

한국산 생두류 및 익힌두류를 섭취한 흰쥐의 성장저해와 Methionine 및 단백질 첨가의 영향*

강 명 회

한남대학 식품영양학과

Growth Inhibition of Rats Fed Raw or Heated Korean Beans and the
Effect of Methionine or Protein Supplementation

Myung-Hee Kang

Department of Food and Nutrition, Han-Nam University

= ABSTRACT =

A study was made on the effect of anti-nutritional factors found in some Korean beans soybean, red bean, mung bean and kidney bean. Two animal experiments were conducted to investigate the nutritional value of the beans. The first experiment, in which the diet contained 15% protein from raw beans, compared the intensity of inhibition caused by methionine deficiency or a total amino acid deficiency. In the second experiment, the conditions were the same as in experiment I, except that heated beans were substituted for raw beans.

Severe growth inhibition and high mortality was found in the raw kidney bean and red bean groups than in the soybean and mung bean groups. As no effect on the growth inhibition of raw bean groups was shown by methionine and protein supplementation, the inhibition could be ascribed mainly to the low feed intake and the low protein digestibility caused by toxic factors. Pancreatic enlargement was observed in all the raw bean groups. A increase in body weight, a decrease in mortality and a decrease in the weight pancreases were found in the heated bean groups. But the digestibility of the diet and of the protein, and the PER by heating did not increase as markedly as weight, except in the heated red bean groups. Even with heat treatment, the whole inhibitory action could not be eliminated.

* 본 연구의 일부는 제 12 차 국제 영양학회 (San Diego, California, USA, 1981)에서 발표된 바 있음.

접수일자: 1985년 5월 20일

서 론

한국인의 식생활에서 두류가 차지하는 비중은 크다고 본다. 발효음식의 증가되는 장류의 원료가 대두 단백질을 이용한 것이며 이것이 한국인 식사에서 짠 맛을 준다는 조미의 영역뿐 만 아니라 주요한 단백질의 급원으로 생각되어 우리 식생활에서 거의 필수식품으로 간주되고 있다. 그러나 대두 이외의 두류 즉 팥, 녹두, 강남콩 등은 우리의 식생활에 이용하는 방법이 대두와는 달라서 필수식품이라기 보다는 기호식품으로 간주된다. 즉 팥이나 녹두는 일상 상용식품에 이용한다기 보다는 특별한 때에 마련하는 음식에 이용이 되며 강남콩은 대개 계절미각을 들우기 위해 소비되고 있다. 그러나 이들 팥, 녹두, 강남콩들도 단백질의 함량이 20~25%를 보이고 있어 우리나라에서와 같이 단백질 급원이 부족한 국민에게는 좋은 급원이 되고 있다¹⁾²⁾.

우리나라에서 생산, 공급되는 대두, 팥, 녹두, 강남콩의 양을 보면 생산량이나 공급량 모두 대두에 비해서 팥, 녹두, 강남콩이 훨씬 뒤떨어지고 있다³⁾. 이러한 이유로 해서 대두에 관한 연구는 많은데 비해 그 외의 두류에 관해서는 연구가 극히 적은 실정이다.

최근까지 두류에 관한 연구는 생두류에 특이하게 함유되어 있는 동물의 성장저해 물질에 관한 것이 관심의 초점이 되어왔다.

현재까지 생두류에 성장저해요소인 것으로 밝혀진 것은 첫째, trypsin 저해제를 포함한 것⁴⁾⁵⁾, 둘째, hemagglutinin에 의한 것⁴⁾⁶⁾, 세째, saponin 이나 anti-vitamin 등 다른 독성물질에 의한 것⁶⁾⁷⁾, 네째, 특이 단백질(단백질의 어떤 분획) 소화흡수를 저하⁸⁾, 다섯째, 두류 단백질의 함유량 아미노산의 결핍⁵⁾ 등이다.

여러 연구자들에 의해 밝혀진 바에 따르면 이러한 물질이 동물의 성장을 저해시키는 원인은 단일 물질에 의한 것이라기 보다는 여러 물질의 복합적인 작용에 의한 것이라는 결론에 도달하였다. 그러나 각 두류별로 성장을 저해하는 주요인이 서로 다를 뿐만 아니라 그 저해되는 정도도 각 두류별로 또는 품종에 따라서 다른 것으로 나타나서 세계 각국에서는 그 나라 고유의 두류중 성장저해 요인과 저해 정도를 과학적으로 밝혀 이를 제거하고 개선하려는 노력이 경주되어 왔다⁸⁾.

우리나라에서는 생두류의 성장저해 요인에 관한 연구로서 대두를 중심으로 한 두류의 trypsin 저해제에 관한 단편적인 연구⁹⁾⁻¹¹⁾가 있으며 영양학적인 측면에서 동물사육 실험으로 두류의 가열처리의 영향에 관한

소수의 연구보고¹²⁾⁻¹⁴⁾가 있을 뿐이다.

저자들은 국내에서 비교적 많이 섭취되고 있으나 그 식품영양학적 가치가 알려지지 않은 한국산 두류(대두, 팥, 녹두, 강남콩)의 식품화학적 성질을 알아보기 위한 기초자료로 두류 단백질의 분별정량과 전기영동패턴을 보고¹⁵⁾한 바 있으며 두류중 독성물질로 알려져 있는 trypsin 저해제와 hemagglutinin의 활성도를 측정하여 보고한 바 있다¹⁶⁾.

이에 본 연구는 더 나아가 한국산 두류 단백질의 성장저해인자가 흰쥐의 성장에 미치는 영향을 분석하고 체장비대 여부, 가열처리 및 단백질 첨가에 의한 영향을 살펴보아 이들 두류의 영양학적 평가는 물론 이들의 이용에 고려할 문제점을 제시하기 위하여 시도되었다.

재료 및 방법

1. 실험동물의 사료

(1) 사료의 준비

두류로는 대두 (Soybean, *Glycine max*) 팥 (Redbean, *Phaseolus angularis*), 녹두 (Mungbean, *Phaseolus vidissimus*), 강남콩 (Kidney bean, *phaseolus vulgaris var. nanus*)을 사용하였으며 신촌시장에서 구입하여 분쇄하였다.

익힌 두류는 생두류를 실온에서 24시간 침수시킨 후 120°C, 15psi 에서 30분간 autoclaving 한후 4~5 일간 일광건조시켜 분쇄하였다.

Methionine 은 DL-methionine 으로 Merck 사 제품인 시약용 1급을 사용하였으며 북어(Dried pollack)는 시장에서 구입하여 분쇄하였다. 그 외 casein, corn strach, 콩기름 (해표) 은 시판되고 있는 것을 사용하였다.

(2) 사료의 구성성분

사료의 성분비율은 Table 1 과 같다. 실험 I 에서는 네 가지 두류별로 생두류대조군, methionine 첨가군, 북어 단백질 첨가군으로 나누었으며 각각 두류 단백질로 15%를 공급하고 methionine 과 북어 단백질을 첨가하였다. 각군 모두 열량을 같게 해주기 위해서 corn starch 와 콩기름으로 조절하였다. Methionine 의 첨가 수준은 casein 을 기준으로 casein 이 함유하고 있는 methionine 의 양에 비해 두류중 대두의 methionine 의 양이 0.18 g (100g 사료당) 만큼 부족했으므로 이 수준을 맞추어 주기 위해 0.18%를 선택하였고 같은 양의 methionine

- 한국산 생두류 및 익힌두류를 섭취한 흰쥐의 성장저해와 Methionine 및 단백질 첨가의 영향 -

Table 1. Formulation of the diet

Group	Ingredients (g/100g diet)							
	Protein sources (g)				Corn starch	Soybean oil	Salt Mix ⁴⁾	Vitamin Mix ⁵⁾
	Casein	Bean ¹⁾	Dried fish powder ²⁾	Methionine				
15% Casein	15	-	-	-	77	4.0	4.0	0.3
20% Casein	20	-	-	-	72	4.0	4.0	0.3
Soybean	-	44.6	-	-	49.2	2.2	4.0	0.3
Soybean+ met. ³⁾	-	44.6	-	0.18	49.2	2.2	4.0	0.3
Soybean+ Prot.	-	44.6	7.0	-	42.7	1.7	4.0	0.3
Red bean	-	77.1	-	-	4.6	14.3	4.0	0.3
Red bean+ met.	-	77.1	-	0.18	4.6	14.3	4.0	0.3
Red bean+ prot.	-	77.1	7.0	-	0	11.9	4.0	0.3
Mung bean	-	76.3	-	-	4.7	15.0	4.0	0.3
Mung bean+ met.	-	76.3	-	0.18	4.7	15.0	4.0	0.3
Mung bean+ prot.	-	76.3	7.0	-	0	12.7	4.0	0.3
Kidney bean	-	73.0	-	-	11.7	11.3	4.0	0.3
Kidney bean+ met.	-	73.0	-	0.18	11.7	11.3	4.0	0.3
Kidney bean+ prot.	-	73.0	7.0	-	5.2	10.8	4.0	0.3

¹⁾ Amount which supply 15% protein from the beans.

