

大豆蛋白質에 DL-Methionine의 補充이 흰쥐의 成長, 體內 代謝 및 體組成에 미치는 影響

朴 陽 子・韓 仁 圭

서울대학교 農科大學

**Effect of Isolated Soyprotein Supplemented with DL-Methionine on
the Growth, Metabolism and Body Composition in Albino Rats**

Yaung-Ja Park · In-Kyu Han

College of Agriculture, Seoul National University

= ABSTRACT =

The effect of methionine supplementation to the isolated soyprotein(ISP) diet on the growth, body metabolism and composition of the Albino male rats was studied. Three levels (0.3, 0.6 and 0.9%) of methionine were supplemented to the ISP diet with the constant levels of energy and protein of 3,600 kcal/kg and 20%, respectively.

The body weight and weight gain of the growing rats were significantly increased by 0.3% methionine supplementation to the ISP diet compared to the ISP diet ($P < 0.05$). The effects of methionine supplementation to the ISP diet tended to be larger with increasing of the level of methionine supplementation, 0.6 and 0.9%, were statistically insignificant. Food and gross energy intake of growing rats fed the ISP diet or the ISP supplemented with methionine diet were lower than those fed the casein diet ($P < 0.05$).

FER and PER of all the methionine supplemented diets were higher than those of the ISP or casein diet ($P < 0.05$) without significant differences among the supplementation levels of methionine to the diets.

The weight gain of adult rats fed 0.9% methionine supplemented ISP diet were higher than those of the other treatments with significant difference. The effects of methionine supplementation to the ISP diet on the protein digestibility, BV, NPU, N-balance, N-retention, and body and liver compositions were not significant.

緒 論

細胞組織의 成長이나 維持, 또는 다른 代謝的 機能을 위하여 모든 아미노酸이 必要하지만 그중에서 體內에서 合成할 수 없는 必須아미노酸은 음식으로 攝取해야 함이 알려진지 오래다. 體蛋白質의 合成을 위한 食餌蛋白質의 利用 効率は 蛋白質의 必須아미노酸 組成과 關係가 있음이 밝혀졌고¹⁾ 食餌蛋白質의 아미노酸 組成이 要求量에 접근할수록 體內的 利用 効率は 높아진다²⁾. 그리하여 곡류인 쌀, 밀, 옥수수, 보리 등에 制限아미노산을 補充했을 때, 改善의 效果로 增體量을 비롯하여 蛋白質効率(PER), 正味蛋白質 比率(NPR), 正味蛋白質 利用効率(NPU) 등이 增加된다고 報告된 바 있다^{3,4)}.

良質의 蛋白質로 認定받고 있는 大豆蛋白質도 methionine을 補充시켰을 때 蛋白質効率が 增進된다는 報告도 있다. Woods 등⁵⁾은 완두콩 蛋白質의 制限아미노酸 methionine임을 발견하고 0.3%를 補充해서 營養的 効률을 높일 수 있었다고 했으며 Russell 등⁶⁾은 成長期의 쥐를 이용한 실험에서 食餌蛋白質 10% 수준에서 大豆와 chick pea의 營養價는 다른 豆類의 것보다 좋았다고 했으며 이같은 豆類에 0.1%의 methionine을 補充함으로써 成長反應이 좋아졌으며 0.6%로 補充했을 때에는 成長反應이 더 높아졌다고 했다. Sherwood 등⁷⁾은 이유시킨 쥐에게 0.3%의 methionine을 보충한 cow-pea를 먹어서 增體의 效果를 보였으며 Henry 등⁸⁾은 100g의 쥐에게 10%의 大豆蛋白質이나 casein에 L-methionine이나 cystine을 補充시킨 飼料를 給與하여 肝窒素含量이나 正味蛋白質 利用効률을 개선시켰다. 大豆蛋白質 食餌에 L-methionine이나 N-acetyl-L-methionine을 補充시킴으로써 窒素均衡을 개선시킨 예가 어린이⁹⁾나 청년¹⁰⁾ 및 성인¹¹⁾을 대상으로 연구 보고된 바도 있다.

