

## 다시마 첨가 배추김치의 체중 감량 및 지질 저하 효과

구화숙<sup>1</sup> · 노정숙<sup>1</sup> · 윤예랑<sup>1</sup> · 김현주<sup>1</sup> · 권명자<sup>1</sup> · 최홍식<sup>2</sup> · 송영옥<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

<sup>2</sup>부산시 보건환경연구원

## Weight Reduction and Lipid Lowering Effects of Sea Tangle Added Korean Cabbage Kimchi

HwaSuk Ku<sup>1</sup>, Jeong-Sook Noh<sup>1</sup>, Ye-Rang Yun<sup>1</sup>, Hyun-Ju Kim<sup>1</sup>,  
Myung-Ja Kwon<sup>1</sup>, Hong-Sik Cheigh<sup>2</sup> and Yeong-Ok Song<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science & Nutrition, and Kimchi Research Institute,  
Pusan National University, Busan 609-735, Korea

<sup>2</sup>Busan Metropolitan City Institute of Health & Environment, Busan 613-806, Korea

### Abstract

A recipe for diet kimchi containing 20% of sea tangle to Korean cabbage kimchi (SK) was developed for weight reduction purpose. The fermentation process of SK showed typical *Lactobacillus* sp. growth pattern like other kimchis. The effects of SK on weight reduction was studied in high fat diet (HFD) fed rats (n=40). Diet groups used for the animal study were HFD, HFD supplemented either with Korean cabbage kimchi used as experimental control (HCK), or with SK (HSK), or with J-kimchi (JK) which was purchased at market (FJK). The effect of kimchi on preventing obesity in rat fed HFD was found to be obvious by means of reducing visceral fat contents and improving serum lipid profiles through enhancing the lipid excretion in the feces (p<0.05). Leptin concentration of rat was significantly decreased by kimchi consumption (p<0.05). This result can be interpreted that adipocytes in these animals were fewer than that of HFD group. The plasma bililubin concentration was lower in kimchi group than HFD, meaning that returning bile from ileum to the liver was reduced. When the observe beneficial effects of kimchi on preventing obesity were compared among kimchi groups, SK only reduced the relative visceral fat contents significantly than other kimchi groups (p<0.05). Besides this, other parameters such as plasma lipid profiles, feces lipids, leptin, and bililubin concentration were not significantly different, even though the most beneficial effect on these parameters was observed from SK. In conclusion, long term consumption of SK seems to have a beneficial effect on the prevention of obesity through enhancing the excretion of lipids in the feces. The dietary fiber content of SK was increased by 7% compared to CK when 20% of sea tangle was added.

**Key words:** sea tangle, Korean cabbage kimchi, weight reduction, lipid lowering effect

### 서 론

우리나라 성인 중 BMI 25 이상인 사람은 2000년 국민영양 조사에서 27.4%이었으나 2005년 조사에서는 31.8%로 증가하여 비만인구가 점점 증가하는 것으로 나타났다(1). 비만한 사람에게 있어 고혈압, 당뇨, 고지혈증 등과 같은 성인성질환의 발병률은 정상인에 비해 유의적으로 높아(2,3) 비만은 단순한 현상이 아니라 그 자체가 심각한 질환으로 보고되고 있다(4). 비만발생 원인은 명확히 밝혀져 있지 않으나 에너지 섭취와 소비의 불균형으로 인한 체지방 축적이 그 주된 원인으로 알려져 있다(5,6). 렙틴은 피하지방에서 분비되는 호르몬으로 비만인 사람에게서 혈중 농도가 높다. 렙틴의

기능은 뇌의 식이 조절 중추에 작용하여 식이섭취량을 감소시키고, 열 생산과 활동량을 증가시켜 에너지 소비량을 증가시키며(7,8), 골격근의 발달(9) 및 호흡중추에도 영향을 미침으로써(10) 인체 내 내분비계와 에너지 대사에 직접적으로 영향을 주는 호르몬으로 알려져 있다. 혈중 렙틴 농도는 체지방량을 나타내는 지표로 보고되고 있다(11-13).

김치의 건강기능성 연구는 주로 지질저하 효과(14,15), 항산화효과(16), 항암효과(17), 항균효과(18), 체중감소 효과(19), 면역증진 효과(20) 및 항동맥경화 효과(21,22) 등에 대하여 진행되어 왔다. 김치는 지방 함량이 낮고 섬유소 함량이 높아 칼로리가 낮으며, 김치 담금 시 사용되는 부재료인 마늘, 생강, 고추 등에 함유되어 있는 alline, allicine, ginger-

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: yosong@pusan.ac.kr  
Phone: 82-51-510-2847, Fax: 82-51-583-3648

ol, capsaicin 및 dihydrocapsaicin 등과 발효과정 중 생성되는 젖산균(23) 및 기타 생리활성물질(24) 등이 지질저하 효과가 있어 체중 감량 효과가 있을 것으로 생각된다.

다시마(*L. aminaria japonica*)는 한국인이 즐겨 먹는 해조류로 알긴산, 푸코이단과 같은 생리활성물질이 함유되어 있어 지질저하 효과(25-27)가 있고, 섬유소의 함량이 높아 지방의 흡수를 방해하는 효과가 있을 것으로 생각된다. 더불어 맛을 내는 아미노산의 함량이 높아 식품의 조미기능을 돕고 있으며, 다른 해조류에 비해 두께감이 어느 정도 있어 식품에 첨가하였을 때 외관을 향상시키는 효과가 있다.

본 연구에서는 체중감량 효과가 있는 기능성 배추김치를 개발하기 위하여 섬유소가 풍부하고 지질저하 기능성 물질을 함유한 다시마를 첨가한 해조첨가 배추맛김치(이하 해조김치) 레시피를 개발하고, 잘 숙성된 해조김치를 고지방식을 섭취한 쥐에게 공급하여 지질저하 및 비만억제 효과를 살펴보았다. 기능성 해조김치의 비만 억제 효과를 살펴보기 위하여 체중, 내장 지방량 및 혈청 렙틴 농도를 측정하였고, 지질저하 효과를 확인하기 위하여 혈액 및 간으로부터 중성지방, 콜레스테롤을 측정하였다. 기능성 해조김치의 비만 억제 및 지질 저하 효과 기전을 살펴보기 위하여 혈청의 빌리루빈 농도와 분변의 지질 패턴을 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 김치 재료

배추는 김해(경남)에서 생산된 포기당 중량이 2.0~2.5 kg 인 것을 사용하였고, 고춧가루는 충북 재천 농협 고춧가루, 젓갈은 하선정 멸치액젓을, 소금은 천일염을 사용하였고, 그 밖에 부재료인 다시마, 무, 당근, 마늘, 생강은 김치 제조 당일 재래시장에서 구입하였다.

