

## 글루코만난을 첨가하여 제조한 패티가 고지방 식이로 유도된 비만 흰쥐의 체중 감소 및 영양상태에 미치는 영향

박수진·강명화<sup>†</sup>

호서대학교 자연과학부 식품영양전공

### The Dietary Effect of Patty Made with Added Glucomannan in High Fat Diet-induced Obese Rats

Soo-Jin Park and Myung-Hwa Kang<sup>†</sup>

Dept. of Food Science and Nutrition, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

#### Abstract

This study was carried out to investigate the effect of body weight reduction of patty containing glucomannan in high fat diet-induced obese rats. Male Sprague-Dawley rats were randomly assigned to control and high fat diets groups for 4 weeks. After 4 weeks, the control and high fat diet groups were rearranged into 5 groups by different levels of patty containing glucomannan (60%). After 5 weeks, serum and whole blood levels were analyzed. Obesity index was significantly lower in the group fed patty containing glucomannan than that of high fat diet groups. The status of white blood cells in hematological examination was significantly higher in rats fed high fat diet and not significantly different from those fed patty. Serum albumin levels were not significantly different, while serum glucose levels were significantly different among groups. Serum Triglyceride and total cholesterol levels were the highest in rats fed high fat diets, while the lowest in rats fed patty containing glucomannan.

Key words : Konjak glucomannan, patty, obesity index, high fat diet.

#### 서론

2002년 통계청 자료에 의하면, 당뇨병, 고혈압, 심혈관질환 등 순환기계 질환 사망자의 42%가 비만인 것으로 보고되었다. 1995년 비만인 성인의 비율이 18%, 과도비만인 성인이 3%에서 1998년 23.5%, 2%로 질병 유무를 떠나 비만한 사람이 늘어나고 있는 실정이며, 비만의 가장 큰 원인이 될 수 있는 지방의 섭취율은 30%에서 41%로 증가하여 이는 칼로리 대비 지방 섭취율이 14%에서 19%로 증가한 것으로 나타났다(Ministry of Health & Social affairs, Nutrition Survey Report 1998, Ministry of Health & Welfare 98' National Nutrition Survey Report 2000). 식이섬유는 인간의 소화효소에 의하여 가수분해되지 않는 식물세포의 잔여물로 정의되며 종류에 따라 소화관에서 나타내는 생리효과와 그 대사적 기능도 다르다. 일반적으로 수용성 식이섬유는 불용성 식이섬유에 비

해 보습력이 크고 식후 만족감을 지속시켜 주고 에너지 섭취량을 감소시켜 체중 감소를 더 용이하게 한다(Trowell et al 1976). Psyllium, gur guam, oat bran 및 펙틴과 같은 수용성 식이섬유는 콜레스테롤 흡수를 억제시키고 담즙산 분비를 증가시켜 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시킨다. 구약감자(Amorphophallus Konjac)는 양질의 수용성 식이섬유인 글루코만난이 다량 함유되어 있어 일본에서는 전통식품의 소재로 국수 및 어육제품 등의 첨가재료로 사용되고 있다.  $\beta$ -D-manopyranose와  $\beta$ -D-glucopyranose가 7 : 3의 비율로 결합되어 있고 97.3%가 수분으로 보통 탄수화물 급원의 1/4 정도(1 kcal/g)의 열량을 낸다. 끈약을 얇게 저며 건조한 후 가루로 분쇄하여 이물질을 제거하면, 글루코만난을 주성분으로 한 전분이 제조되며, 이는 물을 흡수하여 swelling colloid 상태가 된다. 특히 글루코만난은 특유의 겔 형성 능력, 증점 특성, 필름 형성 능, 다른 검류와 상승능력 및 유동성을 가지고 있어 식품산업계에서 널리 사용되고 있다(Yoo et al 1991, Tye RJ 1991) 글루코만난은 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시키고, 식이섬유로 장내에서 정장작용을 하고, 식후 만족감을 지속시키며(Trowell et al 1976) 에너지 섭취량을 감소시켜 체중 감

<sup>†</sup> Corresponding author: Myung-Hwa Kang, Tel: +82-41-540-5973, Fax: +82-41-548-0670, E-mail: mhkang@office.hoseo.ac.kr

소를 더 용이(Leeds & Judd 1992)하게 하며 내당 능력을 개선시키는 특성이 있어(Lee et al 1996), 시중 다이어트 제품 및 각종 건강 기능성 식품의 새로운 소재로 주목받고 있다(Lee HY 1997). Gallaher 등(Gallaher et al 2002)은 글루코만난(glucomannan)과 키토산을 과체중인 사람에게 동량을 동시에 공급한 결과 혈중 콜레스테롤 농도는 감소하였으나, 체중 감량에는 효과를 나타내지 않은 것으로 보고하였다. 또한 고콜레스테롤 급여 흰쥐에게 셀룰로오스, 키토산 및 글루코만난과 키토산을 혼합하여 급여 18일 후 셀룰로오스에 비해 글루코만난, 키토산 및 키토산과 글루코만난 혼합식 순으로 체중 감소 효과가 나타나 식이섬유소의 종류에 따라 생리적 효과를 다르게 나타내었다(Gallaher et al 2000).

식이섬유의 섭취 정도는 식습관, 성별, 연령 등에 따라 큰 편차를 보이고 있으나, 일반적으로 소득이 높아질수록, 서구인일수록 식이섬유의 섭취량이 적어 서양에서는 사회적인 문제가 되고 있는 실정이며, 동양에서 또한 이러한 현상이 예외적으로 방관할 수만은 없다. 더욱이 편리성, 전문성, 신속성을 추구하는 사회구조로 변화되고, 여성의 사회 진출의 기회가 늘어남에 따라 Fast-food 소비 경향이 늘어나고 있는 실정이다. 햄버거는 Fast-food의 대표되는 음식으로 빵, 돼지고기를 이용하여 가공된 패티 그리고 양상추 등의 채소류로 이루어져 있다. 햄버거는 평균 394~616 kcal의 열량을 내고, 16.8~27.4%의 지질을 함유하고 있어 1끼 식사로는 열량과 지질의 비율이 높은 편이기 때문에 지속적인 섭취를 할 경우 비만이 유도되기 쉽다.