그러나 methionine을 과잉 攝取하면 오히려 毒性을 나타내게 되며^{12,13)}, Benevenga와 Harper¹⁴⁾는 低蛋白質 飼料에 1.5~2.0%의 L-methionine을 添加했을 때 흰쥐의 飼料攝取量의 低下를 가져올 뿐만 아니라 成長率의 低下를 초래했으며 이에 glycine과 serine을 補充한 경우, methionine의 毒性이 제거되었다고¹⁵⁾했다.

Girard-Globa와 Forstier¹⁶⁾는 18% casein飼料에 2% DL-methionine과 혹은 DL-serine을 補充했을 때, 離乳期의 쥐에서 血漿과 肝의 유리 threonine 量을 減少시켰다고 했다.

에너지와 蛋白質의 水準을 정상으로 한 大豆蛋白質(isolated soyprotein) 食餌에 DL-methionine의 補充 水準을 0.3%, 0.6%, 0.9%로 증가시켰을 때의 多角的인 營養效果를 파악코저 흰쥐의 成長, 增體量, 飼料効率, 蛋白質 및 에너지 効率, 體內 代謝 및 體組成面에서 研究 檢討하였다.

研究 方法

離乳시킨 Sprague-Dawley係의 albino 숫쥐에게 (60g) 고형사료를 給與하면서 장소 및 철제케이지에 5일간 적응시킨 후 36마리를 체중에 따라 난괴법에 의해 6군으로 나누었으며 處理당 6반복씩, 한케이지당 한마리씩 배치하였다. 實驗開時期의 體組成 分析用과 內因性 蛋白質을 위한 5% casein + 0.3% DL-methionine 食餌群에는 各各 3마리씩 모두 6마리를 제공했다.

實驗食餌의 에너지 및 蛋白質 水準은 3,600 kcal/kg과 20%로 一定하게 했고 DL-methionine 補充 水準은 大豆蛋白質群(isolated soyprotein, ISP)에는 0.3%, 0.6%, 0.9%로 하였고 casein군에는 0.3%로 하였다.

實驗期間동안 물과 飼料는 自由給食시켰으며 24±3℃ 55~60%의 相對濕도를 유지했으며 매주 일정한 시간에 飼料제거 2시간 후에 쥐의 체중을 측정했다. 成長實驗은 4週間 실시했고 各 處理當 3마리씩은 成長實驗완료와 동시에 體組成을 위해 도체分析했고 나머지 3마리씩은 대사케이지에 한마리씩 완전 임의 배치하여 옮겨서 10일간의 環境 適應期間을 지낸후 1주일간의 代謝實驗을 實施하였다.

實驗食餌의 배합비율 및 化學的 組成은 Table 1과 같다. 飼養管理, 代謝實驗, 屠體分析 및 일반 化學分析은 前研究¹⁷⁾와 같으며 肝의 total 및 free cholesterol 含量은 Leffler와 McDougald¹⁸⁾의 改良法에 하여 bilirubin을 제거한 후 측정하였다.

處理別 平均比較는 LSD검정법¹⁹⁾에 따랐다.

結果 및 考察

20% 大豆蛋白質 食餌에 0.3%, 0.6%, 0.9%의 DL-methionine을 補充했을 때의 營養效果를 20% casein 群과 이에 0.3% methionine을 補充한 群과 比較 檢討하기 위하여 成長 및 代謝實驗을 실시하였던 바 그 結果는 다음과 같다.

成長實驗 (Table 2) :

4 주간의 成長實驗 후 흰쥐의 增體量은 0.3% methionine 補充 大豆蛋白質群보다 大豆蛋白質 單獨群에서 적었고 ($P < 0.05$) methionine의 補充 水準을 增加시킬수록 增加되었으나 0.3% 補充群과 0.9% 補充群간의 差異에 有意性은 없었다. 비록 통계적 유의차는 없었으나 大豆蛋白質에 0.9% methionine을 補充시켰을 때의 增體量은 casein 單獨群의 것보다 더 나은 效果를 보였다.

반면 飼料攝取量이나 총에너지 攝取量은 casein 單獨群에서 가장 많았으며 ($P < 0.05$), 다른 群에서는 모두 casein 單獨群에서 보다 적었으나, 다른 群간의 差異에 有意性은 볼 수 없었다.

