dietary treatment by disease*. Hyo-il Publishing Co., Seoul.
18. Ohara, I., Tabuchi, R. and Onai, K. 2000. Effects of modified rice bran on serum lipids and taste preference in streptozotocin-induced diabetic rats. *Nutr. Res.* **20**, 59-68.
19. Bucolo, G. and Gavid, H. 1973. Quantitative determination of serum triglyceride by use of enzymes. *Clin. Chem.* **19**, 476-482.
20. Sheo, H. J. and Seo, Y. S. 2004. The effects of dietary chinese cabbage *kimchi* juice on the lipid metabolism and body weight gain in rats fed high-calories-diet. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 91-100.
21. Yu, T. S., Kim, H. H. and Yoon, C. G. 2003. Hepatic oxygen free radical metabolizing enzyme activities and serum lipid profile in rats fed diet supplemented with *Monascus* pigment. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 244-249.
22. Sheela, C. G. and Augusti, K. T. 1992. Antidiabetic effects of S-allylcysteine sulphoxide isolated from garlic *Allium sativum* Linn. *Indian J Exp. Biol.* **30**, 523-526.
23. Sung, I. S, Kim, M. J. and Cho, S. Y. 1997. Effect of *Quercus acutissima* CARRUTHERS extracts on the lipid metabolism. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **26**, 327-333.
24. Wursch, P. 1979. Influence of tannin-rich Caron Pob fiber on the cholesterol metabolism in the rat. *J Nutr.* **109**, 685-692.
25. Park, O. J. 1994. Plasma lipids and fecal excretion of lipids in rats fed a high fat diet, a high cholesterol diet or a low fat/high sucrose diet. *Kor. J Nutr.* **27**, 785-794.
26. The association of Korean clinical pathology. 1994. The clinical pathology. pp. 40-79. Korea Medicine Co., Seoul.
27. Anderson, J. T., Grand, F. and Keys, A. 1976. Independence of the effects of cholesterol and degree of the fat in the diet in serum cholesterol in man. *Am. J Clin. Nutr.* **29**, 1184-1189.
28. Mattson, F. H., Hollenbath, E. J. and Kligman, A. M. 1975. Effect of hydrogenated fat on the plasma cholesterol and triglyceride levels of man. *Am. J Clin. Nutr.* **28**, 726-731.
29. Gordon, T., Casfelli, W. P., Hjortland, M. C., Kennel, W. B. and Dawher, T. R. 1977. High density lipoprotein as a protective factor against coronary heart diseases, the Framingham study. *Am. J. Med.* **62**, 707.
30. Myant, N. B. 1990. Cholesterol metabolism, LDL, and the LDL receptor, pp. 407, Academic Press Inc., New York.
31. Endo, A. 1979. Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* species. *J Antibiotics* **32**, 852-854.
32. Endo, A. 1985. Compactin (ML-236B) and related compounds as potential cholesterol-lowering agents that inhibit HMG-CoA reductase. *J Medicinal Chem.* **28**, 401-405.
33. Kroon, P. A., Hand, K. M., Huff, J. W. and Alberts, A. W. 1982. The effect of mevinolin on serum cholesterol levels of rabbits with endogenous hypercholesterolemia. *Atherosclerosis* **44**, 41-48.
34. Arad, Y., Ramarkrishnan, R. and Ginsberg, H. N. 1990. Lovastatin therapy reduces low density lipoprotein apoB levels in subjects with combined hyperlipidemia by reducing the production of apoB production. *J Lipid Res.* **31**, 567-582.
35. Oh, J. D., Yoon, C. G. and Yu, T. S. 2004. Effect of dietary *Monascus Koji* on the liver damage induced by bromobenzene. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 965-972.