

Chitosan-Ascorbate 함유 Soyfiber Beni-Koji의 식이가 고지방 식이로 유도된 비만 흰쥐의 체중과 지방 함량에 미치는 영향

박범호¹ · 백경연¹ · 이상일² · 김순동^{1*}

¹대구가톨릭대학교 식품의식산업학부 식품공학전공, ²계명문화대학 식품영양조리과

Effect of Chitosan-Ascorbate Containing Soyfiber Beni-Koji on Body Weight and Lipid Content of Obesity Rats Aid Induced from High Fat Diet

Bum-Ho Park¹, Kyung-yeun Beck¹, Sang-II Lee² and Soon-Dong Kim^{1*}

¹Dept. of Faculty of Food Industrial Technology, Catholic University of Daegu, Daegu 712-702, Korea

²Dept. of Food Nutrition and Cookery, Keimyung College, Daegu 704-703, Korea

Abstract

The dietary effects of soy fiber beni-koji(SBCA) containing chitosan-ascorbate on the body weight and serum lipids in obese rats induced by a high fat diet were investigated. The experimental plots(6 rats per each group) were divided into a normal group(NC), a high fat diet group(HF), a 1% SBCA diet group(SBCA1) and a 2% SBCA diet group(SBCA2), and fed for 6 weeks. Compared with the HF group, the mean body weight and the Röhler index of the SBCA1 and SBCA2 groups decreased by 3.4~7.4% and 8.1~13.9%, respectively. In particular, the body lipids in the SBCA2 group decreased by 42.3%. The serum triglyceride content decreased by approximately 25.54~27.34% in the experimental diet groups. There was no significant difference in the serum total lipids between the HF and SBCA1 groups. On the other hand, the total lipids in SBCA2 group decreased by 19.12% compared with the HF group. In the SBCA2 group, the total serum cholesterol and LDL-cholesterol content decreased by 6.57% and 41.20% compared with the HF group, respectively, while the HDL-cholesterol increased by 10.0%. The risk factor index(RFI) in the SBCA2 group was decreased remarkably by 58.57%.

Key words : Chitosan-ascorbate, soyfiber beni-koji, obesity, high fat diet.

서 론

생활수준의 향상과 식생활 변화에 따른 영양소의 과잉 섭취와 운동 부족으로 체중 과다 증상과 비만증 환자의 수가 급격히 늘어나고 있는 실정이다. 최근 우리나라의 비만 인구 조사(Lee & Cho 2005, Larsson B 1990)에 의하면 체질량 지수(Body Mass Index: BMI)가 25이상인 사람이 1990년 16.7%에서 2001년에는 30.6%로 10년간 약 2배로 증가하였다. 일반적으로 비만은 체지방이 과잉으로 축적됨으로서 발생하는데 지방 세포에 지방이 과잉 축적됨으로서 지방의 생합성과 분해가 불균형을 이루게 되며(Lee *et al* 1991, Myrtle & Brown 1990), 특히 고지혈증, 고혈압, 관상동맥 질환 등 순환기계 질환과 당뇨병과 같은 합병증을 일으키는 중요한 원인이 된다. 식이요법에 의한 비만의 예방과

치유는 저 칼로리 식품의 섭취를 권장하고 있으며 특히, 식이섬유는 고칼로리 성분인 지질을 흡착, 배설하며(Jonnalagadda *et al* 1993, Kim & Lee 1995, Oh & Ly 1998), 식후 만족감을 지속시켜 에너지 섭취량을 감소시킴으로서 체중 감소를 더 용이하게 하는 것으로 알려져 있다(Leinone *et al* 2000, Keisuke 1992).

키토산은 N-아세틸-D-글루코사민이 β -(1 \rightarrow 4) 결합한 천연 고분자 물질로 계, 새우 등의 갑각류나 오징어와 같은 연체류, 곤충, 세균의 세포벽 등에 광범위하게 분포되어 있는 천연 고분자 다당체(Jung & Woo 2005, Arvantioyamis *et al* 1998)로 고콜레스테롤혈증과 동맥경화증을 예방하는 효과가 있으며(Sugano *et al* 1980, Maezaki *et al* 1993, Razdan & Prtersson 1994, Sugano *et al* 1998, Ebihara & Schneeman 1989), 변으로의 지질 배설량을 증가시키고 동시에 섭취된 지질과 결합하는 능력이 탁월하여 체중 감소 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Matthew & Judith 2005). 또,

