

## ICR 마우스를 대상으로 대두 가수분해물 분획물의 식욕 억제 및 Ghrelin 분비에 대한 연구

정은영 · \*서형주\*

전주대학교 가정교육학과, \*고려대학교 식품영양학과

### Effects of Soy Hydrolysate Fractions on Appetite Suppression and Ghrelin Releasing in ICR Mice

Eun Young Jung and \*Hyung Joo Suh\*

*Dept. of Home Economic Education, Jeonju University, Jeonju 560-759, Korea*

*\*Dept. of Food and Nutrition, Korea University, Seoul 136-703, Korea*

#### Abstract

The objective of this study was to investigate the effects of soy hydrolysate fractions on appetite suppression and ghrelin releasing. In a short-term experiment, the cumulative food intake and serum ghrelin level were decreased significantly ( $p < 0.05$ ) during a 4-hr period after the interperitoneal injection of soy hydrolysate fractions (0.5, 1 g/kg BW), following a 12-hr period of food deprivation. In a long-term experiment, food efficiency ratio (FER) was also reduced significantly ( $p < 0.05$ ), when soy hydrolysate fractions (0.5, 1% in drinking water) were given orally for 8 wks. Therefore, we found that soy hydrolysate fractions affected food intake through appetite and ghrelin releasing in short-term and long-term experiments. In conclusion, this study indicated that soy hydrolysate fractions would diminish the sensation of hunger by reducing the secretion of orexigenic factors such as ghrelin that send satiety signals to the brain, terminating food intake.

Key words: soy hydrolysate, appetite, food intake, ghrelin

#### 서론

고단백 식이는 다른 영양소에 비해 체내 열발생과 포만감을 증가시킨다는 점에서 비만 개선과 식욕 조절에 효과적인 방법 중 하나로 주목 받고 있다(Halton & Hu 2004). 특히 식물성 단백질인 대두단백질은 카제인이나 유청단백질과 같은 동물성 단백질에 비해 열발생과 포만감 조절에 보다 효과적인 것으로 알려져 있다(Kim 등 1997; Veldhorst 등 2009; Alfenas 등 2010). 또한 대두단백질 식이는 지질 대사 개선에도 효과적이며, 이로 인해 고지방 식이와 대두단백질을 함께 섭취 시 고지방 식이로부터 야기될 수 있는 지질 증가를 개선시키고, 조직의 지방 독성을 예방한다고 보고되고 있다(Baum 등 1998; Berger 등 2014). 따라서 대두단

백질은 체중 및 지질 증가를 억제시키고, 체지방량을 감소시켜 비만과 관련된 여러 질환의 예방 및 치료 효과를 가진 천연 소재로 주목을 받고 있다(Suh 등 1996; Velasquez & Bhatena 2007).

이러한 대두단백질의 섭취 효과는 구성 성분인 아미노산 또는 펩타이드 종류에 따라 검토되어 왔는데, 대두단백질 펩타이드 구성 중 리신과 아르기닌의 비율 및 글리신 같은 아미노산의 조성이 체내 지방 대사 작용에 영향을 미치며, 이러한 성분들을 가수분해물 형태로 섭취할 때 체내에서 더 효과적인 것으로 보고되고 있다(Hurley 등 1998). Aoyama 등(2000)은 대두단백질보다 대두 가수분해물 형태가 혈중 콜레스테롤을 더 감소시키며, 체중 및 체지방 감소 효과 또한 더 크다고 보고하였는데, 이처럼 대두단백질보다 대두 가수분해물 형태

\* Corresponding author: Hyung Joo Suh, Dept. of Food and Nutrition, Korea University, Seoul 136-703, Korea. Tel: +82-2-940-2853, Fax: +82-2-941-7825, E-mail: suh1960@korea.ac.kr

