

# 식이중의 동물성 및 식물성단백질의 종류와 배합비율에 따른 흰쥐 (Rat) 와 흰생쥐 (Mouse) 의 성장과 혈액성분에 관한 비교연구

선영실, 이성우, 한인규\*

한양대학교 식품영양학과 \*서울대학교 농과대학 축산학과

(1983년 7월 28일 수리)

## Comparative Studies of the Combined Dietary Animal and Vegetable Proteins on Growing and Blood Compositions the Weanling Rats and Mice

Young Sil Sun, Sung Woo Lee and In Kyu Han \*

*Dept. of Food and Nutrition, Hanyang University*

*\*Dept. of Animal Science, College of Agriculture, Seoul National University*

*(Received July 28, 1983)*

### Abstract

In order to investigate the effect of the combined dietary animal and vegetable proteins on growing female and male rats and mice. 25 female and 25 male rats of 4 weeks old weighing approximately 43-65 g and 47-60g, respectively, were subjected to feeding trials for 4 weeks and then subsequently to metabolic trials for 10 days. In case of mice, 25 female and 25 male mice of 4 weeks old weighing approximately 12-17g and 12-16g, respectively, were equally treated.

The dietary energy level was set as 3600 kcal ME/kg, and protein and fat provided respectively 12 and 5% of the dietary energy. The rest 83% of the energy level was supplied with appropriate amounts of starch and glucose. The following results were obtained. The body weight gain of female and male rats were increased as the combined dietary animal protein level increased. Whereas that of male mice was the highest for the diet E (Ap 10+Vp 90). Food efficiencies both of female and male rats were improved as combined dietary of animal protein increased. Male rats were superior to that of female. In the mice, the food efficiency value of male mice was superior to that of female. And the values of the male showed the same fashion as that in the growth rate, although it was not for the female. Protein efficiencies, both of female and male rats, were improved as combined dietary of animal protein level increased. That of male mice was in accord with the body weight gain and food efficiencies. But that of female mice was not accordant. Nitrogen retention of the experimental diets in the same protein level was in proportion to nitrogen intake. That of male mice was improved as animal protein level increased, but, that of female mice was not. Body protein utilizability was found to be superior in mice to rats. Blood serum protein level was not found to be affected by the experimental diets in the same protein level. The best combination ratio of animal and vegetable protein seems to be variable depending on the sex and species of animals, and the best diets for female and male rats and female and male mice were found to be experimental diet A (Ap 10+Vp 90) or diet B (Ap 75+Vp 25), diet C (Ap 50+Vp 50) and diet E (Ap 10+Vp 90), respectively. From the above-mentioned results that there was no difference in growth rate or body weight gain from the weaning period to puberty, and that the protein requirements of rats and mice were different from each other.

# 서 론

우리나라는 경제발전으로 국민체위가 크게 향상되었으며, 과거의 전형적인 식물성 위주의 식생활에서 점차 탈피하여 동물성식품의 소비율이 증가하는 추세를 보이고 있다.<sup>1)</sup> 그러나 도시와 농촌간의 격차는 현저하여 도시인의 체위는 동물성 단백질을 포함한 균형잡힌 식사로 매우 향상되었으나 농촌과 저소득층의 사람들은 동물성식품의 섭취가 보편화되어 있지 않다.<sup>2)</sup> 이들은 총열량이 80% 정도를 곡류에 의존하고 있어 단백질섭취의 절대량부족과 양질의 단백질인 동물성단백질 섭취량 역시 부족하다고 보고했다.<sup>3,4)</sup> 양질의 단백질을 적당량 섭취하지 못하는 농촌이나 저소득층의 어린이의 체위는 같은 연령의 대도시 부유층의 어린이 체위와 큰 차이가 있다.<sup>5)</sup> 특히, 유아기에 있어서 단백질을 충분히 섭취하지 못한 경우, 어린이의 성장속도가 훨씬 느리며, 성인이 된 후에도 체격이 빈약하게 되고 육체적, 정신적 결함을 일으키게 된다.<sup>6)</sup>

이와같이 중요한 영양소인 단백질의 평가는 식품중 단백질 함량이나 필수아미노산의 조성, 소화흡수율 및 체내이용율 등에 의하여 결정된다고 했다.<sup>7)</sup> Hayward 등<sup>8)</sup>은 동물성단백질 급원으로 탈지분유, 어분과 식물성단백질 급원으로 콩단백질을 흰쥐에게 주어 성장실험을 한 결과 동물성단백질을 먹은 쥐가 식물성단백질을 먹은 쥐보다 체중에 있어서 약 2배 정도가 무거웠다고 했다. 또, Andrew 등<sup>9)</sup>은 catfish 식이에 어분대신 콩단백질을 주었을 때 성장이 감소되었다고 보고했다. 단백질의 요구량이 연령, 성별 등 각 개인에 따라 다르며 F. A. O.의 단백질 권장량 중의 1/3은 동물성단백질로 섭취하도록 한 사실에 기초하여 가장 경제적이며 현실적인 문제를 보완할 수 있는 동물성단백질의 최저요구량의 결정과 저렴한 가격으로 구입가능한 식물성단백질을 최대한 활용할 수 있는 방법을 모색하고자 했다.

본 연구에서는 동물성단백질인 어분, 카제인과 식물성단백질이 콩단백질로 식이의 배합비율을 달리하여 흰쥐와 흰생쥐에게 급여했다. 각각 4주간의 성장실험에 의한 단백질의 질적평가를 다음과 같이 각 실험식이에 대한 증체량, 사료효율, 단백질효율, 단백질축적율, 혈액성분 등을 실험동물의 종류와 성별에 따라 비교했다.

## 재료 및 방법

### 1. 재 료

생후 27일 된 흰쥐와 흰생쥐 암·수 각 30마리에

표준실험식이를 3일간 급여 후 암·수 각 5마리를 12시간 절식후 혈액채취했고 숫쥐 체중은 47~60g, 암쥐체중은 43~65g되는 것으로 암생쥐체중은 12~17g, 수생쥐체중은 12~16g되는 것으로 암·수 각 25마리씩 사양실험에 공시했다. 각 처리마다 식이에너지 수준은 대사에너지 (metabolizable energy; ME) 3,600kcal/kg, 단백질수준은 12%로 지방수준은 5%내외로 고정시키고 나머지 에너지는 옥수수전분으로 보충했다. 본 실험식이 재료는 시판되고 있는 옥수수전분, 포도당, 카제인, 콩단백질, 어분, 콩기름, 섬유소, 비타민, 무기질을 사용했다. 각 실험식이의 동물성 및 식물성단백질 배합비율은 Table 1과 같으며 각 실험재료의 배합율 및 조단백질량은 Table 2와 같다

Table 1. Combination ratio of experimental diets.