따라서 본 연구에서는 글루코만난 60%를 함유하는 햄버거용 패티를 제조하여 고지방 식이에 패티의 양을 달리하여 실험용 흰쥐에게 제공하면서 식사대용 시 체중 감소 효과를 나타내는지를 측정하고, 그들의 혈액 및 혈청 영양생화학적 상태를 분석하여 최적 대체 비율을 결정하여, 체중감소 식품소재로 개발 가능한지 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 1. Glucomannan 함유 패티 제조

(주) 다이어트 캠프에서 제공된 글루코만난 함유 햄버거 패티(Glucomannan : meat = 60:40(w/w))를 실험에 사용하였다. 패티는 지방을 제거한 살코기를 이용하여 가공하였다. 가공된 패티의 영양소 함량은 Table 1과 같다.

Table 1. Compositions of patty per 100g portion

Energy (kcal)	Moisture (%)	Protein (g)	Fat (g)	Non-fibrous (g)	Fiber (g)	Calcium (mg)	Phosphorus (mg)
80.20	85.98	7.10	4.92	1.40	0.06	28.20	66.20

### 2. 실험동물 및 실험식이

실험동물은 8주령의 Sprague-Dawley종 수컷 Rat(체중 200±10 g) 50마리를 (주)대한실험동물에서 구입하여 실내온도 20±5℃, 습도 55~60%, 12 hr light-dark cycle의 조건에서 표준식이와 물을 충분히 공급하면서 2주간 환경에 적응시킨 후 Table 2과 같이 casein 기본식이(대조군, n=10)와 기본식이에 lard 10%와 콜레스테롤 0.5%를 첨가하여 만든 고지방식이(실험군, n=40)를 28일간 급여하면서 비만을 유도하였고, 비만이 유도된 후 10마리씩 4군 난괴법으로 분류하여 글루코만난 함유 패티의 양을 다르게 혼합하여 35일간 급여하였다(Table 3).

Table 2. Compositions of experimental diets

Component		High fat diet (n=30)	Control (n=10)
Carbohydrate	Corn starch	34.375	44.875
	Sucrose	15.0	15.0
	Cellulose	5.0	5.0
Lipid	Lard	10.0	-
	Corn oil	10.0	10.0
	Cholesterol	0.5	-
Protein	Casein	20.0	20.0
Vitamin mixture <sup>1)</sup>		1.0	1.0
Mineral mixture <sup>2)</sup>		3.5	3.5
DL-Methionine		0.3	0.3
Choline chloride		0.2	0.2
Taurocholic acid		0.125	0.125
Total		100	100

<sup>1)</sup> Composition of vitamin mixture (g/kg diet) : Vitamin A-acetate 100.0 (50,000 U), vitamin D<sub>3</sub> 0.25 (10,000 IU), vitamin-E acetate 500.0, vitamin K<sub>3</sub> 20.0, vitamin B<sub>1</sub>-HCl 120.0, vitamin B<sub>2</sub> 400.0, vitamin B<sub>6</sub>-HCl 80.0, vitamin B<sub>12</sub> 0.05, vitamin C 3,000.0, biotin 2.0, folic acid 20.0, calcium-pantothenate 500.0, para-amino-benzoic acid 600.0, nicotinic acid 600.0, inositol 600.0, choline-chloride 20,000 cellulose-powder 73,057.7.

<sup>2)</sup> Composition of mixture(g/kg diet) : CaHPO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O 0.43, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 34.31, NaCl 25.06, Fe-citrate 0.625, MgSO<sub>4</sub> 4.8764, ZnCl<sub>2</sub> 0.02, MnSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O 0.121, CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O 0.156, KI 0.0005, CaCO<sub>3</sub> 29.29, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> · 4H<sub>2</sub>O 0.0025, Cellulose-powder 5.1036.

**Table 3. Grouping of experimental animals**

Dietray group	Control diet	Amount of patty	High fat diet
Control	100%	-	-
F0	-	-	100%
F50	-	50%	50%
F75	-	75%	25%
F100	-	50%	50%

**3. 식이 섭취량, 체중증가량 및 식이 효율**

식이 섭취량은 일주일에 3번 체중은 일주일에 한번 같은 시간에 측정하였다. 식이섭취량 조사는 식이에 의한 체중의 변화를 줄이기 위해 3시간 전에 절식시킨 후 실시하였다. 식이 효율은 일주일간 측정된 체중과 같은 기간의 식이 섭취량을 이용하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{식이효율 (FER)} = \frac{\text{총 실험기간의 체중증가량(g)}}{\text{총 실험기간의 식이섭취량(g)}}$$

**4. 비만지수 평가**

4주간 비만 유도 후 그리고 실험식이 급여가 끝난 후 실험동물의 코에서 항문까지의 길이와 체중을 측정하여 Röhler index, Lee index, T.M. index로 그리고 체지방 함량은 T.M. index를 이용하여 비만지수를 산출하였다. Röhler index는  $\{\text{Body weight (g)} / \text{Naso-anal length (cm)}^3\} \times 10^3$ , Lee index는  $\{\text{Body weight (g)}^{1/3} / \text{Naso-anal length (cm)}\} \times 10^3$ , T.M. index는  $\text{Body weight (g)} / \text{Naso-anal length (cm)}^{2.823} \times 10^3$ , 식에 따라 계산하였으며, 체지방 함량은  $0.581 \times \text{TM index} - 22.03$ 으로 계산하였다(Kim HS & Chung JS 2001).

**5. 장기 채취**

실험동물을 24시간 절식 후 ethyl-ether로 마취시켜 바로 개복한 후, 간과 신장을 적출하여 차가운 PBS buffer(pH 7.4)에 세척 후 여과지로 물기를 제거하고 무게를 측정하였다.

**6. 혈액을 이용한 생화학적 분석**

실험동물을 24시간 절식 후 ethyl-ether로 마취시켜 간정맥에서 채혈하였고, 채혈 즉시 자동혈액계산기(Chlnon Diagastic Corporation East Walpote, MA, USA)를 이용하여 백혈구수, 적혈구수, 혈색소량, 평균 적혈구 용적, 평균 적혈구 혈색소량, 평균 적혈구 혈색소 농도, 적혈구 용적을 측정하였다.