가 지질 개선에 더 효과적인 것은 가수분해물 중 아미노산 또는 여러 펩타이드 형태가 LDL-콜레스테롤 수용체에 영향을 미쳐 혈청 콜레스테롤을 효과적으로 조절하기 때문인 것으로 생각되고 있다(Cho 등 2007). 대두단백질의 가수분해에 대한 연구가 활발히 진행되는 가운데 Sugano 등(1990)이 대두 가수분해물은 분자량에 따라 지질 대사와 더불어 식욕 관련 호르몬에 영향이 다르며, 이로 인해 항비만 효과와 작용에 차이를 나타낸다고 보고함에 따라 분자량에 따른 대두 가수분해물의 분획물의 식욕에 대한 관심이 집중되고 있다. 대두 가수분해물 분획물은 대두를 기반으로 하여 건강 지향적이고 안전하며 대두의 긍정적인 식품이미지로 인하여 항비만 제품으로 개발 시 매우 시장성이 높은 소재로 판단되고 있다. 이에 항비만 소재로의 개발을 위해 분자량에 따른 대두 가수분해물 분획물의 제조와 과학적 근거 마련을 위한 생체 내에서의 식욕과 관련된 항비만 효과 검증 및 기전에 대한 연구가 요구된다.

따라서 본 연구에서는 대두단백질을 효소 처리하여 얻은 대두 가수분해물을 한외여과하여 분자량에 따른 분획물을 제조하고, 이에 대한 생체 내에서의 항비만 효과를 검증하고자 하였다. ICR 마우스를 대상으로 단기적으로 공복시킨 후, 대두 가수분해물 분획물 단발 투여에 따른 식욕의 영향과 장기적으로 고지방 식이로 비만을 유도하여 8주 동안 대두 가수분해물 분획물 투여에 따른 식욕의 영향을 조사하고, ghrelin 분비와의 연관성을 분석하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 대두 가수분해물 분획물

대두 가수분해물은 탈지대두분 3 kg을 증류수 20 ℓ에 혼합하고 Flavourzyme과 Alcalase(Nova Nordisk, Bagsvaerd, Denmark) 3:1의 비율로 각각 180 g과 60 g을 넣어 50℃에서 8시간 동안 반응시켰다. 이후 100℃ 가열하여 효소 활성을 정지시킨 후, 4℃, 3,000×g에서 15분간 원심분리하여 상징액만을 회수하였다. 회수된 상징액은 hydrosart membrane 10 K(Satorious AG, Goettingen, Germany)로 한외여과하여 10 kDa 이하 분자량의 분획물과 10 kDa 이상 분자량의 분획물로 분리하여 이를 각각 '<10 kDa'와 '>10 kDa'로 하여 대두 가수분해물 미분획물인 'Crude'와 함께 본 연구의 시료로 사용하였다.

### 2. 연구 그룹

모든 실험은 7주령 웅성 ICR 마우스를 대상으로 하였다. 단기 식욕 연구는 6마리씩 7개 그룹으로 분류하였으며, 장기 식욕 연구에서는 6마리씩 8개 그룹으로 분류하였다. 단기 식욕 연구는 12시간 공복 후 복강 내로 시료를 투여하였으며, 장기 식욕 연구는 8주 동안 정상식이군은 정상식이를, 그 외 그룹은 고지방 식이를 제공하고, 시료는 음용수에 섞어 제공하였다. 단기 식욕 연구에서 처치된 대두 가수분해물은 0.5 또는 1 g/kg BW이었으며 장기 식욕 연구에서 처치된 대두 가수분해물량은 음용수의 0.5 또는 1%의 양으로 이는 음용수 섭취