Treatments	Combination ratio (%)	
	Animal protein casein+ fish meal	Vegetable protein soybean protein
A	90	: 10
B	75	: 25
C	50	: 50
D	25	: 75
E	10	: 90

### 2. 방 법

본 실험은 5처리에 처리당 5반복, 반복당 1마리씩 임의배치했다. 사양실험은 3일간 적응 후 4주간, 대사실험은 대사 cage에서 10일간 적응 후 10일 동안 실시했다. 흰생쥐는 흰쥐와 동일한 방법과 조건하에서 실시했다.

#### 1) 사양관리

흰쥐, 흰생쥐 각각 1마리씩 한 cage에 사육했으며 물과 식이는 자유급식시켰고 실내온도 (22±2°C)와 습도를 일정하게 했다. 체중과 식이섭취량은 매주 일정시간에 측정했다. 사료효율(FER)과 단백질효율(PER)은 다음에 의해 산출했다.

$$FER = \frac{\text{증체량 (g)}}{\text{섭취된 사료량 (g)}}$$

$$PER = \frac{\text{증체량 (g)}}{\text{섭취된 단백질량 (g)}}$$

#### 2) 대사실험

사양실험 시작하여 4주후 처리당 평균체중에 속하는 것을 선택하여 대사cage 하나에 한마리씩 넣어 10일간 적응후 10일간 분과 뇨를 전분 채취법에 의해 수집했다.

#### 3) 조단백질의 분석

실험식이 및 분, 뇨의 조단백질은 A. O. A. C법<sup>10)</sup>에 의해 분석했다. 체내질소축적량 및 축적율은 다음식에 의해 산출했다.

Table 2. Formula and chemical composition of experimental diets.

Ingredients	A	B	C	D	E
	Ap:Vp 90:10	Ap:Vp 75:25	Ap:Vp 50:50	Ap:Vp 25:75	Ap:Vp 10:90
Casein + fish meal	14.21	11.84	7.89	3.95	1.58
Soybean protein	1.30	3.26	6.52	9.78	11.74
Glucose	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Corn starch	61.91	62.45	63.34	64.21	64.74
Soybean oil	5.28	5.15	4.95	4.76	4.64
Cellulose	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Vitamin Mix.	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Mineral Mix.	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Crude protein (%)	12.29	12.34	11.71	12.07	12.11
ME (Kcal / kg)	3600.30	3599.80	3599.70	3600.30	3600.30

- 1) Energy value used : corn starch : 3,650 kcal/kg  
casein : 4,051 kcal/kg  
soybean oil : 9,240 kcal/kg

2) Cellulose : alpha cellulose, Sigma chemical compony

3) Vitamin mixture (in IU or milligrams per gram of mixture) : Vitamin A, 500 IU ; Vitamin D, 400 IU ; Thiamin HCl, 5 ; Pyridoxine HCl, 0.5 ; Cyanocobalamin, 5meg ; Vitamin K, 0.2 ; Ascorbic acid, 50 :

4) Mineral Mixture (%) : CaCO<sub>3</sub>, 29.29 ; CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, 0.43 ; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 34.41 ; NaCl, 25.06 ; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 9.98 ; CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, 0.156 ; Fe (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>7</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.623 ; MnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O, 0.121 ; ZnCl<sub>2</sub>, 0.02 ; KI, 0.0005 ; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O, 0.0025 :

체내질소축적량 = 섭취된 질소량 - (노질소량 + 분질소량)

체내질소축적율 (%) = 체내질소보유량 / 질소 섭취량 × 100

4) 혈액성분 분석

혈청중총단백질 (serum total protein)은 Lowry<sup>11)</sup>에 의해 측정했다. 표준용액은 BPA (Bovine plasma albumin; 0.2mg/ml in LA) 0.1ml를 사용했으며 발색된 검액은 Spectrophotometer (Coleman, model no 14)의 660nm에서 단백질농도를 측정했다.

혈액내 요소질소 (blood urea nitrogen; BUN)는 Bauer법<sup>12)</sup>을 이용했다. 발색된 검액은 Rpectrophotometer의 630nm에서 측정했다.

혈청콜레스테롤은 Klungsoyr 법<sup>13)</sup>을 이용했다. 표준 cholesterol 용액 (1mg/ml)은 E. Merck사 제품을 이용했으며 발색된 검액은 Spectrophotometer의 550nm에서 측정했다.

5) 통계학적 분석

본 실험에서 얻은 흰쥐·흰생쥐의 증체량, 사료 효율, 단백질효율은 난괴법에 의한 분산분석을 했으며<sup>14)</sup> 유의차검정은 LSD 검정을 이용했다.

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료효율 및 단백질효율

1) 증체량

흰숫쥐는 Table 3에서와 같이 실험식이 처리간에 유의차가 있었으며 (p < 0.01) 최대증체량인 A 식이에 대한 최저증체량인 E 식이는 약 48%였다. 동물성단백질 배합비율이 높아질수록 증체량 증가를 보였다. (Fig 1 참조)

흰 암쥐는 Table 4에서와 같이 실험식이 처리간에 유의차가 있었으며 (p < 0.01) 최대증체량인 B 식이에 대한 최저증체량인 E 식이는 약 76.7%였다. 동물성단백질 배합비율이 높아질수록 증체량도 증가를 보였으나 숫쥐와 같이 처리간에 뚜렷한 차는 나타나지 않았다. (Fig 2 참조)

흰 생쥐는 Table 5에서와 같이 실험식이 처리간에 유의차가 있었으며 (p < 0.01) 최대증체량인 C 식이에 대한 최저증체량인 E 식이는 약 58%였다. 쥐와는 달리 C 식이에서 가장 높았고, B, A 식이로 동물성단백질이 증가하여도 증체량은 오히려 감소

Table 3. Performance data of male rats fed experimental diets.