**7. 혈중 지질패턴 분석 및 Amino transferase 활성**

채취한 혈액은 4℃에 보관 후, 4℃ 3,000 rpm에서 15분간 원심 분리하여 혈청을 분리한 후, 자동 혈청 분석 장치(Biochem Immunosystems, Inc Baker 9118 Cop Allentown PA, USA)에 의하여 albumin, 혈당 및 혈중 지질 패턴(총 콜레스테롤 및 중성지질 농도)을 kit로 분석하였고, 또한 Amino transferase 활성을 알아보았다.

**8. 통계분석**

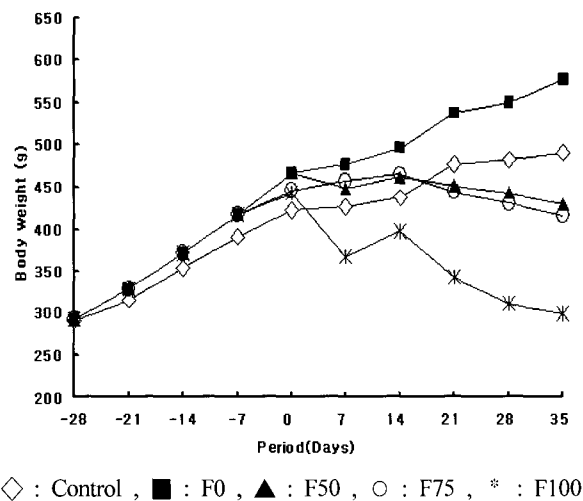
본 실험의 결과는 평균치와 표준편차(Mean±S.D)로 나타내었고, 측정된 모든 값들은 SAS(Statistical Analysis System)프로그램을 이용하여 GLM(general linear model) 분석하였으며, Duncan's multiple range test를 이용하여 α=0.05에서 유의성을 검증하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 식이섭취량, 체중 증·감량 및 식이 효율**

콜레스테롤과 lard를 투여하여 비만을 유발시킨 흰쥐에게 글루코만난의 체중 감소 효과를 측정하기 위해 4주간의 비만 유도 기간 후 글루코만난 60%를 함유한 햄버거 패티를 급여 비율을 달리하면서 체중에 미치는 효과를 측정하였다.

실험 식이를 섭취한 5주간 급여한 후 측정된 체중 증·감량 및 식이효율은 Fig. 1, Table 4와 같다. Control은 423.20 g에서 490.79 g으로 1.931 g/day 증가(100%) 하였고, 고지방 식이를 섭취한 F0군은 466.83 g에서 576.79 g으로 3.134 g/day 증가(162.69%)하였다. 패티를 50% 섭취한 F50군은 467.40 g에서 429.46 g으로 1.084 g/day (- 56.13%) 감소하였고, 75%



**Fig. 1. Body weight changes in rats fed different diet during 63 days.** Each value is the mean of experimental group, n=10.

**Table 4. Food intake, weight gain and feed efficiency ratio in rat fed experiment diet for 35 days**

Dietary group	Daily food intake (g)	Daily weight gain (g)	FER <sup>1)</sup>
Control	25.0	1.931±1.098 <sup>b</sup>	0.08±4.40 <sup>b</sup>
	(100.00%)	(100.00%)	(100.00%)
F0	25.0	3.134±0.261 <sup>a</sup>	0.13±3.21 <sup>a</sup>
	(100.00%)	(162.69%)	(162.69%)
F50	25.0	-1.084±0.170 <sup>d</sup>	-0.04±5.89 <sup>d</sup>
	(100.00%)	(-56.13%)	(-56.13%)
F75	25.0	-0.900±0.202 <sup>c</sup>	-0.04±8.92 <sup>c</sup>
	(100.00%)	(-46.65%)	(-46.65%)
F100	25.0	-4.151±0.342 <sup>e</sup>	-0.17±2.54 <sup>e</sup>
	(100.00%)	(-214.99%)	(-214.99%)

Each value is mean±SD of experimental group, n=10. Different alphabets in each values show statistically difference at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>1)</sup> Food Efficiency Ratio : [Body weight gain(g)/total food intake(g)].

섭취한 F75군은 447.0 g에서 415.47 g 으로 0.900 g/day (-46.65%) 감소하여 비슷한 감소 경향을 나타냈으며, F100군은 443.80 g에서 298.49 g으로 4.151 g/day (-214.99%) 의 가장 큰 감소 경향을 나타내 패티의 섭취 비율이 높을수록 체중 감소량이 큰 것으로 나타났다. 식이효율은 일부 '-'값을 나타냈으나, 이는 체중의 감소량으로 인한 '-'부호에 의한 결과이다. Control군을 100%로 볼 때 F0군은 162.69%, F50 52.13%, F75 46.65%, F100은 214.99%로 F50군과 F75군보다 F0군과 F100군이 유의적으로 높았으며, 실험군간의 식이효율의 유의적인 차이는 패티의 비율과 상관성이 있다고 보여진다. 이는 난소화성 전분의 비율을 달리하여 동물을 사육하였을 때 전분의 비율과 식이효율은 유의적으로 차이가 없다고 한 Jeong et al(2002)의 실험결과 및 글루코만난으로 누들을 제조해 비율을 달리하여 실험하였을 때 식이효율과 누들의 급여 비율간에 상관관계가 있다고 한 Park & Kang(2003)의 연구결과와 유사하다고 할 수 있다. Oh et al(2000)은 저항성 전분과 섬유 혼합식을 4주간 급여한 결과 식이섬유 혼합군들의 식이효율이 높아지는 경향을 보였다고 보고하였으며, 섬유소를 총 식이의 6% 첨가한 결과 체중증가량, 식이 섭취량 및 식이효율이 대조군과 차이가 없었다는 결과 보고가 있으나 (Lafont et al, 1985), 이는 식이섬유의 첨가수준과 첨가된 식이 섬유가 본 실험과 차이가 있었기 때문이라 보여진다.

본 실험에서 고지방식이만을 급여한 F0군과 패티만을 급여한 F100군의 식이 효율이 다른 군에 비해 높은 이유는 고지방으로 인한 지속적인 비만 유도 효과(F0), 패티만을 이용

한 체중 감소 효과(F100)가 높음을 보여준다고 할 수 있다.