* Corresponding author : Soon-Dong Kim, Tel : +82-53-850-3216, Fax : +82-53-850-3216, E-mail : kimsd@cu.ac.kr

chitosan-ascorbate(CA)는 chitosan과 ascorbic acid가 Schiff 반응에 의하여 생성된 염(Muzzarelli *et al* 1984)으로 chitosan의 기능성과 ascorbic acid의 기능성이 접목됨으로서 새로운 기능이 나타나는 것으로 알려져 있는데 체내에서 단백질 대사에는 영향을 주지 않으면서 지질을 흡착하여 배설됨으로서 비만 예방(Kanauchi *et al* 1994a)과 지방의 과다 섭취로 나타나는 Crohn's병의 치유 및 예방에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Tomoyuki *et al* 2003). 또한, ascorbic acid의 항산화능(Kanauchi *et al* 1994b)과 chitosan의 안정성을 향상시키는 작용이 있으며(Zoldners *et al* 2005), 그 외에 체내 콜레스테롤 저하 효과(Brown & Goldstein 1991a)가 있으나 그 활용에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

한편, 홍국은 증자한 곡류에 *Monascus*속 곰팡이를 번식시킨 것으로 홍색을 띠며 중국, 대만을 중심으로 600여 년 이상 전부터 식품 소재 또는 약용으로 이용되어 왔으며(Endo A 1985), 주요 기능성 물질로 HMG-CoA reductase를 저해함으로써 체내 콜레스테롤의 생합성을 저해하여 혈중 cholesterol 함량을 저하시키는 monacolin K(Endo A 1980)가 함유되어 있다. 또한 색소 성분인 monascorubin은 강한 항암 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Yasukawa *et al* 1996).

본 연구자들은 soyfiber를 이용하여 홍국(Soyfiber beni-Koji: SB)을 제조하는 방법을 확립(Kim & Lee 2003a)한데 이어 이번에는 이 SB에 CA를 혼합한 SBCA가 고지방 식이로 유도한 비만 쥐의 체중과 지방 함량에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 재료

Soyfiber beni koji(SB) 제조용 콩은 2005년도 10월에 생산된 국내산 은하 콩(*Glycine max* Enha)을 사용하였으며, 키토산은 분자량 746 kDa(Gumhowhasung Co Ltd, Seoul, Korea)의 것을 사용하였다.

2. Chitosan-Ascorbate(CA)의 제조

CA의 제조는 5%(w/v)의 ascorbic acid(Sigma Chemical Co.) 용액에 키토산 분말을 5%(w/v)되게 20℃에서 용해시켜 동결 건조하였다.

3. CA 함유 Soyfiber Beni-Koji(SBCA)의 제조

SBCA의 제조는 Kim & Lee(2003b)의 방법에 따라 제조한 건조 soyfiber 분말에 포도당을 5% 되게 혼합하고 수분 함량을 25% 수준으로 조절하여 121℃에서 20분간 살균한 후 *Monascus pilosus* KCCM 60084 종배양액(Youn *et*

al 2003)을 5% 되게 접종, 30℃에서 10일간 배양하여 soy-fiber beni-koji를 제조하였으며, 여기에 동결 건조한 CA를 건물당으로 2% 되게 골고루 혼합하여 SBCA를 제조하였다.

4. 동물 실험

실험 동물은 4주령의 Sprague-Dawley종 수컷 rat(110±10 g)를 구입하여 일반사료 Rat and Mouse 18%(PMI Nutrition International, LLC, Brentwood, Newhampshire, USA, Crude protein 18.0%, Crude fat 5.0%, Crude fiber 5.0%, Crude ash 8.0%)로 적응시킨 후 동일 사료에 lard를 15% 되게 첨가한 고지방 식이를 4주간 급여하여 비만을 유도하였다. 비만이 유도된 실험 동물은 Table 1에서와 같이 각 군당 6마리씩으로 정상군(NC), 고지방 식이군(HF), SBCA 1% 식이군(SBCA1군), SBCA 2% 식이군(SBCA2)의 4군으로 나누어 6주간 사육하였다. 동물 실험실의 온도는 20±5℃, 습도는 55~60%로 하였으며 12 hr light-dark cycle로 조정하였다.

