

# 카제인과 大豆蛋白質의 混合 및 Methionine 補充이 흰쥐의 成長, 体内 代謝 및 体組成에 미치는 영향

박양자 · 한인규

서울대학교 농과대학

(1983년 5월 30일 수리)

## Influence of the Combination of Casein and Isolated Soyprotein with or without Methionine Supplementation on the Growth, Metabolism, and Body Composition of Growing Rats.

Young Ja Park and In Kyu Han

*College of Agriculture Seoul National University*

(Received May 30, 1983)

### Abstract

This experiment was conducted to study effects of different sources of protein, and of the different combination ratios of the two protein supplemented or unsupplemented with methionine on the growth and body metabolism of the growing male rats. Casein and isolated soyprotein (ISP) were combined at different ratios of 100 : 0, 80 : 20, 50 : 50, 20 : 80 and 0 : 100 to supply the constant levels of dietary energy and protein of 3,600kcal/kg and 20%, respectively. Each combination was supplemented with either 0 or 0.3% methionine.

Results obtained in these experiments were summarized as follows:

The body weight and weight gain in the ISP diet were the lowest, but were increased with the increase of ratios of casein to ISP. The body weight gain in the ISP diet supplemented with methionine was similar to that in the combination diets of casein and ISP. The combination diets of casein and ISP supplemented with methionine had the higher weight gain than the casein diet.

The food intake in the casein diet was the highest, and was increased with the increase of ratios of casein to ISP, and was lowered with methionine supplementation. The food intake in the ISP diet was the lowest and was not increased with methionine supplementation to the ISP diet.

The food efficiency ratio of the combination diets of casein and ISP was improved compared to those of either the casein or the ISP diets. The food efficiency ratio was improved in the diet of either casein or ISP supplemented with methionine, but was not improved in the combination diets of casein and ISP with methionine supplementation.

The gross energy intake had direct relation with the food intake of rats and the relation was increased either in the casein diet or with the increase of the ratios of casein to ISP. The energy efficiency and protein efficiency ratios were improved in the diet of either casein or ISP by the supplementation of methionine, and the effect of methionine supplementation on the energy efficiency and protein efficiency ratio was increased with the increase of the ratios of ISP to casein.

The nitrogen intake and urinary nitrogen excretion of the casein diet were the highest and those of the ISP diet were the lowest. They were increased with the increase of ratios of casein to ISP. The nitrogen balance and retention were not significantly different among the treatments.

The gross energy intake and fecal and urinary energy were the highest in the casein diet but the digestible and metabolizable energy and the digestibility and metabolizability of energy were not

significantly different among the treatments.

The body fat content of rats was increased by supplementation of methionine but the body protein content was decreased ( $r = -0.65, p < 0.01$ ). The body fat content of rats was negatively correlated with body moisture content ( $r = -0.83, p < 0.01$ ). The liver weight was highly correlated with the carcass weight ( $r = 0.79, p < 0.01$ ), and was increased by the methionine supplementation and by the increase of the ratios of casein to ISP.

## 序 論

급속한 經濟의 發展과 더불어 國民의 體位는 전반적으로 向上되었다. 그러나 아직도 農村이나 都市低所得層의 國民 및 兒童의 食生活 構造는 營養的으로 不均衡되어서 에너지 섭취량의 81%를 植物性 食品에서 取하고 있으며 動物性 食品 攝取 不足으로 良質 蛋白質 攝取의 問題를 제기한다.<sup>1)</sup>

특히 離乳期나 成長이 빠른 兒童 및 靑少年, 妊娠婦 및 授乳婦는 良質 蛋白質의 要求量이 成人보다 더 높으므로 이들에게 良質 蛋白質을 供給하는 問題는 더욱 重要해진다.

出生 當時 新生兒의 體位는 先進國에 뒤지지 않으나 生后 6個月부터 成長率이 低下되어 뒤지고 있으며<sup>2)</sup> 農村이나 低所得層 兒童의 體位는 大都市의 同年齡 兒童의 平均値에 比하여 低下되어 있다는 報告<sup>3)</sup>는 이러한 營養問題의 심각성을 보이는 것이다.