## 2. 장기 무게

실험동물의 간 중량은 고지방을 섭취한 F0군이 유의적으로 크게 나타난 반면, 신장의 무게는 작게 나타났으며, 패티를 섭취한 군의 간 중량이 다른 식이를 섭취한 군에 비해 유의적으로 작게 나타났다(Table 5). Oh et al(2000)은 섬유소 식이군 및 혼합식이군과의 장기 무게는 유의적인 차이가 없었다고 보고하여 본 연구와 상반된 결과를 보였으나, Kim et al (1999)은 셀룰로오스와 펙틴을 급여한 흰쥐가 대조군에 비해 장기 중량이 작은 것으로 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타냈다. Gallaher et al(2002)이 셀룰로오스, 글루코만난과 키토산을 혼합하여 급여한 후 간의 무게를 측정된 결과 셀룰로오스 급여군의 간의 무게가 글루코만난이나 키토산에 비해 유의적으로 높게 나타나 식이섬유의 종류에 따라 간의 무게가 다르게 나타난다고 보고하였다. 또한, 글루코만난을 급여한 Park & Kang(2003)의 연구에서도 글루코만난 급여군이 다른 군에 비해 장기 무게가 작게 나타났다. 이상의 결과, 식이섬유의 섭취가 간과 신장 등 장기 무게에 영향을 주는 것으로 사료된다.

## 3. 비만지수 평가

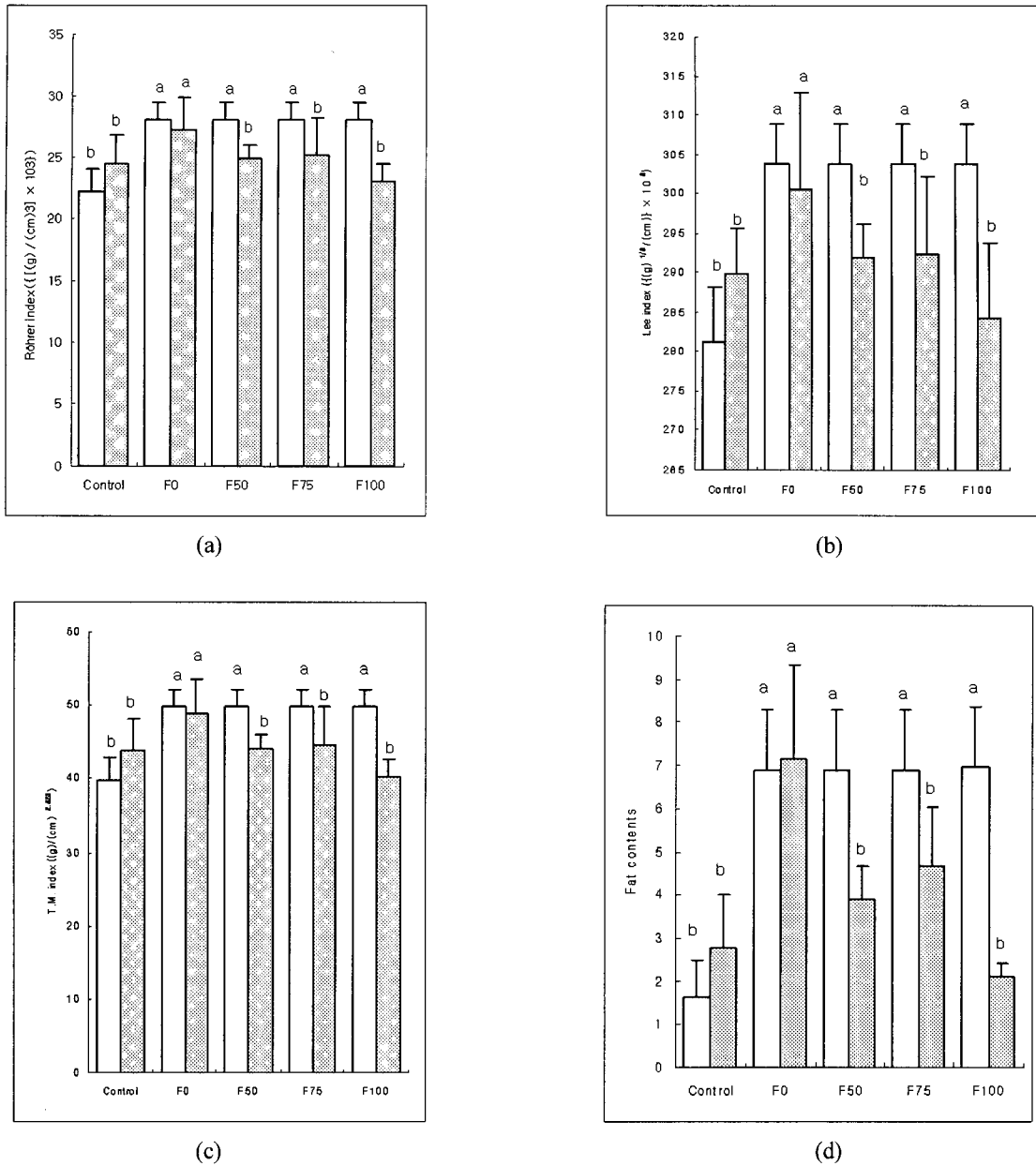
실험식이 시작 전과 후 비만지수 측정 결과는 Fig. 2와 같다.

Röhrer index를 이용한 비만도 평가에서 30이상을 비만으로 판정한다(Kim & Chung 2001). Control군은 22.27±1.79, 실험식이 전 고지방 식이를 섭취하여 비만을 유도한 군은 28.04±1.45로 Control군에 비해 비만에 근접하였다. 실험 식이를 급여한 후 Control군은 24.42±2.45, F0군은 27.19±2.62, F50군은 24.86±1.08, F75군은 25.08±3.16, F100군은 23.01±1.39로 비만 지수가 급여된 패티의 비율에 비례하여 줄어들었다. Kim & Chung(2001)은 20%의 지방비를 갖는 식이를 10

**Table 5. Organ weight in rats fed experimental diet**

Dietary group	Liver	Kidney
	(g/100g B.W)	
Control	3.42±0.48 <sup>b</sup>	0.63±0.03 <sup>b</sup>
F0	3.79±0.55 <sup>a</sup>	0.56±0.03 <sup>c</sup>
F50	2.99±0.18 <sup>c</sup>	0.66±0.04 <sup>ab</sup>
F75	2.90±0.31 <sup>c</sup>	0.66±0.03 <sup>ab</sup>
F100	2.32±0.41 <sup>d</sup>	0.67±0.02 <sup>a</sup>

Each value is mean± SD of experimental group, n=10. Different alphabets in each values show statistically difference at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.