²⁾ Added for supplying 5% protein from the dried fish powder.

³⁾ Added for adjusting same methionine content as that of the 15% casein group.

⁴⁾ Salt mixture (g/kg salt mixture): Calcium carbonate 300, dipotassium phosphate 322.5, Magnesium sulfate·7H₂O 102, Monocalcium phosphate·2H₂O 75, Sodium chloride 167.5, Ferric citrate·6H₂O 27.5, potassium iodide 0.8, Zinc chloride 0.25, Copper sulfate·5H₂O 0.3, Manganous sulfate·H₂O 5.

⁵⁾ Vitamin mixture (mg/kg diet): Vitamin A 0.1, Vitamin D 0.01, alpha tocopherol acetate 50, Menadion 2, Choline chloride 2,000, Thiamin hydrochloride 10, Riboflavin 20, Nicotinic acid 120, Pyridoxine 10, Calcium pantothenate 100, Biotin 0.05, Folic acid 4, Inositol 500, Para-amino benzoic acid 100, Cyano cobalamin 0.01.

을 공급해 주기 위해 단백질 함량이 73%인 북어 7g (100g 사료당) 을 첨가하여 단백질로는 5% 첨가가 되게 하였다. 또 이렇게 하였을 때 생두류군과 methionine 첨가군은 단백질이 15% 수준이고 북어 단백질 첨가군은 20% 수준이므로 이 두 수준에 대한 표준군으로 15%와 20% casein 군을 포함시켰으며 15%표준군과 20% 표준군으로 표현하였다.

실험 II에서는 생두류 대신 익힌두류를 사용한 것 외에는 실험 I과 같은 사료로 구성하였다.

본 실험에서 사용된 네가지 두류의 일반성분을 분석하였으며 그 결과에 따라 사료의 구성을 결정하였다.

2. 실험동물의 사육

실험 I 및 실험 II에서는 각각 젓 뎀 Sprague-Dawley 종 albino rat 수컷 70마리를 고형사료로 3일간 적응시킨 후 체중에 따라 난괴법으로 14군으로 나누어

각 군당 5마리씩 실험 I에서는 생두류포함식이로, 실험 II에서는 익힌 두류 포함식이로 4주간 사육하였다. 실험을 시작할 때 흰쥐의 평균체중은 실험 I이 63.8±1.3g, 실험 II는 60.2±1.4g 이었다.

각 실험 모두 쥐장 하나에 쥐 한마리씩 넣고 사료그릇과 물병을 각각 하나씩 준비하였으며 물을 매일 갈아 주었고 사료는 제한없이 먹게 하였다.

3. 식이섭취량, 체중, 식이효율 및 단백질 효율

실험기간 동안 식이섭취량과 체중을 측정하였고 사료효율 (F.E.R.) 및 단백질 효율 (P.E.R.) 을 산출하였다.

4. 변의 분석

(1) 변의 채취

실험 I에서는 실험시작 후 제 6일 채부터 3일간 변을 식별하기 위한 표지물질로 Fe₂O₃ (붉은 색을 나타

냄)를 1% 섞어준 실험식이를 공급하였고¹⁷⁾ 제 7 일 제 부터 Fe₂O₃가 들어있는 붉은색 변을 4~5 일에 걸쳐 모두 채취하였다.

실험 II에서는 실험시작 후 제 15 일 제부터 2 일간 1 % Fe₂O₃를 포함한 실험식이를 공급하였고 제 16 일 제 부터 Fe₂O₃가 들어있는 붉은 색의 변을 4~5 일에 걸쳐 모두 채취하였다.

(2) 질소 배설량 측정 및 단백질의 소화흡수율 계산
변중 질소 배설량은 micro-kjeldahl method¹⁸⁾, 식 이중 질소 섭취량은 semi-micro-kjeldahl method of Perrin 씨 변법¹⁹⁾에 의해 측정하고 Fe₂O₃가 포함된 식이를 통하여 섭취한 질소의 양에서 감하여 단백질의 소화흡수율을 산출하였다.

5. 통계처리

모든 data는 통계적 처리를 하였다. Data의 평균치와 표준오차를 계산하였으며 분산분석을 한 후 각 실험 군의 평균치간의 유의성은 $\alpha=0.05$ 수준으로 Scheffe's test와 Tukey's test²⁰⁾를 사용하여 구하였다.

결과 및 고찰

1. 성장에 미치는 영향

(1) 식이의 섭취량, 소화흡수율 및 효율

생두류에 있어서 성장에 미치는 영향에 대해 식이섭 취량, 소화흡수율 그리고 식이의 효율을 중심으로 본 결과는 Table 2와 같다. 식이의 섭취량을 보면 대체로 생팔대조건, 생팔+Met. 첨가군이 표준군에 비해 떨어져 특히 팔이 식이섭취량을 낮추는 것으로 나타났다. 생 두류에 methionine을 첨가한 경우는 큰 차이를 보이지 않았으나 북어 단백질을 첨가한 경우 유의적은 아니나 다소 식이 섭취의 증가를 보였으며 각 두류별로 대두 > 녹두 > 팥의 순서를 나타내었으나 통계적으로 유의적 인 차이는 보이지 않았다. 식이의 소화흡수율은 표준 군에 비해 각군 모두 유의적으로 떨어짐을 보였으며 이 는 식이의 섭취는 큰 차이가 없더라도 생두류 속의 소 화저해인자로 인한 소화방해로 변이 증가했고 따라서 식이의 소화흡수율이 낮아진 것으로 생각된다. 두류별

Table 2. Feed intake, feed digestibility and F.E.R of rats fed raw and heated beans

Group	Feed Intake (g/day)		Feed Digestibility (%)		F.E.R.	
	Raw	Heated	Raw	Heated	Raw	Heated
15% Casein	15.5±0.4	N.S. ¹⁾²⁾ 19.7±1.1 ^{b4)}	94.7±0.4 ^{de}	94.8±0.4 ^{bc}	0.30±0.01 ^c	0.34±0.01 ^{de}
20% Casein	15.1±1.5	18.3±1.8 ^{ab}	95.6±0.1 ^e	95.6±0.2 ^c	0.32±0.02 ^c	0.37±0.01 ^e
Soybean	13.4±1.2	19.2±0.7 ^{ab}	86.3±1.1 ^{cd}	87.0±0.6 ^{abc}	0.19±0.02 ^{ab}	0.32±0.01 ^{cde}
Soybean+met.	14.2±0.9	18.9±0.8 ^{ab}	83.7±0.9 ^{bc}	84.4±0.3 ^{abc}	0.21±0.03 ^{abc}	0.36±0.01 ^{de}
Soybean+prot.	14.7±0.5	14.4±0.8 ^{ab}	86.1±0.6 ^{cd}	84.3±0.2 ^{abc}	0.28±0.03 ^{bc}	0.37±0.01 ^e
Red bean	11.0±0.2	14.3±1.8 ^{ab}	75.5±1.2 ^{ab}	83.7±1.5 ^{abc}	0.12±0.03 ^{ab}	0.23±0.00 ^{ab}
Red bean+met.	9.6±2.8	19.4±1.3 ^{ab}	74.1±0.3 ^a	78.4±1.0 ^a	0.06±0.02 ^a	0.31±0.01 ^{cde}
Red bean+prot.	13.1±1.1	19.9±0.7 ^b	87.3±0.2 ^{cde}	78.4±1.2 ^a	0.21±0.01 ^{abc}	0.35±0.01 ^{de}
Mung bean	12.0±1.0	14.3±1.8 ^{ab}	84.2±0.4 ^{bc}	75.8±7.1 ^a	0.22±0.01 ^{bc}	0.24±0.01 ^{ab}
Mung bean+met.	11.3±1.8	19.4±1.1 ^{ab}	82.0±1.3 ^{abc}	77.9±1.0 ^a	0.30±0.01 ^c	0.34±0.00 ^{de}
Mung bean+prot.	14.4±1.0	18.1±1.2 ^{ab}	83.3±0.5 ^{bc}	80.7±1.6 ^{abc}	0.29±0.02 ^c	0.34±0.01 ^{de}
Kidney bean	- ³⁾	11.7±1.3 ^a	- ³⁾	82.5±0.8 ^{abc}	- ³⁾	0.16±0.01 ^a
Kidney bean+met.	- ³⁾	16.9±0.8 ^{ab}	- ³⁾	80.1±0.5 ^{ab}	- ³⁾	0.28±0.01 ^{bcd}
Kidney bean+prot.	- ³⁾	19.4±0.4 ^{ab}	- ³⁾	79.3±0.9 ^a	- ³⁾	0.31±0.00 ^{bcd}