### 실험용 김치 종류

해조류를 첨가한 기능성 김치의 항비만 효과를 확인하기 위하여 실험에 사용한 김치는 배추맛김치(이하 대조김치라 함), 배추맛김치에 다시마 및 당근 등의 부재료를 첨가시킨 해조김치, 그리고 시판용 J-배추맛김치(D사, 원주, 이하 J-김치라 함)이다. 실험실에서 담근 배추맛김치는 본 실험의 대조군으로, 그리고 시판용 J-배추맛김치는 해조김치의 효과 검증을 위한 긍정 대조군(positive control)으로 사용하였다. J-김치는 본 실험용 김치와 제조일이 같은 날 출하된 김치를 구입하여(L 마트) 사용하였다.

### 김치 담금

대조군김치(28)와 해조김치 제조를 위한 배추절임은 다음과 같다. 2~2.5 kg의 통배추를 8등분하고 3×4 cm로 절단하여 염도 10%의 소금물에 2~3시간 절였다. 절임을 균등하게 하기 위하여 배추를 무거운 것으로 눌러 주었고, 절임 1시간 후 배추를 위, 아래로 고루 섞었다. 배추의 염도가

1.9±0.1%에 도달하였을 때 흐르는 물에 3회 세척하고 3~4 시간 정도 방치하여 자연탈수시켰다. 다시마는 끓는 물에 1분가량 데쳐서 배추보다 조금 작은 크기(2×3 cm)로 썰어서 사용하였다.

해조김치 레시피 개발을 위하여 첨가한 다시마의 양은 다시마를 제외한 김치재료 총 무게의 10~30% 범위 내 첨가되도록 하여 Table 1과 같이 김치를 담근 후 관능검사 결과로 다시마 최적 첨가량을 결정하였다. 해조김치의 지질저하 효과를 살펴보기 위해 동물실험에 사용된 김치 레시피는 다음과 같다. 대조군 김치(Korean cabbage kimchi used as control kimchi; CK)는 절인 배추 76 g, 무 13 g, 파 2 g, 고춧가루 3.5 g, 마늘 1.5 g, 생강 0.6 g, 멸치액젓 2.2 g, 설탕 1 g을 첨가하였고, 해조김치(sea tangle added Korean cabbage kimchi; SK)는 절인 배추 60 g, 다시마 20 g, 무 15 g, 당근 5 g, 고춧가루 3.2 g, 마늘 1.4 g, 생강 0.5 g, 멸치액젓 2 g, 설탕 0.9 g을 첨가하였다. 실험실에서 담근 김치와 시판되고 있는 J-김치(J-kimchi; JK)는 김치냉장고용 김치 통에 눌러 담은 후 5°C로 설정된 김치냉장고(HNR2217S, S Electronics, Korea)에서 보관하였다. 김치의 최종 염도는 2.1±0.1%이었다.

### 관능검사

기능성 해조김치의 레시피 개발은 관능검사를 기준으로 실시하였다. 다시마의 첨가량과 형태 그리고 숙성과정 중의 김치 맛의 변화를 9점 척도법에 의하여 평가하였다. 평가항목은 외관(appearance), 풋내(fresh cabbage like smell), 신내(acidic smell), 균덕내(moldy smell), 텃 익은 맛(fresh cabbage like taste), 신맛(acidic taste), 균덕맛(moldy taste), 새콤한 맛(sweetly sour taste), 아삭아삭함(crispness), 종합적인 평가(overall acceptability)이었다. 9점 척도법을 이용하였을 때 평가 점수 1점은 아주 약함이나 아주 나쁨, 5점은 보통, 9점은 아주 강함이나 아주 좋음으로 나타내었다.

**Table 1. Recipe developed for the preparation of sea tangle added Korean cabbage kimchi and its sensory evaluation result**

Ingredients (g)	A <sup>1)</sup>	B	C
Korean cabbage	73	60	50
Sea tangle	10	20	25
Radish	18	15	20
Carrot	-	5.0	5.0
Red pepper powder	4.2	3.2	3.2
Garlic	1.8	1.4	1.4
Ginger	0.7	0.5	0.5
Fermented anchovy juice	2.6	2.0	2.0
Sugar	1.2	0.9	0.9
Overall acceptability <sup>2)</sup>	5.4	7.2	6.7

<sup>1)</sup>The final percentage of sea tangle added to the recipe A, B and C is 9, 18.5, and 23.1%, respectively.

<sup>2)</sup>Sensory evaluation was carried out with kimchi of which acidity is 0.75±0.05%. Nine point scale from 'very good=9' to 'very bad=1'.

### pH, 산도, 환원당 및 젖산균 측정

실험에 사용된 대조김치, 해조김치, 그리고 J-김치의 발효 양상은 pH, 산도, 환원당 및 젖산균 수를 측정하여 비교하였다. 이화학 실험을 위한 김치시료는 김치통의 아래에서부터 사용하였다. 김치는 전기녹즙기(Angla AJM-2515, (주)엔젤)를 사용하여 액즙을 얻었다. 김치의 pH는 pH meter (Orion Research Inc., Boston, MA, USA)를 사용하여 측정하였고, 총산도는 김치액 10 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.1까지 중화시키는데 소비된 0.1 N NaOH의 소비 mL를 lactic acid(% w/w) 함량으로 환산하여 적정산도(% w/v)로 표시하였다(29). 김치 젖산균의 측정은 평판계수법을 이용하였다(30).