□ : Before , ▨ : After

(A) Röhrer index = {Body weight (g) / Naso-anal length (cm)<sup>3</sup>} × 10<sup>3</sup>

(B) Lee index = {Body weight (g)<sup>1/3</sup> / Naso-anal length (cm)} × 10<sup>3</sup>

(C) T.M. index = Body weight (g) / Naso-anal length (cm)<sup>2.823</sup> × 10<sup>3</sup>

(D) Fat contents = 0.581 × T.M. index - 22.03

Fig. 2. Obesity index of rats fed experimental diet.

Each value is mean ± SD of experimental group, n=10. Different alphabets in each values show statistically difference at α=0.05 by Duncan's multiple range test.

주간 동물에게 급여했을 때, Röhrer index가 고지방 식이군이 33.36±14.82, 정상 식이군이 28.85±4.32로 나타나 높은 지방 비를 갖는 식이를 오랜 기간 섭취하였을 때 Röhrer index가

더 높게 나타남을 보고하였다. Kim & Choi(1992)는 25%의 지방을 실험동물에게 12주간 급여했을 때, 고지방에 의해 비만 유도 정도는 적었으나, 고지방식으로 비만이 유도된 군의

실험 전 지수가 정상식을 급여한 군에 비해서 높고 비만지수에 가까웠으며, 실험 후 지수가 크게 감소하여 체중 감소 효과가 있다고 판정하였다. 한편 Park & Kang(2003)은 고지방식으로 인해 비만이 유도된 흰쥐에게 글루코만난을 다른 비율로 급여했을 때 고지방식으로 비만을 유도한 군의 비만 지수가 정상식을 급여한 Control군의 비만지수보다 높았으며, 고지방식으로 비만이 유도된 군이 실험 후 지수 감소 정도가 다른 군에 비해서 크게 나타나 본 실험 결과와 유사하였다.

쥐의 경우, Lee index는 300 이하가 정상이고, 그 이상인 경우를 비만으로 간주한다(Kim & Chung 2001). Control군은 실험 전 281.13±7.67에서 289.85±9.40로 비만지수와 비슷하였고, 고지방식을 급여한 군의 Lee index는 303.72±5.17로 비만 지수에 가까워 비만이 유도됐음을 보여준다. 실험식이 급여 후 Control군은 289.84±9.40, F0군은 300.43±9.78, F50군은 291.82±4.23, F75군은 292.28±12.35, F100군은 284.35±5.80으로 실험 전 303.72±5.17에 비해 패티 급여의 비율에 비례하여 감소하였다.

T.M index로 평가할 경우, 체지방 함량이 10이상일 때 비만으로 판정한다(Kim & Chung 2001). 체지방함량은 Control군은 1.61±0.88, 고지방식을 급여한 군은 6.87±1.42로 T.M index로 평가할 경우 비만이 유도되지는 않았다고 볼 수 있지만 Control군에 비해 큰 비만 정도를 보였다. 실험식을 급여한 후 패티를 급여한 군들은 Control군에 비해 높은 체지방 함량을 보였으나, F75군을 제외하고는 실험식이 전의 체지방에 비해 약 2배 가량 감소한 결과를 보였다.

따라서, 비만 유도 후 실험식을 비율에 따라 공급한 실험군들의 비만 지수는 실험식이의 비율이 높을수록 비만지수가 낮아지는 것을 알 수 있었다.

#### 4. 혈액을 이용한 생화학적 분석

글루코만난을 함유한 패티의 섭취비율을 달리하여 사육한 흰쥐의 영양상태에 미치는 영향을 판정하기 위해 albumin 및 혈당에 미치는 영향을 측정한 결과 Table 6과 같다. 혈청 내

알부민 수준은 단백질 영양상태 판정에 가장 많이 사용이 되며, 총 단백질량, 림프구의 수 또한 단백질 영양상태의 지표로 사용된다. Albumin은 F50군과 F75군이 다른 군에 비해 높았고, Ca은 패티만을 급여한 F100군이 다른 군에 비해 높았으며, 총 단백질량은 다른 식이와 패티를 혼합하여 급여한 F50군, F75군이 F100군에 비해 높았지만, Control군과 고지방식을 급여한 군에 비해 낮았다. 혈당농도는 패티를 급여하지 않은 Control군과 F0군에서 높았고, 패티를 비율적으로 혼합하여 급여한 F50군, F75군, F100군은 유의적으로 낮았다.

본 실험에서 혈구수치로 영양상태를 분석한 결과는 다음과 같다(Table 7). 혈액은 영양상태의 단기적, 객관적인 판정 지표로 적혈구는 반감기가 비교적 길어 장기간의 영양상태를 반영하고, 백혈구는 단기간 동안의 영양상태 변화를 나타낸다. 백혈구와 적혈구 수치는 F50군, F75군이 높게 나타났다. Oh et al(2000)의 저항성 전분, 식이 섬유를 이용하여 에너지 효율을 살펴본 연구에서 단백질의 소화율이 저항성 전분과 섬유를 식이에 혼합할수록 단백질 이용율이 높았다고 보고한 바 있다. 본 실험의 결과에서는 단백질의 이용과 영양상태의 지표가 될 수 있는 성분들은 글루코만난이 함유된 패티와 다른 식이를 혼합하여 급여한 군에서 더 좋은 영양상태를 나타내어 Oh et al(2000)의 결과와 유사하였다.