蛋白質의 營養價는 蛋白質 含量이나 必須 아미노산 組成, 消化吸收率 및 体内利用率 등<sup>4-9)</sup> 體蛋白質 合成에 要求되는 여러 要因에 의하여 決定되며 食品의 蛋白質 가운데 이상의 여러 要因을 充足시키는 完全한 蛋白質은 없으나 動物性 蛋白質이나, 植物性 蛋白質 中 大豆의 것이 良質의 蛋白質로 認定받고 있다.

植物性 食品인 穀類의 蛋白質을 주로 攝取하는 農村의 食生活 構造下에서 良質 蛋白質의 攝取하는 데에는 蛋白質 相互補充 效果를 이용하는 것이 바람직하며 이에 관한 國內의 연구들<sup>10-18)</sup>도 많이 進行되었다.

Fixson은 일찌기 蛋白質의 質的 評價에 관한 高찰<sup>19)</sup>에서 蛋白質 混合物의 營養價가 각각 단독으로 給与했을 때보다 더 增進되면 相互補充 效果를 否認할 수 없다고 했으며 락트알부민과, 옥수수 글루텐, 쇠고기와 밀가루, 귀리와 쌀, 완두콩과 밀이나 호밀의 混合物로 蛋白質 相互補充 效果를 보고했다. 그 밖에도 穀類를 비롯한 糖質 食品에 少量의 여러 動物性 食品<sup>20-25)</sup>이나 豆類<sup>26-28)</sup>를 첨가하여 相互補充 效果가 현저하였던 보고들이 있으나 豆類 蛋白質도 methionine 같은 함유 황아미노산

함량이 적어서 methionine이 풍부한 參를 보충하여 效果가 있었음이 보고된 바 있다.<sup>29)</sup> Geiger<sup>29)</sup>와 Cannon등<sup>30)</sup>은 蛋白質 合成에는 必須 아미노산을 同時에 攝取하는 것이 중요하다고 했다. 그러나 穀類의 蛋白質은 含量이나 組成 面에서 制限되어 있으므로 이제까지 營養學界에서 試圖되었던 蛋白質 相互補充 效果에 관한 研究에서는 蛋白質 營養價의 最大의 效果를 기대하기 어렵다. 또한 Woodham과 Clarke<sup>31)</sup>은 蛋白質의 營養價를 評價할 때 生物學的 方法에 의하면 蛋白質 給与水準이 보다 低下된 狀態이므로 實際의 이지 못하고 단지 이 結果의 順位만은 믿을만 하다고 하였다.

이에 本研究에서는 實驗動物의 成長과 아울러 蛋白質이나 에너지의 利用率을 同時에 增進시키기 위하여 카제인 및 大豆蛋白質의 混合比率을 달리하고 제한 아미노산인 methionine을 0.3%로 보충했을 때에 蛋白質 相互補充 效果 및 아미노산 補充 效果를 파악하고자 成長期 흰쥐의 成長, 增体量, 飼料效率, 蛋白質 및 에너지의 利用效率과 代謝 및 體組成 面에서 研究 檢討하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 材 料

離乳한 Sprague-Dawley 系 수컷 100마리에게 표준사료로 장소 및 케이지에 5日間 適應시킨 다음 平均 體重 79g의 것으로 81마리를 選択하여 3마리는 實驗開時期의 體組成 分析을 위해 제공하였고, 나머지 78마리는 處理當 6反復씩, 한 케이지당 1마리를 완전 임의 배치시켰으며, 無蛋白質 및 5% 카제인+0.3% methionine 사료에 각각 3마리씩 배치시켰다.

實驗飼料의 에너지 水準은 3,600kcal ME/kg으로, 蛋白質은 20% 水準으로 一定하게 고정시켜 놓고 蛋白質의 種類는 카제인과 大豆 蛋白質을 扞하여 混合比率을 각각 100:0, 80:20, 50:50, 20:80, 0:100으로 달리하였으며 各 混合比率에 따른 處理別로 0과 0.3의 methionine으로 보충하여 實驗飼料의 處理數는 5(混合比率)×2(methionine 보충有無)=10處理였다.

本實驗에 使用된 飼料의 材料는 시판되고 있는 옥수수분분,포도당과, 콩기름, 카제인 (New Zealand lactic casein) 大豆蛋白質 (isolated soyprotein, Ralston Purina Co., U. S. A.), 비타민 및 무기질 混合

物 (오리엔탈 효모공업사, 日本) DL-methionine (Kokusan Chem. Works, Ltd. Japan) 을 使用했으며 實驗 飼料의 배합비율과 영양소 함량 및 化學的 조성은 表 1 과 같다.