1) Not significant among 11 groups at $\alpha=0.05$ level by scheffe's test.

2) Mean±S.E.

3) Could not obtain any data due to death.

4) Values within a column not followed by the same letter are significantly different at $\alpha=0.05$ level by scheffe's test.

— 한국산 생두류 및 익힌두류를 섭취한 흰쥐의 성장저해와 Methionine 및 단백질 첨가의 영향 —

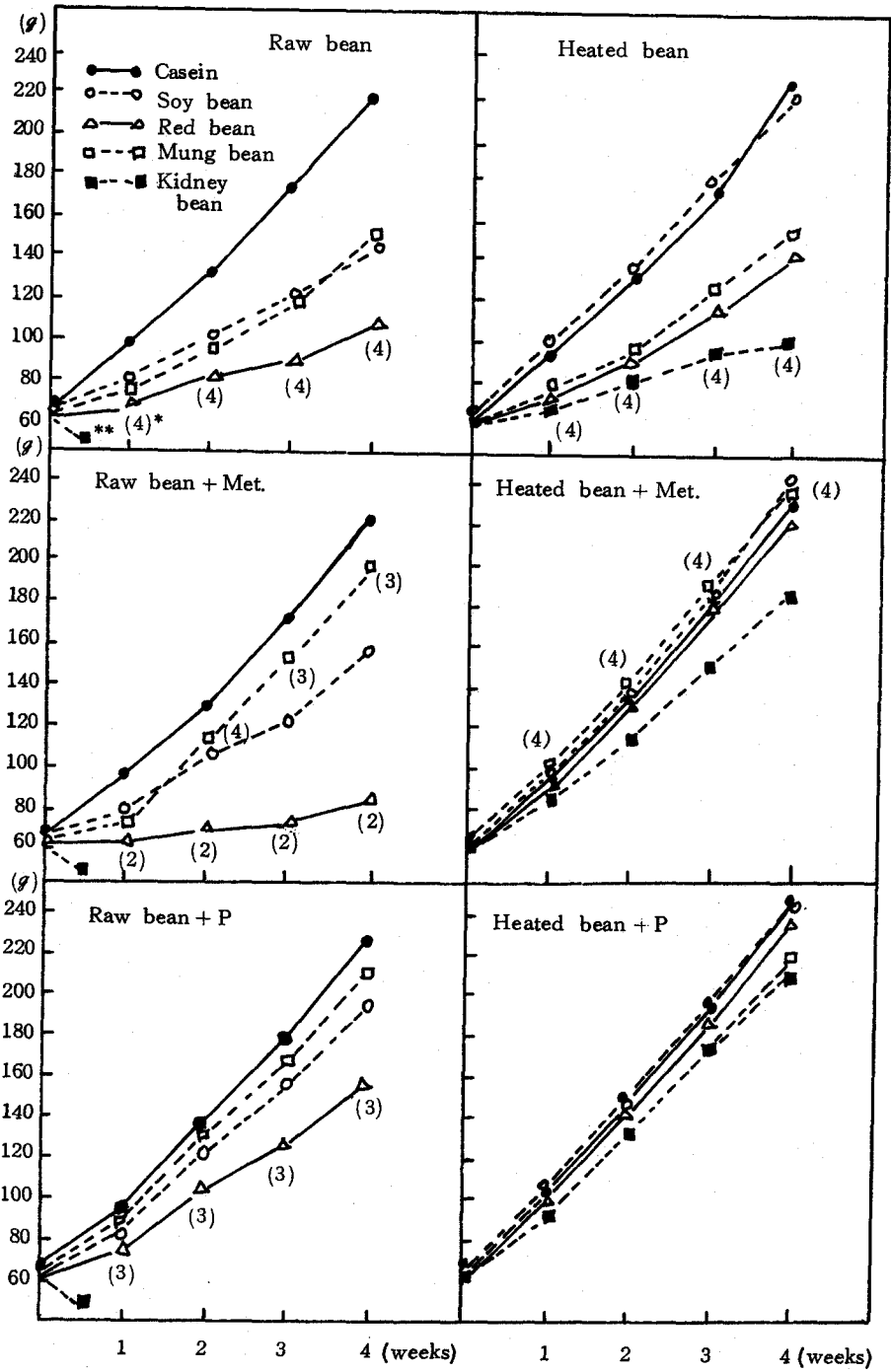


Fig. 1. Growth rate of rats fed raw and heated beans.

* Values in parentheses represent number of animals surviving out of 5 rats.

** Growth rate of rats fed raw kidney beans during early 3 days.

로는 특히 생팔균의 식이 소화흡수율이 현저히 떨어졌으나 5% 북어 단백질을 첨가해 주어 총 단백질이 20%가 될 때는 유의적으로 증가하여 표준군과 차이를 보이지 않았다. 이는 다른 두류에서 보다 생팔에서의 소화흡수 장애는 양질의 단백질(북어 단백질 등) 첨가로 현저히 향상될 수 있다는 것을 시사한다고 볼 수 있다. 그러나 생두류의 소화흡수율에 있어서 methionine 첨가의 영향은 보이지 않았다. 이러한 경향은 식이의 효율에서도 마찬가지로 methionine 첨가로 인한 영향은 보이지 않았다. 그러나 북어 단백질을 첨가해 줌으로써는 다소 증가함을 보였으나 통계적인 유의성은 찾아 볼 수 없었다. 또 각 두류별로는 식이섭취량 및 소화흡수율이 낮았던 생팔균의 식이의 효율이 역시 가장 낮았고 생대두군도 유의적으로 낮음을 보였다. 생강남콩군들은 실험시작 초기에 죽었으므로 식이의 이용정도를 비교할 수가 없었다.

한편 익힌 두류군에서는 식이섭취량이 생두류군에 비해 거의 모두 증가하여 표준군과 차이가 없었으나 익힌 강남콩은 떨어졌으며 methionine 이나 북어단백질의 첨가 또는 두류별로 큰 차이를 보이지 않았으나 익힌 강남콩군에서는 methionine 또는 북어단백질첨가

로 인해 식이섭취의 증가를 보였다 (Table 2). 그럼에도 불구하고 익힌두류군에서 식이의 소화흡수율이 생두류군에 비해 큰 증가를 보이지 않았는데 이는 익힌두류군의 식이섭취 증가에 따라 변의 양도 증가했기 때문인 것으로 풀이된다. 즉 익힌두류라 할지라도 식이의 소화흡수율이 현저히 좋아지지 않는 것으로 보아 두류를 익힌다 해도 소화제인자가 잔존해 있을 가능성을 암시한다고 본다.

이러한 식이의 소화흡수율과는 달리 식이의 효율은 생두류군에 비해 익힌 두류군에서 현저히 증가하여, 소화흡수되었던 생두류에서의 영양소들이 체내에서 유용하게 쓰이지 않음을 보여 주었다. 또 익힌 두류에 methionine 이나 북어단백질의 첨가로 인해 식이의 섭취량이나 소화흡수율은 큰 증가를 보이지 않았으나 식이의 효율은 대두군을 제외한 팥, 녹두, 강남콩군에서 모두 유의적으로 증가하여 익힌 두류에 methionine 이나 북어단백질을 첨가하는 것이 식이의 효율면에서 더 효과적임을 알 수 있다.