영양결핍증인 빈혈의 가장 큰 원인은 철분결핍으로부터 발생하며, 철분 저장고의 고갈단계(iron depletion), 빈혈을 나타내지 않는 경증의 철분 결핍증(mild iron deficiency), 철분 결핍성 빈혈(iron-deficient anemia)의 3단계를 거쳐 빈혈의 증상을 나타낸다. 빈혈의 마지막 단계(iron-deficient anemia)에서는 철분의 공급이 제한되기 때문에 헤마토크리치 및 평균혈구부피, 평균 혈색소, 평균 혈구혈색소 농도가 감소한다(Chung et al 1991). 본 실험 결과 각 군별로 유의적인 차이는 없었으나, 패티를 급여한 F50군, F75군, F100군이 적혈구수 및 혈색소량, 헤마토크리치가 다른 군에 비해 높게 나타난 반면, F0군은 낮았다.

이상의 결과 패티를 급여한 경우, 체중 감소량은 패티만을 급여한 F100군이 가장 컸으나, 영양상태는 다른 식이와의 혼

Table 6. Nutritional composition of serum of rats fed different diet

	Control	F0	F50	F75	F100
Albumin (g/dL)	4.62± 0.59 <sup>b</sup>	4.19± 0.30 <sup>bc</sup>	10.39± 2.9 <sup>a</sup>	8.10± 2.5 <sup>a</sup>	3.81± 3.44 <sup>c</sup>
Calcium (mg/dL)	13.26± 1.10 <sup>a</sup>	9.70± 0.86 <sup>c</sup>	9.19± 3.48 <sup>b</sup>	8.96± 0.96 <sup>b</sup>	14.87± 4.74 <sup>a</sup>
Glucose (mg/dL)	151.78±24.05 <sup>a</sup>	106.18±25.41 <sup>b</sup>	82.22±11.28 <sup>c</sup>	86.33±16.43 <sup>c</sup>	62.22±13.72 <sup>d</sup>
Total protein (g/dL)	6.26± 1.16 <sup>ab</sup>	5.94± 0.43 <sup>abc</sup>	5.49± 0.42 <sup>c</sup>	5.88± 0.32 <sup>bc</sup>	4.73± 0.39 <sup>d</sup>

Each value is mean±SD of experimental group, n=10. Different alphabets in each values show statistically difference at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

합 식이를 급여한 F50군, F75군이 F100군보다 비교적 높게 나타났으나 유의적이지는 않았다. 따라서, 글루코만난 함유 패티는 체중 감량 효과가 크며, 영양상 좋지 않은 현상은 나타나지 않았다.

### 5. 혈중 지질 패턴 분석

글루코만난을 이용한 패티가 흰쥐의 지질 패턴에 미치는 영향을 분석한 결과는 Table 8과 같다. Lipase는 지방을 분해, 소화시키는 효소로서, 이 효소의 활성은 지방을 많이 함유한 식이를 섭취한 군일수록 높게 나타났다. 60% 돼지고기를 함유한 F100군이 유의적으로 높았고, 고지방 식이를 급여한 F0군 또한 높게 나타났으며, Control군과 F50군, F75군이 낮았다. 혈청 중성지질의 함량과 총 콜레스테롤의 함량은 성인병의 지표로 사용된다(Kim & Lee 1995). 특히 콜레스테롤은 세포막의 구성성분, vitamin D<sub>3</sub>, 담즙산, 스테로이드 호르몬의 전구체이기도 하지만, 혈중 콜레스테롤 상승은 관상심장 질환의 중요한 위험 인자로 알려져 있다. 혈청중성지질(TG)함

량은 F0군이 유의적으로 높았고, F75군, F50군, F100군순으로 높았다. 총 콜레스테롤(TC)함량은 F75군, F50군, F100군, F0군, Control군 순으로 높았고, LDL-콜레스테롤은 F0군, Control군, F100군, F75군, F50군 순으로 높게 나타나, 혈청 안에 있는 총 콜레스테롤 대 LDL-콜레스테롤의 비율로 보았을 때, F75군, F50군이 다른 군에 비해 낮았다. Lee SK(1991) 및 다수의 연구결과(Belitz & Grosch 1986, Jenkins et al 1975) 글루코만난을 다른 식이와 혼합하여 급여하면 총 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤을 유의적으로 감소시키고, Kim et al(1993)은 혈청 중성지방의 농도는 알긴산의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소한다고 보고하였다. Yamada et al(2003)은 식이섬유를 급여하여 지방 대사에 대한 연구를 한 결과 식이섬유를 급여한 군의 총 콜레스테롤 함량과 중성지방 및 인지질의 함량이 다른 군에 비해 유의적으로 적었다고 하여 본 실험의 결과와 유사한 결과를 나타내었다. 반면, 식이섬유소 급여는 무급여군에 비해 중성지방이 유의적으로 증가하였고, 식이섬유소의 종류에 따라 혈청지질 패턴에 영

Table 7. Effects of patty on hematological examination in high fat diet-induced obese rats

	Control	F0	F50	F75	F100
WBC <sup>1)</sup> (THSN/CU MM)	8.93±2.09 <sup>bc</sup>	13.01±2.06 <sup>a</sup>	13.38±2.89 <sup>ab</sup>	9.56±2.78 <sup>c</sup>	5.09±1.49 <sup>d</sup>
RBC <sup>2)</sup> (MILL/CU MM)	8.62±0.71 <sup>a</sup>	8.45±0.40 <sup>a</sup>	9.16±0.79 <sup>a</sup>	9.47±0.69 <sup>a</sup>	9.12±1.53 <sup>a</sup>
HGB <sup>3)</sup> (g/dL)	14.59±0.78 <sup>ab</sup>	13.49±0.25 <sup>b</sup>	14.92±1.12 <sup>ab</sup>	15.45±0.77 <sup>a</sup>	14.90±2.09 <sup>ab</sup>
HCT <sup>4)</sup> (%)	45.12±2.00 <sup>a</sup>	43.45±2.80 <sup>a</sup>	42.70±3.70 <sup>a</sup>	48.64±3.25 <sup>a</sup>	46.43±7.18 <sup>a</sup>
MCV <sup>5)</sup> (CU MICRONS)	53.79±1.54 <sup>a</sup>	49.98±2.79 <sup>b</sup>	51.62±1.17 <sup>ab</sup>	51.38±1.38 <sup>ab</sup>	51.00±1.14 <sup>b</sup>
MCH <sup>6)</sup> (pg)	17.10±0.69 <sup>a</sup>	15.59±0.69 <sup>b</sup>	16.30±0.46 <sup>ab</sup>	16.34±0.57 <sup>ab</sup>	16.43±0.70 <sup>ab</sup>
MCHC <sup>7)</sup> (%)	31.69±0.57 <sup>ab</sup>	31.41±0.34 <sup>b</sup>	31.56±0.50 <sup>b</sup>	31.80±0.67 <sup>ab</sup>	32.17±0.70 <sup>a</sup>

Each value is mean±SD of experimental group, n=10. Different alphabets in each values show statistically difference at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>1)</sup> WBC: white blood cells, <sup>2)</sup> RBC: red blood cells, <sup>3)</sup> HGB: hemoglobin, <sup>4)</sup> HCT: hematocrit, <sup>5)</sup> MCV: mean corpuscular volume.