**Table 1. Experimental groups for appetite suppressive effect of soy hydrolysate fractions**

Short-term experiment	Treatment
Saline	Vehicle (control)
>10 kDa-0.5	Soy hydrolysate (above 10 kDa fraction) 0.5 g/kg BW
>10 kDa-1	Soy hydrolysate (above 10 kDa fraction) 1 g/kg BW
<10 kDa-0.5	Soy hydrolysate (below 10 kDa fraction) 0.5 g/kg BW
<10 kDa-1	Soy hydrolysate (below 10 kDa fraction) 1 g/kg BW
Crude-0.5	Soy hydrolysate (crude fraction) 0.5 g/kg BW
Crude-1	Soy hydrolysate (crude fraction) 1 g/kg BW
Long-term experiment	Treatment
ND; normal diet group	Vehicle (positive control)
HF; high fat diet group	Vehicle (negative control)
>10 kDa-0.5	High fat diet+Soy hydrolysate (above 10 kDa fraction) 0.5%
>10 kDa-1	High fat diet+Soy hydrolysate (above 10 kDa fraction) 1%
<10 kDa-0.5	High fat diet+Soy hydrolysate (below 10 kDa fraction) 0.5%
<10 kDa-1	High fat diet+Soy hydrolysate (below 10 kDa fraction) 1%
Crude-0.5	High fat diet+Soy hydrolysate (crude fraction) 0.5%
Crude-1	High fat diet+Soy hydrolysate (crude fraction) 1%

Soy hydrolysate 0.5, 1% in drinking water are equivalent to a dose of 1, 2 g/kg BW based on daily water consumption, respectively.

**Table 2. Diets composition of long-term experiment for appetite suppressive effect of soy hydrolysate fractions**

Ingredient	Normal diet (g/100 g diet)	High fat diet (g/100 g diet)
Casein	19.6	26.2
Corn starch	56.6	27.6
Cellulose	5.0	5.0
Sucrose	9.9	9.9
Lard	0.0	22.4
Soybean oil	4.0	4.0
Mineral mixture <sup>1)</sup>	3.5	3.5
Vitamin mixture <sup>2)</sup>	1.0	1.0
L-methionine	0.3	0.3

<sup>1)</sup> Mineral mixture (g/100 g mixture): CaPO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O, 14.6; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 25.7; NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 9.4; NaCl, 4.7; calcium lactate, 35.1; ferric citrate, 3.2; MgSO<sub>4</sub>, 7.2; ZnCO<sub>3</sub>, 0.1; MnSO<sub>4</sub> · 4H<sub>2</sub>O, 0.1; CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O, 0.03; KI, 0.01.

<sup>2)</sup> Vitamin mixture: ICN vitamin mixture (No904654, 1999).

량에 준해 계산 시 1 또는 2 g/kg BW에 해당되는 양이다. 단기 및 장기 식욕 연구에서의 시료 처치에 따른 연구 그룹은 Table 1과 같으며, 장기 식욕 연구에서의 실험식은 Table 2에 나타내었다.

### 3. 혈중 ghrelin 분석

단기 식욕 연구에서는 시료 투여 30분 후 미정맥에서 혈액을 채취하였으며, 장기 식욕 연구에서는 실험 종료 시점에서 12시간 절식시킨 실험 동물을 ethyl ether로 마취시켜 희생시킨 후 흉강을 열고, 대동맥에서 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 시험관에 넣어 4°C, 3,000×g에서 10분간 원심 분리하여 상징액인 혈청을 취하고, 혈청내 ghrelin 농도는 ELISA kit (Bio-Plex Pro Mouse Diabetes kit, Bio-Rad Co., USA)을 이용해 분석하였다.

### 4. 장기 안전성 분석

혈액 채취 후 실험 동물의 간, 신장, 비장, 심장, 생식기를 각각 적출하였다. 적출한 장기는 무게를 측정하였으며, 측정된 장기 무게는 체중 100 g에 대해 상대적인 무게로 비교하였으며, 독성과 관련한 장기의 전체적인 상태 검사를 실시하였다.

### 5. 통계 분석

실험 결과는 SPSS 12.0(SPSS Inc., IL, USA)을 이용하여 통계 처리하였으며, 모든 측정 항목에 대한 평균(mean)과 표준편차(standard deviation, SD)를 산출하였다. 실험군 간의 유의성은 ANOVA test 후 구체적인 사후 검증은  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 실시하였다.

