

## 곤약 글루코만난을 첨가한 식빵 급여가 고지방식으로 유도한 비만 흰쥐의 체중 및 혈청지방에 미치는 영향

박진수<sup>1</sup> · 이상일<sup>2</sup> · 박인식<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>부산여자대학교 호텔외식조리과

<sup>2</sup>계명문화대학 식품영양조리학부

<sup>3</sup>동아대학교 식품영양학과

### Effects of White Bread with Konjac Glucomannan on Body Weight and Serum Lipids on Rats with Diet-Induced Obesity

Jin-Soo Park<sup>1</sup>, Sang-Il Lee<sup>2</sup>, and Inshik Park<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Hotel Food Service Culinary Arts, Busan Women's College, Busan 614-050, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Nutrition and Culinary Arts, Keimyung College, Daegu 704-703, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food Science and Nutrition, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

#### Abstract

The effects of white bread supplemented with konjac glucomannan on diet-induced obesity in rats were investigated. Four groups of male Sprague-Dawley rats were examined: a non-obese control group (NC), an obese high fat diet group (HF), an obese high fat diet group given bread supplemented with 10% konjac glucomannan (KGM1) and an obese high fat diet group given bread supplemented with 20% konjac glucomannan (KGM2). The daily weight gain of the KGM1 group increased slightly and decreased in the KGM2 group compared to the HF group. The serum triglycerides, total lipid, total cholesterol, and HDL-cholesterol increased in the HF compared to the NC group, whereas they decreased in KGM1 and KGM2 groups. After having this experimental diet for 6 weeks, the body weight in KGM1 and KGM2 groups decreased compared to the HF group. While the initial Röhler index was 23.13 in the NC group, and 31.50~32.59 in the HF, KGM1, and KGM2 groups, the index after the experimental diets for 6 weeks was 28.39 in the NC group, 36.88 in the HF group, 33.48 in the KGM1 group and 29.64 in the KGM2 group. The level of body fat increased from 1% to 7.14% in the NC group, from 15.60% to 60.05% in the HF group, and from 10.60% to 10.83% in the KGM1 group, but decreased from 10.45% to 8.20% in the KGM2 group. These results demonstrate that white bread with glucomannan is effective in reducing body weight and serum lipids in high fat diet-induced obese rats.

**Key words:** white bread, konjac glucomannan, body weight, blood lipid content, obese index

#### 서 론

곤약 글루코만난은 고분자성 수용성의 비이온성 다당류로 D-mannose(M)와 D-glucose(G)의 M/G 비가 1.5~1.6인  $\beta$ -1,4-glycoside 결합을 한 주 체인을 갖고 있으며  $\beta$ -1,3-glycoside 결합의 짧은 측쇄가 가지처럼 붙어 있고, sugar unit 17-19마다 C-6 위치에 1개의 acetyl 기를 가지고 있다(1,2).

곤약 글루코만난을 포함한 다당체와 이들의 oligosaccharides는 몇 가지 점에서 그 활용성이 증가되고 있다. 즉, 이들은 혈당 증가와 인슐린의 분비를 촉진하지 않으며 칼로리가 0~3 kcal/g으로 낮고, 장내를 산성으로 유지하여 장내에서 건강에 도움을 주는 미생물의 생육 환경을 개선할 뿐만 아니라 설사 증상을 개선하거나 억제하며, 장내에서 갈습,

망간, 철과 같은 무기질의 흡수를 촉진케 함으로써 식품산업에의 응용성이 높은 소재이다(3)

수용성인 곤약 글루코만난은 장내콜레스테롤 및 담즙산을 흡착하여 대변으로 배설시킴으로써 혈청콜레스테롤 수준을 저하시키고 심장병 및 대장암의 발병율을 낮춘다고 보고되고 있으며(4-6), 혈당의 개선(7), 식이섬유로서 장내에서 정장작용을 하며 식후 만복감을 지속시키고(8) 에너지 섭취량을 감소시켜 체중감소 효과가 있으며(9), 시중의 다이어트 제품 및 건강기능성 식품의 새로운 소재로 주목받고 있다(2).

곤약 글루코만난의 첨가가 저지방 계육 패티의 품질 및 저장성에 미치는 영향(10), 곤약 글루코만난과 유청칼슘의 혼합물이 흰쥐의 혈청콜레스테롤 및 혈당에 미치는 영향(11), 곤약 글루코만난을 첨가하여 제조한 국수가 고지방식

\*Corresponding author. E-mail: ispark@dau.ac.kr  
Phone: 82-51-200-7322, Fax: 82-51-200-7535

이를 급여하여 유도된 비만흰쥐의 체중감소에 미치는 영향 (12), 곤약 감자분말에서 추출한 곤약 글루코만난을 원료로 제조된 필름의 물리적 성질(13)에 관한 연구가 수행되었으며, Gallaher 등(14)은 글루코만난과 키토산을 과체중인 사람이 섭취한 결과, 혈중 콜레스테롤 농도가 감소하는 것으로 보고하였다.