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

Casein:ISP(%)	100:0	100:0	80:20	50:50	50:50	20:80	20:80	0:100	0:100	0:100	0:100	5% Casein	Protein	
Met. (%)	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0.6	0.9	+0.3% Met. free diet.	
<b>Ingredients:</b>														
Casein	23	23	17.6	17.6	11	11	4.4	4.4	0	0	0	0	5.75	0
Isolated soyprotein	0	0	4.6	4.6	11.5	11.5	18.4	18.4	23	23	23	23	0	0
Starch	50	49.7	50.8	50.5	50.5	50.2	50.2	49.9	50	49.7	49.4	49.1	69.0	75.4
Glucose	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Soybean oil	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$\alpha$ -Cellulose	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4.3	3.6
Vitamin mixture <sup>1)</sup>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.65	2.0
Mineral mixture <sup>2)</sup>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	4.0
Methionine	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0.6	0.9	0.3	0
<b>Chemical composition:</b>														
Moisture	11.02	11.47	11.52	11.03	11.26	11.13	11.08	10.92	10.91	10.79	10.66	11.03	10.96	11.37
C. fat	4.33	3.55	3.55	4.19	4.23	4.46	4.21	4.82	4.35	4.44	5.05	5.15	3.83	3.67
C. protein	19.70	19.58	19.01	19.48	19.19	18.51	19.82	19.76	19.86	19.93	20.75	20.04	5.37	0.06
C. ash	3.58	3.64	3.70	3.99	3.92	3.48	4.08	4.10	4.28	4.00	4.28	4.02	3.22	4.40
C. fiber	3.25	3.46	3.71	3.11	2.70	2.67	2.20	2.62	2.38	2.34	2.80	2.10	1.47	2.17
GE(kcal/g) <sup>3)</sup>	4.135	4.221	4.199	4.250	4.233	4.227	4.246	4.241	4.282	4.260	4.290	4.237	4.040	3.856
ME(kcal/kg)	3,557	3,555	3,533	3,522	3,545	3,555	3,557	3,553	3,565	3,554	3,544	3,533	3,559	3,559

- 1) Vitamin mixture (per 100g mixture): Vitamin A, 50,000IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 10,000IU; Thiamin-HCl, 120mg; Riboflavin, 400mg; Pyridoxine-HCl, 800mg; Cyanocobalamin, 0.05mg; Niacin, 600mg; Choline, 20,000mg; Folic acid, 600mg; PABA, 500mg; Calcium pantothenate, 500mg; Inositol, 600mg; Vitamin K<sub>3</sub>, 520mg; Vitamin E, 500mg; Ascorbic acid, 3,000mg.
- 2) Mineral mixture (per 100g mixture): CaCO<sub>3</sub>, 29.29g; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 34.31g; NaCl, 25.06g; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 9.98g; Fe(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>)·6H<sub>2</sub>O, 623mg; CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, 156mg; MnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O, 121mg; KI, 0.5mg; (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·4H<sub>2</sub>O, 2.5mg; CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, 0.43g.
- 3) Determined by automatic bomb calorimeter

## 2. 方 法

實驗期間 동안 물과 飼料는 自由給食시켰으며 室内 溫度는 24±3℃, 相對 湿度 55~60%로 一定하게 했다. 쥐의 体重은 每주 一定한 時間에 飼料 給與 후 2 시간 후에 측정하였다.

4 週간의 成長 實驗을 끝낸 후 代謝 케이지에 한 마리씩 완전 임의의 배치하여 옮기고 환경에 적응하도록 10日間을 사양한 후 代謝 實驗을 1 週日間 실시하였다. 매일 一定한 時間에 사료를 제거하고 나서 2 時間후 糞과 尿를 채취하였다. 糞은 60℃의

열풍건조기에서 3日間 건조시켜 분쇄하여 分析에 제공했으며 尿는 4N HCl 1 ml이 담긴 플라스크에 모아 -20℃에서 냉동보관하였다가 채취를 완료한 후에 分析했다.