## 결 과

### 1. 단기 식욕 연구: 식욕 섭취

ICR 마우스를 대상으로 12시간 공복 후 대두 가수분해물 분획물 투여에 따른 식이 섭취량을 4시간 동안 관찰한 결과를 Table 3에 나타내었다. 식염수를 투여한 대조군(Saline)에 비해 대두 가수분해물 분획물 투여군은 식이 제공 1시간 이후부터 지속적인 섭취량의 유의적 감소를 나타내었으며( $p < 0.05$ ), 모든 분획물은 용량의존적으로 투여량이 많을수록 섭취량의 유의한 감소를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 4시간 동안의 식이 섭취량은 대조군이 2.79 g/100 g BW로 가장 많았으며, 그 다음으로는 Crude-0.5군(1.56 g/100 g BW), <10 kDa-0.5군(1.20 g/100 g BW), >10 kDa-0.5군(0.98 g/100 g BW), <10 kDa-1군(0.82 g/100 g BW), Crude-1군(0.46 g/100 g BW) 순이었고, 식이 섭취량이 가장 적은 군은 >10 kDa-1군으로, 대조군에 비해 12배정도의 낮은 식이 섭취량(2.79 g/100 g BW vs. 0.24 g/100 g BW,  $p < 0.05$ )을 나타내었다.

### 2. 단기 식욕 연구: 혈중 ghrelin 농도

ICR 마우스를 대상으로 12시간 공복 후 대두 가수분해물 분획물을 투여하고, 30분 후에 혈액을 채취하여 혈중 ghrelin

**Table 3. Cumulative food intake of ICR mice during 4 hr period after the interperitoneal injection of soy hydrolysate fractions following 12 hr of food deprivation**

Time (hr)	Cumulative food intake (g)/100 g BW						
	Saline	>10 kDa-0.5	>10 kDa-1	<10 kDa-0.5	<10 kDa-1	Crude-0.5	Crude-1
1	1.12±0.01 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.29±0.32 <sup>b</sup>	0.10±0.00 <sup>a</sup>	0.76±0.02 <sup>c</sup>	0.09±0.10 <sup>a</sup>
2	2.51±0.03 <sup>e</sup>	0.05±0.05 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.39±0.22 <sup>c</sup>	0.24±0.15 <sup>b</sup>	0.95±0.03 <sup>d</sup>	0.33±0.06 <sup>b</sup>
4	2.79±0.07 <sup>e</sup>	0.98±0.12 <sup>b</sup>	0.24±0.06 <sup>a</sup>	1.20±0.28 <sup>c</sup>	0.82±0.38 <sup>b</sup>	1.56±0.07 <sup>d</sup>	0.46±0.09 <sup>b</sup>

Values are means±S.D. for 6 mice. Means with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range tests.

**Table 4. Serum ghrelin level of ICR mice after the interperitoneal injection (IP) of soy hydrolysate fractions following 12 hr of food deprivation**

Hormone	Serum hormone level (pg/ml)						
	Saline	>10 kDa-0.5	>10 kDa-1	<10 kDa-0.5	<10 kDa-1	Crude-0.5	Crude-1
Ghrelin	3,363.6±394.8 <sup>b</sup>	2,277.0±787.0 <sup>a</sup>	2,087.2±642.5 <sup>a</sup>	1,995.0±747.1 <sup>a</sup>	2,090.3±778.7 <sup>a</sup>	2,307.9±582.5 <sup>a</sup>	2,017.4±856.9 <sup>a</sup>

Values are means±S.D. for 6 mice. Means with different superscript letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range tests.

의 농도를 분석한 결과를 Table 4에 나타내었다. Ghrelin은 위에서 분비되는 식욕 증진과 관련된 호르몬으로 식염수를 투여한 대조군(Saline)의 혈중 ghrelin 농도 3,363.6 pg/ml에 비해 대두 가수분해물 분획물 투여군의 혈중 ghrelin 농도는 1,995.0~2,307.9 pg/ml로 유의적으로 낮은 것으로 보아( $p<0.05$ ), 대두 가수분해물에 의해 포만이 유도되었음을 알 수 있었다. 대두 가수분해물에 의한 이러한 혈중 ghrelin 농도의 감소는 식욕 억제 효과를 통해 식이 섭취량의 결과를 야기한 것으로 생각된다. 그러나 대두 가수분해물 분자량에 따른 분획물별 혈중 ghrelin의 차이는 나타나지 않았으며, 투여량에 따른 차이도 통계적으로 유의적이지 않았다.