5. 식이 섭취량, 체중 증가량 및 식이 효율

식이 섭취량과 체중 증가량은 매일 일정한 시간에 측정하였다. 식이 효율은 일정 실험 기간의 체중 증가량(g)을 일정 실험 기간의 식이 섭취량(g)으로 나눈 값으로 나타내었다.

6. 비만 지수 및 체지방 함량

비만 지수의 평가는 Kim & Sung(2001a)의 방법에 따라 실험 동물의 체장(naso-anal length)과 체중을 측정하여 Röhrer index(Kim & Sung 2001b), Lee index(Dubuc 1981a), TM index(Tsuchimoto *et al* 1992a) 및 체지방 함량을 산출하였다. 즉, Röhrer index는 $[\{body\ weight\ (g)/naso-anal\ length(cm)\}^3 \times 10^3]$, Lee index는 $[\{body\ weight\ (g)\}^{1/3}/naso-anal\ length(cm)\} \times 10^3]$,

Table 1. Compositions of high fat diet

Ingredients(%)	Experimental plots ¹⁾			
	NC	HF	SBCA1	SBCA2
Rat and mouse 18% diet ²⁾	100.0	85.0	84.0	83.0
Lard	-	15.0	15.0	15.0
Soyfiber beni-koji with CA ³⁾	-	-	1.0	2.0

¹⁾ NC: normal control, HF: high fat diet, SBCA: high fat diet with 1% chitosan-ascorbate containing soyfiber beni-koji(SBCA), SBCA2: high fat diet with 2% SBCA.

²⁾ Rat and mouse 18%(PMI Nutrition International, LLC, Brentwood, Newhampshire, USA)

³⁾ CA: chitosan-ascorbate.

TM index는 $[\text{body weight(g)/naso-anal length (cm)}^{2.823}]$, 체지방 함량(Tsuchimoto *et al* 1992b)은 $[0.581 \times \text{TM index} - 22.03]$ 으로 계산하였다.

7. 분석 시료의 조제

실험 식이로 6주간 사육한 흰쥐를 12시간 동안 절식시킨 후 ethylether로 마취하여 개복한 후 복부 대동맥으로부터 채혈하였다. 채취한 혈액은 4°C, 3,000 rpm으로 20분간 원심분리하여 혈청을 분리한 뒤 -70°C에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

8. 혈청 지질

중성지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 함량은 kit 시약(AM 157S-K, AM 202-K, AM 203-K, Asanpharm Co, Hwasung, Korea)으로 측정하였다. 중성지질의 함량은 혈청 0.02 mL에 효소 용액 3.0 mL를 가하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 콜레스테롤 함량은 중성 지질의 경우와 동일한 용량비로 37°C에서 5분간 반응, 500 nm에서 흡광도를 측정하여 계산식, $\text{mg/dL} = (\text{표준 용액의 흡광도/검액의 흡광도}) \times 300$ 에 의하여 함량을 구하였다. HDL-콜레스테롤 함량은 혈청 0.1 mL에 효소 용액 3.0 mL를 가하여 37°C에서 5분간 반응시킨 후 500 nm에서 흡광도를 측정, 계산식, $\text{mg/dL} = (\text{표준 용액의 흡광도/검체 용액의 흡광도}) \times 100$ 에 의하여 함량을 산출하였다.

LDL-콜레스테롤 함량은 Friedewald *et al*(1972)의 방법에 따라 계산식, 총 콜레스테롤-HDL-콜레스테롤-(중성지질/5)에 의하여 산출하였다.

9. 통계 처리

모든 실험 결과는 실험 동물 6마리의 평균치와 표준 편차로 나타내었으며, 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) software

package program(version 12)을 이용하여 Duncan's multiple range test 및 *t*-test를 행하였다.

결과 및 고찰

1. Body Weight, Weight Gain, Feed intake and Feed Efficiency Ratio

6주간의 실험 식이가 고지방 식이로 비만을 유발시킨 실험 동물의 체중, 증체량, 식이 섭취량 및 식이 효율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 실험 식이군(SBCA1 및 SBCA2)의 체중은 실험 식이 직전과 직후 모두에서 고지방 식이군(HF)과의 유의적인 차이를 보이지 않았으나 일일 증체량이 정상군(NC)이 3.36 g인데 비하여 고지방 식이군(HF) 4.20 g, SBCA1군 4.02 g 및 SBCA2군 3.90 g으로 SBCA 섭취량의 증가에 비례하여 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 *beni-koji*(Yu *et al* 2005)와 CA(Kanauchi *et al* 1994c) 각각에서 비만을 완화시키는 효과가 있다는 보고들을 감안할 때 이들을 상호 혼합한 효과라 사료된다.