Items	A		B		C		D		E	
	Ap : Vp		• Ap : Vp		Ap : Vp		Ap : Vp		Ap : Vp	
	90 : 10		75 : 25		50 : 50		25 : 75		10 : 90	
Initial weight (g)	52.8 ± 0.90 *		52.5 ± 0.76		52.4 ± 0.66		52.1 ± 0.61		53.1 ± 0.49	
Final weight (g)	197.2 ± 5.84		183.2 ± 6.48		147.3 ± 4.12		140.2 ± 3.09		122.0 ± 2.52	
Weight gain**(g)	144.4 ± 5.09 <sup>dc</sup>		130.7 ± 5.93 <sup>cdc</sup>		93.9 ± 4.49 <sup>ABCab</sup>		88.1 ± 3.44 <sup>ABab</sup>		68.9 ± 2.11 <sup>Aa</sup>	
Food intake (g)	395.6 ± 11.38 <sup>cd</sup>		386.5 ± 9.80 <sup>bccd</sup>		319.9 ± 4.90 <sup>bcbc</sup>		337.0 ± 9.08 <sup>ABab</sup>		299.4 ± 7.17 <sup>Aa</sup>	
Food efficiency ratio ***	0.3 ± 0.010		0.34 ± 0.009		0.29 ± 0.009		0.26 ± 0.002		0.23 ± 0.002	
Protein intake (g)	48.6 ± 1.40		48.0 ± 1.19		37.6 ± 0.57		40.7 ± 1.27		36.2 ± 0.87	
Protein efficiency ratio ***	2.97 ± 0.05		2.72 ± 0.09		2.49 ± 0.09		2.16 ± 0.04		1.90 ± 0.02	

\* Means ± SEM

\*\* Differences between the combined ratio of dietary protein are significant (p < 0.01).

\*\*\* Differences between the combined ratio of dietary protein are significant (p < 0.001).

Different large superscripts represent significant difference (p < 0.01) in the same row

Different small superscripts represent significant difference (p < 0.05) in the same row

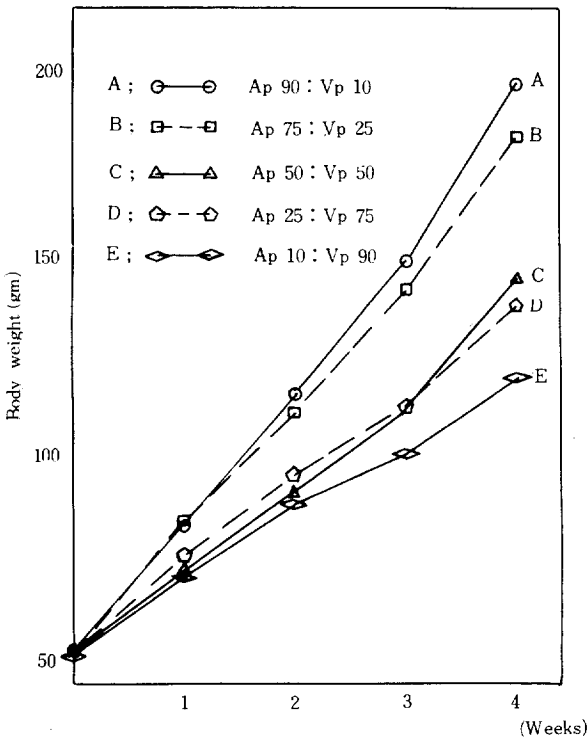


Fig. 1. Weekly body weight changes of male rats.

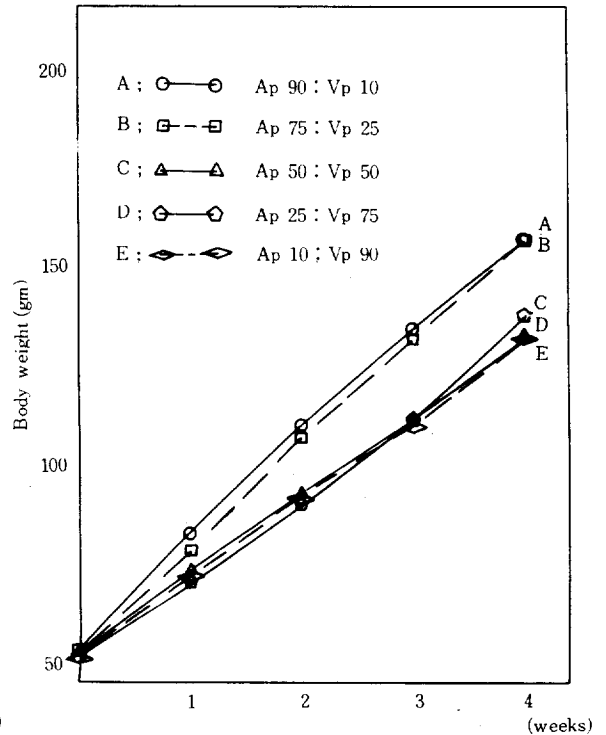


Fig. 2. Weekly body weight changes of female rats

되였다. (Fig 3 참조)

흰 암생쥐는 Table 6 에서와 같이 실험식이 처리 간에 유의차가 없었으나, 최대증체량인 E식이에 대한 최저증체량인 C식이는 약 67%였다. 숫생쥐와는 반대로 C 식이에서 가장 낮게 나타나 일정한 경향을 찾을 수 없었다(Fig 4 참조)

위의 결과로 흰쥐는 암·수 모두 동물성 단백질 배합비율이 높아질수록 증체량도 증가했으나 흰 생쥐는 숫생쥐가 동물성단백질 50% 식이에서 암생쥐는 10% 식이에서 가장 높게 나타나 일정한 경향을 찾을 수 없었다. 동물성단백질인 카제인만을 공급했을 때 성장효과가 좋았다고 한 McLaughlan<sup>15)</sup>의 연

Table 4. Performance data of female rats fed experimental diets.