### 3. 장기 식욕 연구: 식이 섭취

대두가수분해 분획물의 장기 독성에 대한 관찰 결과, 8주 동안 대두가수분해 분획물 투여로 인한 체중 대비 측정된 모든 장기의 상대적인 무게 변화가 관찰되지 않았으며, 장기의 이상 증후 또한 발견되지 않았다(데이터 미공개). 실험 전 ICR 마우스의 체중은 34.08~35.23 g, 식이 섭취량 3.8~5.0 g/day, 식이효율은 0.013~0.015의 범위를 나타내었다. 고지방 식이로 비만을 유도한 ICR 마우스를 대상으로 8주 동안 대두 가수분해물 분획물 투여에 따른 식이 효율(Food efficiency ratio, FER)을 Table 5에 나타내었다. 식이 효율은 실험 전기간 동안

의 체중 증가량을 같은 기간 동안에 섭취한 식이 섭취량으로 나누어 산출하였는데, 이는 정상식이(ND; normal diet group, 0.015)가 고지방 식이(HF; high fat diet group, 0.035)에 비해 유의적으로 식이 효율이 낮으며( $p<0.05$ ), 대두 가수분해물 분획물 처치 시 고지방 식이의 식이 효율을 유의적으로 낮출 수 있는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 특히 분자량 10 kDa 이하 대두 가수분해물 분획물(<10 kDa-0.5군: 0.022, <10 kDa-1군: 0.020)과 대두 가수분해물 미분획물(Crude-0.5군: 0.021, Crude-1군: 0.018)은 유의적으로 고지방 식이의 식이 효율을 용량의존적으로 감소시키는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 대두 가수분해물 분획물 간의 식이효율의 차이를 보면 대두 가수분해물 미분획물(Crude-0.5군: 0.021, Crude-1군: 0.018)은 분자량 10 kDa 이상 대두 가수분해물 분획물(>10 kDa-0.5군: 0.028, >10 kDa-1군: 0.027)에 비해 식이 효율이 유의적으로 낮은 것으로 나타났다( $p<0.05$ ).

### 4. 장기 식욕 연구: 혈중 ghrelin 농도

고지방 식이로 비만을 유도한 ICR 마우스를 대상으로 8주 동안 대두 가수분해물 분획물 투여에 따른 혈중 ghrelin의 농도의 분석 결과를 Table 6에 나타내었다. 위에서 분비되는 ghrelin은 체지방 분포와 높은 상관관계가 있어 체질량지수와 반비례하고, 복부 내장지방량에 반비례한다고 보고되고 있어

**Table 5. Food efficiency ratio (FER) of ICR mice treated orally with soy hydrolysate fractions for 8 wks**

FER <sup>1)</sup>							
ND	HF	>10 kDa-0.5	>10 kDa-1	<10 kDa-0.5	<10 kDa-1	Crude-0.5	Crude-1
0.015±0.003 <sup>a</sup>	0.035±0.004 <sup>c</sup>	0.028±0.008 <sup>bc</sup>	0.027±0.007 <sup>bc</sup>	0.022±0.011 <sup>ab</sup>	0.020±0.007 <sup>ab</sup>	0.021±0.007 <sup>ab</sup>	0.018±0.008 <sup>a</sup>

Values are means±S.D. for 6 mice. Means with different superscript letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range tests. <sup>1)</sup> FER= body weight gain (g)/ food intake (g).

**Table 6. Serum ghrelin level of ICR mice treated orally with soy hydrolysate fractions for 8 wks**

Hormone	Serum hormone level (pg/ml)							
	ND	HF	>10 kDa-0.5	>10 kDa-1	<10 kDa-0.5	<10 kDa-1	Crude-0.5	Crude-1
Ghrelin	5,146.6±278.3 <sup>ns1)</sup>	2,643.6±101.3	2,946.9±154.8	3,688.3±208.9	3,783.2±194.7	4,088.8±347.9	4,50.8±280.3	4,169.8±247.8

Values are means±S.D. for 6 mice. <sup>1)</sup> ns; not significant.