(2) 체중의 변화 및 치사정도

실험기간중 체중의 증가량과 생두류 및 익힌두류로

Table 3. Weight gain and mortality of rats fed raw and heated beans

Group	Weight gain (g/day)		Mortality	
	Raw	Heated	Raw	Heated
15% Casein	5.6 ± 0.3 ^{c1)2)}	5.9 ± 0.0 ^d	-	-
20% Casein	5.8 ± 0.3 ^c	6.5 ± 0.2 ^d	-	-
Soybean	3.0 ± 0.5 ^{bc}	5.9 ± 0.2 ^d	-	-
Soybean + met.	3.4 ± 0.7 ^{bc}	6.3 ± 0.3 ^d	-	-
Soybean + prot.	4.8 ± 0.6 ^c	6.6 ± 0.2 ^d	-	-
Red bean	0.9 ± 0.7 ^{bc4)}	3.1 ± 0.3 ^{ab}	20% (8) ³⁾	-
Red bean + met.	-0.5 ± 0.5 ^{bc4)}	5.7 ± 0.3 ^{cd}	60% (9)	-
Red bean + prot.	-0.7 ± 3.1 ^{ab4)}	6.2 ± 0.2 ^d	40% (2~9)	-
Mung bean	3.1 ± 0.3 ^{bc}	3.4 ± 0.5 ^{abc}	-	-
Mung bean + met.	2.8 ± 1.2 ^{bc4)}	4.7 ± 2.7 ^{bcd4)}	40% (11~23)	20% (6)
Mung bean + prot.	5.1 ± 0.6 ^c	5.6 ± 0.4 ^{cd}	-	-
Kidney bean	-2.9 ± 1.1 ^{a4)}	1.3 ± 1.0 ^{a4)}	100% (2~9)	20% (6)
Kidney bean + met.	-4.0 ± 0.7 ^{a4)}	4.4 ± 0.4 ^{bcd}	100% (3~4)	-
Kidney bean + prot.	-3.2 ± 0.5 ^{a4)}	5.4 ± 0.1 ^{bcd}	100% (2~8)	-

1) Mean ± S.E.

2) Values within a column not followed by the same letter are significantly different at $\alpha=0.05$ level by scheffe's test.

3) Values in parentheses represent surviving days.

4) Includes the data of the dead animals.

- 한국산 생두류 및 익힌두류를 섭취한 흰쥐의 성장저해와 Methionine
및 단백질 첨가의 영향 -

인한 성장저해정도, 그리고 이에 따른 치사정도를 알아본 결과는 Fig. 1 및 Table 3 과 같다.

먼저 4 주 동안의 체중 변화를 보면 (Fig. 1) 생두류군에서는 표준군에 비해 모두 낮은 체중증가를 보였으며 강남콩군이 특히 낮아 두류별로는 녹두군 > 대두군 > 팥군 > 강남콩군의 순이었다. 대부분 methionine이나 단백질 첨가에 의해 체중이 향상되었으나 생팥군은 예외로 methionine 첨가에 의한 효과는 볼 수 없었다. 생두류를 익혔을 때는 대두, 팥, 강남콩군들의 체중 향상을 가져왔으며 녹두의 경우는 큰 변화를 보이지 않았다. 그러나 익힌두류에 methionine이나 복어단백질을 첨가하였을 때는 체중이 많이 증가하여 강남콩에 methionine 첨가해준 군만 다소 떨어질 뿐 대부분이 거의 표준군과 비슷한 정도를 보였다. 이것은 실험기간중 생존하였던 흰쥐만을 대상으로 비교해 본 결과라서 치사를 보였던 군들의 성장저해가 크게 드러나지 않았다. 그러므로 별도로 치사로 인한 성장저해효과를 알아보고자, 치사된 쥐의 성장저해까지도 포함하여 각 두류군별 성장저해정도를 1 일 평균 체중 증가량으로 비교해 본 바는 Table 3 과 같다. 모든 생두류군에서 표준군에 비해 성장저해 현상을 볼 수 있었으며 생대두군

들이나 생녹두군들에 비해 특히 생팥군들이나 생강남콩군들에서 성장저해가 더욱 심하여 결국은 사망하였으며 생강남콩군들은 실험시작 2~9 일 만에 100%의 치사율을, 그리고 생팥군들은 실험시작 2~9 일 만에 20~60%의 치사율을 보였다. 생두류로 말미암은 이러한 성장저해 현상이나 높은 치사율은 두류를 가열하였을 때 현저히 나아지기는 하였으나 표준군과 비교해볼 때 대두군을 제외하고는 methionine이나 복어 단백질 첨가를 하지 않으면 녹두, 강남콩군에서 여전히 성장이 저해되는 것을 보였다. 이와같은 결과는 생두류중의 성장저해인자가 가열처리에 의해 완전히 불활성화되지 않았거나, 또는 익힌 두류에 methionine이나 복어단백질을 첨가했을 때 체중증가를 보이는 것으로 알 수 있는 두류 자체의 아미노산 조성상의 문제점등에서 기인한다고 본다.

(3) 단백질의 소화흡수율 및 효율

생두류의 단백질 소화흡수율은 Table 4에서와 같이 표준군에 비해 모두 떨어지나 특히 생팥군, 생녹두군, 그리고 생팥+ met. 군들이 유의적으로 낮았다. 이들의 낮은 단백질 소화흡수율은 총 질소섭취량이 표준군에 비해 큰 차이를 보이지 않은 반면 변 질소배설량은 표

Table 4. Protein digestibility and P.E.R. of rats fed raw and heated beans

Group	Protein digestibility (%)		P. E. R.	
	Raw	Heated	Raw	Heated
15% Casein	89.9 ± 1.2 ^{de1)2)}	87.7 ± 1.2 ^{ef}	2.15 ± 0.10 ^c	2.74 ± 0.06 ^d
20% Casein	93.3 ± 0.2 ^e	92.5 ± 0.6 ^f	1.80 ± 0.09 ^{bc}	2.19 ± 0.08 ^{cd}
Soybean	74.8 ± 1.9 ^{de}	79.0 ± 0.9 ^{de}	1.10 ± 0.14 ^{ab}	1.94 ± 0.05 ^{bc}
Soybean+ met.	69.5 ± 1.7 ^{cd}	73.6 ± 1.4 ^{bcd}	1.25 ± 0.15 ^{abc}	1.99 ± 0.06 ^{bc}
Soybean+ prot.	76.5 ± 1.2 ^{cde}	78.6 ± 0.8 ^{cde}	1.27 ± 0.12 ^{abc}	1.70 ± 0.04 ^{abc}
Red bean	42.0 ± 3.7 ^a	72.3 ± 2.5 ^{bcd}	0.77 ± 0.20 ^a	1.32 ± 0.03 ^{ab}
Red bean+ met.	45.1 ± 7.1 ^{ab}	63.1 ± 2.3 ^{ab}	0.39 ± 0.15 ^a	1.92 ± 0.04 ^{bc}
Red bean+ prot.	79.1 ± 1.3 ^{cde}	70.9 ± 1.9 ^{abcd}	1.00 ± 0.04 ^{ab}	1.60 ± 0.04 ^{abc}
Mung bean	65.7 ± 1.1 ^{bc}	76.3 ± 1.5 ^{cde}	1.26 ± 0.04 ^{abc}	1.34 ± 0.06 ^{ab}
Mung bean+ met.	68.6 ± 1.6 ^{cd}	67.7 ± 2.3 ^{abcd}	1.73 ± 0.07 ^{bc}	1.95 ± 0.01 ^{bc}
Mung bean+ prot.	77.9 ± 1.1 ^{cde}	77.1 ± 1.8 ^{cde}	1.24 ± 0.06 ^{abc}	1.49 ± 0.06 ^{ab}
Kidney bean	- 3)	66.2 ± 2.1 ^{abc}	- 3)	1.10 ± 0.06 ^a
Kidney bean+ met.	- 3)	59.1 ± 2.2 ^a	- 3)	1.91 ± 0.05 ^{bc}
Kidney bean+ prot.	- 3)	67.1 ± 2.3 ^{abcd}	- 3)	1.58 ± 0.02 ^{abc}

1) Mean ± S.E.