實驗動物의 도체분석은 實驗開時期와 代謝 實驗完了期에 各各 실시하였으며, 18時間 絶食시킨 후에 밀로 마취시키고 곧 경동맥 방혈시키고 개복하여 臟内容物을 제거한 후 도체무게를 측정하였다. 도체는 알미늄 호일로 포장하여 -20℃에 냉동 보관했다가 얇게 썰어서 급속냉동 건조기에서 3日間

건조시켰고 ethyl ether로 지방을 추출한 다음 분쇄하여 일반성분을 분석했다.

實驗飼料의 수분, 蛋白質, 脂肪, 灰分 및 조섬유도체의 수분, 蛋白質, 脂肪, 糞과 尿의 蛋白質에 대한 정량분석은 AOAC<sup>32)</sup> 하여 측정하였다. 에너지의 측정은 automatic bomb calorimeter (Model CA-3 Shimadzu)를 사용하였으며 노에너지가는 韓<sup>33)</sup>의 회귀식을 이용하여 간접산출하였다.

조사항목중 증체량, 사료섭취량, 사료효율, 단백질효율, 질소보유율 및 질소균형은 前研究<sup>34)</sup>와 동일하게 했으며 에너지效率은 100kcal 섭취량에 대한 증체량을 구했다. 에너지 消化率은 총에너지 攝取量(GE)에 대한 可消化 에너지의 백분율로, 에너지 利用率은 총에너지 攝取量(GE)에 대한 대사에너지(ME)의 백분율로 구했다.

各 處理別, 조사항목별 평균 비교와 상관관계는 LSD검정법<sup>35)</sup>에 의하여 검토했다.

### 結果 및 考察

食餌 蛋白質의 水準은 20%로 同一하게 하고 카제인과 大豆蛋白質의 混合比率를 各各 100 : 0 (카제인區), 80 : 20, 50 : 50, 20 : 80 (混合區)와 0 : 100 (大豆蛋白質區)로 하고 methionine를 無補充한 群과 0.3%補充한 群으로 하여 成長하는 숫쥐에게 4週間의 成長實驗과 1週間의 代謝實驗을 실시하였다.

#### 1. 成長實驗

흰쥐의 開時期 平均 体重은 各 處理마다 同一하게 配置하여 77~80이었으며 4週間의 成長實驗後 最終体重 및 增체量은 表2와 같이 같은 傾向으로 處理間·相互作用은 有意性 없었으나 處理別로는 認定되었다 ( $p < 0.01$ ).

흰쥐의 体重 및 增체量을 methionine無補充 群에서 混合比率別로 比較하면 카제인區가 가장 높았고 大豆蛋白質區가 가장 낮았으며, 카제인의 混合比率를 增加시킬수록 增加하였다 ( $p < 0.05$ ). 이와같은 傾向은 methionine補充群에서도 同一했으나 体重이나 增체量은 無補充群보다 더 높았다. 補充群에서 가장 낮은 增체量을 나타냈던 大豆蛋白質區는 methionine을 0.3% 補充함에 따라 混合區와 同一하게 좋은 效果를 나타내었으며, 混合區에 methionine을 補充했을 때에는 카제인區보다 增체量이 더 높았다. 이는 카제인과 大豆蛋白質의 混合에 의한 相互補充의 效果를 보인 것이며 0.3% methionine을 補充했을 때 單獨區나 混合區 모두에서 成長率은 改善되었으므로 이는 制限아미노산인 methionine 補充에

의한 效果임을 示唆한다고 본다.

飼料攝取量은 methionine無補充群에서는 카제인區에서 가장 높았고 混合區와 大豆蛋白質區 間에는 有意差가 認定되지 않았으나 混合區가 大豆蛋白質區보다 더 높은 傾向이었다. Methionine補充群에서는 大豆蛋白質區에서 飼料섭취량이 가장 낮아서 methionine補充에 의한 效果는 볼 수 없었으며 카제인의 混合比率이 높을 수록 높은 傾向이었다.

이와같이 흰쥐는 蛋白質의 種類와 混合比率에 따라 선택성을 가지고 攝取했으므로 增체量에 미치는 影響을 알고자 飼料效率을 구하였던 바 表2와 같다.