비만은 에너지 섭취량이 소비량보다 많을 때 여분의 에너지가 체내에 과다하게 축적되어 체중이 증가함으로써 나타나는 증상으로 생활습관 특히 식생활과 밀접한 관련이 있다 (15). 최근 비만을 예방하거나 치유하기 위한 방안으로 식이 섬유 섭취를 권장하고 있다. 식이섬유의 1일 섭취권장량은 미국 FDA에서는 20~35 g(16), WHO에서는 27~40 g(17), 미국암연구소는 20~30 g(18), 프랑스는 30~40 g(19)을 권장하고 있다. 또 미국/캐나다 Dietary Reference Intakes에서는 관상심장질환을 막기 위한 방안으로 19세에서 50세의 성인 남성과 여성에 1일 38 g 및 25 g의 식이섬유의 섭취를 권장(20)하였다. 식이섬유는 사람의 소화효소에 의하여 분해되지 않는 식물세포 잔유물로 정의되나 그 종류에 따라서 생리적 효능이나 대사적 기능성이 서로 다른 것으로 알려져 있다(9). 식빵 제조에서 식이섬유를 접목한 연구사례는 다수가 발표되어 있다. 다시마 식이섬유와 우령행이 식이 섬유를 빵에 첨가한 결과 노화가 지연된다는 보고도 있다 (21,22). 본 연구에서는 곤약 글루코만난(liquid konjac)을 첨가한 식빵을 동결건조 하여 10% 및 20%씩을 첨가한 식이가 고지방식으로 유도된 비만 흰쥐의 비만 index, 혈청지질 함량에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

### 재료 및 방법

#### 실험재료

제빵용 재료는 강력분, 설탕은 정백당, 쇼트닝, 개량제, 분유, 생이스트, 소금(천일염)을 사용하였다. 곤약 글루코만난(liquid konjac)은 수분 92.80%의 liquid konjac(Baksang Corp., Dalsung, Korea)을 사용하였다.

#### 식빵의 제조

곤약 글루코만난을 첨가한 식빵의 제조를 재료의 함량은 Table 1에 의하여 조성하였다. 식빵의 제조는 유지를 제외한 모든 재료를 한꺼번에 넣고 혼합하는 직접반죽법(23)으로 반죽하였고, 쇼트닝을 제외한 전 재료를 믹싱볼에 넣고 교반하다가 크린업 단계에서 쇼트닝을 넣은 다음 17분간 mixing 하였으며 27±1°C, 상대습도(RH) 75%에서 50분간 1차 발효 시켰다. 다음에 반죽을 176 g씩 분할한 후 20°C에서 15분간 중간발효를 행하였으며 가스빠기를 한 후 성형하여 식빵들에 3덩어리씩 넣은 다음에 37±1°C, 상대습도 80%에서 40분간 2차 발효시킨 후 170/160°C의 오븐에서 35분간 구워 20°C에서 냉각시켰다.

#### 실험식이

실험식은 Shin 등의 방법(24)에 따라 AIN-76 diet (Harlan Teklad, Madison, WI, USA)를 기본으로 하여 조제하였다(Table 2). 실험동물은 5주령의 평균 체중이 145±5 g인 Sprague-Dawley SPF/VAF outbred rats(Orient Ltd., Sungnam, Korea)를 사용하였으며 1주일간 환경에 적응시켰다. 정상군(NC)을 제외한 비만 유도군은 고지방식이(HF)로 4주간 자유 섭취시켜 비만을 유도한 후 고지방식이 대조군(HF), 고지방식이+곤약 글루코만난 10% 첨가 빵을 동결 건조하여 식이에 10% 첨가한 군(KGM1) 및 고지방식이+곤약 글루코만난 20% 첨가 식빵을 동결건조 하여 식이에 20% 첨가한 군(KGM2)의 3개군으로 구분하였으며 NC군을 포함하여 총 4개군(군당 7마리)으로 나누어 6주간 사육하였다(Table 2). 실험군 간의 칼로리를 조정하기 위하여 동결건조 한 곤약 글루코만난을 첨가한 식빵의 조단백, 탄수화물 및 지질함량은 casein, corn starch, sucrose, corn oil 및 cellulose 함량에 적용하였으며, 사육장은 stainless steel cage를 사용하고 온도 및 습도는 23±2°C, 60±5%로 조정하였으며, 명암주기는 12시간 간격으로 설정하고 물과 사료의 섭취는 자유섭취 시켰다.

#### 식이섭취량, 체중증가량 및 식이효율

체중, 식이섭취량은 전 실험기간 동안 주별로 일정시간에

Table 1. Formula for white bread with varied levels of konjac glucomannan (g)

Ingredients <sup>1)</sup>	Levels of konjac glucomannan (%)		
	0	10	20
Wheat flour	1,200 (100)	1,191.36 (99.28)	1,182.72 (98.56)
Liquid konjac	—	120.00 (10.00)	240.00 (20.00)
— Net konjac glucomannan	—	8.64 (0.72)	17.28 (1.44)
— Water	—	111.36 (9.28)	222.72 (18.56)
Water	756 (63)	644.64 (53.72)	533.28 (44.44)
Yeast	48 (4)	48 (4)	48 (4)
Salt	24 (2)	24 (2)	24 (2)
Sugar	48 (4)	48 (4)	48 (4)
Shortening	36 (3)	36 (3)	36 (3)
Milk powder	36 (3)	36 (3)	36 (3)
Improvement agent	24 (2)	24 (2)	24 (2)

<sup>1)</sup>Wheat flour basis (%) for 4 pieces of 3 peak bread (1,200 g).