### 동물 실험

4주령의 Sprague-Dawley(SD)계 흰쥐 40마리를 구입하여((주)오리엔트, 서울) 1주일간 일반식으로 적응시킨 후 실험에 사용하였다. 기능성 해조김치의 비만 억제효과를 살펴보기 위한 동물 실험군은 고지방식이군(High fat diet group, HFD), 대조김치군(HFD containing freeze-dried control kimchi, HCK), 해조김치군(HFD containing freeze-dried control kimchi supplemented with 20% of sea tangle, HSK) 그리고 J-김치군(HFD containing freeze-dried J-kimchi, HJK)으로 모두 4군으로 각 군당 실험동물은 10마리씩이었다. 실험시작 시 각 군의 쥐의 평균체중( $142 \pm 0.63$  g)은 동일하도록 임의로 배치하였으며, 동물은 한 케이지에 2마리씩 넣어 사육하였다. 사육실의 온도( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ )와 습도( $50 \pm 10\%$ )는 자동적으로 조절되었다. 사육실의 명암 cycle은 12시간 간격이며 07:00~19:00에 불을 켜 두었다.

### 식이조제

고지방 식이는 AIN-93 가이드라인(31)을 기본으로 하여 조제하였다. 지방급원으로 라드 15%(w/w)와 옥수수유 5%(w/w)를 혼합하여 사용하였고 이 때 지방이 차지하는 에너지 비율은 총 에너지의 40% 수준이었다. 김치는 고지방식에 첨가하기 위하여 산도  $0.75 \pm 0.05\%$ 에 도달하였을 때 동결 건조시켰으며, 첨가량은 10%(w/w)이었다. 각 실험군 별 사료의 에너지 수준은 동일하게(460 kcal/100 g) 조제하였다(Table 2). 조제한 식이는 고형으로 만들어 건조시킨 후  $-18^\circ\text{C}$  냉동보관하면서 사용하였다.

각 실험군에 공급된 식이량은 고지방식이군의 평균 섭취량에 준하여 제한 식이를 실시하였는데 이는 식이섭취량의 차이에서 오는 문제점을 배제하기 위해서이다. 식이는 1일 1회 동일한 시간에 제공하였고 물은 자유로 섭취하도록 하였다. 식이섭취량은 매일, 체중은 매주 한 번씩 측정하였고, 식이효율은 실험 동안 체중증가량을 식이섭취량으로 나누어서 구하였다.

### 해부 및 장기적출

8주 사육 후, 12시간 절식시킨 다음 에테르로 마취시킨

**Table 2. Composition of the experimental diet<sup>1)</sup>**

Ingredients	Experimental groups <sup>2)</sup> (g/100 g diet)			
	HFD	HCK	HSK	HJK
Casein	20	20	20	20
Sucrose	40	39.4	39.5	39.4
Corn starch	10	10	10	10
Corn oil	5	4.7	4.8	4.7
Lard	15	15	15	15
Cellulose	5	5	5	5
DL-methionine	0.2	0.2	0.2	0.2
AIN-mineral mixture	3.5	3.5	3.5	3.5
AIN-vitamin mixture	1	1	1	1
Choline bitrate	0.3	0.3	0.3	0.3
Freeze dried kimchi	-	10	10	10
Total	100	109.1	109.3	109.1

<sup>1)</sup>The calorie of diet was prepared to be same, 460 kcal/100 g, among experimental groups according to AIN-93 guide line.

<sup>2)</sup>HFD: high fat diet, HCK: high fat diet containing control kimchi which is Korean cabbage kimchi, HSK: high fat diet containing sea tangle added Korean cabbage kimchi, HJK: high fat diet containing J-kimchi (commercially available one at market).

후 개복하였고, 혈액은 하대정맥 및 심장에서 채취하였다. 채혈 후 phosphate buffered saline(PBS) 용액으로 관류하여 장기 내 혈액을 제거한 후, 간과 심장, 신장, 폐 및 고환을 떼내어 생리식염수로 씻은 다음 여과지로 수분을 완전히 제거하고 무게를 측정하였다. 내장지방은 각 장기의 주변을 덮고 있는 지방을 적출하여 중량을 측정하였다.

### 혈청 지질, 렙틴 및 빌리루빈 측정

혈액은 즉시 분리하여 혈청을 얻었으며, 혈청 지질, 렙틴 및 빌리루빈의 농도는 전문기관에 의뢰하여 자동분석기로 분석하였다(이원임상검사센터, 서울). 중성지질, 총콜레스테롤, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol 및 bilirubin 농도 분석에 사용된 기기는 Olympus AU 5200(Olympus Diagnostic Systems, Melville, NY, USA)이었고, 렙틴은 Cobra II Gamma Counter(Packard Instrument Co., Rockford, Illinois, USA)을 이용하여 분석하였다.

### 간 및 분변의 지질농도 측정

간과 분변으로부터 지방을 추출하여 kit을 이용하여 총콜레스테롤 농도(total cholesterol AM 202-K, 아산제약)와 중성지방 농도(TG-S AM 157, 아산제약)를 측정하였다(32, 33). 간 및 분변의 지방 추출액을 4배 희석하여 이중 0.1 mL를 분석용액으로 사용하였다. 희석한 지방의 용매를 1차 휘발시킨 뒤 0.2 mL의 에탄올에 용해하여 시료로 사용하였다. 시료에 각 효소시약을 넣고  $37^\circ\text{C}$  수욕조에서 5~10분간 반응시켜 발색시킨 후, 총콜레스테롤은 500 nm, 중성지방은 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 콜레스테롤과 중성지방 표준용액을 이용하여 위의 방법과 동일하게 발색시켜 흡광도를 측정한 후, 시료의 흡광도 값을 대입하여 총콜레스테롤과 중성지방 함량을 구하였다.