飼料效率, 에너지效率이나 蛋白質效率은 同一한 傾向을 나타냈으며, 大豆蛋白質이나 casein 單獨群에서 낮았고 이들에 methionine을 補充했을 때 높았으나 ($P < 0.05$), 補充 水準에 따른 差異에 有意性은 없었다.

이는 콩에 0.3%⁵⁷⁾나 0.6%⁶⁾의 methionine을 補充했을 때 成長率이나 蛋白質效率을 增加시켰다는 報告들과 같은 傾向이었고 大豆蛋白質에 0.9% methionine을 補充했을 때의 增體 效果는 통계적 유의성은 없었으나 casein의 것을 증가하는 成長 反應을 보임으로써 補充한 制限아미노산의 生物學的 利用性이 크게 增進되었음을 시사하는 것으로 본다.

代謝實驗 :

7 日間の 代謝實驗 結果는 Table 2 와 같다. 흰쥐의 最終體重은 代謝實驗 開時期의 平均 體重과 同一하게 0.9% methionine 補充 大豆蛋白質群에서 가장 높았으며 ($P < 0.05$), casein 單獨群이나 0.3% methionine 補充의 casein 群과 같았다. 增體量은 體重과 같은 傾向이었으나 處理間的 差異에 有意性은 없었다. 즉 成長實驗期와는 달리 代謝實驗 期間 중에는 methionine 補充에 따른 增體 效果는 현저하게 나타나지 않았다. 이

Table 1. Formular and chemical composition of experimental diets with different combination of proteins supplemented with or without methionine (g/100g diet)

Protein source Methionine (%)	Casein		Isolated soyprotein (ISP)			
	0	0.3	0	0.3	0.6	0.9
Ingredients :						
Casein	23	23	0	0	0	0
Isolated soyprotein (ISP)	0	0	23	23	23	23
Starch	50	49.7	50	49.7	49.4	49.1
Glucose	10	10	10	10	10	10
Soybean oil	5	5	5	5	5	5
α -Cellulose	6	6	6	6	6	6
Vitamin mixture ¹⁾	2	2	2	2	2	2
Mineral mixture ²⁾	4	4	4	4	4	4
DL-methionine	0	0.3	0	0.3	0.6	0.9
Chemical composition :						
Moisture	11.02	11.47	10.91	10.79	10.66	11.03
Fat	4.33	3.55	4.35	4.44	5.05	5.15
Protein	19.70	19.58	19.86	19.93	20.75	20.04
Ash	3.58	3.64	4.28	4.00	4.28	4.02
Fiber	3.25	3.46	2.38	2.34	2.80	2.10
GE ⁴⁾ (kcal/g) ³⁾	4.135	4.221	4.282	4.260	4.290	4.237
ME ⁵⁾ (kcal/kg)	3,557	3,555	3,565	3,554	3,544	3,533

1), 2) Compositions of vitamin and mineral mixture are listed else-where¹⁷⁾.

3) Determined by bomb calorimeter.

4) GE (Gross energy).

5) ME (Metabolizable energy).

Table 2. Weight gain(WG), food intake(FI), food efficiency ratio(FER), gross energy(GE) intake, energy efficiency and protein efficiency ratio(PER) of growing rats fed the ISP diets supplemented with different levels of methionine during the growing and digestion trials