Table 2. Experimental groups

Ingredients	Experimental groups <sup>1)</sup> (g/kg)			
	NC	HF	KGM1	KGM2
Casein	200.00	200.00	184.66	169.32
Corn starch	150.00	150.00	71.77	—
Sucrose	500.00	500.00	500.00	494.00
Cellulose	50.00	50.00	49.06	48.12
Corn oil	50.00	35.00	31.03	27.08
AIN mineral mixture <sup>2)</sup>	35.00	35.00	35.00	35.00
AIN vitamin mixture <sup>3)</sup>	10.00	10.00	10.00	10.00
DL-methionine	3.00	3.00	3.00	3.00
Choline bitartrate	2.00	2.00	2.00	2.00
Lard	—	15.00	15.00	15.00
Freeze dried KGMB <sup>4)</sup>	—	—	100.00	200.00

<sup>1)</sup>NC, normal control; HF, high fat diet; KGM1, high fat diet with 10% freeze dried konjac glucomannan white bread; KGM2, high fat diet with 20% freeze dried konjac glucomannan white bread.

<sup>2)</sup>AIN mineral mixture (g/kg): calcium lactate 620.0, sodium chloride 74.0, potassium phosphate di-basic 220.0, potassium sulfate 52.0, magnesium oxide 23.0, manganous carbonate 3.3, ferric citrate 6.0, zinc carbonate 1.0, cupric carbonate 0.2, potassium iodate 0.01, sodium selenite 0.01, chromium potassium sulfate 0.5, finely powdered to make 1,000 g.

<sup>3)</sup>AIN vitamin mixture (mg/kg): thiamin-HCl 600, riboflavin ± 600, pyridoxine-HCl 700, nicotinic acid 3,000, D-calcium pantothenate 1,600, folic acid 200, D-biotin 20, vitamin B12 2.5, vitamin A 400,000 IU, vitamin D3 100,000 IU, vitamin E 7,500 IU, vitamin K 75, finely powdered to make 1,000 g.

<sup>4)</sup>KGMB: konjac glucomannan white bread. For KGM1 and KGM2 group, freeze dried bread with 10% and 20% konjac glucomannan supplemented was used, respectively.

측정하여 기간일로 계산하였으며, 식이효율(feed efficiency ratio, FER)은 하루 동안의 증체량을 하루 동안의 식이섭취량으로 나눈 값(1일 증체량/1일 식이섭취량)으로 하였다.

#### 비만 index 및 체지방의 측정

비만 index를 측정하기 위하여 쥐의 꼬끝에서 항문까지의 길이를 Kim과 Sung(25)의 방법에 따라 전 실험기간 동안 매주 측정하여 다음의 계산식에 의하여 Röhler index 및 TM index를 산출하였고 체지방함량은 TM index를 이용하여 계산하였다.

$$\text{Röhler index} = \{ \text{Body weight (g)} / \text{Naso} \sim \text{anal length (cm)}^3 \} \times 10^3$$

$$\text{TM index} = \{ \text{Body weight (g)} / \text{Naso} \sim \text{anal length (cm)}^3 \} \times 10^3$$

Table 3. Effects of konjac glucomannan bread on the weight gain, feed intakes and feed efficiency ratio (FER) in obesity rats fed high fat diet for 6 weeks

Measurements	Experimental groups <sup>1)</sup>			
	NC	HF	KGM1	KGM2
Initial weight (g)	308.56 ± 12.75 <sup>b2)</sup>	382.02 ± 12.63 <sup>a</sup>	383.27 ± 11.85 <sup>a</sup>	380.55 ± 13.40 <sup>a</sup>
Final weight (g)	448.23 ± 15.68 <sup>d</sup>	579.25 ± 13.78 <sup>a</sup>	549.14 ± 12.10 <sup>b</sup>	515.28 ± 13.45 <sup>c</sup>
Weight gain (g/day)	3.33 ± 0.13 <sup>b</sup>	4.70 ± 0.62 <sup>a</sup>	3.95 ± 0.47 <sup>ab</sup>	3.21 ± 0.43 <sup>b</sup>
Feed intake (g/day)	24.59 ± 0.91 <sup>a</sup>	23.15 ± 0.94 <sup>ab</sup>	22.76 ± 0.96 <sup>ab</sup>	21.55 ± 0.87 <sup>b</sup>
Calorie intake (kcal/day)	99.58 ± 3.69 <sup>a</sup>	93.76 ± 3.81 <sup>ab</sup>	92.18 ± 3.89 <sup>ab</sup>	87.28 ± 3.52 <sup>b</sup>
FER	0.14 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.20 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.17 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.02 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>See Table 2.