**Table 3. Characteristics of Korean cabbage kimchi containing sea tangle fermented at 5°C for 10 days**

Kimchi <sup>1)</sup>	pH	Acidity (%)	<i>Leuconostoc</i> sp. (log CFU/mL)	<i>Lactobacillus</i> sp. (log CFU/mL)
CK	4.17	0.68	7.85	7.40
SK	4.15	0.75	8.50	7.60
JK	4.13	0.76	7.97	6.74

<sup>1)</sup>CK: Korean cabbage kimchi used for the control. Brined Korean cabbage 100 g, radish 13 g, green onion 2 g, red pepper powder 3.5 g, ginger 0.6 g, garlic 1.4 g, fermented anchovy juice 2.2 g. SK: CK supplemented with 18.5% of sea tangle. Brined Korean cabbage 60 g, sea tangle 20 g, radish 15 g, carrot 5 g, red pepper powder 3.2 g, garlic 1.4 g, ginger 0.5 g, fermented anchovy juice 2.0 g, sugar 0.9 g. JK: J-cabbage kimchi made by of D company (Receipt is not available).

**결과 및 고찰**

**해조김치 레시피 개발 및 발효양상**

다시마를 첨가한 해조김치의 레시피 개발은 숙성기간별로 실시한 관능검사 결과를 기준으로 하였다. 예비실험 결과 해조김치 맛은 다시마 첨가량이 높을수록 좋았으나 김치의 외관이 나빠졌다. 김치의 외관이 상대적으로 양호한 것으로 나타난 다시마 첨가량 30% 이하 범위에서 김치레시피를 개발하여 관능검사를 실시한 결과 다시마가 18.5%(w/w) 함유된 레시피로 담근 김치의 종합적인 평가가 가장 우수하였으며, 이 때 종합평가 점수가 9점 만점에서 7.2점을 받아 관능평가가 높게 나왔다(Table 1).

다시마가 18.5% 첨가된 해조 김치의 발효양상(5°C)을 살펴 보았을 때 다시마 첨가군의 산도가 저장 10일째 대조군에 비해 높아 다시마를 첨가 시 김치의 숙성이 빨라지는 것을 알 수 있었다. 이 때 해조김치의 *Leuconostoc* sp.와 *Lactobacillus* sp. 성장도 충분히 일어나 전형적인 김치 발효양상을 나타내었다(Table 3).

**해조김치의 지방함량 및 섬유소 함량**

산도 0.75±0.05%에 도달한 숙성이 알맞게 된 김치를 동결 건조하여 이들의 지질저하 관련 성분을 비교해 보았을 때(Table 4) 대조김치와 J-김치의 일반성분은 비슷하였고, 다시마를 첨가한 해조김치는 다른 김치에 비해 지방함량은 낮고 조섬유소 및 식이섬유소의 함량은 높아 해조김치에는 비만 억제 효과가 있을 것으로 예상되었다. 해조김치의 식이 섬유소 함량은 대조김치에 비해 7%, 그리고 J-김치에 비해 11% 높았다.

**Table 4. Content of lipid and fiber of freeze-dried sea tangle added Korean cabbage kimchi<sup>1)</sup>**

Kimchi <sup>2)</sup>	Crude lipid	Crude fiber	Dietary fiber (%)
CK	2.83	10.24	29.42
SK	1.94	13.28	36.45
JK	2.90	10.63	25.76

<sup>1)</sup>Acidity of kimchi was 0.75±0.05%.

<sup>2)</sup>See the legend of Table 3.

**해조김치의 비만 억제 효과**

**체중, 내장지방 함량:** 식이섭취량 차이에 의한 실험의 오차를 줄이기 위하여 고지방식이군의 식이량에 맞추어 8주간 제한식이를 실시하였다. 고지방식이군의 체중은 8주 동안 4배 증가하여 지방을 20% 함유한 식이는 비만을 유도함을 확인하였다(Table 5). 대조김치군, 해조김치군 및 J-김치군의 체중은 고지방식이군에 비해 7%, 6% 및 8% 감소하여 김치섭취에 의한 체중감소 효과가 관찰되었으나 김치 종류에 따른 체중감소 효과에는 유의적인 차이가 없었다. 이는 김치식이군의 칼로리가 동일하게 제조되었고, 공급된 식이량도 동일하였으므로 총 섭취 칼로리에 차이가 없었기 때문으로 생각된다.

김치를 섭취한 쥐의 내장지방 함량을 비교해 보았을 때, 고지방식이군이 가장 높았고, 대조김치군, J-김치군 그리고 해조김치군 순이었다(Table 6). 내장 지방함량을 체중을 고려하지 않고 총지방량으로 비교해 보았을 때 김치 섭취에 의해 23~35% 정도 내장 지방축적이 억제되는 것으로 나타났다(p<0.05), 김치군간의 유의적인 차이는 없었다. 그러나 내장지방함량을 체중에 대한 상대적인 비로 환산하여 비교하여 상대적인 내장 지방량으로 나타내었을 때(34) 체중 100 g당 지방축적 억제 정도는 9~17%로 다른 김치군간의

**Table 5. Change in body weight, food intake and food efficiency ratio (FER) of rats fed high fat diets supplemented with kimchi for 8 weeks**

Group <sup>1)</sup>	Initial weight (g)	Final weight (g)	Weight gain (g/day)	Food intake (g/day)	FER <sup>3)</sup>
HFD	142.14±5.64 <sup>2)NS</sup>	512.50±18.37 <sup>a</sup>	5.77±0.30 <sup>NS</sup>	19.27±0.30 <sup>NS</sup>	0.29±0.01 <sup>NS</sup>
HCK	142.42±7.02	476.67±30.11 <sup>b</sup>	5.44±0.26	19.11±0.40	0.30±0.02
HSK	142.63±3.72	481.67±18.35 <sup>ab</sup>	5.61±0.15	19.12±0.43	0.28±0.01
HJK	142.19±3.08	471.67±35.45 <sup>b</sup>	5.64±0.29	18.72±0.95	0.29±0.01

<sup>1)</sup>See the legend of Table 2.

<sup>2)</sup>Values are mean±SD (n=10).

<sup>3)</sup>Food efficiency ratio (FER): weight gain (g/day)/ food intakes (g/day).

<sup>ab</sup>Data are significantly different by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance. NS: not significant.