식이 섭취량과 식이 효율도 HF군과 실험 식이군간의 유의적인 차이를 보이지 않았으나 이들 군이 NC군보다 낮았다. 이러한 현상은 고지방 식이가 될 경우, 맛과 *calorie density*에 영향을 미쳐 식이 섭취량이 낮아진 때문으로 사료되나(Lee *et al* 1998a), 키토산을 첨가한 경우 식이 섭취량이 낮아진다는 Lee *et al*(1998a)과 No *et al*(2002)의 결과와도 관련이 있는 것으로 생각된다.

2. 장기 무게

실험 식이가 비만 쥐의 체중 대비 장기 중량 %에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 장기 중량은 모든 실험군에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 실험 식이군에서는 비장, 신장 및 심장의 체중 100 g당의 무게

Table 2. Changes in body weight, feed intake and feed efficiency ratio(FER) of rats fed with soyfiber beni-koji with chitosan-ascorbate containing high fat diet for 6 weeks

Groups ¹⁾	Initial weight(g)	Final weight(g)	Weight gain(g/day)	Feed intake(g/day)	FER
NC	311.17±16.80 ^{b,2)}	459.08±33.48 ^b	3.36±0.63 ^b	24.51±1.74 ^a	0.13±0.02 ^b
HF	378.08±25.67 ^a	562.92±42.13 ^a	4.20±0.60 ^a	21.66±2.68 ^b	0.19±0.02 ^a
SBCA1	366.67±31.22 ^a	543.58±45.41 ^a	4.02±0.42 ^{ab}	22.19±1.19 ^b	0.18±0.01 ^a
SBCA2	349.92±23.59 ^a	521.58±49.20 ^a	3.90±0.64 ^{ab}	20.38±1.12 ^b	0.19±0.02 ^a

¹⁾ See Table 1.

²⁾ Each value is mean±SD of experimental group, *n*=6. Different alphabets in each values show statistically different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

가 NC군에 비하여 감소하는 경향을 보였으며, 간의 경우는 증가하는 경향을 보였다. 일반적으로 고지방 식이에 있어서 지방 축적이 가장 현저하게 나타나는 장기는 간으로 알려져 있으며(Lee *et al* 2000), 본 연구에서도 동일한 경향을 보였다.

3. 비만 지수

실험 식이가 고지방 식이로 유도된 비만쥐의 비만도와 체지방 함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4와 같다.

Table 3. Organs weight of rats fed with soyfiber beni-koji with chitosan-ascorbate containing high fat diet for 6 weeks
(g/100 g of body weight)

Groups ¹⁾	Liver	Spleen	Kidney	Heart
NC	2.52±0.19 ^{NS,2)}	0.16±0.02 ^{NS}	0.63±0.04 ^{NS}	0.33±0.02 ^{NS}
HF	2.60±0.39	0.15±0.03	0.59±0.04	0.30±0.02
SBCA1	2.59±0.16	0.13±0.02	0.57±0.02	0.30±0.02
SBCA2	2.55±0.17	0.14±0.02	0.57±0.05	0.30±0.03

¹⁾ See Table 1.

²⁾ Each value is mean±SD of experimental group, n=6.

NS: not significant.

실험 식이 직전의 체장(naso-anal length)은 HF, SBCA1 및 SBCA2군이 NC군에 비하여 높아 고지방 식이에 따른 체중증가 현상이 뚜렷하였으나 실험식이군(SBCA1, SBCA2)과 HF군 간의 유의적인 차이는 보이지 않았다. 6주간의 실험식이 직후에도 고지방 식이군에서는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 실험 식이 직전 HF, SBCA1 및 SBCA2군의 평균 Róhrer index는 30.08~30.36이었으나 실험 식이 후는 HF군 증가, 실험 식이군에서는 30 이하로 감소하는 경향을 보였다.