<sup>6)</sup> MCH: mean corpuscular hemoglobin, <sup>7)</sup> MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration.

Table 8. Lipid profiles and enzyme activity on serum of rats fed different diet

	Control	F0	F50	F75	F100
Lipase (U/L)	6.70± 0.48 <sup>b</sup>	6.75± 0.62 <sup>b</sup>	6.38± 0.52 <sup>b</sup>	6.00± 0.71 <sup>b</sup>	8.88± 1.96 <sup>a</sup>
TG (mg/dL)	62.90±23.73 <sup>b</sup>	92.30±23.73 <sup>a</sup>	40.00± 6.84 <sup>c</sup>	44.00± 8.03 <sup>c</sup>	36.88±10.28 <sup>c</sup>
TC (mg/dL)	107.46±19.04 <sup>c</sup>	119.22±20.08 <sup>bc</sup>	134.38±18.52 <sup>ab</sup>	143.14±21.22 <sup>a</sup>	122.56±21.48 <sup>bc</sup>
LDL-C (mg/dL)	25.17±51.09 <sup>b</sup>	31.28±85.46 <sup>a</sup>	19.87±48.95 <sup>c</sup>	20.53±35.85 <sup>c</sup>	24.22±85.12 <sup>b</sup>
LDL-C / TC ratio <sup>1)</sup>	<b>23.42</b>	<b>26.23</b>	<b>14.78</b>	<b>14.34</b>	<b>19.76</b>

Each value is mean±SD of experimental group, n=10. Different alphabets in each values show statistically difference at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>1)</sup> LDL-cholesterol/Total-cholesterol ratio = LDL-cholesterol/Total-cholesterol×100

Table 9. AST and ALT levels of rats fed different diet

	Control	F0	F50	F75	F100
AST (U/L)	107.45±45.44 <sup>b</sup>	255.84±97.56 <sup>a</sup>	148.08±38.06 <sup>b</sup>	167.68±40.60 <sup>b</sup>	181.47±61.99 <sup>b</sup>
ALT (U/L)	27.00±12.77 <sup>b</sup>	173.10±31.58 <sup>a</sup>	32.76± 7.19 <sup>b</sup>	39.88± 1.13 <sup>b</sup>	78.08± 5.75 <sup>b</sup>

Each value is mean±SD of experimental group, n=10. Different alphabets in each values show statistically difference at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test.

향을 미치나 급여 수준에 따른 차이는 없다고 보고한 Kim et al(1999)의 연구결과와는 상반되었다.

식이섬유에 의한 콜레스테롤 농도 저하 효과는 소장 goblet cell에서 분비되는 점액성 물질이 unstirred water layer를 형성하여 지질의 흡수를 방해하기 때문이라고 알려져 있다(Yang et al 1996, Ikegami et al 1990). 또한 Mattson et al(1975)은 식이 중 지방산 조성이 혈중 지방 함량에 큰 영향을 미치되 특히 포화지방산의 섭취 증가가 혈중 콜레스테롤과 중성지방 증가 요인이라고 하였다. 따라서, 글루코만난이 체중 감소 효과가 있고, 총 콜레스테롤과 혈당치를 낮춰주어 성인병에 효과가 있지만, 포화지방산의 섭취를 줄이고, 적당한 비율로 글루코만난을 섭취했을 때 즉, 올바른 식생활 태도를 갖고 있을 때, 체중 감량의 효과뿐 아니라, 건강상에 문제가 없을 것으로 생각된다.

## 6. Amino transferase 활성

AST(Aspartate amino transferase) L-aspartic acid과  $\alpha$ -ketoglutaric acid이 반응하여 oxalacetic acid과 glutamic acid으로 되는데 이때 AST가 작용을 하고, ALT(Alanine amino transferase)는 L-alanine과  $\alpha$ -ketoglutaric acid이 반응하여 pyruvic acid과 glutamic acid으로 되는데 ALT가 소모되며, 간의 건강상태가 좋지 않을 때, AST와 ALT의 수치가 늘어난다. Amino transferase 활성 분석은 Table 9에 나타나 있다. Control군에 비해 고지방 식이를 섭취한 F0군이 유의적으로 높았고, 다른 군들은 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 패티만을 급여한 F100군이 F50군, F75군에 비해 높게 나타났다. Lee SK(1991)은 글루코만난을 흰쥐에게 급여하였을 때 콜레스테롤 및 다른 식이를 급여한 군에 비해 글루코만난을 투여한 군에서 AST와 ALT의 수치가 적어 간 활성에 도움을 줄 것이라 보고하여, 본 실험의 결과와 유사하였다.

## 요약 및 결론

60% 글루코만난으로 제조된 패티의 체중 감소 효과를 측정하기 위해 고지방 식이에 의해 유도된 비만 흰쥐에게 35일 간 급여 수준을 달리하여 공급하면서 비만지수, 체액을 이용한 영양 분석 및 여러 생화학적 분석을 실시하였다. 그 결과,

고지방식이군인 F0군이 높은 체중 증가량을 보였고, F100군의 체중 감소 효과가 가장 크게 나타났으며, 비만지수와 체지방 함량의 변화도 같은 경향이였다. 혈액을 이용한 영양 분석 및 생화학적 분석으로 영양상태를 측정 한 결과, 대체적으로 패티만을 공급한 군에 비해 다른 식이와 혼합식이를 한 군에서 양호한 영양상태를 나타냈다.