**Table 6. Amount of visceral fat of rat fed high fat diet supplemented with kimchi for 8 weeks**

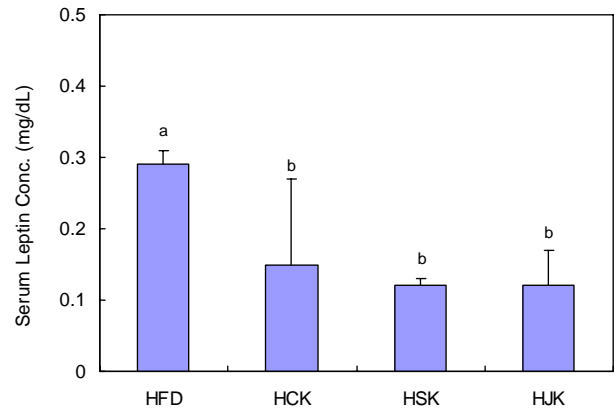
Group <sup>1)</sup>	Visceral fat	
	Total amounts (g)	Relative amounts (g/ 100 g B.W.)
HFD	43.81±6.56 <sup>2)a</sup> (100%)	7.15±0.75 <sup>a</sup> (100%)
HCK	33.86±4.80 <sup>b</sup> (77.3%)	6.53±0.98 <sup>ab</sup> (91.3%)
HSK	28.35±1.54 <sup>b</sup> (64.7%)	5.93±0.59 <sup>b</sup> (82.9%)
HJK	31.98±2.12 <sup>b</sup> (73.0%)	6.39±0.57 <sup>ab</sup> (89.3%)

<sup>1)</sup>See the legend of Table 2. <sup>2)</sup>Values are mean±SD (n=10).  
<sup>a,b</sup>Data are significantly different by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance.

상대적인 내장지방 축적 억제 효과는 관찰되지 않고 해조김치 섭취군에서만 유의적인 차이가 있음이 관찰되었다(p<0.05). 해조김치섭취에 의한 상대적인 내장지방량은 대조군 김치섭취군에 비해 8.4%, J-김치 섭취군에 비해 약 6.4% 억제되어 해조김치의 비만억제 효과가 관찰되었다.

**혈청 렙틴 농도:** 혈청 렙틴 농도는 고지방식이군(0.29±0.02 mg/dL)이 가장 높고, 대조김치군(0.15±0.12 mg/dL), J-김치군(0.12±0.05 mg/dL) 그리고 해조김치군(0.12±0.01 mg/dL) 순으로 고지방식이군에 비해 대조김치군은 48%, 해조김치군과 J-김치군은 각각 59% 낮았으나(p<0.05), 김치를 섭취시킨 군간의 차이는 없었다(Fig. 1). 본 결과는 내장 총지방량의 결과와 일치하는 것으로 내장에 축적된 총 지방량은 김치 섭취에 의해 23~35% 유의적으로 감소하였으나, 김치군간의 차이는 유의적이지 않았다. 그러나 해조김치를 섭취한 쥐의 혈청 렙틴 농도는 대조김치에 비해 11% 정도 낮아 해조김치를 장기적으로 섭취할 때 비만을 억제할 수 있는 기능이 있을 것으로 예상되었다. 혈청 렙틴 농도는 체지방량과 양의 상관관계가 있으며(35), 고지방식이인 렙틴의 발현을 촉진시켜 혈청 렙틴 농도를 증가시킨다고 보고되어 있다(36,37).

**혈중 지질 농도:** 김치식이이 고지방을 섭취한 쥐에서 혈중 지질 농도에 미치는 영향을 살펴보았을 때, 대조김치군, 해조김치군 및 J-김치군의 중성지질 농도는 고지방식이군에 비해 39%, 51% 및 40% 유의적으로 감소하였다(Table 7, p<0.05). 그러나 총 콜레스테롤 저하 효과는 해조김치군(21%)과 J-김치군(23%)에서만 유의적으로 관찰되었다(p<0.05). 김치 섭취에 의한 LDL-C와 HDL-C의 변화는 관찰되지 않았다. 김치의 지질저하 효과는 여러 연구를 통하여 보

**Fig. 1. Serum leptin concentration of rat fed high fat diet supplemented with kimchi for 8 weeks<sup>1)</sup>.**

<sup>1)</sup>See the legend of Table 2.

<sup>a,b</sup>Data are significantly different by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance. Values are mean±SD (n=10).

고되었는데 일반식이 또는 고지방식이를 섭취한 동물의 경우 혈중 중성지방의 저하 효과가 콜레스테롤 저하 효과보다 높은 것으로 나타나고(38), 고 콜레스테롤 식이를 섭취시킨 동물인 경우에는 김치의 콜레스테롤 저하 효과가 총 콜레스테롤뿐만 아니라 LDL-C를 저하시키는 효과도 유의적인 것으로 보고되고 있다(21). 본 연구에서 해조김치군의 혈청 중성지질 농도는 대조군 김치나 J-김치군에 비해 약 12% 정도 낮아졌으며 콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 8% 정도 낮았다. Seal과 Mathers 연구(39)에서 다시마의 활성성분 중 alginate를 5%와 10% 섭취시킨 결과 plasma cholesterol과 triglyceride의 농도를 유의적으로 낮추었는데, 본 연구에서 해조김치의 지질저하효과는 다시마 식이섭취의 의한 효과가 어느 정도 나타난 것으로 사료된다.

#### 해조김치의 비만 억제 관련기전

**분변의 지질 농도:** 해조김치의 비만 억제효과에 관한 기전 중 분변으로의 지질 배설에 대한 효과를 살펴보기 위하여 해부 전 이들 동안 분변을 수집하여 지질 농도를 분석하였다(Table 8). 분변의 중성지방 농도는 고지방식이군에 비해 대조김치군(36%), 해조김치군(49%) 및 J-김치군(32%)에서 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 그리고 분변중의 콜레스테롤 농도도 고지방식이군에 비해 대조김치군(61%), 해조김치군(71%) 및 J-김치군(65%)에서 증가하였다(p<0.05). 해

**Table 7. Concentrations of serum lipids of rat fed high fat diet supplemented with kimchi for 8 weeks** (mg/mL)

Group <sup>1)</sup>	Triglyceride	Total-cholesterol	HDL-cholesterol	LDL-cholesterol
HFD	129.0±26.0 <sup>2)a</sup>	99.0±19.7 <sup>a</sup>	64.8±10.1 <sup>NS</sup>	10.3±6.7 <sup>NS</sup>
HCK	79.0±26.9 <sup>b</sup>	85.8±11.1 <sup>ab</sup>	66.8±11.2	8.0±2.0
HSK	62.7±15.8 <sup>b</sup>	77.8±10.5 <sup>b</sup>	61.6±7.3	6.3±2.2
HJK	77.3±29.0 <sup>b</sup>	76.0±4.3 <sup>b</sup>	58.8±4.4	7.5±2.1

<sup>1)</sup>See the legend of Table 2. <sup>2)</sup>Values are mean±SD (n=10). <sup>a,b</sup>Data are significantly different by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance. NS: not significant.