Kim & Sung(2001c)은 지방비 20%인 고지방 식이를 10주간 급여한 흰쥐의 Róhrer index가 33.36 ±14.82로 30이상이면 비만으로 판정된다고 하였다. Park & Kang(2003)은 고지방 식이의 기간이 길어질수록, 비만도가 심할수록 Róhrer index가 증가된다고 하였다.

실험 식이 전후의 비만 평가의 지표가 되는 Lee index (Dubuc 1981b)는 HF군에서는 311.58에서 315.96으로 증가하였으나 SBCA1 및 SBCA2 식이군에서는 309.68~311.72에서 300.90~307.32로 감소하는 경향을 보였다. TM index도 Lee index와 동일한 경향을 나타내었다. Lee index와 TM index는 각각 300이상 및 55이상일 때 비만으로 간주된다(Kim & Sung 2001d).

실험 식이 전후의 체지방 함량은 NC군에서는 4.99%에

Table 4. Obesity index of rats fed with soyfiber beni-koji with chitosan-ascorbate containing high fat diet for 6 weeks

Obesity index	Diets	Experimental groups ¹⁾			
		NC	HF	SBCA1	SBCA2
Naso-anal length(cm)	initial	22.77± 0.14 ^{bB,6)}	24.08± 0.38 ^{AB}	23.75±0.62 ^{AB}	24.05±0.51 ^{AA}
	final	25.53± 0.41 ^{BA}	26.03± 0.41 ^{abA}	26.20±0.56 ^{AA}	25.95±0.51 ^{abA}
Róhrer index ²⁾	initial	26.77± 3.17 ^{BA}	30.36± 3.49 ^{AA}	30.31±1.50 ^{AA}	30.08±2.06 ^{AA}
	final	27.47± 1.66 ^{BA}	31.59± 2.37 ^{AA}	29.03±1.04 ^{BA}	27.27±1.57 ^{BA}
Lee index ³⁾	initial	298.76±11.77 ^{BA}	311.58±11.92 ^{AA}	311.72±5.16 ^{AA}	309.68±8.74 ^{abA}
	final	301.64± 6.01 ^{BA}	315.96± 7.97 ^{AA}	307.32±3.66 ^{BA}	300.90±5.87 ^{BA}
TM. index ⁴⁾	initial	46.50± 5.12 ^{BA}	52.62± 5.65 ^{AA}	52.54±2.50 ^{AA}	51.48±4.08 ^{abA}
	final	48.75± 2.93 ^{BA}	56.24± 4.18 ^{AA}	51.60±1.97 ^{BA}	48.50±2.84 ^{BA}
Fat(g/100 g, BW) ⁵⁾	initial	4.99± 2.98 ^{BA}	8.54± 3.28 ^{AA}	8.50±1.45 ^{AA}	8.66±2.04 ^{AA}
	final	6.29± 1.70 ^{BA}	10.65± 2.43 ^{AA}	7.95±1.15 ^{BA}	6.15±1.65 ^{BA}

¹⁾ See Table 1.

²⁾ Róhrer index = {body weight(g)/naso-anal length(cm)}³ × 10³

³⁾ Lee index = {body weight(g)^{1/3}/naso-anal length(cm)} × 10³

⁴⁾ TM. index = body weight(g)/naso-anal length(cm)^{2.823}

⁵⁾ Fat content = 0.581 × TM index - 22.03

⁶⁾ Each value is mean±SD of experimental group, n=6. Different alphabets(a-b within a same row, A-B within a same column) in each values show statistically different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's multiple range test and *t*-test.

Table 5. Serum lipids content of rats fed with soyfiber beni-koji with chitosan-ascorbate containing high fat diet for 6 weeks

Measurements	Experimental groups ¹⁾			
	NC	HF	SBCA1	SBCA2
Triglyceride(mg/dL)	52.17± 6.76 ^{ab,3)}	60.17± 8.87 ^a	44.80± 5.64 ^b	43.72± 5.96 ^b
Total lipid(mg/dL)	229.17±30.74 ^b	304.17±26.24 ^a	303.80±31.89 ^a	246.00±24.02 ^b
Total cholesterol(mg/dL)	56.17± 7.60 ^b	67.00± 6.81 ^a	69.40± 6.02 ^a	62.60± 9.13 ^{ab}
HDL cholesterol(mg/dL)	34.33± 4.89 ^b	40.00± 4.56 ^{ab}	39.60± 5.27 ^a	44.00± 3.32 ^{ab}
LDL cholesterol(mg/dL)	13.16± 1.72 ^b	23.25± 2.97 ^a	14.50± 2.65 ^b	13.67± 1.53 ^b
RFI ²⁾	0.39± 0.22 ^a	0.70± 0.03 ^a	0.53± 0.10 ^a	0.29± 0.10 ^b

¹⁾ See Table 1.