<sup>2)</sup>Values are mean ± SD of 7 rats, different superscripts in the same row indicate significant differences (p < 0.05).

$$(\text{cm})^{2.823} \times 10^3$$

$$\text{Body fat content} = 0.581 \times \text{TM index} - 22.03$$

#### 분석용 혈청시료의 조제

6주간 사육한 흰쥐는 물만 주면서 12시간 동안 절식시킨 후 에테르 마취 하에서 복부 대동맥으로부터 채혈한 다음, 빙냉의 생리식염수로 간장을 관류하고 장기를 적출한 후 습기를 제거하고 무게를 측정하였다. 혈액은 실온에서 응고시킨 다음 4°C, 2,500×g에서 20분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 -70°C에 두면서 분석용 시료로 사용하였다.

#### 혈청지질 함량

혈청중성지질, 총콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 함량은 kit 시약(AM 157S-K, AM 202-K, AM 203-K, Asanpharm Co., Seoul, Korea)으로 측정하였으며, LDL-콜레스테롤 함량은 Friedewald 등(26)의 방법에 따라 총콜레스테롤-HDL-콜레스테롤량-(중성지질/5)의 계산식으로 구하였다. Atherogenic index(AD)는 계산식 (total cholesterol-HDL-cholesterol)/total-cholesterol에 의하여 산출하였다.

#### 통계처리

동물실험은 7마리의 평균치와 표준편차로 나타내었으며 유의성 검증은 SPSS software package(27)를 이용하여 Duncan's multiple range test 및 t-test를 행하였다.

## 결과 및 고찰

### 증체량, 식이섭취량 및 식이효율

실험동물 28마리를 정상군(NC)(7마리)과 비만유도군(21마리)으로 구분한 후 Table 2의 식이조성에 따라 4주 동안 급여하여 비만을 유도하였다. 비만유도군은 다시 비만대조군(HF), 곤약 글루코만난(liquid konjac) 10% 함유 식빵을 제조한 후 동결건조 하여 고지방식이 사료에 10% 되게 혼합한 식이군(KGM1) 및 곤약 글루코만난(liquid konjac) 20% 함유 식빵을 제조한 후 동결건조하여 고지방식이 사료에 20% 되게 혼합한 식이군(KGM2)으로 나누어 6주간 사육하는 동안 증체량(weight gain)과 식이섭취량(feed intakes), 식이효율(feed efficiency ratio, FER)에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같다.

NC군의 평균 체중은 1일 3.33 g이 증가하였으며, 비만대조군(HF)은 1일 4.70 g이 증가하였다. 그러나 실험식이군인 KGM1군은 1일 체중증가량이 3.95 g이었으며, KGM2군은 1일 3.21 g이 증가되었다. 즉 실험식이군에서는 HF군에 비하여 1일 체중증가량이 15.96~31.70%가 감소하였다. 1일 칼로리 섭취량은 정상군에서 99.58 kcal/day로 HF, KGM1 및 KGM2의 87.28~93.76 kcal보다 다소 높았으나 HF군과 실험식이군 간의 유의적인 차이는 없었으며 식이효율도 동일한 경향을 나타내었다.

Park과 Kang(12)은 콜레스테롤과 라드를 투여하여 유도한 비만 쥐에 글루코만난으로 제조한 국수를 25%(N25) 및 50%(N50) 혼합한 식이를 5주간 급여한 결과 주당 현저한 체중 감소를 나타내었으며, 이 결과는 글루코만난의 첨가율이 높아질수록 식이효율이 감소하는 것은 체중감량의 큰 차이가 주요 요인이라고 보고하였다. 본 연구에서도 Park과 Kang(12)의 연구결과와 일치하며 이들의 연구보다 체중증가량에서 효과가 다소 낮은 것은 이들의 연구에 비하여 글루코만난을 적게 급여한 데서 나타난 결과로 판단된다.

**혈중지질 함량**

고지방식으로 유도한 비만쥐의 혈청 중성지질, 총지질 함량, 총콜레스테롤, HDL(high density lipoprotein)-콜레스테롤 및 LDL(low density lipoprotein)-콜레스테롤 함량 및 동맥경화지수(atherogenic index, AI)가 미치는 곤약 글루코만난 첨가 식빵의 식이효과를 조사한 결과는 Table 4와 같다.