Items	A	B	C	D	E
	Ap : Vp	Ap : Vp	Ap : Vp	Ap : Vp	Ap : Vp
	90 : 10	75 : 25	50 : 50	25 : 75	10 : 90
Initial weight (g)	52.7 ± 1.36 *	51.3 ± 0.84	50.7 ± 0.71	50.8 ± 0.83	50.4 ± 0.93
Feial weight (g)	157.3 ± 1.21	156.5 ± 2.26	132.5 ± 3.13	137.3 ± 3.14	131.1 ± 4.33
Weight gain ** (g)	104.6 ± 1.56 <sup>cc</sup>	105.2 ± 2.3 <sup>cc</sup>	81.8 ± 2.82 <sup>AB<sub>o</sub></sup>	86.5 ± 2.96 <sup>AB<sub>ab</sub></sup>	80.7 ± 4.12 <sup>A<sub>a</sub></sup>
Food intake (g)	348.1 ± 3.26	369.0 ± 7.30	325.1 ± 9.18	328.0 ± 5.32	334.2 ± 8.60
Food efficiency ratio **	0.30 ± 0.004 <sup>cd</sup>	0.28 ± 0.004 <sup>ABC<sub>bcd</sub></sup>	0.25 ± 0.007 <sup>AB<sub>ab</sub></sup>	0.26 ± 0.005 <sup>ABC<sub>abc</sub></sup>	0.24 ± 0.009 <sup>A<sub>a</sub></sup>
Protein intake (g)	42.8 ± 0.40	45.5 ± 0.90	38.1 ± 1.07	39.6 ± 0.64	40.5 ± 1.04
Protein efficiency ratio **	2.44 ± 0.03 <sup>bd</sup>	2.31 ± 0.04 <sup>AB<sub>bcd</sub></sup>	2.14 ± 0.06 <sup>AB<sub>abc</sub></sup>	2.18 ± 0.04 <sup>AB<sub>ab</sub></sup>	1.99 ± 0.07 <sup>A<sub>a</sub></sup>

\* Means ± SEM

\*\* Differences between the combined ratio of dietary protein are significant (p < 0.01)

Different large superscripts represent significant difference (p < 0.01) in the same row.

Different small superscripts represent significant difference (p < 0.05) in the same row.

Table 5. Performance data of male fed experimental diets.

Items	A	B	C	D	E
	Ap : Vp	Ap : Vp	Ap : Vp	Ap : Vp	Ap : Vp
	90 : 10	75 : 25	50 : 50	25 : 75	10 : 90
Initial weight (g)	13.3 ± 0.25 *	13.2 ± 0.31	13.4 ± 0.28	13.1 ± 0.19	13.4 ± 0.12
Final weight (g)	25.3 ± 0.34	24.5 ± 0.76	27.8 ± 0.70	25.1 ± 0.30	21.5 ± 0.73
Weight gain (g)	12.0 ± 0.36 <sup>AB</sup>	11.3 ± 0.55 <sup>A</sup>	14.4 ± 0.89	12.0 ± 0.26 <sup>AB</sup>	8.1 ± 0.62
Food intake (g)	141.6 ± 5.71	120.6 ± 0.71	125.0 ± 4.96	149.0 ± 2.90	120.5 ± 4.40
Food efficiency ratio **	0.08 ± 0.004 <sup>AB<sub>abc</sub></sup>	0.09 ± 0.008 <sup>AB<sub>bc</sub></sup>	0.12 ± 0.008 <sup>BC</sup>	0.08 ± 0.002 <sup>AB<sub>ab</sub></sup>	0.07 ± 0.002 <sup>A<sub>a</sub></sup>
Protein intake (g)	17.4 ± 0.70	14.9 ± 0.25	14.6 ± 0.58	18.0 ± 0.35	14.6 ± 0.53
Protein efficiency ratio **	0.78 ± 0.04 <sup>AB<sub>abc</sub></sup>	0.76 ± 0.09 <sup>AB<sub>abcd</sub></sup>	0.99 ± 0.10 <sup>B<sub>d</sub></sup>	0.66 ± 0.01 <sup>AB<sub>ab</sub></sup>	0.55 ± 0.04 <sup>A<sub>a</sub></sup>

\* Means ± SEM

\*\* Differences between the combined ratio of dietary protein are significant (p < 0.01)

Different large superscripts represent significant difference (p < 0.01) in the same row.

Different small superscripts represent significant difference (p < 0.05) in the same row.

구결과와 일치했다. 성별에 따른 각 실험동물의 최대증체량을 보면 숫쥐에 대한 암쥐의 최대증체량은 73%였고 암생쥐에 대한 암생쥐의 최대증체량은 77%였다. 이와 같은 결과는 생리적 현상에 의한 것으로 Morrison 등<sup>7)</sup>의 보고와 일치했다.

2) 사료효율

흰숫쥐는 실험식이 처리간에 유의차가 있었다 (P < 0.001), 동물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가했다. 흰암쥐는 실험식이 처리간에 유의차가 있었으며 (P < 0.01), 숫쥐와 같은 경향을 보였다. 성별 따라 사료효율을 비교할 때 숫쥐가 암쥐보다 높았다. 그 이유로는 장과 한<sup>16)</sup>의 연구에서 암쥐의 식이 에너지 수준이 4,000kcalME/kg에서, 숫쥐는 3,600

kcalME/kg에서 각각 높았다고 했으나 본 실험에서는 암·수 모두 3,600kcalME/kg으로 했기 때문이라 생각된다.

흰숫생쥐는 실험식이 처리간에 유의차가 있었으며 (P < 0.01) 증체량과 같은 결과를 나타냈다. 흰암생쥐는 실험식이 처리간에 유의차가 있었다 (P < 0.01) C식이에서 가장 낮았으나 A, B, D, E 식이에 대한 암생쥐의 사료효율은 거의 같았고 증체량과 같이 일정한 경향을 찾을 수 없었다.