**Table 8. Effects of kimchi on fecal lipids concentrations of rats fed high fat diets for 8 weeks**

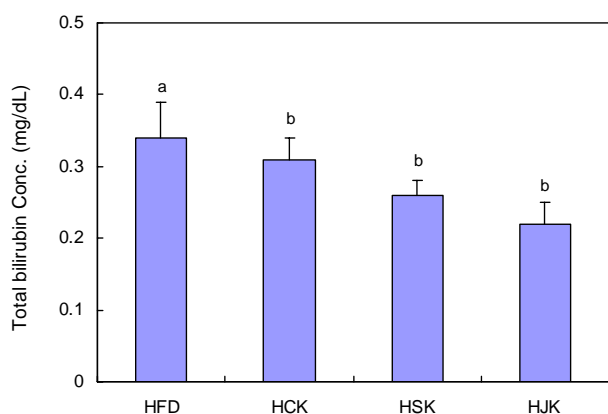
Group <sup>1)</sup>	Lipid (mg/g dry wt)	
	Triglyceride	Cholesterol
HFD	14.73±2.28 <sup>2b)</sup>	10.89±1.49 <sup>b)</sup>
HCK	19.96±0.74 <sup>a)</sup>	17.56±1.99 <sup>a)</sup>
HSK	21.90±4.54 <sup>a)</sup>	18.62±2.48 <sup>a)</sup>
HJK	19.38±1.42 <sup>a)</sup>	17.92±0.50 <sup>a)</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 2. <sup>2)</sup>Values are mean±SD (n=10).  
<sup>a,b)</sup>Data are significantly different by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance.

조김치군의 지질저하 효과를 대조군과 비교하였을 때 중성지방 및 콜레스테롤의 배설 촉진 효과가 10% 이상 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다.

**혈중 빌리루빈 농도:** 해조김치의 비만 억제 효과에 관한 기전 중 담즙의 재흡수를 억제하는 기전을 살펴보기 위하여 혈액으로 재 흡수된 담즙이 간에서 분해되어 혈중 빌리루빈으로 배설된 양을 측정하였다. 해조김치의 혈청 빌리루빈의 농도는 고지방식이군(0.34±0.05 mg/dL)이 가장 높고, 대조김치군(0.31±0.03 mg/dL), 해조김치군(0.26±0.02 mg/dL) 그리고 J-김치군(0.22±0.03 mg/dL) 순으로 고지방식이군에 비해 9%, 24% 및 35% 유의적으로 감소하여(Fig. 2, p<0.05) 김치섭취에 의한 담즙 재흡수 억제 기전은 확인할 수 있었으나, 김치군 간의 유의적인 차이는 발견할 수 없었다. 해조김치군의 담즙 재흡수 억제 효과는 대조군 김치에 비해 약 15% 정도 높았다.

본 연구 결과 해조김치는 체지방 축적을 억제하는 효과가 있는 것으로 관찰되었는데 해조김치 섭취군의 상대적 인복부지방량이 대조군에 비해 유의적으로 낮았으며(p<0.05), 지방세포로부터 분비되는 렘틴 농도는 유의적이지는 않았으나 약 10% 정도 낮았다. 이러한 현상은 지방세포 이동



**Fig. 2. Serum total bilirubin concentration of rat fed high fat diet supplemented with kimchi for 8 weeks<sup>1)</sup>.**

<sup>1)</sup>See the legend of Table 2.  
<sup>a,b)</sup>Data are significantly different by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance. Values are mean±SD (n=10).

하는 지단백질내의 중성지방의 농도가 낮아졌기 때문이다. 본 연구에서 해조김치 섭취군의 혈중 중성지방 농도는 대조군에 비해 12% 낮았고 분변의 중성지방 농도는 약 13% 높아 해조김치에 함유되어 있는 식이섬유소가 중성지방의 흡수를 방해하여 분변으로 배설을 촉진한 것으로 나타났다. 식이섬유를 섭취하면 장내 세균에 의해 발효되어 생성된 단쇄지방산이 3-hydroxy-3-methyl glutaryl CoA reductase (HMG-CoA reductase)의 활성을 억제하여 콜레스테롤의 합성을 저해시킨다고 알려져 있다. 이러한 콜레스테롤 pool의 감소가 혈액과 간조직 중의 콜레스테롤 turnover 속도를 증가시키는 것으로 생각되고 있다(40). 해조김치의 콜레스테롤 저하 효과도 관찰되었는데, 해조김치군의 혈중 콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 8% 낮았고, 분변의 콜레스테롤 농도는 10% 증가하였다. 이는 아마도 해조김치가 식이콜레스테롤 흡수 방해보다는 담즙의 재흡수를 억제하였기 때문으로 여겨지는데 본 실험에 사용한 합성식이에는 콜레스테롤이 첨가되지 않았고, 분변의 스테롤 함량은 측정하지 않았으나 혈중 빌리루빈 농도를 측정해 보았을 때, 해조김치군의 빌리루빈 농도가 대조군에 비해 15% 낮아져, 담즙의 재흡수가 억제되었음을 상대적 인 결과를 통하여 추측할 수 있었다. 이러한 해조김치의 비만억제 효과는 다시마 첨가에 의해 식이섬유소 함량이 대조 김치에 비해 7% 더 높아짐으로써 식이 지질의 흡수 및 담즙의 재흡수 방해 정도가 높아졌기 때문으로 생각된다. 수용성 식이섬유는 점성이 높아 장내 콜레스테롤 또는 중성지질의 흡수를 저해하여 이들의 배설을 촉진하거나, 또는 장관에서 콜레스테롤 및 중성지질과 직접 결합하여 이들의 배설을 증가시키는 효과가 잘 알려져 있다(41).

