

## 미역 (*Undaria pinnatifida*) 국수가 SD계 흰쥐의 비만 억제작용에 미치는 영향

최진호 · 김동우 · 김대익 · 이종수 · 백영호\*  
부경대학교 식품생명과학과 생화학교실 \*부산대학교 체육교육과

### Effect of Brown Algae (*Undaria pinnatifida*)-Noodle on Inhibitory Action of Obesity in SD Rats

Jin-Ho CHOI, Dong-Woo KIM, Jung-Hwa KIM, Dae-Ik KIM,  
Jong-Soo LEE and Yeong-Ho BAEK\*

Lab. of Biochemistry, Department of Food and Life Science, Pukyong National University  
\*Department of Physical Education, Pusan National University

Our previous studies have demonstrated the biological effects of alginic acid as a brown algae (*Undaria pinnatifida*) component on inhibitory action of obesity using animal model. This study was designed to investigate the effect of brown algae (BA)-noodles (10%, 20% and 40%) on inhibitory action of obesity in Sprague-Dawley (SD) male rats for 4 weeks. Body weight gain in SD rats for 4 weeks resulted in a marked inhibition (7%, 17%, 38%, respectively) by administration of 10%, 20% and 40% BA-noodles compared with control group. Total energy intake and feed efficiency in SD rats for 4 weeks resulted in a marked inhibition (6%, 16%, 37% and 10%, 20%, 40%, respectively) by administration of 10%, 20% and 40% BA-noodles compared with control group, but gross efficiency was not observed in these BA-noodle groups. Rohrer index and TM index as an obesity markers in SD rats for 4 weeks significantly decreased (10%, 15% and 22%, respectively) by administration of 10%, 20% and 40% BA-noodles compared with control group. These results suggest that inhibitory effect of obesity in SD rats for 4 weeks may be due to decreases of body fat content resulted in a decrease of feed efficiency and energy intake by these BA-noodles.

**Key words:** brown algae (*Undaria pinnatifida*), brown algae-noodle, body weight gain, feed and gross efficiency, TM index, Rohrer index, obesity

### 서 론

1970년대 경제성장에 따라 육식의 소비가 증가하면서 성인병의 증가는 필연적인 결과로 나타났다. 어패류를 비롯한 수산식품의 성인병 및 생리작용에 대한 연구가 급격히 진행되고 있다 (Lands, 1986; Lees and Karel; 1990). 그 중에서도 모든 성인병의 원인을 제공하는 비만은 이제 질병으로 분류할 정도로 심각한 실정이다. 비만의 약물치료는 부작용이 많기 때문에 식품을 통해서 조절하고 방지하는 길이 가장 바람직하다. “미역은 피를 맑게 한다”든가, “보약을 먹을 때는 미역을 먹지 말라”는 등의 말이 구전되고 있다 (최, 1997). 여기서 값비싼 보약을 먹을 때 왜 미역을 함께 먹지 말라고 했을까? 이 말은 결국 미역속에는 보약을 흡수하여 체외로 배설되기 때문이란 사실을 쉽게 알 수 있다. 여기서 미역의 비만 방지에 대한 해답을 제시하고 있다고 기대된다.

저자 등은 이미 비만치료식 개발을 위한 기초연구의 일환으로서, 식물성유로서의 알긴산의 비만억제효과의 비교 (Choi et al., 1986a), 해조류와 생약과의 비만억제효과 비교 (Choi et al., 1986b), 비만억제작용에 미치는 미역성분의 용량 의존성 (Choi et al., 1991a), 혈청 지질속의 노화억제작용의 조절성분으로서 알긴산의 투여효과 (Choi et al., 1991b), 간장 세포막의 노화억제작용의 조절성분으로서 알긴산의 투여효과 (Choi et al., 1992a), 고지방 사료로 유도한 비만흰쥐의 비만에 미치는 미역성분의 영향 (Kim

et al., 1992b), 고지방 사료로 유도한 비만흰쥐의 지질대사에 미치는 미역성분의 영향 (Kim et al., 1993a), 알긴산 첨가 요쿠르트의 비만 억제 및 생리작용에 대한 효과 (Choi et al., 1993b), 식이섬유-첨가 라면의 투여가 생리작용에 대한 효과 (Choi et al., 1995) 및 미역의 알긴산-첨가 기능성 음료 (해조미인)의 생리활성 (Choi et al., 1997) 등에 대한 연구논문을 학회에 발표한 바 있다.