이상의 결과를 보면 흰쥐는 암·수 모두 동물성 단백질 배합비율이 높아짐에 따라 증가했다. 흰생쥐는 암생쥐가 동물성 단백질 배합비율 50%에서 가장 높았으나 암생쥐는 가장 낮았던 것으로 일정한

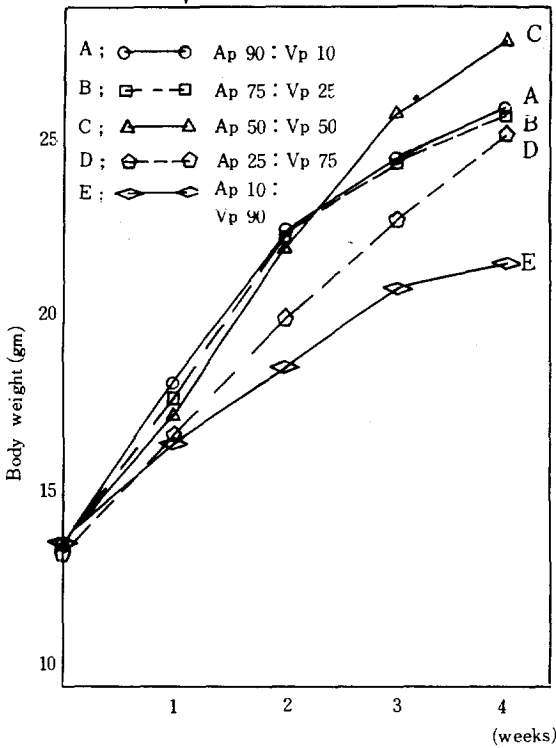


Fig. 3. Weekly body weight changes of male mice

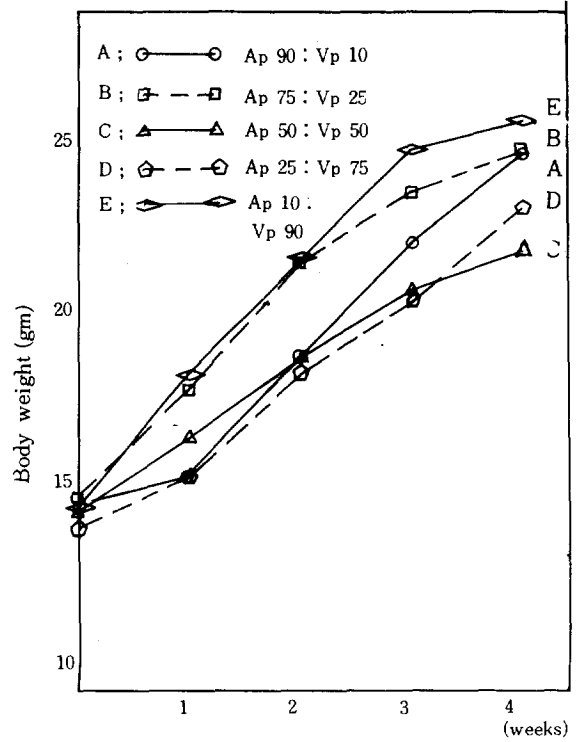


Fig. 4. Weekly body weight changes of female mice.

Table 6. Performance of female mice fed experimental diets.

Items	A	B	C	D	E
	Ap: Vp 90 : 10	Ap : Vp 75 : 25	Ap : Vp 50 : 50	Ap : Vp 25 : 75	Ap : Vp 10 : 90
Initial weight (g)	14.7±0.29*	14.9±0.41	14.5±0.29	14.0±0.27	14.6±0.12
Final weight (g)	24.7±0.35	24.7±0.51	21.9±0.77	23.1±0.57	25.7±0.42
Weight gain (g)	10.0±0.12	9.8±0.92	7.4±0.73	9.1±0.55	11.1±0.51
Food intake (g)	119.4±3.40	126.4±3.75	118.5±4.88	117.4±3.97	129.8±3.41
Food efficiency ratio ***	0.08±0.002 <sup>ab</sup>	0.08±0.002 <sup>ab</sup>	0.06±0.004	0.08±0.003 <sup>aa</sup>	0.09±0.002 <sup>ab</sup>
Protein intake (g)	14.7±0.42	15.6±0.29	13.9±0.57	14.2±0.48	15.7±0.41
Protein efficiency ratio	0.68±0.04	0.62±0.04	0.53±0.02	0.64±0.07	0.71±0.02

\* Means ± SEM

\*\* Differences between the combined ratio of dietary protein are significant (p < 0.001).

Different large superscripts represent significant difference (p < 0.01) in the same row.

Different small superscripts represent significant difference (p < 0.05) in the same row.

경향이 없었다.

3) 단백질효율

체중증가법에 의한 단백질효율은 단백질 섭취량에 대한 증체량으로 Osborne 등<sup>17)</sup>에 의해 정의됐다. Campbell<sup>18)</sup>은 PER이 증체량에 대한 평가라기보다 단백질 질적평가에 보다 정확하다고 보고했다.

흰숫쥐는 실험식이 처리간에 유의차가 있었으며 (P < 0.001) 동물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가했다. 흰암쥐의 단백질효율은 실험식이 처리간에 유의차가 있었다 (P < 0.001). 숫쥐와 같이 동물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가했다. 성별에 따라서는 A 식이에서 숫쥐가 더 높게 나타났는데

Table 7. Effect of dietary animal to vegetable protein on nitrogen retention of male rats.

Items	A	B	C	D	E
	Ap : Vp 90 : 10	Ap : Vp 75 : 25	Ap : Vp 50 : 50	Ap : Vp 25 : 75	Ap : Vp 10 : 90
Nitrogen intake (mg/day)	158.5	173.4	239.2	172.9	180.4
Fecal nitrogen (mg/day)	16.8	20.4	24.1	23.6	17.4
Digested nitrogen (mg/day)	141.7	152.9	215.1	149.3	163.0
% of Nitrogen intake (%)	89.40	88.22	89.44	86.33	90.35
Urinary nitrogen (mg/day)	102.1	93.8	103.9	92.9	92.4
Nitrogen balance (mg/day)	39.6	59.2	111.2	56.4	70.6
Nitrogen retention (%)	24.98	34.14	46.49	32.62	39.13

이는 장과 한<sup>19)</sup>의 보고와도 일치했다. 생후 21~23일 된 숫쥐를 사용할때 PER변이가 적고 재현성과 정확도가 높았다고 보고한<sup>19)</sup> 것과는 일치하지 않았다.