유용한 비만 척도의 지표로 사용되고 있다. 체중 및 체지방 증가로 인해 정상식이군에 비해 고지방 식이군의 혈중 ghrelin 농도(5,146.6 pg/ml vs. 2,643.6 pg/ml)는 감소하는 경향을 나타내었고, 대두 가수분해물 분획물 투여로 인해 체중 및 체지방 증가 억제의 결과로 혈중 ghrelin 농도는 정상식이군과 유사한 수준을 나타내었으나, 본 연구에서 혈중 ghrelin 농도는 그룹별로 통계적 차이가 없었다.

## 고 찰

Ghrelin은 위에서 생산되는 28개의 아미노산으로 구성된 호르몬으로 growth hormone secretagogue receptor(GHS-R)에 대한 내인성 리간드로 작용하며, 식욕의 증진 및 에너지 항상성 유지에 중요한 역할을 담당한다(Kojima 등 1999). Ghrelin의 혈중 농도는 금식 시 혹은 식사 직전에 가장 높은 수치를 보이며, 식후 수 시간 이내에 저하되는 특징을 보여 ghrelin이 식사의 시작과 관련이 있는 것으로 여겨지고 있다(Cummings 등 2001). 설치류에서 ghrelin의 말초 및 중추 투여는 음식 섭취를 신속하게 증가시키고, ghrelin에 대한 항체나 GHS-R 길항제의 투여는 식욕을 억제하는 작용을 나타낸다(Tschop 등 2000). Ghrelin의 음식 섭취 증진 작용은 궁상핵의 neuropeptide Y(NPY)/agouti gene-related protein(AgRP) 뉴런의 활성화를 통해서 나타나는 것으로 보인다(Willesen 등 1999). Ghrelin의 투여는 이들 뉴런에서의 c-fos 발현을 증가시키고, 시상하부의 NPY 혹은 AgRP 발현을 증가시킨다(Hewson & Dickson 2000; Kamegai 등 2000). 아울러 중추에서의 NPY 혹은 AgRP 신호 전달의 차단은 ghrelin의 식욕 증진 작용을 완화하는 효과가 있다(Willesen 등 1999). 따라서 본 연구의 단기 식욕 연구에서 통계적으로 체중과 체지방의 유의적 차이가 없는 상태에서 대두 가수분해물 분획물에 의한 ghrelin 분비의 감소는 대두 가수분해물의 식욕 억제를 의미한다고 볼 수 있다.

Ghrelin은 체질량지수와 역의 상관관계를 보이며, Caucasian에서의 연구에 의하면 비만한 사람은 마른 사람에 비해 현저히 낮은 농도를 보인다(Shiyya 등 2002). Ghrelin이 공복시에 분비되는 호르몬이라는 사실은 이러한 현상이 체중의 항상성 유지라는 관점에서 보면 잘 맞다고 할 수 있다. 즉, 마른 사람에서 혈액 내 ghrelin 농도가 높다는 사실은 음식 섭취를 촉진하고, 양의 에너지 균형을 유도하는데 유리한 상황이라고 할 수 있다. 비만한 사람에서의 체중 감소는 ghrelin 농도의 상승을 초래하게 되는데(Hansen 등 2002), 이는 체중 감소 후에 체중의 유지가 어려운 점을 일부 설명한다고 할 수 있다. 또한 비만한 사람에서는 음식 섭취 후의 ghrelin 농도의 감소가 잘 나타나지 않는 것을 볼 수 있는데(English 등 2002), 이러한 사실 역시 비만한 사람에서의 식욕 억제가 쉽지 않음