Protein source	Methionine level (%)	Initial weight (g)	Final weight (g)	Weight gain (g/day)	Food intake (g/day)	FER	GE intake (kcal/day)	Energy efficiency (WG(g)/100kcal)	PER
Grow. trial									
ISP	0.0	79±9.0	206 ^{b*} ±25 ^{**}	4.6 ^b ±0.9	15.8 ^b ±2.1	0.29 ^b ±0.03	68 ^b ±3.1	6.7 ^b ±0.58	1.4 ^b ±0.13
	0.3	80±7.2	234 ^a ±19	5.5 ^a ±0.6	15.7 ^b ±1.8	0.35 ^a ±0.02	67 ^b ±4.2	8.2 ^a ±0.43	1.8 ^a ±0.09
	0.6	80±7.9	241 ^a ±18	5.7 ^a ±0.7	16.6 ^b ±1.3	0.34 ^a ±0.02	71 ^b ±2.9	8.1 ^a ±0.57	1.7 ^a ±0.12
	0.9	80±8.0	253 ^a ±19	6.2 ^a ±0.7	17.1 ^b ±1.6	0.36 ^a ±0.02	74 ^b ±3.0	8.4 ^a ±0.54	1.8 ^a ±0.11
Casein	0	79±9.4	244 ^a ±27	5.9 ^a ±0.7	20.6 ^a ±1.9	0.29 ^b ±0.02	85 ^a ±2.2	6.9 ^b ±0.41	1.5 ^b ±0.10
	0.3	78±9.2	263 ^a ±20	6.6 ^a ±0.8	17.8 ^b ±1.1	0.37 ^a ±0.03	75 ^b ±2.4	8.7 ^a ±0.83	1.9 ^a ±0.18
Digest. trial									
ISP	0.0	285 ^b ±13	313 ^b ±21	3.9 ^{ns} ±1.3	20.6 ^{ns} ±2.0	0.19 ^{ns} ±0.05	88 ^{ns} ±8.6	4.3 ^{ns} ±1.13	
	0.3	284 ^b ±34	310 ^b ±40	3.8 ±1.1	19.6 ±2.2	0.19 ±0.04	83 ±9.3	4.5 ±0.83	
	0.6	289 ^b ±12	314 ^b ±9	3.5 ±0.4	18.8 ±1.4	0.18 ±0.03	86 ±5.1	4.0 ±0.93	
	0.9	317 ^a ±13	350 ^a ±13	4.8 ±0.6	22.5 ±1.4	0.21 ±0.02	95 ±5.8	5.0 ±0.38	
Casein	0	321 ^a ±3	353 ^a ±13	4.6 ±1.6	24.0 ±1.9	0.19 ±0.06	99 ±8.0	4.5 ±1.27	
	0.3	324 ^a ±20	354 ^a ±20	4.3 ±0.8	20.3 ±0.8	0.21 ±0.03	86 ±3.2	5.0 ±0.54	

* Mean values with the same superscripts within each trial are not significantly different ($P < 0.05$).
 ** SE
 ns (non-significance)

Table 3. Digestibilities, biological values and net protein utilization of the ISP diets supplemented with different levels of methionine

Protein source	Methionine level (%)	Apparent digestibility (%)	True digestibility (%)	Biological value (%)	True biological value (%)	NPU (%)
ISP	0.0	94±1.18 ¹⁾	97±0.55	37.9±12.33	51.2±11.64	49.5±10.93
	0.3	94±1.18	97±0.35	39.9±14.01	53.8±14.83	52.2±14.38
	0.6	95±1.40	98±1.35	49.5±5.52	62.3±4.60	58.4±0.45
	0.9	94±0.72	97±0.75	47.2±13.80	58.0±12.68	46.3±12.22
Casein	0	94±1.27	98±0.64	30.3±12.98	42.1±12.19	37.5±5.54
	0.3	95±0.58	98±0.61	39.4±7.34	48.1±15.60	47.1±15.43

1) Mean ± SE

같은 결과는 흰쥐의 成長期 methionine 要求量²⁰⁾은 0.6%이지만 維持要求量은 점차 0.23%로 저하되는 데에 기인하는 것으로 思料된다. 大豆蛋白質 單獨食餌의 methionine 량은 0.26%로 成長期의 要求量에는 미달되어 증체량이 저조했다가 이에 0.3%, 0.6% 및 0.9%의 methionine을 補充함에 따라 더 좋은 成長 反應을 나타냈

으나 代謝實驗 期間의 成熟期에는 20%의 大豆蛋白質 食餌만으로도 維持要求量을 上廻하게 되어 大豆蛋白質에 0.3%나 0.6%의 methionine을 補充시킨 群과 大豆蛋白質 單獨群間에 增體量의 差異에 有意性이 나타나지 않았던 것으로 본다. 飼料攝取量, 飼料 및 에너지效率이나 총 에너지攝取量(GE)은 處理間의 差異에 有意性

없이 同一했다.