고지방식이 대조군(HF)의 혈청 중성지질, 총지질 및 총콜레스테롤 함량은 대조군(NC)보다 크게 증가하였으나 KGM1군과 KGM2군에서는 HF군에 비하여 감소되었다. HDL-콜레스테롤함량은 HF군에서는 NC군에 비하여 감소되었으나 KGM1군과 KGM2군에서는 HF군보다 증가하였다. 반면에 LDL-콜레스테롤 함량은 HF군에서는 NC군에 비하여 증가하였으나 KGM1군과 KGM2군에서는 HF군에 비하여 감소하였다. Atherogenic index(AI)는 HF군에서는 NC군에 비하여 1.68배가 증가하였으나 KGM1군과 KGM2군은 HF군에 비하여 각각 20.27%, 36.49%가 감소하였다. 지방의 과다 섭취는 혈청 VLDL(very low density lipoprotein)-콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤의 함량을 높이며 조직 내 중성지질

을 축적시킴으로써 비만의 주요 요인이 될 수 있으며 동맥경화성 관상동맥질환 또는 뇌혈관질환의 발생율이 높아지며 (28) 동맥경화를 유발할 수 있다. LDL-콜레스테롤의 함량은 고지방식이에서 증가되는데 이는 섭취한 지방이 chylomicron으로 전환되어 혈관으로 순환되기 때문이며 또한 지방 섭취량에 비례하여 생성되는 chylomicron 잔유물의 농도가 높아지고 이로부터 생성되는 VLDL의 농도가 높아짐으로써 LDL로의 전환이 많아졌기 때문으로 보고되었다(29). 그러나 혈청지질 중 HDL-콜레스테롤은 LDL의 생성을 억제하거나 혈관에 축적된 콜레스테롤 함량을 감소시킴으로써 동맥경화의 발생을 억제한다(30). 한편 키토산, 글루코만난 등의 식이섬유는 지방의 장내 흡수를 차단함으로써 비만을 예방하거나 치유하는 것으로 보고되었다(31,32).

Park과 Kang(12)은 콜레스테롤과 라드를 투여하여 유도한 비만 쥐에 100% 글루코만난으로 제조한 국수를 혼합한 식이를 5주간 급여한 결과 총콜레스테롤 함량 및 중성지질이 감소됨을 보고하였다. 글루코만난, 소이화이버, 셀룰로오스 등의 식이섬유는 혈청콜레스테롤의 저하와 담즙산 배설을 촉진할 뿐만 아니라 항비만 등 영양 생리적 효과가 있는 것으로 알려져 있다(33). 따라서 본 연구의 결과는 곤약 글루코만난을 첨가한 식이가 지방의 흡수를 차단 또는 지방의 배설을 촉진시키기 때문이라고 생각되며 아울러 고지방식으로 인한 고지혈증(hyperlipidemia)에 효과를 나타냄으로써 비만 개선에도 효과가 있을 것으로 사료된다.

**체중 및 비만지수**

비만에 미치는 곤약 글루코만난 첨가 식빵의 식이효과를 조사하기 위해 4주간 고지방식을 실시하여 실험동물의 비만을 유도하였다. 비만평가의 측도는 Röhrrer index 및 TM index(25)를 이용하여 실험식이 직전의 Röhrrer index가 30 이상, TM index는 55 이상으로 나타내어 비만의 유도가 확인되었다. 비만이 유도된 실험동물을 고지방식이 비만 대조군(HF), 고지방식이+곤약 글루코만난 10% 첨가 빵을 동결 건조하여 식이에 10% 첨가한 군(KGM1) 및 고지방식이+곤약 글루코만난 20% 첨가 식빵을 동결건조 하여 식이에 20% 첨가한 군(KGM2)으로 구분하여 6주간 실험식을 급여하면서 체중변화를 관찰하였다. 그 결과 KGM1군과 KGM2

**Table 4. Effects of konjac glucomannan bread on serum lipid content in obesity rats fed high fat diet for 6 weeks**

Measurements	Experimental groups <sup>1)</sup>			
	NC	HF	KGM1	KGM2
Triglyceride (mg/dL)	41.27 ± 1.85 <sup>d3)</sup>	80.04 ± 4.45 <sup>a</sup>	66.00 ± 3.06 <sup>b</sup>	54.83 ± 2.52 <sup>c</sup>
Total lipid (mg/dL)	210.78 ± 25.44 <sup>c</sup>	320.65 ± 25.05 <sup>a</sup>	255.07 ± 31.45 <sup>b</sup>	191.43 ± 31.55 <sup>c</sup>
Total cholesterol (mg/dL)	57.36 ± 4.65 <sup>c</sup>	84.03 ± 6.25 <sup>a</sup>	69.96 ± 3.71 <sup>b</sup>	62.22 ± 4.39 <sup>bc</sup>
HDL-cholesterol (mg/dL)	32.08 ± 2.95 <sup>a</sup>	22.18 ± 2.34 <sup>c</sup>	28.73 ± 2.98 <sup>ab</sup>	32.93 ± 3.02 <sup>a</sup>
LDL-cholesterol (mg/dL)	17.03 ± 3.23 <sup>c</sup>	45.84 ± 3.02 <sup>a</sup>	28.03 ± 1.12 <sup>b</sup>	18.32 ± 1.87 <sup>c</sup>
AI <sup>2)</sup>	0.44 ± 0.06 <sup>c</sup>	0.74 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.59 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.47 ± 0.08 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup>See Table 2.

<sup>2)</sup>AI (atherogenic index)=(total cholesterol-HDL-cholesterol)/ total-cholesterol.

<sup>3)</sup>Values are mean±SD of 7 rats, different superscripts in the same row indicate significant differences (p<0.05).