을 시사하는 것이라 할 수 있다. 이렇듯 ghrelin은 체지방량과 관련성이 높으며, 비만한 경우 즉, 체지방이 많은 경우 항상성 유지 기전에 의해 분비가 감소되는 것으로 나타났다. 본 연구에서 8주 동안 대두 가수분해물 분획물을 처치 시 식이 효율의 유의적인 감소를 나타내었는데, 이는 체중과 더불어 체지방에 영향을 미칠 것으로 생각되며, 이러한 체지방 감소가 결과적으로 ghrelin 분비 증가를 야기한 것으로 생각된다. 단기적으로 유의한 식욕 감소를 나타낸 고분자량의 대두 가수분해물 분획물은 장기적으로 처치되었을 때 식이 효율이 오히려 다른 대두 가수분해물 분획물에 비해 높은 것으로 나타나, 단기적인 효과가 장기적인 효과로 이어지지 않음을 알 수 있었다. Sugano 등(1990)이 대두 가수분해물은 분자량에 따라 식욕 관련 호르몬의 영향이 다르며, 이로 인해 항비만 효과와 작용에 차이를 나타낸다고 보고하였으나, 본 연구에서는 분자량에 따른 항비만 효과 차이의 가능성은 있으나, 일관성 있는 분자량에 따른 항비만 효과를 결론 지을 수 없었다. 이에 대한 연구는 향후 이루어져 명확한 기전에 대한 과학적 근거 마련이 필요하다고 생각된다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 대두단백질을 효소 처리하여 얻은 대두 가수분해물을 한외여과하여 제조된 분획물의 생체내에서의 식욕 관련 효과를 검증하기 위해 ICR 마우스를 대상으로 12시간 공복 후 식이 섭취량 및 ghrelin의 변화를 관찰하였으며, 고지방 식이로 비만을 유도하여 8주 동안 대두 가수분해물 분획물 투여에 따른 식이 효율 및 ghrelin의 변화를 분석하였다. 그 결과, 단기적으로 대두 가수분해물 분획물은 ghrelin 분비에 영향을 미치며, 식이 섭취 감소를 초래하였다. 또한 장기적으로 처치되었을 때 역시 식이 효율의 감소를 초래하며, 항비만 효과를 나타내는 것으로 생각되나, 분자량에 따른 분획물의 일관성 있는 결과는 도출되지 않았다. 따라서 대두 가수분해물은 식욕 억제와 관련하여 항비만 소재로의 가능성이 높으며, 대두 가수분해물의 분획물에 따른 항비만 기전 연구가 향후에 보다 구체적으로 뒷받침된다면 대두 가수분해물 분획물을 소재로 한 항비만 제품 개발로 이어질 수 있을 것으로 기대된다. 더욱이 ghrelin과 더불어 식욕과 관련한 말초의 포만 신호인 leptin 호르몬 분비와 관련한 대두 가수분해물 분획물의 영향에 대한 연구가 향후 병행되어 조사된다면 식욕에 대한 대두 가수분해물 분획물의 영향을 뒷받침할 수 있으리라 판단된다.

## 감사의 글

이 논문 또는 저서는 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원

으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 [NRF-2009-353-C00081].