²⁾ RFI(risk factor index) = total cholesterol - (HDL-cholesterol/total - cholesterol).

³⁾ Each value is mean±SD of experimental group, n=6.

Different alphabets in each values show statistically different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

서 6.29%로, HF군에서는 8.54%에서 10.65%로 HF군에서 뚜렷한 증가를 보였다. 그러나 실험식이군인 SBCA1 및 SBCA2군에서는 8.50~8.66%에서 6.15~7.95%로 감소하였다.

이상의 결과, SBCA1 및 SBCA2는 고지방 식이로 유도한 비만 쥐에서 다양한 비만 평가 지표들을 개선하는 동시에 체지방 함량을 감소시킴으로서 비만에 대한 개선 효과가 있음을 나타낸다.

4. 혈청 지질 함량

고지방 식이로 유도한 비만 쥐에 대하여 6주간 실험식을 급여한 쥐의 혈청 지질의 함량을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 실험식이군인 SBCA1 및 SBCA2의 중성 지질 함량은 HF군에 비하여 25.54~27.34%가 낮을 뿐만 아니라 NC군에 비하여도 14.13~16.20%가 낮았다. SBCA1군의 total lipid의 함량은 HF군과 비슷하였으나 SBCA2군에서는 HF군보다 19.12%가 유의적으로 감소하였다.

총 콜레스테롤 함량은 HF군이 NC군에 비하여 유의적인 증가를 보였으며, SBCA2군에서 약간 감소하였다. HDL-cholesterol 농도는 HF군에서 약간 증가의 경향을 보였으나 유의성은 검증되지 않았다. 그러나 실험식을 투여한 SBCA1군과 SBCA2군 중에서는 SBCA2군이 SBCA1군보다 HDL-cholesterol의 농도가 11.11% 증가한 것은 soy fiber와 CA의 섭취량이 높아진 때문이라 사료된다. Soy fiber는 식이섬유소로 혈청 콜레스테롤 저하와 담즙산 배설을 증가시킬 뿐만 아니라 여러 가지 영양 생리적 효과가 있음이 보고되고 있다(Choi & Lee 1993).

LDL-cholesterol의 함량은 NC군에 비해 HF군은 유의적인

증가를 보였는데 이는 섭취한 지방이 chylomicron으로 전환되어 혈관으로 순환되기 때문이며 또한 지방 섭취량에 비례하여 생성되는 chylomicron 잔유물의 농도가 높아지고 이로부터 생성되는 VLDL의 농도가 높아짐에 따라 LDL의 전환이 많아졌기 때문으로 생각된다(Wilson *et al* 1984). 그러나 실험 식이를 투여한 군인 SBCA1 및 SBCA2군에서는 HF군에 비해 37.63~41.20% 유의적인 감소의 경향을 보였다.

Risk factor index를 살펴보면 HF, SBCA1군에서 높은 값을 나타내었으며, SBCA2군에서는 다른 군에 비해서 현저하게 낮은 값을 나타내어 SBCA의 첨가로 인하여 지질 성분으로 인하여 발생할 수 있는 심순환계 질환의 예방을 할 수 있음을 시사하는 것은 물론 비만 해소에 다소 도움이 될 수 있다는 것을 시사하는 결과라고 할 수 있다.

본 실험의 결과는 키토산(Brown & Goldstein 1991b)과 홍국이 체내 콜레스테롤의 함량을 저하시킨다는 보고(Endo 1980b)와 chitosan-ascorbate가 지질을 흡착 배설함으로서 체내 흡수를 저해한다는 보고(Kanauchi *et al* 1994d)를 고려해볼 때 SBCA가 소화관에서 지질의 흡수를 억제시킬 뿐만 아니라 체내의 콜레스테롤 합성을 저해시키므로서 나타나는 결과라고 사료된다.