2) Values within a column not followed by the same letter are significantly different at $\alpha=0.05$ level by scheffe's test.

3) Could not obtain any data due to death.

준군에 비해 현저히 많았기 때문인데 이와같이 변질소배설량이 증가한 것은 생두류중의 단백질 소화저해인자(주로 trypsin 저해제) 때문이라고 생각되며 결국 낮은 단백질 소화흡수율로 인해 성장에까지 영향을 주었다고 볼 수 있다. 또 methionine 첨가에 의해 소화흡수율이 증가하지 않은 것으로 보아 아미노산의 불균형이 단백질의 소화흡수를 낮추는 것은 아닌 것 같다. 그러나 북어 단백질의 첨가에 의해서는 대체로 증가를 보였고 특히 생팔군에서 현저한 증가를 보였는데 이는 단백질의 함량이 20%로 증가함에 따라 소화흡수율이 증진된 것으로 보며 팥의 낮은 단백질로 인해 팥에서의 첨가효과가 컸다고 생각된다.

이에 따라 단백질의 효율도 표준군에 비해 생두류군에서 대체로 감소하였으며 특히 단백질의 소화흡수율이 낮았던 생대두군, 생팔군, 생팔+met. 군에서 유의적으로 떨어져 비슷한 경향을 보였다. Methionine 이나 북어단백질 첨가의 영향은 크게 보이지 않았고 생팔군에서 단백질 첨가로 인해 다소 증가하였으나 유의적이지 않았다.

한편 익힌 두류군들의 단백질 소화흡수율은 생두류에 비해 큰 향상을 보이지 않은 채 대두군과 녹두군을 제외하고는 모두 표준군에 비해 유의적으로 떨어졌다(Table 4). 이와같은 결과는 주목할 만한 것으로 생두류의 가열처리로 인해 trypsin 저해제와 같은 효소저해제들은 불활성화 시켰다해도 단백질의 소화흡수를 방해하는 다른 물질 또는 원인이 존재할 수 있음을 시사해 준다⁸⁾.

즉 Seidl 등²¹⁾이 주장한대로 두류단백질의 globulin 확분과 같이 효소작용을 잘 받지 않는 단백질의 존재가 원인이 될 수도 있을 것이다. 더구나 익힌두류의 낮은 단백질 소화흡수율에 대한 methionine 첨가의 영향은 볼 수 없었고 생두류에서와 달리 북어단백질 첨가도 단백질의 소화흡수율에는 큰 영향을 미치지 않았던 것으로도 이러한 가정은 뒷받침될 수 있을 것이다. 이와같이 익혔다고 해도 크게 향상되지 않는 경향은 단백질의 효율에서도 볼 수 있는데 생두류에 비해 증가하였으나 표준군보다는 유의적으로 떨어졌다. 이 때도 역시 methionine 이나 북어단백질 첨가의 유의적인 영향은 볼 수 없었으나 다만 익힌 강남콩군은 methionine 첨가시에 유의적으로 증가하였다.

현재까지 문헌을 통해 알려진 바에 의하면 생두류의 성장저해 현상은 몇가지 원인으로 생각해 볼 수 있는데 trypsin 저해제⁴⁾⁵⁾나 hemagglutinin⁴⁾⁶⁾과 같은 독성물질의 존재, 두류단백질의 일종인 globulin²³⁾ 혹은

지금까지 잘 알려지지 않은 다른 성장저해 인자^{6)~7)}에 의해서 일어날 수 있다. 또 다른 요인으로는 함유황아미노산들의 결핍이 성장저해의 원인이 되기도 하고⁵⁾ 두류단백질의 분해 및 소화가 방해를 받아 단백질의 소화 흡수율이 낮는데 기인하기도 한다⁸⁾.

본 실험에서 체중 변화 및 치사정도에 의한 성장저해 효과는 대체로 강남콩 > 팥 > 녹두 > 대두의 순서를 보여 4가지 두류중 강남콩의 성장저해 현상이 가장 심각함을 보였다. 즉 이미 보고된 바¹⁶⁾ 대로 단백질 1g 당 적혈구 응집 활성이 190,600 HU(Hemagglutinating Unit)를 보이는 강남콩 단백질 15%를 섭취한 강남콩 섭취군은 실험시작 2~9 일만에 100%의 치사율을 보여 kidney bean hemagglutinin을 0.5~1.5%식이에 섞어 주었을 때 4~16 일만에 100%의 치사율을 보였던 Honavar 등²²⁾의 경우와 비슷하였다. 본 실험에서의 이와같은 결과는 Rattray 등²³⁾이 생강남콩 단백질을 먹인 동물에서 심한 성장저해가 있었다는 보고와 일치하며 강남콩의 이러한 독성작용의 주 원인은 전보¹⁶⁾의 실험결과 대두보다 5배, 녹두보다 300배나 많이 들어있는 hemagglutinin으로 인한 흡수 방해라고 생각된다. 이에 대해서는 Pusztai 등²⁴⁾, Evans 등²⁵⁾도 같은 견해를 보여 강남콩 성장저해의 주 원인은 hemagglutinin의 함량이라고 지적하였으며 hemagglutinin으로 인한 주요 원인 외에 강남콩의 성장저해를 가져오는 원인으로 단백질의 소화흡수율이 낮은 것들 들 수 있는데 이들은 생강남콩 단백질의 소화흡수율이 20~40%를 보인다고 하였다. 본 실험에서는 실험시작 초기에 생강남콩 섭취군이 모두 죽어서 소화흡수율을 내지 못하였으나 최근 강²⁶⁾의 실험결과 식이의 질소 함량에서 변의 질소함량을 감하여 얻은 생강남콩 단백질의 소화흡수율이 36.2%를 보여 단백질의 소화흡수율의 저하가 생강남콩의 성장저해의 한 원인이 되었다고 생각한다.

한편 이러한 성장저해 현상은 강남콩 단백질중 단백질 소화효소에 의해 분해되기 어려운 것으로 알려진²¹⁾ globulin A (salt-soluble globulin)의 양과도 관련이 있는 바 Pusztai 등²⁷⁾은 kidney bean의 globulin과 albumin분획을 전기영동했을 때 이들의 range가 hemagglutinin의 range와 거의 유사하였다고 보고하여 globulin과 albumin분획에 hemagglutinin이 있을 가능성을 시사하였으며 전보¹⁶⁾에서 보고되었던 것처럼 단백질 분별정량 결과 강남콩에서 globulin 및 albumin 함량이 가장 많은 것으로 나타나 강남콩의 심한 성장저해 현상을 뒷받침해 주었다고 볼 수 있다.

더 나아가서 Puszta²⁴⁾는 강남콩의 함유황 아미노산 및 tryptophan의 부족이 두류의 생물학적 가치를 낮춘다고 보았다. 본 실험에서는 생강남콩의 경우 methionine 첨가로 인해 유의적인 성장증진 효과는 없는 것으로 나타났으나 익힌 강남콩의 경우는 methionine 첨가로 인해 식이섭취량 (Table 2)과 체중 (Table 3)이 현저히 증가하여 강남콩의 methionine 부족도 그의 영양학적 가치를 낮추는 한 요인으로 생각된다.

한편 생팔 섭취군에서 체중감소 및 치사등 성장저해 효과가 생대두에서 보다 더 심하였다는 결과는 매우 주목이 된다. 이미 보고된 바¹⁶⁾와 같이 팔의 단백질 중량당 TIA (Trypsin Inhibitor Activity)가 4가지 두류중 가장 많았으나 적혈구 응집 활성도는 전혀 없었던 것으로 보아 생팔의 성장저해는 생강남콩과는 달리 trypsin 저해제에 의한 단백질 소화방해이거나 또는 다른 원인에 기인한다고 볼 수 있다. 실제로 생팔에서의 단백질 소화흡수율은 42%로 다른 두류에 비해 현저히 낮았으며 단백질의 효율도 0.77로 낮은 수치를 보였다. 그 외에도 함유황 아미노산의 부족으로 인해 단백질가가 낮은 데에도 원인이 있다고 하겠다. 팔은 주로 한국, 일본등 아시아 국가에서 많이 섭취되는데, 성장저해를 일으키는 것으로 생각되는 높은 함량의 trypsin 저해제를 함유하고 있으며 그의 성장저해 물질에 대해서는 상세하게 연구된 바가 없으므로 이 방면에 앞으로 더욱 많은 연구가 필요하다고 본다.