본 연구에서는 미역의 비만 억제효과를 구명하기 위한 기초연구의 일환으로서, 탄수화물 72%, 단백질 10%, 지질 10% 및 기타 무기질과 비타민으로써 조제한 기본사료 (대조군)의 조성중에서 탄수화물로서 강력 밀가루 대신에 미역의 건조분말을 각각 10%, 20%, 40%가 되도록 첨가하고, 여기에 비타민과 무기질을 첨가하여 기능성 미역국수 (실험군)를 제조하여 SD계 흰쥐에 4주동안 투여하여 체중변화, 사료 섭취량, 비만지수 (obesity index), 사료 및 에너지효율 등의 비만 방지효과에 미치는 미역국수의 영향을 평가하여 유의적인 결과를 얻었기에 보고한다.

### 재료 및 방법

#### 1. 실험동물 및 사육조건

한국화학연구소에서 구입한 SD계 rats (male, 135 ± 10 g)을 구입하여 부경대 동물사육실에서 1주동안 예비 사육한 다음, 각각

본 연구는 교육부 지원 해양식량자원개발 특성화사업의 일부 경비 지원으로 수행되었다.

8마리씩 4군으로 나누어 각각 준비된 사료 및 물은 자유로이 섭취하도록 하여 4주간 사육하면서 체중변화 및 사료 섭취량 등을 측정하였고, 4주동안 사육한 다음, 비만 억제효과실험에 사용하였다. 동물사육실 조건은 항온항습 (22 ± 2°C, 65 ± 2%RH) 하에서 12시간 사이클 (06:00~18:00)로 명암이 자동 조절된다.

2. 조제사료의 조성

실험에 사용한 기본사료 (control group)의 조성은 탄수화물로서 강력 밀가루 (제일제당, 한국) 72.0%, 지질로서 돈지 (신한유지, 한국) 10.0% 단백질로서 카제인 (sodium-free: Sigma Chemical Co., USA) 10.0%, 셀룰로오스 (Sigma Chemical Co., USA) 3.0%, 비타민 및 무기질 혼합물 (AIN, USA) 각각 1.0% 및 3.5%로 첨가하였고, DL-메티오닌 (0.3%) 및 콜린클로라이드 (0.2%)를 혼합하여 기능성 미역국수를 제조하였다. 실험군 (brown algae noodle: BA-noodle group)의 사료조성은 다른 사료 조성은 대조군과 똑같이 하되, 단지 탄수화물로서 사용한 강력 밀가루 대신에 미역의 건물분말을 중량비로 10%, 20%, 40%가 되도록 밀가루에 첨가 혼합하여 미역국수를 제조하여 SD계 흰쥐에 4주간 투여하였다. 기본 및 실험용 국수를 건조한 다음, 다시 가늘게 분쇄하여 실험에 사용하였다.

3. 재료 및 분석시약

실험에 사용할 건조 미역은 부산시 기장군수협을 통해 구입하여 분말과쇄기 (LG전자, 한국)를 사용하여 분말화하여 실험용 미역국수 제조에 사용하였다. 분석용 관련시약은 모두 특급시약 (Sigma Chemical Co., USA)을 사용하였다.

4. 체중, 사료 및 에너지 효율의 측정

매일 오후 5시 30분에 체중을 측정하면서 평량된 조제사료를 주고, 다음 날 사료의 잔량을 평량하여 매일의 사료 섭취량을 계산하였다. 사료효율 (feed efficiency: FE) 및 에너지 효율 (gross efficiency: GE)은 전보 (Choi et al., 1997)의 방법에 따라 계산하였다.