군은 HF군의 체중에 비하여 5.48~11.04%가 감소하였으며 곤약 글루코만난 첨가 식빵의 비율이 높아질수록 체중감소율이 높아졌다(Fig. 1). 실험식이를 시작하는 당일의 비만 정도를 나타내는 Röhler index는 NC군에서는 23.13, HF, KGM1군과 KGM2군에서는 31.50~32.59이었다. 그러나 실험식이를 6주간 지속하는 동안 NC군은 28.39, HF군은 36.88로 증가하였으나 KGM1 및 KGM2군은 각각 33.48과 29.64로 감소하였다(Fig. 2). Röhler가 30을 초과하면 비만으로 인정(25)할 수 있음을 감안할 때 KGM1군과 KGM2군에서는 고지방식이를 하는 가운데서도 비만이 해소됨을 알 수 있으며 곤약 글루코만난의 첨가량이 높아질수록 효과가 높아지는 것으로 나타났다. Kim과 Sung(25)은 지방함유율이 20%인 고지방식이를 10주간 급여한 흰쥐의 Röhler index는  $33.36 \pm 14.82$ 였다고 하였으며, Park과 Kang(12)은 고지방식이기간이 길어질수록 Röhler index가 증가한다고 하였다. 한편, 55 이상일 때 비만으로 판정하는 TM index는 실험식이 시작당일에는 NC군에서는 39.72, HF군에서는 54.65, KGM1과 KGM2군에서는 각각 56.16과 55.90을 나타내었다. 그러나 실험식이가 이루어지는 동안 NC군과 HF군에서는 지속적으로 증가하여 6주후에는 각각 49.96와 64.77로 증가

되었으나 KGM1군과 KGM2군에서는 56.45와 51.67로 감소되어 비만이 해소되었다(Fig. 3). 그리고 KGM2군에서는 실험식이가 종료된 후의 체중은 NC군과의 유의적인 차이를 보이는 반면(Fig. 1), Röhler index와 TM index에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다(Fig. 2, 3). 이러한 현상은 곤약 글루코만난의 식이가 체중보다 체지방 함량에 더 큰 영향을 미치는 것으로 사료된다.

**체지방**

체지방 함량의 경우, NC군에서는 실험식이를 시작하는 당일은 1.0이었으나 실험식이 6주후는 7.14%로, HF군은 9.72%에서 15.60%로 증가하였다. 그러나 KGM1군은 10.60%에서 10.83%로 0.22%가 증가하였으나, KGM2군은 10.45%에서 8.20%로 20.53%가 감소하였다(Fig. 4).

글루코만난으로 제조한 국수를 첨가한 식이로 5주간 급여한 Park과 Kang(12)의 연구에서도 글루코만난의 첨가율이 높을수록 체지방 함량의 감소율은 증가하였다. 그리고 본 연구에서도 글루코만난의 첨가율이 높을수록 체지방 함량의 감소율은 증가하였다. Park 등(34)은 2% 키토산-아스코베이트를 함유하는 소이화이바 beni-koji의 식이로 고지방

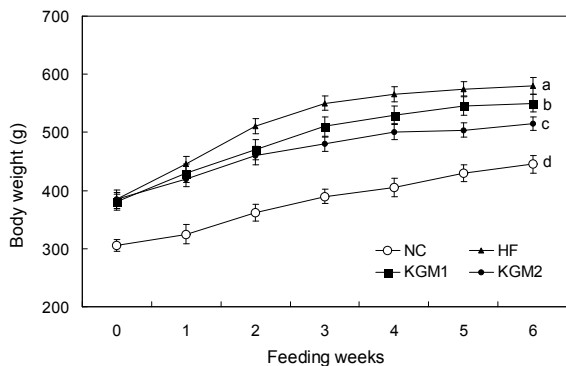


Fig. 1. Changes in body weight of obesity rats fed with konjac glucomannan supplemented high fat diet during feeding. Abbreviations: See Table 2. Values are mean  $\pm$  SD of 7 rats, different superscripts (a-d) indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

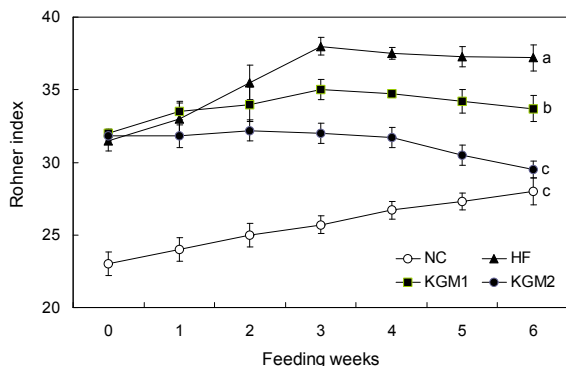


Fig. 2. Changes in Röhler index of obesity rats fed with konjac glucomannan supplemented high fat diet during feeding. Abbreviations: See Table 2. Values are mean  $\pm$  SD of 7 rats, different superscripts (a-c) indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