성장저해가 심했던 팔과 강남콩외에 대두와 녹두는 비교적 비슷한 정도의 성장저해를 보였다. 전보¹⁶⁾에서의 trypsin 저해제 함유율은 대두가 녹두보다 4~5배, hemagglutinin은 70배 이상이나 높았으나 본 동물실험에서는 이 두가지 두류식이를 섭취한 흰쥐군들 간의 성장의 유의적인 차이는 없었고 오히려 대두의 식이 이용정도, 단백질 소화흡수율등은 녹두보다 높게 나타났다. 반면 체중증가나 PER, FER 등은 녹두에서 높았는데 이러한 결과들은 실제로 trypsin 저해제 함량 자체가 성장저해 현상의 직접적인 지표가 되기는 부족하다는 것을 나타내 준다. 즉 이것은 trypsin 저해제 함량이 건물중량당으로 제일 높은¹⁶⁾ 대두의 성장이 표준군에 비해서는 떨어지나 네가지 두류중에서는 가장 높게 나타났다는 것으로도 설명이 된다.

실제로 Kakade 등²⁸⁾은 대두의 성장저해 현상의 40%정도만이 trypsin 저해제 때문이라고 하였으며 나머지는 단백질의 소화흡수율이 낮는데 기인한다고 하여 낮은 단백질 소화흡수율을 보인 본 실험에서와 일치하였다. 녹두²⁹⁾ 및 대두³⁰⁾³¹⁾ 안에 존재하는 hemaggluti-

nin은 다른 두류와는 달리 성장이나 PER 등에 큰 영향을 미치지 않는다는 보고도 있어 본 실험에서 정량된 정도의 대두 hemagglutinin으로는 성장저해에 영향을 주지 않았으리라 생각된다.

한편 생두류를 가열처리하여 흰쥐에 먹었을 때 성장에 미치는 영향을 보면 생두류를 먹었을 때에 비해 FER 및 단백질의 소화흡수율, PER이 증가하였고 이에 따라 체중 증가를 보였다. 그러나 팔은 제외한 두류에서 식이섭취량이나 식이의 소화흡수율이 가열처리에 의해 크게 향상되지 않은 반면 FER이나 체중은 증가를 보인 것은 Liener의 연구³²⁾에서와 같은 결과로 생두류에서는 단백질의 분해가 완전히 일어나지 않아 소장에서 덜 흡수되고 결국 대장에서 흡수되어 외견상 소화흡수율은 비슷하게 나타난다. 그러나 이렇게 대장에서 흡수된 것은 성장을 위해 유용하게 쓰이지 않으므로 결국 성장을 저해하게 된다. 즉 Melnick의 가정³³⁾처럼 쥐에서는 흡수를 자체의 차이보다는 흡수되는 부위가 문제인 것 같다. 이는 Thomson³⁴⁾이 두류중의 hemagglutinin이 간에서의 대사작용을 방해하며 나아가서는 Kreb's cycle의 대사까지도 방해할 가능성이 있다고 한 것과 연관이 된다.

가열처리로 인한 영양가의 증진은 생두류로 인한 성장저해 현상이 심했던 두류군 즉 팔군과 강남콩군에서 더 큰 폭으로 볼 수 있었는데 이는 팔과 강남콩속의 성장저해 인자가 가열처리로 인해 불활성화 되었다는 것을 의미해 준다. 그러나 생두류실험에서 비슷한 성장저해를 보이던 녹두군과 대두군에서는 가열처리에 따른 체중증감 효과가 서로 상반되게 나타났는데 대두군은 성장저해의 극복을 보여 체중이 거의 표준군의 수치와 비슷하게 증가하는 반면 녹두군은 거의 증가를 볼 수 없었다. 그러나 가열처리된 녹두군에서糞장의 무게는 (Table 5) 감소되었다. 이러한 현상으로 보아 녹두안에는 가열처리로 인해 불활성화 될 수 있는 독성물질의 존재가 다소 있다고 보여지나 그 활성으로 볼때 체중에 영향을 미칠 정도는 되지 않으며 이에 비해 대두는 trypsin 저해제등 가열처리로 불활성화 될 수 있는 인자를 많이 포함하고 있었다고 풀이된다. 그럼에도 불구하고 생대두군에서의 성장저해 효과가 녹두군보다 떨어지지 않았던 것은 대두 자체가 지니고 있는 단백질의 양과 질이 녹두보다 많고 좋음으로 하여 저해제로 인한 성장저해 현상을 어느정도 완화할 수 있었다고 생각된다.

한편 진¹²⁾의 연구에 의하면 대두의 경우 40분간 삶은 것으로 사육한 흰쥐의 체중이 10분간 삶은것에 비

해 떨어짐을 보여 과잉가열의 문제점을 보였다. 따라서 앞으로 가열처리로 인한 영양가의 향상은 여러 각도에서 연구되어야 하며 과잉가열로 인한 두류단백질의 기능적 또는 영양적인 장해를 불러오지 않는 범위내에서 독성을 완전히 제거시키기 위한 가열조건등이 두류의 가공, 배합, 조리에서 있어서의 안전한 이용을 위해서 신중히 연구, 검토되어야 할 것이다. 실제로 곡류에 두류를 배합시의 제빵 특성에 관한 연구³⁵⁾³⁶⁾가 시도되고 있으므로 이의 기본 연구로써 식품공학적인 열처리의 표준화 연구도 요청된다. 이 때 trypsin 저해활성도 및 적혈구 응집 활성도 측정이 영양학적인 지표로서 충분히 검토되어야 할 것이다.

두류에 있어서의 성장저해는 methionine 이나 cystine 같은 함유황 아미노산의 결핍도 원인이 되며 두류에 methionine 이나 cystine 을 사료의 0.26~0.33% 가 되게 첨가해 주었을 때 성장과 PER 이 증가하였다고 한다²⁵⁾³⁷⁾.

본 실험에서는 methionine 을 0.18% 첨가해 주었을 때 생두류에서의 methionine 첨가로 인한 유의적인 성장증진 효과가 보이지 않았는데 비해 (실험 I) 익힌두류 실험 (실험 II)에서는 methionine 첨가로 인해 체

중이나 FER, PER 등의 유의적인 증가를 가져왔고 특히 성장저해가 심했던 팔과 강남콩에서 큰 효과를 보였다. 즉 생두류에서 보다는 익힌두류에서의 methionine 첨가효과가 높은 것으로 나타나 생두류에서의 성장저해 원인중 아미노산 부족은 크게 문제되지 않는다고 보며⁴⁾³⁸⁾ 두류를 가열하였을 때는 성장저해를 일으키는 독성물질들이 파괴된 후이므로 아미노산 첨가에 의한 성장증진 효과가 크게 나타났다고 해석할 수 있다. 이와같은 결과는 Palmer 등³⁹⁾이 생강남콩에 methionine 을 (사료의 0.21%) 첨가해 준 것은 아무런 성장증진 효과를 보이지 않았다고 한 것과 일치한다.