5. 비만지수 (Obesity Index)의 측정

학동기의 영양평가 및 양식 어류의 비만도 평가에 사용되는 Rohrer index는 저자 등 (Choi et al., 1992b)의 방법에 따라 측정하였고, 학동기의 비만도 및 양식 어류의 비만도의 평가에 사용되는 TM index 및 체지방 (fat content)의 측정량은 Tsuchimoto 등 (1992)의 방법에 따라 측정하였다.

6. 분석결과의 처리

본 연구의 모든 실험결과는 통계 처리하여 평균치와 표준편차를 계산하였으며, 각 실험군간의 유의성 검정은 Student's t-test (Steel et al., 1960)로 실시하였다.

투여량에 따른 체중변화를 비교하여 본 결과는 Fig. 1과 같다. 10%, 20%, 40%의 미역분말 첨가 미역국수 투여군 (BA-noodles)중에서 4주동안의 체중증가의 억제효과는 미역분말 첨가의 용량의 존적으로 체중이 유의적으로 억제됨을 알 수 있었다. 그 중에서도 10%의 미역분말 첨가 미역국수는 미역분말-무첨가의 대조군과 거의 같은 경향을 나타내고 있었지만, 20%의 미역분말 첨가 미역국수는 투여 25일경부터 체중증가의 억제효과가 나타나기 시작하였다. 그러나 40%의 미역분말-첨가 미역국수는 투여 초기부터 체중증가의 억제효과가 현저히 나타났다.

미역의 비만 억제효과는 전보 (Choi et al., 1986a,b; 1991a; 1992b; 1993a,b; 1995; 1997)에서 보고한 바와 마찬가지로 미역이나 다시마중의 20~30%를 차지하고 있는 식이섬유로서 알긴산 (alginic acid)의 스펀지 효과 (sponge effect) 때문으로 생각된다 (Choi et al., 1997). 이상의 실험결과에서 보는 것처럼 20%의 미역분말-첨가 미역국수를 장기간 섭취할 때에 효과가 있을 것으로 기대되지만, 40%의 미역분말-첨가 미역국수를 섭취하는 경우에는 일주일 이내에 가시적인 효과가 나타날 것으로 예상된다. 따라서 미역을 포함한 다시마 등의 해조류는 비만의 방지식품으로서도 각광을 받을 수 있을 것으로 기대된다.

한편 Table 1에서 미역국수 투여에 의한 4주동안의 체장의 변화는 유의성을 인정할 수 없었다. 4주간의 미역국수 투여에 의한 체중변화를 비교하여 보면 10%의 BA-noodle은 대조군 대비 거의 차이가 없었지만, 20% BA-noodle은 거의 10%의 체중증가의 억제효과가 인정되었고, 40% BA-noodle은 22%나 현저한 체중증가의 억제효과가 인정되었다. 70 kg의 사람의 체중에서 본다면 10%의 억제효과는 4주동안에 7 kg, 그리고 20%의 억제효과는 4주동안에 14 kg이런 놀라운 비만의 억제효과라 볼 수 있다. 미역국수 투여에 의한 비만지수 (obesity index)로서 널리 사용되고 있는 Rohrer index 및 TM index도 4주동안의 거의 같은 경향으로서 미역국수의 용량의존적으로 유의적으로 감소하고 있었다. 즉 10%