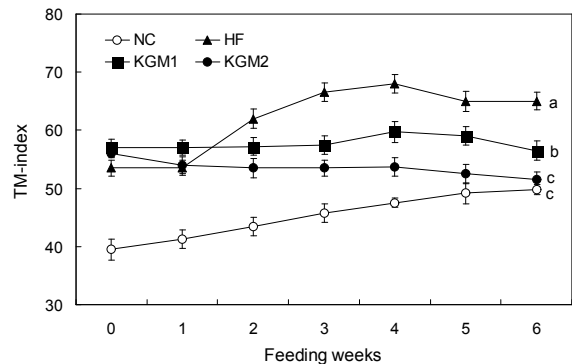


Fig. 3. Changes in TM index of obesity rats fed with konjac glucomannan supplemented high fat diet during feeding. Abbreviations: See Table 2. Values are mean  $\pm$  SD of 7 rats, different superscripts (a-c) indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

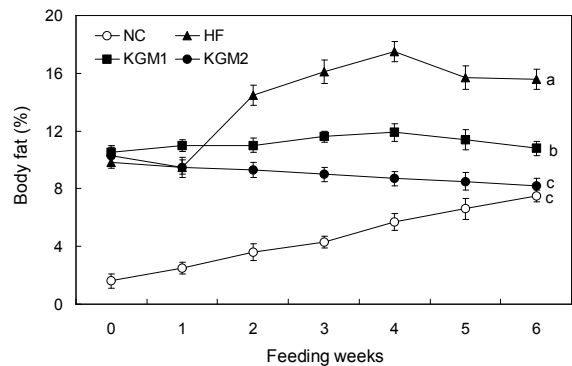


Fig. 4. Changes in levels of body fats of obesity rats fed with konjac glucomannan supplemented high fat diet during feeding. Abbreviations: See Table 2. Values are mean  $\pm$  SD of 7 rats, different superscripts (a-c) indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

식으로 유도된 비만흰쥐를 6주간 사육한 결과 사육전에 비하여 체지방 함량은 28.98%가 감소하였음을 보고하였다. 이 결과는 본 연구에서 KMG2군의 체지방 함량이 20.53%가 감소하였다는 결과와 유사하였다. 따라서 곤약 글루코만난을 첨가한 식빵의 식이는 체지방 함량을 감소시키는 효과가 있으며 이로 인하여 비만이 해소되는 것으로 사료된다.

### 요 약

곤약 글루코만난(liquid konjac)을 동결건조한 식빵에 첨가한 사료를 고지방식으로 유도한 비만 흰쥐에 6주간 급여하였을 때의 체중, 혈청지질, 비만지수에 미치는 영향을 조사하였다. 실험군은 정상군(NC), 고지방식이 비만 대조군(HF), 고지방식이 비만+곤약 글루코만난을 10% 되게 혼합하여 동결건조 한 식빵을 사료에 10% 혼합한 식이군(KGM1) 및 비만+곤약 글루코만난을 20%되게 혼합하여 동결건조한 식빵을 사료에 20% 혼합한 식이군(KGM2)으로 구분(군당 7마리)하여 6주간 사육하였다. KGM1군과 KGM2군은 HF군에 비하여 혈청 중성지질, 총지질, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 함량 및 atherogenic index(AI)는 감소하였으나 HDL-콜레스테롤 함량은 증가하였다. KGM1군과 KGM2군은 HF군의 체중에 비하여 감소하였으며 곤약 글루코만난 첨가 식빵의 비율이 높아질수록 체중감소율이 높았다. 체지방 함량은 NC군 및 HF군에서는 실험식이 6주후에 크게 증가하였으나 KGM1군은 유의적인 변화가 없었고, KGM2군은 감소하였다. 따라서 곤약 글루코만난 첨가 식빵은 고지방식으로 유도된 비만 흰쥐에서 체지방 함량을 감소시키는 효과가 있었다.

### 문 헌

1. Liu C, Xiao C. 2004. Characterization of konjac glucomannan-quaternized poly(4-vinyl-*N*-butyl) pyridine blend films and their preservation effect. *J Appl Polym Sci* 93: 1868-1875.
2. Kim KS, Kim SD, Seo KI, Shin SY, Yoon KS, Cho YS. 2004. *Food Chemistry*. World Science, Seoul, Korea. p 79.
3. Ngo DN, Kim MM, Kim SK. 2008. Chitin oligosaccharides inhibit oxidative stress in live cells. *Carbohydr Polym* 74: 228-234.
4. Newman RK, Newman CW, Graham H. 1989. The hypocholesterolemic function of barley  $\beta$ -glucans. *Cereal Foods World* 34: 883-886.
5. Deshaies Y, Begin F, Savoie L, Vachon C. 1990. Attenuation of the meal-induced increase in plasma lipids and adipose tissue lipoprotein lipase by guar gum in rats. *J Nutr* 120: 64-70.
6. Nishina PM, Schneeman BO, Freedland RA. 1991. Effects of dietary fibers on nonfasting plasma lipoprotein and apolipoprotein levels in rats. *J Nutr* 121: 431-437.
7. Wolever TMs, Jenkins DJA. 1993. Effects of fiber and foods on carbohydrate metabolism. 2nd ed. In *Dietary Fiber in Human Nutrition*. Spiierer GA, ed. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. p 11-52.