한편 methionine 뿐 만 아니라 다른 아미노산 및 단백질의 충분한 공급을 위해 methionine 의 함량이 0.18%가 되도록 북어 단백질을 5% 수준에서 첨가해 주었을때 methionine 만 첨가했을 때는 보이지 않던 생팥군의 단백질 및 식이 소화흡수율의 증가를 보여 생팥군에서는 methionine 부족 뿐 아니라 다른 아미노산의 불균형 혹은 단백질의 결핍도 성장저해를 일으키는 원인의 하나라는 것을 알수 있었다. 이렇게 성장이 북어 단백질에 의해 증진된 생팥군을 제외하고는 북어단백질 첨가에 의한 대두, 녹두, 강남콩등 생두류군들의 성장증진 효과가

Table 5. Pancreas weights of rats fed raw and heated beans

Group	Weight of pancreas (g)		Weight of pancreas (g) / Body weight (g) × 10 ³	
	Raw	Heated	Raw	Heated
15% Casein	0.25 ± 0.01 ^{de1)2)}	0.29 ± 0.03 ^{abcd}	1.16 ± 0.05 ^{ab}	1.33 ± 0.61 ^a
20% Casein	0.19 ± 0.01 ^{de}	0.35 ± 0.02 ^{cd}	0.82 ± 0.04 ^a	1.44 ± 0.12 ^{ab}
Soybean	0.33 ± 0.04 ^{fgh}	0.28 ± 0.04 ^{abcd}	2.23 ± 0.15 ^{abc}	1.20 ± 0.15 ^a
Soybean+ met.	0.31 ± 0.05 ^{efgh}	0.29 ± 0.02 ^{abcd}	2.10 ± 0.47 ^{abc}	1.24 ± 0.11 ^a
Soybean+ prot.	0.36 ± 0.03 ^{gh}	0.34 ± 0.04 ^{bcd}	1.83 ± 0.14 ^{abc}	1.32 ± 0.12 ^a
Red bean	0.26 ± 0.04 ^{de3)}	0.19 ± 0.01 ^{abc}	2.96 ± 0.38 ^{c3)}	1.33 ± 0.10 ^a
Red bean+ met.	0.17 ± 0.01 ^{b3)}	0.22 ± 0.03 ^{abcd}	2.90 ± 0.60 ^{c3)}	1.01 ± 0.10 ^a
Red bean+ prot.	0.28 ± 0.06 ^{def3)}	0.37 ± 0.03 ^d	2.63 ± 0.40 ^{bc3)}	1.56 ± 0.09 ^{ab}
Mung bean	0.36 ± 0.04 ^h	0.17 ± 0.02 ^{ab}	2.37 ± 0.13 ^{bc}	1.13 ± 0.09 ^a
Mung bean+ met.	0.24 ± 0.03 ^{cd3)}	0.31 ± 0.07 ^{abcd3)}	2.01 ± 0.40 ^{abc3)}	1.76 ± 0.34 ^{ab3)}
Mung bean+ prot.	0.31 ± 0.04 ^{efg}	0.38 ± 0.04 ^d	1.48 ± 0.16 ^{abc}	1.76 ± 0.18 ^{ab}
Kidney bean	0.14 ± 0.02 ^{abc3)}	0.17 ± 0.04 ^{a3)}	2.77 ± 0.21 ^{c3)}	1.61 ± 0.11 ^{ab3)}
Kidney bean+ met.	0.10 ± 0.01 ^{a3)}	0.29 ± 0.02 ^{abcd}	2.14 ± 0.24 ^{abc3)}	1.58 ± 0.08 ^{ab}
Kidney bean+ prot.	0.14 ± 0.03 ^{ab3)}	0.45 ± 0.03 ^d	2.57 ± 0.39 ^{bc3)}	2.14 ± 0.09 ^a

1) Mean ± S.E.

2) Values within a column not followed by the same letter are significantly different at α=0.05 level by Tukey's test.

3) Includes the data of the dead animal during the experiment.

없었던 반면 익힌두류에서는 팔균과 강남콩군에서 체중, PER 등이 증가하였던 것으로 보아 생두류에서 성장저해 현상이 methionine 외의 다른 아미노산이나 단백질의 결핍에 기인한다고 볼 수 없으며 따라서 팔균을 제외한 생두류군들은 단백질 5% 정도의 첨가에 의해서는 성장저해가 극복되지 않는다고 볼 수 있다.

2. 체장 무게에 미치는 영향

생두류 단백질 식이로 사육한 후 각 군의 체장의 무게를 비교를 본 결과는 Table 5와 같다. 특히 생대두군과 생녹두군에 있어서 표준군에 비해 체장무게가 유의적으로 높았고 생강남콩군은 오히려 낮았으며 모든 군에서 methionine 첨가로 인해 감소를 보였다. 그러나 북어 단백질 첨가로 인한 유의적인 차이를 볼 수 없었다. 즉 생두류에 있어서의 체장의 이상비대 현상의 방지는 북어 단백질의 첨가보다 methionine의 첨가가 더 효과적이라고 볼 수 있다. 이는 북어 단백질 중의 methionine은 생두류의 trypsin 저해제와 같은 단백질 분해 저해제로 인해 덜 유용하게 되기 때문이다. 체장 무게에 미치는 체중의 영향을 배제하기 위해 체장의 무게를 체중으로 나누어 준 결과를 보면 앞에서와는 달리 오히려 생팔균들과 생강남콩군들의 체장무게가 높았으며 methionine이나 단백질 첨가로 인해 다소 감소하기는 하였으나 유의적은 아니었다. 이와같은 체장의 비대현상은 Lyman과 Lopkovsky⁴⁰⁾에 의하면 생두류 중의 trypsin 저해제를 섭취했을 때 이의 보상작용으로 체장이 과잉활성화되어 체장효소의 합성이 증가하기 때문에 일어난다고 하였다. 본 실험에서는 단백질 중량당 trypsin 저해 활성도가 가장 컸던 생팔을 섭취한 군에서의 체장비대가 다른 두류 섭취군에서 보다 높음을 보여 위의 결과와 일치함을 나타내었다.

익힌두류에 있어서는 생두류에서와는 다른 경향을 보여 methionine이나 북어 단백질을 첨가할수록 체장무게가 증가하였다 (Table 5). 그러나 methionine 첨가로 인한 증가는 유의적이 아니었는데 비해 북어 단백질을 첨가해 준 군들은 대두군을 제외하고는 팔균, 녹두군, 강남콩군 모두 체장무게가 유의적으로 높았다. 이에 비해 체중으로 나누어준 체장의 무게는 북어 단백질을 첨가해준 강남콩군이 유의적으로 높은 것 외에는 각군들간에 거의 차이를 보이지 않아 앞에서의 차이가 체중에 의한 것임을 알 수 있었으며 생두류에서 체장 비대현상을 일으켰던 trypsin 저해제가 두류를 가열함과 동시에 파괴된 결과라고 생각된다.

요 약

한국산 두류중 대두, 팥, 녹두 및 강남콩의 영양학적 가치를 흰쥐를 이용한 두차례의 동물실험을 통하여 알아보았다.

첫번째 실험에서는 젓편 albino rat을 사용하여 단백질원을 모두 생두류 단백질로 하여 식이의 15%가 되도록 하였으며 각 두류별 영양 저해 정도를 파악하고 이러한 저해가 두류의 methionine 결핍인지 또는 methionine을 포함한 다른 아미노산들과의 복합적인 결핍인지를 알아보려고 각 두류별로 대조군, methionine 첨가군, 단백질 첨가군으로 나누어 각각 methionine 0.18%와 북어 단백질 5%를 첨가해 준 후 4주간 사육하였다.

두번째 실험에서는 생두류 대신 익힌 두류를 사용하였으며 나머지는 첫번째 실험과 같은 조건으로 하여 영양저해 요인의 소실정도를 파악하고자 하였다.

각각의 실험에서 성장에 미치는 영향을 알아보기 위하여 식이섭취량, 체중, 식이와 단백질의 소화흡수율 및 식이의 효율 (FER), 단백질의 효율 (PER) 등을 구하였고 체장 무게를 측정하여 비대여부를 관찰하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 생두류 섭취군에서 성장저해가 나타났고 이 중 강남콩이 가장 심하여 100%의 치사율을 보였으며 팥도 대두와 녹두에 비해 심한 저해를 보였다. 이러한 성장저해는 methionine이나 북어 단백질 첨가에 의해 극복되지 않아 그 저해요인이 아미노산 결핍이라기 보다는 생두류중에 함유되어 있는 독성물질들로 말미암아 식이의 소화흡수율 및 단백질의 소화흡수율이 저하되었기 때문인 것으로 생각된다. 이 중 특히 생강남콩의 심한 성장저해 및 치사의 주원인은 hemagglutinin으로 인한 흡수방해라고 생각된다.

2) 또한 생팔 섭취군에서 체중감소 및 치사등 성장저해효과가 생대두에서 보다 더 심하게 나타났는데 생팔의 성장저해의 일차 원인은 생강남콩과는 달리 trypsin 저해제에 의한 단백질 소화방해라고 볼 수 있다. 또 생팔은 북어 단백질 첨가에 의해 이러한 소화흡수 저해현상이 뚜렷이 극복된 것으로 보아 methionine 외의 여러 아미노산의 부족도 한 원인으로 생각할 수 있다.