흰생쥐는 실험식이 처리간에 유의차가 있었다 ( $p < 0.01$ ). C식이에서 가장 높고 E식이에서 가장 낮았다. 흰암생쥐는 실험식이 처리간에 유의차가 없었고 일정한 경향을 찾을수 없었다. 각 실험식이 사이에 차이가 거의 없었다. 성별에 대한 차이가 뚜렷하지 않았는데 이는 생쥐의 증체량과 사료 섭취량이 비교적 적기 때문이라고 생각된다. Sure<sup>20)</sup>에의 하면 밀가루 정제옥수수가루와 백미단백질에 1~5% 수준으로 탈지어분을 소량 보충하면 쥐의 체중 증가나 단백질 이용효율이 현저하게 증가했다고 보고한 것과 일치하지 않았다. 이는 동물성단백질 급원으로 카제인과 어분을 혼합하여 사용함으로써 생긴 결과라 생각된다. 실험동물의 종류에 대한 실험식의 단백질효율은 뚜렷한 차이가 나며 생쥐보다 흰쥐의 단백질효율이 현저히 높았다. 이는 실험동물의 종류마다 단백질효율이 다르다는 것을 재확인하게 되었다.<sup>7, 21, 22)</sup>

2. 질소축적율

흰생쥐의 대한 실험결과는 Table 7과 같다. A식은 기호면에서 떨어지고 C식은 기호도가 높은 것으로 생각된다. 분질소배설량은 섭취된 단백질에 비례하나 소화율은 86~90%로 큰 차이가 없었으며 노질소배설량은 질소섭취량에 관계없이 실험식이 처리간에 거의 차이가 없었다. 각 실험식의 질소축적량은 단백질수준이 같을 경우 섭취된 질소량에 비례함을 알 수 있었다. 흰암쥐의 실험결과는 Table 8과 같다. 질소섭취량은 숫쥐와 반대로 E식이에서 가장 낮은 것으로 보아 기호도가 낮았기 때문이다. 분질소배설량은 섭취된 질소량과 관계없이 거의 같았으며 식이 처리간의 단백질소화율은 84~90%로 차이가 있었다. 노질소배설량은 섭취량이 가장 적었던 E식이를 제외하고는 큰 차이가 없었다. 질소축적량은 섭취량이 적은 E식이에서 가장 작았으며 섭취한 질소량에 비례하는 경향이였다. 암쥐는 식이간의 질소축적율에 상당한 차이가 있었다.

흰생쥐는 Table 9와 같다. 섭취된 질소량은 식이중의 동물성단백질 배합비율에 따른 일정한 경향

Table 8. Effect of dietary animal to vegetable protein on nitrogen retention of female rats.

Items	A	B	C	D	E
	Ap : Vp 90 : 10	Ap : Vp 75 : 25	Ap : Vp 50 : 50	Ap : Vp 25 : 75	Ap : Vp 90 : 10
Nitrogen intake (mg/day)	185.3	175.8	174.5	184.7	114.7
Fecal nitrogen (mg/day)	19.6	21.6	18.3	19.4	17.8
Digested nitrogen (mg/day)	165.7	154.3	156.2	165.2	96.9
% of Nitrogen intake (%)	89.44	87.73	89.50	89.47	84.50
Urinary nitrogen (mg/day)	98.9	98.1	80.4	85.9	64.6
Nitrogen balance (mg/day)	66.8	56.1	75.8	79.4	32.3
Nitrogen retention (%)	36.05	31.91	43.44	42.99	28.16

**Table 9.** Effect of dietary animal to vegetable protein on nitrogen retention of male mice.

Items		A	B	C	D	E
		Ap : Vp	Ap : Vp	Ap : Vp	Ap : Vp	Ap : Vp
		90 : 10	75 : 25	50 : 50	25 : 75	10 : 90
Nitrogen intake	(mg/day)	53.9	46.9	56.5	65.8	52.4
Fecal nitrogen	(mg/day)	7.2	5.8	7.9	6.7	5.2
Digested nitrogen	(mg/day)	46.5	41.1	48.6	59.1	47.2
% of Nitrogen intake	(%)	86.57	87.67	86.02	89.77	90.05
Urinary nitrogen	(mg/day)	4.9	8.1	12.1	11.9	25.4
Nitrogen balance	(mg/day)	41.7	33.0	36.5	47.2	21.8
Nitrogen retention	(%)	77.51	70.36	64.60	71.73	41.60

**Table 10.** Effect of dietary animal to vegetable protein on nitrogen retention of female mice.

Items		A	B	C	D	E
		Ap : Vp	Ap : Vp	Ap : Vp	Ap : Vp	Ap : Vp
		90 : 10	75 : 25	50 : 50	25 : 75	10 : 90
Nitrogen intake	(mg/day)	64.2	58.0	59.4	49.8	63.3
Fecal nitrogen	(mg/day)	7.5	6.9	7.2	5.8	5.8
Digested nitrogen	(mg/day)	56.7	51.0	52.2	43.9	57.5
% of Nitrogen intake	(%)	88.37	88.02	87.87	88.25	90.88
Urinary nitrogen	(mg/day)	19.9	12.9	23.1	17.9	24.9
Nitrogen balance	(mg/day)	36.8	38.2	29.1	26.1	32.6
Nitrogen retention	(%)	57.32	65.86	48.99	52.41	51.50

을 찾을 수 없었다. 분질소배설량은 식이섭취량에 비례하는 경향이였으며 소화율은 87~90%로 거의 차이가 없었다. 뇨질소배설량은 식물성단백질 배합비율이 높을수록 증가하는 경향이였다. 질소축적량은 뇨질소배설량과 달리 실험식이간의 배합비율에 관계없이 일정한 경향이 없었다. 특히 동물성 단백질 배합비율이 높아질수록 질소축적율은 증가하는 경향이였다. 흰암생쥐는 Table 10과 같다. 섭취된 질소량과 분질소배설량은 숫생쥐와 같이 일정한 경향을 찾을 수 없었다. 식이간의 단백질소화율은 88~91%로서 식이 처리간에 거의 차이가 없었다. 뇨질소배설량은 숫생쥐와는 다른 경향이거나 E 식이에서 가장 많았다. 질소축적량은 동물성단백질 배합비율에 따라 일정한 경향을 찾을 수 없었다.