해조김치의 비만억제 효과를 시판용 공장김치인 J-김치와 비교해 보았을 때 상대적 인 내장 지방량 감소(-6%), 혈중 중성지질 농도 저하(-11%) 그리고 분변의 중성지방 배설 촉진(+17%) 등이 관찰되었으나 렘틴 농도 및 빌리루빈 농도, 그리고 혈중 콜레스테롤 농도에는 두 김치 간에 차이가 없었다. 이상의 결과들을 종합해 보았을 때, 다시마를 20% 가량 함유하고 있는 배추김치는 일반 배추김치에 비해 지방 함량이 낮고, 섬유소 함량이 높아 이를 장기 섭취하였을 때 식이성 지질 흡수를 방해하여 혈중 지질 농도를 낮춤으로써 체지방의 축적을 억제하여 비만을 방지할 수 있을 것으로 생각된다.

**요 약**

체중감량 효과가 있는 기능성 배추김치를 개발하기 위하여 기호도가 우수하고 섬유소가 풍부하여 지질저하 기능성 물질을 함유한 다시마를 첨가한 해조첨가 배추맛김치(이하 해조김치) 레시피를 개발하고, 잘 숙성된 해조김치를 고지방 식이를 섭취한 쥐에게 공급하여 지질저하 및 비만억제 효과

를 살펴보았다. 배추김치에 다시마를 20% 정도 첨가하였을 때(해조김치) 종합적인 관능평가가 가장 우수하였다. 해조김치의 숙성 특성은 일반 김치와 같이 전형적인 발효양상을 보였다. 해조김치의 비만억제 효과를 살펴보기 위하여 20% 고지방식이에 동결 건조한 김치 10%를 첨가하여 쥐를 8주간 사육하였다. 실험군으로는 고지방식이군, 대조김치군, 해조김치군 그리고 시판용 공장김치를 첨가한 J-김치군으로 하였다. 식이 섭취량, 식이효율은 각 기간에 유의적인 차이가 없었다. 김치첨가에 의한 효과를 고지방식이군과 비교하여 보았을 때 상대적인 내장 지방량은 해조김치군(-17%), J-김치군(-11%) 그리고 대조김치군(-9%) 순으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 혈청 leptin 농도는 해조김치군(-59%)에서 감소하였는데( $p < 0.05$ ), 이는 해조김치군의 지방세포의 수가 대조군에 비해 감소함을 의미한다. 혈청 빌리루빈 농도는 해조김치군(-24%)에서 감소하였다( $p < 0.05$ ). 혈청 중성지방과 콜레스테롤 농도는 고지방군에 비해 각각 해조김치군(-51%와 -21%), J-김치군(-40%, -23%) 그리고 대조김치군(-39%, -13%) 유의적으로 낮았다( $p < 0.05$ ). 분변의 중성지방과 콜레스테롤 농도는 각각 해조김치군(49%와 71%), 대조김치군(36%, 61%), 그리고 J-김치군(32%, 65%)에서 증가하였다. 김치 종류에 따른 비만억제 효과를 살펴보았을 때 해조김치의 상대적인 내장 지방량은 다른 김치군에 비해 유의적으로 낮았고( $p < 0.05$ ), 렙틴, 혈청지질, 분변지질 및 빌리루빈의 농도는 김치기간 유의적인 차이는 없었으나, 해조김치군의 비만억제 효과가 가장 높았다. 이러한 결과를 살펴보면, 일반 김치에 비해 해조김치를 섭취하면 체중 감량의 효과가 있을 것으로 생각된다. 이러한 해조김치의 비만 억제 기전은 다시마 첨가에 의해 식이섬유소의 함량이 7% 증가함으로써 소장에서 식이지방 흡수를 방해하여 혈청 중성지방의 농도를 낮추고 이로 인하여 지방세포로 중성지질의 이동이 낮아져 복부지방 축적이 억제되었기 때문으로 생각된다.