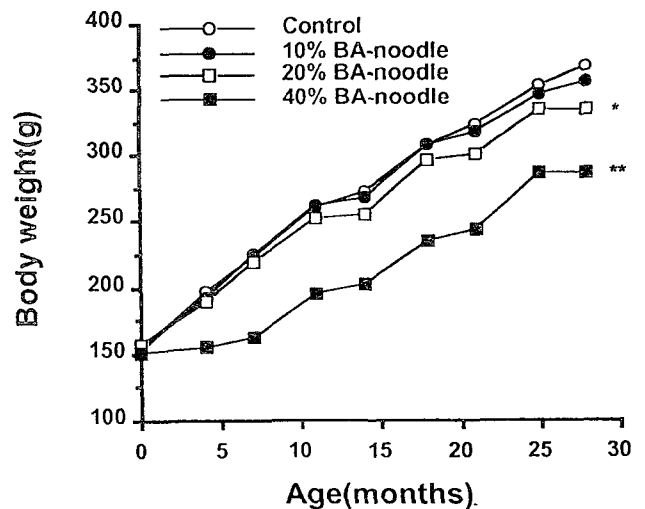


Fig. 1. Effect of brown algae (BA)-noodles on body weight in SD-rats for 4 weeks. \*p<0.05; \*\*p<0.001 compared with control group.

결과 및 고찰

1. 체중 및 비만지수의 평가

SD계 흰쥐에 조제사료로써 4주동안 사육하면서 미역분말의

**Table 1. Effects of brown algae (BA)-noodles on body length, body weight, fat content and obesity index in SD-rats for 4 weeks**

Parameter	Control	10% BA-noodle	20% BA-noodle	40% BA-noodle
Body length (cm)	23.8 ± 0.7 100%	23.3 ± 1.0 97.9%	23.0 ± 0.6 96.6%	21.9 ± 0.8* 92.0%
Body weight (g)	367.1 ± 27.2 100%	356.6 ± 28.3 97.1%	334.9 ± 22.6* 91.2%	285.7 ± 24.7*** 77.8%
Rohrer index <sup>a</sup>	29.8 ± 0.6 100%	28.0 ± 1.7 94.0%	27.4 ± 0.8* 92.0%	26.2 ± 0.9** 87.9%
TM index <sup>b</sup>	51.9 ± 0.9 100%	48.9 ± 2.7 94.2%	47.7 ± 1.3* 91.9%	45.2 ± 1.3** 87.1%
Fat content (g/100g)	17.4 ± 0.5 100%	15.6 ± 1.6 89.7%	14.9 ± 0.7* 85.6%	13.5 ± 0.8** 77.6%

<sup>a</sup>[Body weight (g)/Body length (cm)<sup>3</sup>] × 10<sup>3</sup>; <sup>b</sup>[Body weight (g)/Body length (cm)<sup>2.825</sup>] × 10<sup>3</sup>

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 compared with control group.

BA-noodle은 6%, 20% BA-noodle은 8%, 및 40% BA-noodle은 12%나 유의적인 감소효과가 인정되었다. 체지방의 변화를 비교하여 보면 10% BA-noodle은 10%, 20% BA-noodle은 15%, 및 40% BA-noodle은 22%의 체지방이 효과적으로 감소하였다. 결국 비만의 억제효과는 체지방의 감소가 가장 효과적이란 사실에서 볼 때 미역국수의 투여는 정말 바람직한 비만 억제식품이란 사실이 입증되었다.

## 2. 사료 및 에너지 효율의 비교

미역국수 투여에 의한 4주간의 체중 변화량, 사료 섭취량, 사료 및 에너지 효율을 비교하여 보면 Table 2와 같다. 미역국수 투여에 의한 4주동안의 체중 증가량을 비교하여 보면 미역분말-무첨가의 대조군 대비 10% BA-noodle은 7%, 20% BA-noodle은 17%, 40% BA-noodle은 38%나 체중 증가량의 억제효과가 인정되었다. 미역국수 투여에 의한 4주동안의 사료 총섭취량은 대조군 대비 거의 변화가 없었지만, 에너지 총섭취량은 10% BA-noodle은 6%, 20% BA-noodle은 16%, 및 40% BA-noodle은 37%로 미역분말 첨가량에 따라 유의적으로 감소하였다.