이상의 결과로 단백질소화율은 흰쥐는 숫쥐가 86~90%, 암쥐가 84~90%, 생쥐는 숫생쥐가 87~90%, 암생쥐가 88~91%였다. 질소축적율은 흰쥐에서 숫쥐가 25~47%, 암쥐가 28~43%, 흰생쥐는 숫생쥐가 42~78%, 암생쥐가 49~66%였다. 질소축적율은 흰쥐에서보다 흰생쥐에서 높은 것으로 보아 흰생쥐의 체내단백질 이용율이 높음을 알수 있었다. 동물성단백질 배합비율에 대한 질소축적량은 암쥐보다 숫

쥐에서 섭취된 질소량에 더욱 뚜렷하게 비례했다. 그러나 숫생쥐는 질소축적율이 함께 증가하는 경향을 보였는데 이는 식물성단백질 배합비율이 증가할 때 뇨질소배설량이 증가하기 때문이라 생각된다.

### 3. 혈액성분

흰숫쥐의 결과는 Table 11과 같다. B식이를 제외하고는 식이처리간에 큰 차이가 없었던 것은 식이 단백질 수준을 NRC 사양표준치인 12%로 일정급여했기 때문이라 생각된다.

혈청 요소질소량은 D식이를 제외하고는 식물성단백질 배합비율이 높아질수록 약간씩 증가하는 경향을 보였는데 이는 같은 단백질수준이라도 식물성단백질 배합비율이 증가할수록 체내의 질소 이용율을 감소시키는 것으로 생각된다. 혈청콜레스테롤 양은 식이간에 큰 차이가 없었으며 실험개시기와 비교하면 높아졌다. 흰암쥐의 결과는 Table 12와 같다. 혈청총단백질량은 동물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가하는 경향이였고, 개시기와 4주간 사양실험종료 후와 비교할 때 큰 차이가 없었다. 혈청요소질소량은 식물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가했다. A, B식이는 개시기보다 낮았는데 동물성단



**Table 11.** Total protein, urea nitrogen and cholesterol content of serum within the combined ratio of dietary protein in male rats.

Constituents	Total protein (g/100ml)	Urea nitrogen (mg/100ml)	Cholesterol (mg/100ml)
Initial	7.56±0.78	14.40±1.99	67.62± 7.75
A Ap : Vp 90 : 10	8.45±1.29	7.44±0.55	85.89± 1.01
B Ap : Vp 75 : 25	6.98±0.16	7.86±0.67	85.46±13.47
C Ap : Vp 50 : 50	7.96±0.95	9.20±2.04	85.64±16.79
D Ap : Vp 25 : 75	7.27±0.99	11.57±0.99	91.38± 3.43
E Ap : Vp 10 : 90	7.89±1.29	9.94±0.37	89.35± 4.47

**Table 12.** Total protein, urea nitrogen and cholesterol content of serum within the combined ratio of dietary protein in female rats.

Constituents	Total protein (g/100ml)	Urea nitrogen (mg/100ml)	Cholesterol (mg/100ml)
Initial	8.03±0.60	14.34±1.64	89.23± 8.68
A Ap : Vp 90 : 10	8.74±1.77	10.40±0.57	72.94± 4.66
B Ap : Vp 75 : 25	7.60±0.73	9.88±1.69	70.93± 4.10
C Ap : Vp 50 : 50	9.07±1.37	15.82±1.81	89.44± 7.61
D Ap : Vp 25 : 75	8.54±0.73	16.39±3.01	83.78± 1.83
E Ap : Vp 10 : 90	8.43±0.69	19.03±5.60	84.76± 5.60

백질 배합비율이 증가할수록 질소이용율이 높다는 것을 알 수 있었다. 혈청 콜레스테롤량은 일정경향을 찾을 수 없었다. 개시기보다 종료후가 약간 낮았는데 이는 성장기 흰쥐 콜레스테롤 함량은 단백질 12%에서는 큰 영향을 받지 않는 것으로 생각된다.

이상의 결과로 흰쥐 암·수 모두 혈청 총단백질량은 동물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가했다. 혈청요소질소는 식물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가하는 경향이였다. 혈청 콜레스테롤은 식물성 단백질 배합비율에 관계없이 일정한 경향이 없었던 것은 본 실험식이의 단백질수준에서는 성장기의 혈액중 콜레스테롤에 큰 영향을 미치지 않고 있음을 알 수 있었다.

**Table 13.** Total protein, urea nitrogen and cholesterol content of serum within the combined ratio of dietary protein in male mice.

Constituents	Total protein (g/100ml)	Urea nitrogen (mg/100ml)	Cholesterol (mg/100ml)
Initial	7.22	17.95	129.75
A Ap : Vp 90 : 10	8.53	15.25	105.07
B Ap : Vp 75 : 25	9.05	21.69	—
C Ap : Vp 50 : 50	9.49	10.08	152.40
D Ap : Vp 25 : 75	7.37	20.98	155.02
E Ap : Vp 10 : 90	8.63	5.94	—

흰생쥐는 Table 13과 같다. 혈청 총단백질량은 식이간에 일정경향이 없이 개시기보다 종료 후가 약간 높았다. 혈청요소질소는 실험식이에 큰 차가 있으나 일정경향이 없었다. 혈청 콜레스테롤은 A, C, D의 결과로 볼 때 식물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가했다. 흰생쥐의 결과는 Table 14와 같다. 혈청 총단백질함량은 E식이를 제외하고는 식이간에 큰 차이가 없고 실험개시기의 함량보다 높았다. 혈청 요소질소함량은 C와 E식이를 제외하고는 식이간에 차가 없었다. 개시기의 함량보다 약간 높았다. C와 E식은 혈청 총단백질량이 높는데 비해 혈청요소질량이 낮았던 것으로 보아 혈청 총단백질량과 혈청 요소질소함량사이에 상호관계가 있음을 알 수 있었다.<sup>16)</sup> 혈청콜레스테롤량도 실험식이 간에

**Table 14.** Total protein, urea nitrogen and cholesterol content of serum within the combined ratio of dietary protein in female mice.

Constituents	Total protein (g/100ml)	Urea nitrogen (mg/100ml)	Cholesterol (mg/100ml)
Initial	7.44	19.95	120.59
A Ap : Vp 90 : 10	7.79	21.03	129.88
B Ap : Vp 75 : 25	7.79	23.90	150.02
C Ap : Vp 50 : 50	8.16	16.08	115.81
D Ap : Vp 25 : 75	7.79	20.08	133.20
E Ap : Vp 10 : 90	9.67	14.17	—

일정한 경향은 없으나 전체적으로 개시기보다 종료 후가 높았다.