3) 생두류 섭취군에서 체장의 비대현상을 볼 수 있었으며 이와 같은 현상은 methionine 첨가에 의해서는 방지되었으나 북어 단백질 첨가로는 유의적인 차이가

없었다.

4) 익힌두류를 섭취한 군들은 생두류 섭취군에 비해 체중이 증가하였고 치사율도 훨씬 감소하였으며 체중도 비대해 지지 않아 두류독성물질인 trypsin 저해제와 hemagglutinin은 파괴된 것으로 간주할 수 있겠으나 팔을 제외하고는 식이나 단백질의 소화율 및 효율은 크게 향상되지 않았다. 또 익힌두류에 methionine 이나 북어 단백질을 첨가하였을 때 식이의 효율 및 체중의 증가가 뚜렷하였으나 강남콩군 외에는 단백질의 소화 흡수율 및 효율은 크게 향상되지 않아 단백질의 소화 흡수율을 떨어뜨리는 요인에 관한 연구가 집중적으로 이루어져야 하리라고 생각된다.

REFERENCES

1) 이서래 : 두류. 한국식품문헌총람 (2) (1969-1976) pp 55-65, 한국식품과학회, 1977.

2) 이철호 : 두류. 한국식품문헌총람 (3) (1977-1981). pp. 50-71, 한국식품과학회, 1984.

3) 농수산부 : 식품수급표, 1975.

4) Liener, I.E.: *Toxic constituents of plant foodstuffs*, pp. 7-102, Academic Press, New York, 1980.

5) Liener, I.E.: *Toxic factors in edible legumes and their elimination*. Am J. Clin. Nutr. 11: 281-298, 1962.

6) Borchers, R.: *Raw soybean growth inhibitor*. Fed. Proc. 24: 1494-1497, 1965.

7) Kadade, M.L., Simons, N.R., Liener, I.E. & Lambert, J.W.: *Biochemical and nutritional assessment of different varieties of soybeans* J. Agr. Food Chem. 20: 87-90, 1972.

8) Bressani, R. & Elias, L.G.: *Improvement of the nutritional quality of food legumes*. Food and Nutrition Bulletin. 1: 23-34, 1979.

9) 손혜숙 · 박정용 · 이성우 : 대두발아에 따른 Trypsin Inhibitor Activity 와 Protein Pattern 의 변화. 한국농화학회지. 20: 182-187, 1977.

10) Lee, Chul-Joon & Yoo, Young-Jin: *Effects of heat treatment on urease and trypsin inhibitor of soybean (Phaseolus Max L.)* Korea University Journal. 12: 101-119, 1970.

11) 박성배 : 한국산 두류의 trypsin inhibitor에 관한

생화학적 연구. 서울특별시 보건연구소보. 13:1-13, 1977.

12) 진정남 : 대두가공에 따르는 단백질 이용이 흰쥐의 성장에 미치는 영향. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문, 1967.

13) 유유상 : 대두와 강남콩단백질의 식이내 첨가수준과 가열처리가 흰쥐의 성장에 미치는 영향. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문, 1979.

14) 최경순 : 팥과 녹두단백질의 식이내 첨가수준과 가열처리가 흰쥐의 성장발달에 미치는 영향. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문, 1979.

15) 강명희 · 이서래 : 한국산 두류중 단백질의 분별 및 전기영동패턴. 한국식품과학회지. 10(4): 415-422, 1978.

16) 강명희 · 김용화 · 이서래 : 한국산 두류의 trypsin 저해활성 및 적혈구응집활성. 한국식품과학회지 12(1): 24-33, 1980.

17) 경도대학 농학부 식품공학교실 (편) : 식품공학 실험서. 상권. p. 534. 양현당, 1970.

18) Hawk, P.B, Oser, B.L. & Summerson, W.M. : *Practical physiological chemistry*. pp.1219-1220 McGraw Hill Book Co., New York, 1965.

19) Perrin, C.H.: *Rapid modified procedure for determination of Kjeldahl nitrogen*. Anal Chem. 25: 968, 1953.

20) Snedecor, G.W. & Cochran, W.G. : *Statistical Method*. Ames. pp.268-271. IOWA: The IOWA State University Press, 1972.

21) Seidl, D., Jaffé, M. & Jaffé, W.G.: *Digestibility and proteinase inhibitory action of a kidney bean globulin*. J. Agr. Food Chem. 17:1318-1321, 1969.

22) Honavar, P.M., Shih, C. & Liener, I.E.: *Inhibition of the growth of rats by purified hemagglutinin fractions isolated from Phaseolus vulgaris*. J. Nutr. 77: 109-114, 1962.

23) Rattray, E.A.S., Palmer, P. & Pusztai, A. : *Toxicity of kidney beans (Phaseolus vulgaris L.) to conventional and gnotobiotic rats*. J. Sci. Food Agric. 25: 1035-1040, 1974.

24) Pusztai, A., Clarke, E.M.W., King, T.P. & Stewart, J.C.: *Nutritional evaluation of kidney beans (Phaseolus vulgaris): chemical composition lectin content and nutritional value of selected*

- cultivars. J. Sci. Food Agric.* 30:843-848, 1979.
- 25) Evans, R.J., Bauer, D.H., Sisak, K.A. & Ryan P.A.: *The availability for the rat of methionine and cystine contained in dry bean seed (Phaseolus vulgaris).* *J. Agr. Food Chem* 22 (1): 130-133, 1974.
- 26) 강명희 : 미발표.
- 27) Pusztai, A., Grant, G. & Palmer, R.: *Nutritional evaluation of kidney beans(Phaseolus vulgaris) : the isolation and partial characterization of toxic constituents.* *J. Sci. Food Agric.* 26: 149-156, 1975.
- 28) Kakade, M.L., Hoffa, D.E. & Liener, I.E.: *Contribution of trypsin inhibitors to the deleterious effects of unheated soybean fed to rats.* *J. Nutr* 103: 1772-1778, 1973.
- 29) De Muelenaere, H.J.H.: *Toxicity and haemagglutinating activity of legumes.* *Nature* 206 : 827-828, 1965.
- 30) Turner, R.H. & Liener, I.E.: *The effect of the selective removal of hemagglutinins on the nutritive value of soybeans.* *J. Agr. Food Chem* 23(3): 484-487, 1975.
- 31) Birk, Y. & Gertler, A.: *Effect of mild chemical and enzymatic treatments of soybean meal and soybean trypsin inhibitors on their nutritive and biochemical properties.* *J. Nutr.* 75: 379-387, 1961.
- 32) Liener, I.E., Deuel, Jr. H.J. & Fevold, H.L.: *The effect of supplemental methionine on the nutritive value of diets containing concentrates of the soybean trypsin inhibitor.* *J. Nutr.* 39: 325-339, 1949.
- 33) Melnick, D., Oser, B.L. & Weiss, S.: *Rate of enzymatic digestion of proteins as a factor in nutrition.* *Science.* 103: 326-329, 1946.
- 34) Thomson, J.F.: *Some observations on the mechanism of toxic action of ricin.* *J. Pharm. Exptl Therap* 100: 370, 1950.
- 35) Naivikul, O., D'appolonia, B.L.: *Comparison of legume and wheat flour carbohydrates. I. Sugar analysis.* *Cereal Chem.* 55(6):913-918, 1978.
- 36) Naivikul, O., D'appolonia, B.L.: *Carbohydrates of legume flours compared with wheat flour II. Starch.* *Cereal Chem.* 56(1): 24-28, 1979.
- 37) Kakade, M.L. & Evans, R.J.: *Nutritive value of navy beans(Phaseolus vulgaris)Br. J. Nutr* 19: 269, 1965.
- 38) Mickelson, O. & Yang, M.G.: *Naturally occurring toxicants in foods.* *Fed. Proc.* 25:104-123 1966.
- 39) Palmer, R., McIntoch, A. & Pusztai, A.: *The nutritional evaluation of kidney beans(Phaseolus vulgaris).The effect on nutritional value of seed germination and changes in trypsin inhibitor content.* *J. Sci. Food Agric* 24: 937-944, 1973.
- 40) Lyman, R.L., Lepkovsky, S.: *The effect of raw soybean meal and trypsin inhibitor diets on pancreatic enzyme secretion in the rat.* *J. Nntr.* 62: 269-283, 1957.