요약 및 결론

Chitosan-ascorbate 함유 soy fiber beni-koji(SBCA)가 고지방 식이로 유도된 비만 흰쥐의 체중과 혈청 지질 함량에 미치는 영향을 조사하였다. 실험군은 정상식이군(NC군), 고지방식이군(HF군), SBCA 1% 식이군(SBCA1군), SBCA 2% 식이군(SBCA2군)으로 구분하여 각 군당 6마리씩으로

6주간 사육하였다. 6주후의 실험 식이군(SBCA1군 및 SBCA2군)의 평균 체중은 HF군에 비하여 3.44~7.34%가 감소되었으며, 비만지수(Röhrer index)도 8.10~13.68% 감소시켰다. 체지방 함량은 특히 SBCA2군이 HF군에 비하여 42.25% 정도 감소시켰다. 실험 식이군의 혈청 triglyceride 함량은 HF군에 비하여 25.54~27.34% 정도 감소되었으며, total lipid 함량은 SBCA1군에서는 감소가 미미하였으나 SBCA2군에서는 19.12%의 유의적인 감소 효과를 나타내었다. SBCA2군의 total serum cholesterol 및 LDL-cholesterol 함량은 HF군에 비하여 각각 6.57% 및 41.20%가 감소하였다. RFI(Risk Factor Index)에서도 SBCA2군이 HF군에 비하여 현저하게 감소하였다. 이상의 결과 SBCA는 비만 쥐에서 체중 감소에 비하여 높은 체지방 감소 효과를 나타냄으로서 산업적 활용성이 기대된다.

문헌

- Arvanitoyamis IS, Nakaya A, Aiba S (1998) Chitosan and gelatin based edible films state diagrams, mechanical and permeation properties. *Carbohydr Polym* 37: 371-382.
- Brown ML (1990) Present Knowledge in Nutrition, 6th ed. The Nutrition Foundation. Washington DC.
- Brown MS, Goldstein JL (1991) Drugs used in the treatment of hyperlipoproteinemias. In *The Pharmacological Basis of Therapeutics*. Hardman JG, Limbird LE, Gilman AG eds. Pergamon Press, New York. p 888.
- Choi YS, Lee SY (1993) Cholesterol-lowering effects of soybean products(curd or curd residue) in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 673-677.
- Duduc PU (1981) Non-essential role of dietary factors in the development of diabetes in ob/ob mice. *J Nutr* 111: 1742-1748.
- Ebihara K, Schneeman BO (1989) Interaction of bile acids, phospholipids, cholesterol and triglyceride with dietary fibers in the small intestine of rats. *J Nutr* 119: 1100-1106.
- Endo A (1980) Monacolin K a new hypocholesterolemic agent that specifically inhibits 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl coenzyme a reductase. *J Antibiot* 33: 334-336.
- Endo A (1985) Trends in *Monascus* koji and *Monascus* strains. *Hako To Kogyo* 43: 544-552.
- Fridwald WT, Levy RI, Fredrickson DS (1972) Estimation of the concentration of the low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502.
- Gades MD, Stern JS (2005) Chitosan supplementation and fat absorption in men and women. *J Am Diet Assoc* 105: 72-77.
- Jonnalagadda SS, Thye FW, Robertson JL (1993) Plasma total and lipoprotein cholesterol, liver cholesterol and fecal cholesterol excretion in hamsters fed fiber diets. *J Nutr* 123: 1388-1392.
- Jung EJ, Woo KJ (2005) A study on the quality characteristics of soybean *Dasik* by addition of chitosan-oligosaccharide. *J East Asian Soc Dietary Life* 15: 300-305.
- Kanauchi O, Deuchi K, Imasato Y, Shizukuishi M, Kobayashi E (1994) Mechanism for the inhibition of fat digestion by chitosan and for the synergistic effect ascorbate. *Biosci Biotech Biochem* 59: 786-790.
- Keisuke T (1992) Nutritional role of dietary fiber. Recent knowledge on dietary fiber. *Korean J Food Hygiene* 7: S73- S76.
- 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.
- Kim MJ, Lee SS (1995) The effect of dietary fiber on the serum lipid level bowel function in rats. *Korean J Nutr* 28: 23-32.
- Kim SD, Lee CG (2003) Preparation method of hen feeds using soyfiber beni-kiji with abundant monacolin K. *Korean Patent* No 0403565.
- Larsson B (1990) Obesity, fat distribution and cardiovascular disease. In *Progress in Obese Research*. Oomura Y, ed. John Liddey & Compbell Ltd, London. p 375-379.
- Lee BH, Cho KD (2005) Effects of herb and fiber-rich dietary supplement on body weight, body fat, blood lipid fractions and bowel habits in collegians. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 644-651.
- Lee HS, Kim HD, Ryu BH (2000) Effects of soybean germ on the lipid composition of serum in cholesterol fed rats. *Korean J Food Nutr* 13: 312-318.
- Lee JM, Cho WK, Park HJ (1998) Effects of chitosan treated with enzymatic methods on glucose and lipid metabolism in rats. *Korean J Nutr* 31: 1112-1120.
- Lee KY, Jang MR, Kim EK, Huh KB (1991) A study on body fat distribution in obese human. Specially related to risk factors in degenerated diseases. *Korean J Nutr* 24: 157-165.
- Leinone KS, Poutanen KS, Mykkänen HM (2000) Rye bread decreases serum total and LDL cholesterol in men with moderately elevates serum cholesterol. *J Nutr* 130: 164-170.
- Maizaki Y, Tsuji K, Nakagawa Y, Kawai Y, Akimoto M,