## References

- Alfenas RC, Bressan J, de Paiva AC. 2010. Effects of protein quality on appetite and energy metabolism in normal weight subjects. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 54:45-51
- Aoyama T, Fukui K, Takamatsu K, Hashimoto Y, Yamamoto T. 2000. Soy protein isolate and its hydrolysate reduce body fat of dietary obese rats and genetically obese mice (yellow KK). *Nutrition* 16:349-354
- Baum JA, Teng H, Erdman JW Jr, Weigel RM, Klein BP, Persky VW, Freels S, Surya P, Bakhit RM, Ramos E, Shay NF, Potter SM. 1998. Long-term intake of soy protein improves blood lipid profiles and increases mononuclear cell low-density-lipoprotein receptor messenger RNA in hypercholesterolemic, postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 68:545-551
- Berger PK, Principe JL, Laing EM, Henley EC, Pollock NK, Taylor RG, Blair RM, Baile CA, Hall DB, Lewis RD. 2014. Weight gain in college females is not prevented by isoflavone-rich soy protein: a randomized controlled trial. *Nutr Res* 34:66-73
- Cho SJ, Juillerat MA, Lee CH. 2007. Cholesterol lowering mechanism of soybean protein hydrolysate. *J Agric Food Chem* 55:10599-10604
- Cummings DE, Purnell JQ, Frayo RS, Schmidova K, Wisse BE, Weigle DS. 2001. A preprandial rise in plasma ghrelin levels suggests a role in meal initiation in humans. *Diabetes* 50:1714-1719
- English PJ, Ghatei MA, Malik IA, Bloom SR, Wilding JP. 2002. Food fails to suppress ghrelin levels in obese humans. *J Clin Endocrinol Metab* 87:2984
- Halton TL, Hu FB. 2004. The effects of high protein diets on thermogenesis, satiety and weight loss: a critical review. *J Am Coll Nutr* 23:373-385
- Hansen TK, Dall R, Hosoda H, Kojima M, Kangawa K, Christiansen JS, Jorgensen JO. 2002. Weight loss increases circulating levels of ghrelin in human obesity. *Clin Endocrinol (Oxf)* 56:203-206
- Hewson AK, Dickson SL. 2000. Systemic administration of ghrelin induces Fos and EGR-1 proteins in the hypothalamic arcuate nucleus of fasted and fed rats. *J Neuroendocrinol* 12:1047-1049
- Hurley C, Richard D, Deshaies Y, Jacques H. 1998. Soy protein isolate in the presence of cornstarch reduces body fat gain in rats. *Can J Physiol Pharmacol* 76:1000-1007
- Kamegai J, Tamura H, Shimizu T, Ishii S, Sugihara H, Wakabayashi I. 2000. Central effect of ghrelin, an endogenous growth hormone secretagogue, on hypothalamic peptide gene expression. *Endocrinology* 141:4797-4800
- Kim MJ, Lee MK, Jang JY, Kim DG. 1997. Effect of protein in diet-induced hypercholesterolemia rats. *Korean J Food Nutr* 10:246-253
- Kojima M, Hosoda H, Date Y, Nakazato M, Matsuo H, Kangawa K. 1999. Ghrelin is a growth hormone-releasing acylated peptide from stomach. *Nature* 402:656-660
- Shiyya T, Nakazato M, Mizuta M, Date Y, Mondal MS, Tanaka M, Nozoe S, Hosoda H, Kangawa K, Matsukura S. 2002. Plasma ghrelin levels in lean and obese humans and the effect of glucose on ghrelin secretion. *J Clin Endocrinol Metab* 87:240-244
- Sugano M, Goto S, Yamada Y, Yoshida K, Hashimoto Y, Matsuo T, Kimoto M. 1990. Cholesterol-lowering activity of various undigested fractions of soybean protein in rats. *J Nutr* 120:977-985
- Suh HJ, Kim YS, Chung SH, Kim YS. 1996. Functionality and inhibitory effect of soybean hydrolysate on angiotensin converting enzyme. *Korean J Food Nutr* 9:167-175
- Tschop M, Smiley DL, Heiman ML. 2000. Ghrelin induces adiposity in rodents. *Nature* 407:908-913
- Velasquez MT, Bhatena SJ. 2007. Role of dietary soy protein in obesity. *Int J Med Sci* 4:72-82
- Veldhorst MA, Nieuwenhuizen AG, Hochstenbach-Waelen A, Westerterp KR, Engelen MP, Brummer RJ, Deutz NE, Westerterp-Plantenga MS. 2009. Effects of high and normal soyprotein breakfasts on satiety and subsequent energy intake, including amino acid and satiety hormone responses. *Eur J Nutr* 48:92-100
- Willesen MG, Kirstensen P, Romer J. 1999. Co-localization of growth hormone secretagogue receptor and NPY mRNA in the arcuate nucleus of the rat. *Neuroendocrinology* 70:306-316

접 수 : 2014년 3월 5일  
 최종수정 : 2014년 3월 26일  
 채 택 : 2014년 4월 8일