결국 미역국수를 섭취하더라도 만족감은 충족시키면서 체중 증가량이 현저히 감소한다는 현상은 매우 바람직한 사실이 아닐 수 없다. 이러한 사실은 미역분말-첨가량에 따라 사료의 에너지량이 감소하기 때문으로서, BA-noodles의 투여에 의한 체중 증가량과 거의 정비례한다는 사실을 알 수 있었다. 또한 섭취 사료의 사료효율 (FE)을 비교하여 보면 대조군 대비 10% BA-noodle은 10%, 20% BA-noodle은 20%, 및 40% BA-noodle은 40%나 유의적으로 감소하였다. 그러나 에너지 효율 (GE)은 대조군과 아무런 차이점도 발견할 수 없었다. 따라서 기능성 미역국수 투여에 의한 체중 증가량의 억제효과는 사료효율에 비례한다는 사실이 인정되었다.

## 요 약

미역분말 첨가 미역국수의 비만 억제효과를 구명하기 위하여 기본사료 (대조군)의 조성중에서 탄수화물로서 강력 밀가루 대신

**Table 2. Effects of brown algae (BA)-noodles on body weight gain, food intake, feed and gross efficiencies in SD-rats for 4 weeks**

Parameter	Control	10% BA-noodle	20% BA-noodle	40% BA-noodle
Body weight gain (g)	214.5 ± 17.4 100%	199.3 ± 11.6 92.9%	177.9 ± 15.0* 82.9%	132.7 ± 8.1*** 61.9%
Diet energy (kcal/g)	4.18 100%	3.78* 90.4%	3.38** 80.9%	2.58*** 61.7%
Total food intake (g)	590.1 ± 23.4 100%	610.7 ± 25.7 103.5%	613.7 ± 26.4* 104.0%	600.0 ± 22.5 101.7%
Total energy intake (g)	2466 ± 89 100%	2308 ± 83 93.6%	2074 ± 79* 84.1%	1548 ± 70*** 62.8%
Feed efficiency <sup>a</sup>	36.3 ± 3.6 100%	32.6 ± 3.0 89.8%	29.0 ± 2.7* 79.9%	22.1 ± 3.1*** 60.9%
Gross efficiency <sup>b</sup>	86.9 ± 4.3 100%	86.3 ± 3.9 99.3%	85.7 ± 3.2 98.6%	85.7 ± 4.1 98.6%

<sup>a</sup>[Body weight gain (g)/food intake (g)] × 10<sup>2</sup>. <sup>b</sup>[Body weight gain (g)/energy intake (kcal)] × 10<sup>3</sup>

\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 compared with control group.

에 미역의 건조분말을 각각 10%, 20%, 40%가 되도록 첨가 제조한 미역국수 (BA-noodles)를 4주동안 SD계 흰쥐에 투여하여 체중변화, 사료 섭취량, 비만지수, 사료 및 에너지 효율 등을 측정하여 비만 억제효과에 미치는 BA-noodle의 영향을 평가하였다. 미역국수 투여에 의한 4주 동안의 체중변화는 10%의 BA-noodle은 대조군 대비 유의적인 차이가 없었지만, 20% 및 40% BA-noodles은 10% 및 22%나 현저한 체중증가의 억제효과가 인정되었다. 미역국수 투여에 의한 4주 동안의 체중 증가량은 대조군 대비 10%, 20%, 40% BA-noodles은 각각 7%, 17%, 38%나 체중 증가량의 억제효과가 인정되었다. 미역국수 투여에 의한 4주 동안의 사료 총섭취량은 대조군 대비 거의 변화가 없었지만, 에너지 총섭취량은 10%, 20%, 40% BA-noodles은 각각 6%, 16%, 37%로 미역분말 첨가량에 따라 유의적으로 감소하였다. 섭취 사료의 사료효율 (FE)은 대조군 대비 10%, 20%, 40% BA-noodles은 각각 10%, 20%, 40%나 유의적으로 감소하였다. 비만지수로서 Rohrer index 및 TM index도 거의 같은 경향으로서, 10%, 20%, 40% BA-noodles은 각각 6%, 8%, 12%나 감소하였다. 체지방은 10%, 20%, 40% BA-noodles은 각각 10%, 15%, 22%의 체지방이 효과적으로 감소되었다. 이상의 결과에서 볼 때 미역국수의 투여가 체중 증가를 효과적으로 억제할 수 있을 뿐만 아니라 비만에서 가장 문제가 되는 체지방을 효과적으로 감소함으로써 비만을 억제한다는 사실이 입증되었다.