8. Trowell H, Southgate DA, Wolever TM, Leeds AR, Gassull MA, Jenkins DJ. 1976. Dietary fiber redefined. *Lancet* 1: 967.
9. Leinone KS, Poutanen KS, Mykkanen HM. 2000. Rye bread decreases serum total and LDL cholesterol in men with moderately elevates serum cholesterol. *J Nutr* 130: 164-170.
10. Kim SJ, Choi WS, You SG, Min YS. 2007. Effect of glucomannan on quality and shelf-life of low-fat chicken patty. *Korea J Food Sci Technol* 39: 55-60.
11. Lee SK, Sin GL, Kim YH. 2005. Effect of mixed glucomannan and wheycalcium on the serum cholesterol and blood glucose in rats. *J Fd Hyg Safety* 20: 69-72.
12. Park SJ, Kang MH. 2003. The effect of dietary noodle with glucomannan on the weight loss in high fat diet-induced obese rats. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 32: 893-898.
13. Yoo MH, Lee HG, Lim ST. 1997. Physical properties of the films prepared with glucomannan extracted from *Amorphophallus konjac*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 255-260.
14. Gallaher DD, Gallaher CM, Mahrt GJ, Carr TP, Hollingshead CH, Hesslink R Jr, Wise J. 2002. A glucomannan and chitosan fiber supplement decreases plasma cholesterol and increases cholesterol excretion in overweight normocholesterolemic humans. *J Am Coll Nutr* 21: 428-433.
15. Westerterp-Plantenga MS. 2004. Fat intake and energy-balance effects. *Physiol Behav* 83: 579-585.
16. Pilch SM. 1987. Physiological effects and health consequences of dietary fiber. Report for FDA, Department of Health and Human Service, USA. p 23-57.
17. World Health Organization (WHO). 1990. Diet nutrition and the prevention of chronic disease. Technical Report Series No 797. Geneva.
18. Butrum RR, Clifford CK, Lanza E. 1988. NCI dietary guidelines: rationale. *Am J Clin Nutr* 48: 888-895.
19. Bagheri SM, Debry G. 1990. Estimation of the daily dietary fiber intake in France. *Ann Nutr Metab* 34: 69-75.
20. The Institute of Medicine (IMO). 2005. *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids*. National Academy Press, Washington, DC, USA. p 936-967.
21. Han KH, Choi MS, Ahn CK, Youn MJ, Song TH. 2002. Soboru bread enriched with dietary fibers extracted from Kombu. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 619-624.
22. Yook HS, Kim YH, Ahn HJ, Lee JW, Kim DJ, Kim JO, Byun MW. 2000. Rheological properties of wheat flour dough and qualities of bread prepared with dietary fiber purified from ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. *Korean J Food Sci Technol* 32: 387-395.
23. Finny KF. 1984. An optimized, straight-dough, bread-making method after 44 years. *Cereal Chem* 61: 20-27.
24. Shin KO, Lee SI, Kim SD. 2008. Diet of red ginseng-*cheonggukjang* improves streptozotocin-induced diabetes symptoms and oxidative stress. *Food Sci Biotechnol* 17: 287-294.
25. 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.
26. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. 1972. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502.
27. SPSS. 2003. Statistical Package for Social Sciences. Version 12. SPSS Inc., Chicago, IL, USA.
28. Lee IS, Lee SW, Lee IZ. 2003. Effects of tissue cultured

- ginseng on blood glucose and lipid in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Food Sci Technol* 35: 280-285.
29. Wilson JN, Wilson ST, Eator RP. 1984. Dietary fiber and lipoprotein metabolism in the genetically obese Zucker rats. *Arteriosclerosis* 4: 147-153.
30. Gordon T, Castelli WP, Hjortland MC, Kannel WB, Dawber TR. 1997. High density lipoprotein as a protective factor against coronary heart disease: The Framingham Study. *Am J Med* 62: 707-714.
31. Kanauchi O, Deuchi K, Imasato Y, Kobayashi E. 1994. Increasing effect of a chitosan and ascorbic mixture on fecal dietary fat excretion. *Biosci Biotech Biochem* 58: 1617-1620.
32. Jeon YJ, Kim SK. 2001. Effect of antimicrobial activity by chitosan oligosaccharides N-conjugated with asparagine. *J Microbiol Biotechnol* 11: 281-286.
33. Choi YS, Lee SY. 1993. Cholesterol-lowering effect of soybean products (curd or curd residue) in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 673-677.
34. Park BH, Beck KY, Lee SI, Kim SD. 2006. Effect of chitosan-ascorbate containing soyfiber beni-koji on body weight and lipid content of obesity rats induced from high fat diet. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 663-669.

(2012년 11월 15일 접수; 2013년 1월 31일 채택)