그러나 20% 大豆蛋白質에 0.9% methionine으로 補充했을 때 增體量이 다른 大豆蛋白質 單獨이나 0.3%, 0.6% methionine 補充群보다 有意性있게 높았던 것은 아미노酸인 methionine을 要求量 水準 以上으로 많이 補充하여 攝取하였을 때 이 methionine의 體內 代謝 過程이 增體量을 크게 하는 效果를 나타낸 것으로 사료된다. Aguilar 등²¹⁾은 methionine의 탄소로부터 CO₂의 전환율이 다른 아미노酸보다 2배 정도 더빠르며 要求량의 1/2 정도만 攝取해도 methylation 反應을 위해 酸化률이 높은 것으로 報告했으며 methionine 要求량의 80~90%는 cystine으로 補充할 수 있는 것으로 알려졌다²²⁾.

한편 20%의 大豆蛋白質 食餌에 0.9%까지 DL-methionine을 補充해도 methionine의 과잉 攝取로 인한 毒性 效果인 飼料攝取量の 低下나 成長率의 低下 現象은 없었다.

食餌 蛋白質의 消化率 生物價 및 正味蛋白質 利用 効率は Table 3과 같이 大豆蛋白質 單獨群에서나 이에 methionine의 補充 水準을 달리한 群에서나 差異를 보이지 않았으며, casein群이나 0.3% methionine 補充의 casein群과 同一한 效果를 나타냈다.

窒素攝取量은 Table 4와 같이 大豆蛋白質食餌에 methionine의 補充水準에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나 窒素平衡이나 蓄積率은 增加하는 傾向이었다.

體組成 :

成長實驗 후와 代謝實驗 후, 屠體分析에 의하여 얻은 흰쥐의 平均 體組成 및 肝組成은 Table 5와 같다.

屠體무게는 大豆蛋白質 食餌에 methionine의 補充 水準을 增加시킴에 따라 增加하는 傾向이었으나 casein

群보다는 적었다. 體水分과 體脂肪, 體蛋白質은 모든 處理에서 一定했다. 實驗開時期 이유기 흰쥐의 體組成과 比較해 볼때 成長함에 따라 體水分은 減少하는 反面, 體脂肪과 體蛋白質은 增加하는 傾向이었다.

肝무게는 屠體무게와 同一한 傾向으로 0.9% methionine 補充의 大豆蛋白質群과 casein群에서 높았고, 肝脂肪과 肝蛋白質은 모든 處理間에 一定한 傾向을 보였다. 이는 10%의 大豆蛋白質이나 casein에 methionine을 補充했을 때 肝蛋白質量이 增加되었다는 報告⁸⁾와는 일치하지 않았는데 그 原因은 本 研究에서는 20%의 食餌蛋白質 水準으로 食餌蛋白質 水準이 달랐던 데에 있는 것으로 본다. 體組成은 一定期間 동안은 蛋白質의 水準이나 質의 差異에 따른 影響을 받지 않는다는 報告²³⁾와 같은 傾向이었다.

肝의 單位 무게當 遊離 및 總 cholesterol 함량은 모든 處理에서 一定했으며 이는 atherogenic diet가 아닌 食餌에서는 食餌蛋白質 組成에 의하여 影響받지 않음을 나타내었다.

摘 要

大豆蛋白質에 制限 아미노酸인 methionine의 補充이 흰쥐의 成長, 體內 代謝 및 體組成에 미치는 影響을 규명하기 위하여 成長 및 代謝實驗을 實施하였다. 食餌의 에너지와 蛋白質 水準을 3,600kcal/kg과 20%로 固定하고 補充 水準을 0.3%, 0.6%, 0.9%로 하였다.

이상의 實驗을 통하여 얻어진 結果는 다음과 같다.

1) 成長期 흰쥐의 體重과 增體量은 大豆蛋白質 食餌에 0.3% methionine을 補充해도 현저하게 증가되었고 ($P < 0.05$), 0.6%와 0.9%로 補充 水準을 增加시킴

Table 4. Nitrogen intake and nitrogen metabolism of rats fed the ISP diets supplemented with different levels of methionine