이상의 결과로 흰쥐는 암·수 모두 혈청단백질량은 거의 차이가 없었으나, 동물성단백질의 배합비율이 높아질수록 증가하는 경향이고 흰생쥐에서는 암·수 모두 일정경향이 없었다. 혈청요소질소는 흰쥐 암·수 모두 식물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가하는 경향이나 흰생쥐는 일정한 경향이 없었다. 혈청콜레스테롤은 흰쥐 암·수 모두 식물성단백질 배합비율에 따라 일정한 경향이 없었다. 흰생쥐 암·수 모두 실험종료후가 개시기보다 높게 나타났다.

Jones등<sup>23)</sup>은 식이중 단백질함량이 12~18%일때 가장 적당하나 이보다 증가 또는 감소됨에 따라서 혈청콜레스테롤 농도가 증가했다고 보고한 결과와 일치하지 않았다. 이는 식이 에너지수준을 3,600 kcal ME/kg, 단백질수준을 12%로 고정했기 때문이라 생각된다.

요 약

흰쥐와 흰생쥐 암·수 각 30마리씩에 대한 실험 개시기와 종료후의 결과로서 나타난 식이에 대한 사양실험, 대사실험, 혈액성분분석 실시 결과는 다음과 같다.

1. 증체량은 흰쥐 암·수 모두 동물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가했다. 흰생쥐는 숫생쥐가 C식이에서 최대를, E식이에서 최저를 나타냈으나 암생쥐는 반대였다
2. 식이효율은 흰쥐 암·수 모두 동물성 단백질 배합비율이 높아질수록 증가했으며 암쥐보다 숫쥐에서 높았다. 흰생쥐는 숫생쥐가 증체량과 같은 경향이었으나 암생쥐는 일정경향이 없었다. 암생쥐보다 숫생쥐의 식이효율이 높았다.
3. 단백질효율은 흰쥐 암·수 모두 동물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가했다. 흰생쥐는 숫생쥐의 증체량, 식이효율은 같은 경향이나 암생쥐는 일정한 경향이 없었다.
4. 질소보유율은 흰쥐 암·수 모두 단백질수준이 같을때 섭취질소량에 비례함을 보였다. 흰생쥐는 숫생쥐가 동물성 배합비율이 높아질때 증가하였다. 암생쥐는 일정한 경향이 없었다. 질소축적율은 흰생쥐에서 높게 나타나 체내 단백질이용이 흰쥐보다 높음을 알 수 있었다.
5. 혈청성분에서는 혈청 총단백질량은 흰쥐 암·수 모두 차이가 없으나 동물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가하는 경향이었다. 흰생쥐는 암·수 모두 일정한 경향이 없었다. 혈청요소질소량은 흰쥐의 경우 암·수 모두 식물성단백질 배합비율이 높아질수

록 증가했다. 흰생쥐는 일정한 경향이 없었다. 혈청콜레스테롤량은 흰쥐 암·수 모두 단백질배합비율에 관계없이 일정한 경향이 없었다. 흰생쥐는 숫생쥐가 식물성단백질 배합비율이 높아질수록 증가했으나 암생쥐는 일정한 경향이 없었다.

6. 위의 결과로 실험식이중의 동물성단백질 배합비율이 높은 A, B식이에서 흰쥐는 증체량, 사료효율, 단백질효율이 좋았다. 흰생쥐는 숫생쥐가 C식이, 암생쥐가 E식이에서 높게 나타났다. 이는 생쥐의 증체량이 이유에서부터 성숙기까지 큰 차이가 없다는 것과 흰쥐와는 다른 단백질수준이 요구된다고 생각된다.

Reference

1. 주진순 : 한국영양학회지, 1(1), 37(1968)
2. 유정열 : 한국영양학회지, 2(4), 113(1969)
3. 허금, 유정열, 이기열, 성낙용, 채범석, 차철환 : 한국영양학회지, 3(1), 2(1970)
4. 한인규 : 한국영양학회지, 5(1), 7(1972)
5. 권이혁, 정두영 : 현대의학, 7(4), 471(1967)
6. Jelliffe, D.B.: Infant nutrition in the subtropics and tropic. (W.H.O. Monograph Series, No. 29 Geneva (1955)
7. Morrison, A.B. and Campbell, J.A.: *J. Nutr.*, 70 112 (1960)
8. Hayward, J.W. and Hafner, F.H.: *Poul. Sci.*, 30, 139(1941)
9. Andrew, J.W. and Page, J.W.: *J. Nutr.*, 104, 1091 (1974)
10. A.O.A.C. (12th ed.) (1980)
11. Lowry, O.H., Rosebrough, N. J., Farr, A.L. and Randall, R.J.: *J. Biol. Chem.* 193, 265 (1951)
12. Bauer, J. D., Ackermann, P. G. and Toro, G. : *Clinical Laboratory Methods*(Mosby, C. V. Company 8th ed.) (1974)
13. Klungsoyr, L., Hawkenes, E. and Kloss, K. : *Clin. Chem. Acta*, 3, 514 (1958)
14. 조재영, 장권열 : 실험통계분석법(1982)
15. McLaughlan, J. M. and Morrison, A. B. : Evaluation of Protein Evolution in Mammalian Protein Metabolism (Munro, H. N. 3, Academic Press, N. Y. ) (1960)
16. 장유경, 한인규 : 한국영양식량학회지, 11(1) 57(1982)
17. Osborne, T. B., Mendel, L. B. and Ferry, E. L. : *J. Biol. Chem.*, 37, 223(1919)

18. Campbell, J. A.: *Methology of Protein Evaluation* (Pub. 21, 1044, Am. Univ. of Beirut, Lebanon); (1963)
19. Chapmen, D. G., Castillo, R. and Campbell, J. A.: *Can. J. Biochem. Physiol.* **37**, 679 (1959)
20. Sure, B.: *J. Nutr.* **61**, 547 (1957)
21. 한인규, 최성식, 이영철: *가축영양*, 227 (1975)
22. Platt, B. S. and Miller, D. S.: *Proc. Nutr. Soc.* **17**, 106 (1958)
23. Jones, R. J. and Huffman, S.: *Proc. Soc. Exp. Biol Med.*, **93**, 519 (1956)