- Tsugita T, Takekawa W, Terada A, Hara H, Mitsuoka T (1993) Hypocholesterolemic effect of chitosan in adult males. *Biosci Biotech Biochem* 57: 1439-1444.
- Muzzarelli RAA, Tanfani F, Emanuelli M (1984) Chelating derivatives of chitosan obtained by reaction with ascorbic acid. *Carbohydr Polym* 4: 137-151.
- No HK, Beik KY, Kim SJ (2002) Effects of chitosan-soybean curd on serum lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 1078-1083.
- Oh HI, Ly SY (1998) A study on nutritional characteristics of common Korean dietary fiber rich foods. *J Korean Soc Food Nutr* 27: 296-304.
- Park SJ, Kang MH (2003) The effect of dietary noodle with glucomannan on the weight loss in high fat diet-induced obese rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 893-898.
- Razdan A, Prtersson D (1994) Effect of chitosan on nutrient digestibility and plasma lipid concentration in broiler chickens. *Br J Nutr* 72: 277-288.
- Sugano M, Fujikawa T, Hiratsuji Y, Nakashima K, Hasegawa Y (1980) A novel use of chitosan as a hypocholesterolemic agent in rats. *Am J Clin Nutr* 33: 787-793.
- Sugano M, Watanabe S, Kishi A, Izume M, Ohtakara A (1998) Hypocholesterolemic action of chitosans with different viscosity in rats. *Lipids* 23: 187-191.
- Tomoyuki T, Osamu K, Akira A, Takao S, Masaya S, Yoshihide F, Tadao B (2003) Supplement of a chitosan and ascorbic acid mixture for crohn's disease : A pilot study. *Nutr* 19: 137-139.
- Tsuchimoto M, Miyata K, Matsuo S, Kora H, Misima T, Tachibana K (1992) Relationship between body fat content and body density in cultured red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58: 301-306.
- Wilson JN, Wilson SP, Eator RP (1984) Dietary fiber and lipoprotein metabolism in the genetically obese Zucker rat. *Arteriosclerosis* 4: 147-153.
- Yasukawa K, Takahashi M, Yamanouchi S, Takido M (1996) Inhibitory effect of oral administration of *Monascus* pigment on tumor promotion in two-stage carcinogenesis in mouse skin. *Oncology* 53: 247-249.
- Youn UK, Kim YH, Kim SD (2003) Pigment and monacolin K content of beni-koji fermented with soybean curd residue. *Korean J Food Preserv* 10: 360-364.
- Yu MH, Lee HJ, Im HG, Hwang Bo MH, Kim HJ, Lee IS (2005) The effects of kimchi with *Monascus purpureus* on the body weight gain and lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J Life Sci* 15: 536-541.
- Zoldners J, Kiseleva T, Kaiminsh I (2005) Influence of ascorbic acid on the stability of chitosan solutions. *Carbohydr Polymer* 60: 215-218.

(2006년 9월 4일 접수, 2006년 10월 16일 채택)