Protein source	Methionine level (%)	N intake (mg/day)	Fecal N (mg/day)	Digested N (mg/day)	Urinary N (mg/day)	N balance (mg/day)	N retention (%)
ISP	0.0	655 ± 64.09 ¹⁾	42.5 ± 5.95	613 ± 65.68	380 ± 81.40	233 ± 87.50	35.6 ± 5.12
	0.3	624 ± 69.51	39.1 ± 2.79	585 ± 67.51	357 ± 12.33	228 ± 64.47	36.5 ± 12.91
	0.6	625 ± 46.65	39.2 ± 8.16	592 ± 49.23	298 ± 9.29	294 ± 57.98	47.0 ± 5.78
	0.9	721 ± 43.10	42.3 ± 5.97	679 ± 40.26	362 ± 72.22	317 ± 94.27	44.0 ± 12.99
Casein	0	748 ± 70.94	46.6 ± 5.59	709 ± 65.90	492 ± 88.71	217 ± 100.32	28.7 ± 12.22
	0.3	637 ± 23.90	34.1 ± 4.00	603 ± 20.03	366 ± 56.63	237 ± 37.61	37.2 ± 5.82

1) Mean ± SE

에 따라 體重과 增體量은 增加되었으나 統計的 有意差
가 없었다.

2) 飼料攝取量이나 總에너지 攝取量은 大豆蛋白質
單獨食餌群이나 이에 methionine을 보충시킨 모든 群
에서 casein 單獨食餌群에 比하여 적었으나 ($P < 0.05$),

處理間의 差異에 有意性은 없었다.

3) 飼料, 에너지 및 蛋白質 效率은 大豆蛋白質이나
casein 單獨 食餌群에서 낮았고 이들에게 methionine
을 補充했을 때 높아졌으나 ($P < 0.05$), 補充 水準에 따
른 差異에 有意性은 없었다.

4) 代謝實驗 期間中 흰쥐의 體重, 增體量은 0.9%
methionine 補充의 大豆蛋白質群에서 가장 높았으나
($P < 0.05$), methionine 補充水準에 따른 增體의 效果
는 현저하게 나타나지 않았다.

5) 大豆蛋白質의 消化率, 生物價, 正味蛋白質利用効
率, 窒素均衡 및 蓄積率, 體組成은 同一한 傾向으로 大
豆蛋白質에 methionine의 補充 水準을 增加시킴에 따
른 統計的 유의차는 없었다.

Acknowledgement

The authors appreciate for the cooperation of
Dr. Ira J. Lichton, Department of Human Nutriti-
on and Food Technology, University of Hawaii,
in the analysis of rat's liver cholesterol.

REFERENCES

- 1) Osborne, T.B. and L.B. Mendel: *Amino acids in nutrition and growth*. *J. Biol. Chem.* 17:325-349, 1914.
- 2) Black, R.J. and H.H. Mitchell: *The correlation of the amino acid composition of proteins with their nutritive value*. *Nutr. Abst. and Revs.* 14: 249-257, 1946.
- 3) Bressani, R., L.G. Elias and A.T. Valiente: *Effect of cooking and of amino acid supplementation on the nutritive value of black beans*. *Brit. J. Nutr.* 17:69-78, 1963.
- 4) Howe, E.E., G.R. Jansen and E.W. Gilfillan: *Amino acid supplementation of cereal grains as related to the world food supply*. *Am. J. Clin. Nutr.* 66:315-320, 1965.
- 5) Woods, E., W.M. Beeson and D.W. Bolin: *Field peas as a source of protein for growth*. *J. Nutr.* 26:327-335, 1943.
- 6) Russell, W.C., M.W. Taylor, T.G. Mehrhof and R.R. Hirsch: *The nutritive value of the protein of varieties of legumes and effect of methi-*

Table 5. Body and liver composition of rats fed the 20% ISP diets supplemented with different levels of methionine

Protein source	Methionine level(%)	Carcass			Liver		Liver cholesterol (per g wet liver)			
		Weight(g)	Moisture(%)	Fat(%)	Protein(%)	Weight(%)	Fat(%)	Protein(%)	Total (mg)	Free(mg)
Initial		97	69	11.0	14.7	-	-	-	-	-
ISP	0	222±18.5	65±2.1	12.3±3.9	21.4±1.2	7.3±0.8	4.6	22.3±0.5	9.1±1.0	2.6±0.11
	0.3	226±23.5	65±2.1	13.4±2.6	20.2±0.8	8.1±1.0	4.6	22.4±1.1	8.9±1.1	2.4±0.01
	0.6	239±13.9	65±2.0	13.9±2.9	20.3±0.5	8.3±0.5	4.6	21.0±0.8	8.5±0.4	2.2±0.11
	0.9	251±14.4	65±3.3	14.0±4.0	20.0±0.8	9.5±1.5	4.7	22.6±1.5	8.4±0.1	2.6±0.10
Casein	0	256±5.6	63±1.6	16.1±2.9	20.3±0.6	10.3±0.7	4.9	20.6±0.7	8.6±0.5	2.3±0.06
	0.3	280±32.3	64±1.7	14.2±3.4	19.7±1.3	10.5±1.0	5.0	21.7±2.2	9.0±0.2	2.8±0.26