### 감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업(302001-03-2-HD110)의 협동연구과제로 수행된 결과로 연구비 지원에 감사드립니다.

### 문헌

1. Korea Health Industry Development Institute in Ministry of Health and Welfare. 2006. Report on 2005 National Health and Nutrition Survey. Seoul, Korea.
2. Witteman JCM, Willet WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Sacks FM, Speizer FE, Rosner B, Hennekens CH. 1989. A prospective study of nutritional factors and hypertension among US women. *Circulation* 80: 1320-1327.
3. Westlund K, Nicolaysen R. 1972. Ten-year mortality related to serum cholesterol: a followup of 3751 men aged 40-49. *Scand J Clin Lab Invest* 30: 1-24.
4. Ceschi M, Gutzwiller F, Moch H, Eichholzer M, Probst-Hensch NM. 2007. Epidemiology and pathophysiology of obesity as cause of cancer. *Swiss Med Wkly* 27: 50-56.
5. Grundy SM. 1998. Multifactorial causation of obesity: implications for prevention. *Am J Clin Nutr* 67: 563S-572S.
6. Albu J, Allison D, Boozer CN, Heymsfield S, Kissileff H, Kretzer A, Krumhar K, Leibel R, Nonas C, Pi-Sunyer X, Vanltallie T, Wedral E. 1997. Obesity solutions: report of a meeting. *Nutr Rev* 55: 150-156.
7. Considine RV, Sinha MK, Heiman ML. 1996. Serum immunoreactive leptin concentrations in normal weight and obese humans. *N Engl J Med* 334: 292-295.
8. Mistry AM, Swick AG, Romos DR. 1997. Leptin rapidly lowers food intake and elevates metabolic rats in lean ob/ob mice. *J Nutr* 127: 2065-2072.
9. Steppan CM, Crawford DT, Chidsey-Frink KL, Ke H, Swick AG. 2000. Leptin is a potent stimulator of bone growth in ob/ob mice. *Regyl Pept* 92: 73-78.
10. O'Donnell CP, Tankersley CG, Polotsky VP, Schwartz AR, Smith PL. 2000. Leptin, obesity and respiratory function. *Physiol* 119: 163-170.
11. Matheny LH, Michael NM, Scarpance PJ. 1997. Leptin gene expression increases with age independent of increasing adiposity in rats. *Diabetes* 46: 2035-2039.
12. Colombo C, Cutson J, Yamauchi T. 2002. Transplantation of adipose tissue lacking leptin is unable to reverse the metabolic abnormalities associated with lipodystrophy. *Diabetes* 51: 2727-2733.
13. Miaianu L, Zhu JH, Rogers NL. 2000. *In vitro* determine the relationship between body fat and serum leptin levels and degree of adiposity in adult rats. *Diabetes* 49: 313-320.
14. Choi SH, Kim HJ, Kwon MJ, Baek YH, Song YO. 2001. The effects of kimchi pill supplementation on plasma lipid concentration in healthy people. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 913-920.
15. Jeon HN, Kwon MJ, Song YO. 2002. Effect of kimchi solvent fractions on accumulation of lipids in heart, kidney and lung of rabbit fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 814-818.
16. Jeon HN, Kim HJ, Song YO. 2003. Effects of kimchi solvent fractions on anti-oxidative enzyme activities of heart, kidney and lung of rabbit fed a high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 250-255.
17. Cho EJ, Rhee SH, Kang KS, Park KY. 1999. *In vitro* anti-cancer effect of chinese cabbage kimchi fractions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1326-1332.
18. Sheo HJ, Seo YS. 2003. The antibacterial action of chinese cabbage kimchi juice on *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Enterobacter cloacae*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1351-1356.
19. Baek YH, Kwak JR, Kim SJ, Han SS, Song YO. 2001. Effects of kimchi supplementation and/or exercise training on body composition and plasma lipids in obese middle school girls. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 906-912.
20. Kim MJ, Kwon MJ, Song YO, Lee EK, Youn HJ, Song YS. 1997. The effects of kimchi on hematological and immunological parameters in vivo and in vitro. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 1-7.
21. Kwon MJ. 1998. Antiatherogenic effect of *Baechu* kimchi. *PhD Dissertation*. Pusan National University.
22. Kim HJ. 2004. The preventive and therapeutic effects of 3-(4'-hydroxy-3',5'-dimethoxyphenyl)propionic acid, an active principle in kimchi, on atherosclerosis in rabbits. *PhD Dissertation*. Pusan National University.

23. de Roos NM, Katan MB. 2000. Effects of probiotic bacteria on diarrhea, lipid metabolism, and carcinogenesis: a review of papers published between 1988 and 1998. *Am J Clin Nutr* 71: 405-411.
24. Kim HJ, Kwon MJ, Seo JM, Kim JK, Song SH, Suh HS, Song YO. 2004. The effect of 3-(4'-hydroxyl-3',5'-dimethoxyphenyl)propionic acid in Chinese cabbage kimchi on lowering hypercholesterolemia. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 52-58.
25. Tsuji E, Tsuji K, Suzuki S. 1975. Effect of polysaccharides on cholesterol metabolism (part 6) effect of various polysaccharides on serum and liver cholesterol levels in cholesterol-fed rats. *Eiyogaku zasshi* 33: 273-281.
26. Kimura T, Tsuji K. 1993. Effects of the primary structure of alginate on fecal excretion of sodium in rats. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 67: 1177-1183.
27. Tsai AC, Elias J, Kelley J, Lin RC, Robson JRK. 1976. Influence of certain dietary fibers on serum and tissue cholesterol levels in rats. *J Nutr* 106: 118-123.
28. Cho EJ. 1999. Standardization and cancer chemopreventive activities of Chinese cabbage kimchi. *PhD Dissertation*. Pusan National University.
29. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. p 60.
30. James GC, Sherman N. 1987. *Microbiology: A laboratory manual*. 2nd ed. The Benjamin/Cummings Pub., New-York. p 76.
31. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: Final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr* 123: 1939-1951.
32. Bucolo G, David H. 1973. Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes. *Clin Chem* 19: 476-482.
33. 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: 387-389.
34. Kuk JL, Katzmarzyk PT, Nichaman MZ, Church TS, Blair SN, Ross R. 2006. Visceral fat is an independent predictor of all-cause mortality in men. *Obesity* 14: 336-341.
35. Considine RV, Sinha MK, Heiman MI, Kriauciunas A, Stephens TW, Nyce MR, Ohannesian JP, Marco CC, Mckee LJ, Bauer TL, Caro JF. 1996. Serum immunoreactive leptin concentrations in normal weight and obese humans. *New Eng J Med* 334: 292-295.
36. Huiqing Lu, Zhengbo D, Craig HKL, Catherine J, Anne B, Joseph CD. 1998. Obesity due to high fat diet decreases the sympathetic nervous and cardiovascular responses to intracerebroventricular leptin in rats. *Brain Res* 47: 331-335.
37. Hong KH, Kang SA, Kim SH, Choue RW. 2001. Effects of high fat diet on serum leptin and insulin level and brown adipose tissue UCP 1 expression in rats. *Korean J Nutr* 34: 865-871.
38. Choi SM. 2001. Antiobesity and anticancer effects of red pepper powder and kimchi. *PhD Dissertation*. Pusan National University.
39. Seal CJ, Mathers JC. 2001. Comparative gastrointestinal and plasma cholesterol responses of rats fed on cholesterol-free diets supplemented with guar gum and sodium alginate. *British J Nutr* 85: 317-324.
40. Nyman M, Schweizer TF, Tyren S, Reimann S, Asp NG. 1990. Fermentation of vegetable fiber in the intestinal tract of rats and effects on fecal bulking and bile acid excretion. *J Nutr* 120: 459-466.
41. Kishimoto Y, Wakabayashi S, Takeda H. 1995. Hypocholesterolemic effect of dietary fiber: relation to intestinal fermentation and bile excretion. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 41: 151-161.

(2007년 6월 19일 접수; 2007년 7월 11일 채택)