## 참 고 문 헌

- Applegate, E.A., D.E. Upton and J.S. Stern. 1984. Exercise and detraining: Effect on food intake, adiposity and lipogenesis in Osborne-Mendel rats made obese by a high fat diet. *J. Nutr.*, 114, 447~459.
- Choi, J.H., C.H. Rhim, J.Y. Kim, J.S. Yang, J.S. Choi and D.S. Byun. 1986a. Basic studies on the development of diet for the treatment of obesity I. The Inhibitory effect of alginic acid as a dietary

- fiber on obesity. Bull. Korean Fish. Soc. 19 (4), 303~311.
- Choi, J.H., J.S. Choi, D.S. Byun and D.S. Yang. 1986b. Basic studies on the development of diet for the treatment of obesity II. Comparison of the Inhibitory effect of algae and crude drug components on obesity. Bull. Korean Fish. Soc. 19 (5), 485~492.
- Choi, J.H., J.I. Kim, I.S. Kim, J.S. Choi, D.S. Byun and T.H. Yoon. 1991a. Dose effect of brown algae (*Undaria pinnatifida*) on inhibitory action of obesity I. Effect on body weight, feed and gross efficiencies, and metabolic body size. Kor. J. Gerontol. 1 (2), 168~172.
- Choi, J.H., I.S. Kim, J.I. Kim and T.H. Yoon. 1991b. Studies on anti-aging action of brown algae (*Undaria pinnatifida*) II. Dose effect of alginic acid as a modulator of anti-aging action in serum lipids. Kor. J. Gerontol. 1 (2), 173~178.
- Choi, J.H., I.S. Kim, J.I. Kim and T.H. Yoon. 1992a. Studies on anti-aging action of brown algae (*Undaria pinnatifida*) I. Dose effect of alginic acid as a modulator of anti-aging action in liver membranes. Bull. Korean Fish. Soc. 25 (3), 181~188.
- Kim, J.I. and J.H. Choi. 1992b. Effect of brown algae component on obese rats induced by a high fat diet I. Body weight, feed and gross efficiencies, body fat content, and obesity index. Kor. J. Gerontol. 2 (2), 142~147.
- Kim, J.I., I.S. Kim, Y.S. Moon and J.H. Choi 1993a. Effect of brown algae component on lipid metabolism in obese rats induced by a high fat diet. Kor. J. Gerontol. 3 (1), 33~38.
- Choi, J.H., J.I. Kim, D.W. Kim and D.H. Oh. 1993b. Effect of alginic acid-added yoghurt on inhibition of obesity and physiological action of rats. Kor. J. Gerontol. 3 (2), 123~128.
- Choi, J.H., D.W. Kim, Y.S. Moon, J.I. Kim, D.S. Lee and J. H. Pyeun. 1995. Feeding effect of dietary fiber-added instant noodle on biological action of rats. Kor. J. Gerontol. 5 (2), 88~92.
- Choi, J.H. and D.W. Kim. 1997. Effect of alginic acid-added seaweed drink (Haezomiin) in brown algae (*Undaria pinnatifida*) on obesity and biological activity of SD rats. Korean J. Life Sci. 7 (4), 361~370.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. McGrawhill, New York.
- Tsachimoto, M., K. Miyata, S. Matsuo, S. Osata, H. Kora, T. Misima and K. Tachibana. 1992. Relationship between body fat content and body density in cultured red sea bream. Nippon Suisan Gakkaishi 58 (2), 301~306.
- William, E.M. Lands (ed). 1986. Fish and Human Health. Academic Press, Inc.
- Robert S. Lees and Marcus Karel (eds). 1990. Omega-3 Fatty Acids in Health and Disease. Marcel Denker, Inc.
- 최진호. 1997. 건강 100세, 김·미역을 즐겨라. 협동문화사 (서울) 발행

---

1998년 7월 30일 접수

1998년 10월 21일 수리