또한 혈청중성지질(TG)함량은 F0군이 유의적으로 높았고, F75군> F50군> F100군 순으로 높게 나타나 고지방식이를 한 군에서 높은 경향이였고, 총 콜레스테롤(TC)함량은 F75군> F50군> F100군> Control군 순으로 높게, LDL-콜레스테롤은 F0군> Control군> F100군> F75군> F50군순으로 높게 나타났고, 혈청 안에 있는 총 콜레스테롤 대 LDL-콜레스테롤의 비율로 보았을 때, F75군, F50군이 다른 군에 비해 낮은 뿐만 아니라, 지질 패턴 및 amino transferase activity 또한 F50군, F75군이 다른 군에 비해 좋은 경향이였다.

따라서, 글루코만난이 체중 감소효과가 있고, 총 콜레스테롤과 혈당치를 낮춰주어 성인병에 효과가 있지만, 포화지방산의 섭취를 줄이고, 적당한 비율로 글루코만난을 섭취했을 때 즉, 올바른 식생활 태도를 갖고 있을 때, 체중 감량의 효과뿐 아니라, 건강상에 문제가 없을 것으로 생각되며, 너무 많은 양을 이로 대체하기 보다는 적절한 비율을 유지하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 실험에 협조하여 주신 (주) 다이어트 캠프에 감사드립니다.

## 문헌

- Belitz HD, Grosch W (1986) Food chemistry. Springer Verlag, 242.
- Chung HR, Moon HK, Song BH, Kim MK (1991) Hemoglobin, hematocrit and serum ferritin as markers of iron status. *Korean J Nutr* 24: 450-457.
- Gallagher CM, Munion J, Hesslink R, Wise JJ (2000) Cholesterol reduction by glucomannan and chitosan is mediated by



- changes in cholesterol absorption and bile acid and fat excretion in rat. *J Nutr* 130: 2753-2759.
- Gallaher DD, Gallaher CM, Mahrt GJ, Carr TP, Hollingshead CH, Hesslink RH, Wise JJ (2002) A glucomannan and chitosan fiber supplement decreases plasma cholesterol and increases cholesterol excretion in overweight normocholesterolemic humans. *J Am Nutr* 21: 428-433.
- Ikegami S, Tsuchihashi F, Harada H, Tsuchihashi N, Nishide E, Innami S (1990) Effect of viscous indigestible polysaccharides on pancreatic-biliary secretion and digestive organs in rat. *J Nutr* 120: 353-360.
- Jenkins DJ, Newton C, Leeds AR, Cummings JH (1975) Effect of pectin, guar gum, and wheat fibre on serum-cholesterol. *Lancet* 17: 1116-1117.
- Jeong MK, Kim MH, Kang NE, Kim WK (2002) Effect of resistant starch on gut functions and plasma lipid profiles in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 271-276.
- Kim HS, Chung JS (2001) Effects of dietary zinc and Iron levels on serum trace minerals and obesity index in high fat diet-induced obese rats. *Korean J Food Sci Nutr* 30: 325-330.
- Kim JI, Choi JH (1992) Effect of brown algae component on obese rats induced by a high fat diet. *Korean J Gerontol* 2: 142-147.
- Kim JI, Kim IS, Moon YS, Choi JH (1993) Effect of brown algae component on lipid metabolism in obese rats induced by a high fat diet. *Korean J Gerontol* 3: 33-38.
- Kim MJ, Jang JY, Lee MK, Park JY, Park EM (1999) Effect of fiber on lipid concentration in hypercholesterolemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 12: 20-25.
- Kim MJ, Lee SS (1995) The effect of dietary fiber on the serum lipid level and Bowel function in rats. *Korean J Nutr* 28: 23-32.
- Lafont H, Lairon D, Vigne JL, Chanussot F, Chabert C, Portugal H, Pauli AM, Crotte C, Hanton JC (1985) Effect of wheat bran, pectin and cellulose on the secretion of bile lipids in rats. *J Nutr* 115: 849-855.
- Lee SK (1991) Studies on the Substances contained glucomannan lowering liver and serum cholesterol levels. *Korean J Food Hygiene* 6: 73-78.
- Lee HS, Choi MS, Lee YK, Park SH, Kim YJ (1996) A study on the development of high-fiber supplements for the diabetic patient effect of seaweed supplementation on the gastrointestinal function and diabetic rat. *Korean J Nutr* 29: 286-295.
- Lee HY (1997) A study on effects of aloe added diet control program S-28 on obese women. *Korean Soc Obesity* 6: 75-84.
- Leeds AR, Judd PA (1992) Dietary fiber and weight management in dietary fiber, endocrine and metabolism effects. *Lente carbohydrate. Dietary Fiber* 69: Plenum Press.
- Mattson FH, Hollenbach EJ, Kligman AM (1975) Effect of hydrogenated fat on the plasma cholesterol and triglyceride levels of man. *Am J Clin Nutr* 28: 726-731.
- Ministry of Health & Social affairs (1998) Nutrition Survey Report.
- Ministry of Health & Welfare (2000) 98' National Nutrition Survey Report.
- Oh JY, Choi IS, Park SA, Lee SS, Oh SH (2000) Effects of resistant starch on availability of energy nutrients in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 33: 365-373.
- Park SJ, Kang MH (2003) The effect of dietary muddle with glucomannan on the weight loss in high fat diet-induced obese rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 893-898.
- Trowell H, Southgate DAT, Wolever TMS, Leeds AR, Gassull MA, Jenkins DJA (1976) Dietary fibre redefined. *Lancet* 1: 966.
- Tye RJ (1991) Konjac, flour properties and application. *Food Tech* 45: 87.
- Yamada K, Tokunaga Y, Ikeda A, Ohkura K-I, Kaku-Ohkura S, Mamiya S, Lim BO, Tachibana H (2003) Effect of dietary fiber on the lipid metabolism and immune function of aged Sprague-Dawley rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 67: 429-433.
- Yang JL, Suh MJ, Song YS (1996) Effects of dietary fibers on cholesterol metabolism in cholesterol-fed rats. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 392-398.
- Yoo MH, Lee HG, Lim ST (1991) Physical properties of the films prepared with glucomannan extracted from *Amorphophallus Konjac*. *Korean J Food Sci Tech* 29: 255-260.

(2004년 12월 7일 접수, 2005년 2월 15일 채택)