카제인이나 大豆蛋白質이 모두 單獨보다는 混合했을 때 飼料效率이 높았으며 混合에 의한 飼料效率 增加의 效果는 methionine補充에 의하여 더욱 顯著하게 나타났다. Methionine 無補充群에서는 單獨區에서 混合區보다 飼料效率이 顯著하게 低下된 현상을 보였으며, 補充群에서는 單獨區에서도 混合區와 同一하게 飼料效率이 높았다. Methionine補充만에 의한 飼料效率의 差異는 補充群에서 無補充群보다 有意性있게 높았다 ( $p < 0.05$ ).

總에너지(GE) 攝取量에 미치는 效果를 보면 methionine無補充群에서는 카제인이나 大豆蛋白質을 單獨給与했을 때 카제인區가 大豆蛋白質區보다 顯著하게 높았고, 混合區에서는 大豆蛋白質區와 비슷하게 低下되었다. 한편 methionine補充群에서는 카제인 單獨區나 混合區가 동일하게 大豆蛋白質區보다 높았으며 80 : 20混合區가 가장 높았다. Methionine補充에 의한 總에너지攝取量의 效果는 전체적으로 보아 有意的 差異를 보였다 ( $p < 0.05$ ). 이는 蛋白質의 質이 좋은 것일수록 에너지攝取量이 增加되었다는 Sibbald등<sup>36)</sup>의 보고와도 일치하는 傾向이었다.

에너지效率과 蛋白質效率은 飼料效率과 同一한 傾向으로 蛋白質의 混合이나 methionine의 補充에 의한 效果에 有意性이 認定되었다. Methionine無補充群에서는 單獨區에서 混合區보다 에너지 및 蛋白質效率이 有意性있게 ( $p < 0.01$ ) 낮았으며 methionine補充群에서는 單獨區도 混合區와 同一한 水準으로 增加되어서 有意差는 보이지 않았다 ( $p < 0.05$ ).

이상의 結果로 보아 蛋白質效率은 增체量과 같은 傾向이라는 Jansen<sup>37)</sup>의 結果와 일치하지 않았으나 서로 상관관계가 높다고 한 Hegsted와 Worcester<sup>38)</sup>와 비슷한 傾向이었다. Methionine補充만에 의하여 에너지와 蛋白質效率의 差異에는 有意性이 있었으며 補充群이 無補充群보다 더 높았다 ( $p < 0.05$ ).

카제인과 大豆蛋白質을 混合하고 methionine을 補充하므로써 總에너지나 蛋白質의 攝取量은 減少되었으나 增체量은 오히려 增加되었으므로 蛋白質相

互補充 및 제한아미노산인 methionine의 補充效果를 보였고 攝取한 에너지나 蛋白質을 成長이나 体重增加에 더 效率적으로 이용한 것으로 思料된다.

**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 diets of different combinations of protein supplemented with or without methionine.

Group	Protein combination			Initial weight (g)	Final weight (g)	WG (g/day)	FI (g/day)	FER	Energy efficiency		PER
	C* (%)	ISP (%)	M** (%)						GE intake (kcal/day)	(WG (g) / 100 kcal)	
1	100	0	0	79	244a <sup>+</sup>	5.9a	20.6a	0.29c	85a	7.0cd	1.5c
2	80	20	0	77	239a	5.8a	16.2b	0.36a	68b	8.6a	1.9a
3	50	50	0	79	237a	5.6a	16.5b	0.34b	70ab	8.0ab	1.8ab
4	20	80	0	78	230ab	5.4ab	16.7b	0.32bc	71ab	7.5bc	1.6bc
5	0	100	0	78	206b	4.6b	15.8b	0.29c	68b	6.7d	1.4c
(LSD, 5%between group)					25	0.9	1.9	0.03	8	0.8	0.2
Effects of methionine supplementation without considering combination.											
	-	-	0.0	78	231b	5.5b	17.2a	0.32b	85a	7.5b	1.6b
	-	-	0.3	79	250a	6.1a	17.1a	0.36a	75b	8.5a	1.9a
(LSD, 5%)				1	13	0.4	0.8	0.02	7	0.4	0.1

\*Casein  
 \*\*Methionine  
 +Mean values with different superscripts are significantly different (p<0.05)