1) Mean ± SE

- onine supplementation. *J. Nutr.* 32:313-325, 1946.
- 7) Sherwood, F.W., V. Weklon and W.J. Peterson: *Effect of cooking and of methionine supplementation on the growth-promoting property of cowpea (vigna sinensis) protein.* *J. Nutr.* 55: 199-208, 1954.
- 8) Henry, K.M., R.M. Cormack and H.W. Kosterlitz: *The determination of nutritive value of a protein by its effect on liver nitrogen in rats.* *Brit. J. Nutr.* 15: 199-212, 1961.
- 9) Graham, G.G., W.C. Madean, JR. and R.P. Placko: *Plasma amino acids of infants consuming soybean proteins with and without added methionine.* *J. Nutr.* 106:1307-1313, 1976.
- 10) Zezulka, A.Y. and D.H. Calloway: *Nitrogen retention in men fed varying levels of amino acids from soy protein with or without added L methionine.* *J. Nutr.* 106:212-221, 1976.
- 11) Zezulka, A.Y. and D.H. Calloway: *Nitrogen retention in men fed isolated soybean protein supplemented with L-met., D-met., N-acety-L-methionine, or in-organic sulfate.* *J. Nutr.* 106: 1286-1291, 1976.
- 12) Harper, A.E.: *Amino acid toxicities and imbalances. In Mammalian Protein Metabolism, ed. by H.N. Munro and J.B. Allison, Academic Press, Vol. II. 87-134, 1964.*
- 13) Harper, A.E., N.J. Benevenga, and R.M. Wohlhueter: *Effects of ingestion of disproportionate amounts of amino acids.* *Physiol. Rev.* 50: 428-558, 1970.
- 14) Benevenga, N.J. and A.E. Harper: *Alleviation of methionine and homocystine toxicity in the rat.* *J. Nutr.* 93:44-54, 1967.
- 15) Benevenga, N.J. and A.E. Harper: *Effect of glycine and serine on methionine metabolism in rats fed diets high in methionine.* *J. Nutr.* 100: 1205-1214, 1970.
- 16) Girard-Globa, A., P. Robin and M. Forstier: *Long-term adaptation of weanling rats to high dietary levels of methionine and serine.* *J. Nutr.* 102:209-218, 1972.
- 17) Park, Y.J. and I.K. Han: *Influence of the combination of casein and isolated soyprotein with or without methionine supplementation on the growth, metabolism, and body composition of growing rats.* *K.J. Food & Nutrition* 12(2), 73-83, 1983.
- 18) Leffler, H.H. and C.H. McDougald: *Estimation of cholesterol in serum by means of improved technics,* *Am. J. Clin. Path.* 39(3), 311-315, 1963.
- 19) Steel, R.G.D. and J.H. Torrie: *Principles and procedures of statistics.* McGraw-Hill Book company, New York, 1960.
- 20) NRC: *Nutrient requirements of laboratory animals. 3rd ed. National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1978.*
- 21) Aguilar, T.S., A.E. Harper and N.J. Benevenga: *Efficiency of utilization of indispensable amino acids for growth by the rat.* *J. Nutr.* 102: 1199-1208, 1972.
- 22) Rose, W.C. and R.S. Wixom: *The amino acid requirements of man. XIII. The sparing effect of cystine on the methionine requirement.* *J. Biol. Chem.* 216: 763-773, 1955.
- 23) Bender, A.E. and D.H. Doell: *Biological evaluation of proteins: A new aspect.* *Brit. J. Nutr.* 11: 140-148, 1957.