2. 代謝實驗

4週間の 成長期間을 經過하고 10日間 代謝 케이지에 拮峙시킨 후 7日間의 代謝實驗을 실시하였던 바 結果는 表3과 같다.

methionine補充有無別 카제인과 大豆蛋白質의 單獨 및 混合比率에 의한 差異를 보면 補充群이나 無補充群 모두에서 카제인單獨區가 最高体重을 보였고 大豆蛋白質 單獨區에서 最低体重을 보였으며 大豆蛋白質에 카제인의 混合比率을 增加시킬 수록 体重은 더 增加되었다 (p<0.05). 成長實驗期의 結果와는 달리 methionine補充에 의한 成長 效果의 差異에는 有意성이 認定되지 않았으나 補充群의 体重이 無補充群보다 더 무거운 傾向이었다. 増体量

역시 体重과 같은 傾向이었다.

飼料攝取量은 methionine無補充群에서는 카제인 單獨區가 가장 높았고 20:80混合區가 가장 낮았으며 (p<0.05) methionine補充에 의한 差異에 有意성을 보이지 않았다. 飼料效率은 成長實驗期와는 달리 두 蛋白質의 混合이나 methionine補充에 의한 增進效果는 없었다. 에너지效率은 두 蛋白質의 混合區에서 單獨區보다 有意性있게 增加했으며 (p<0.05), 大豆蛋白質單獨區에서 에너지 效率은 顯著하게 低下했고 (p<0.05), 그밖의 다른 處理間에는 有意성은 認定되지 않았으며, methionine補充에 의한 差異도 없었다.

카제인과 大豆蛋白質의 混合比率別 및 methionine補充有無別로 蛋白質의 消化率, 純消化率, 生

Table 3. Wieht gain (WG), food intake (FI), food efficiency ratio (FER), gross energy(GE) intake, and energy efficiency of rats fed diets of different combinations of protein supplemented with or without methionine.

Group	Protein combination			Initial weight (g)	Final weight (g)	WG (g/day)	FI (g/day)	FER	Energy efficiency(WG(g) / 100kcal)	
	C*	ISP	M**							
1	100	0	0	321a <sup>+</sup>	353a	4.6	24.0a	0.19	4.55	
2	80	20	0	297ab	331ab	4.9	21.7ab	0.22	6.72	
3	50	50	0	310ab	340ab	4.3	21.8ab	0.20	6.72	
4	20	80	0	283b	312b	4.1	9.0b	0.18	6.00	
5	0	100	0	285b	313b	3.9	20.6ab	0.19	4.34	
<hr/>										
1	100	0	0.3	324a	354a	4.3	20.3a	0.21	5.05	
2	80	20	0.3	320ab	345ab	3.5	19.2a	0.18	4.81	
3	50	50	0.3	304abc	337ab	4.7	21.2a	0.22	6.19	
4	20	80	0.3	307abc	337ab	4.2	21.8a	0.20	5.54	
5	0	100	0.3	284c	310c	3.8	19.6a	0.19	4.46	
<hr/>										
(LSD, 5% between groups)				31	40	NS	3.8	NS	NS	
<hr/>										
Effects of methionine supplementation without considering protein combination.										
<hr/>										
-	-	0.0	299	330	4.4	21.4	0.19	5.33		
-	-	0.3	308	337	4.1	20.4	0.20	5.21		
<hr/>										
(LSD 5%)				NS	NS	NS	NS	NS	NS	

\* Casein

\*\* Methionine

+ Mean values with different superscripts are significantly different (p<0.05)

物価 및 正味蛋白質 利用效率은 表4 에서 보는 바와 같이 모든 處理別로 統計的 有意差를 보이지 않았다.

窒素攝取量, 糞窒素量, 消化된 窒素量, 尿窒素量, 窒素均衡 및 窒素蓄積率을 處理別로 본 결과 表5 와 같이 두 蛋白質의 混合比率別 差異는 有意성이 인정되지 않았으나 methionine 補充 有無에 따른 混合比率別 處理 效果에는 약간의 有意差를 보였다. Methionine 無補充群에서 카제인을 單獨給與했을 때 消化된 窒素量과 尿窒素量은 有意性있게 높았다 (p<0.05). 窒素均衡 및 蓄積率은 카제인 單獨區에서 가장 낮았고 이에 大豆蛋白質을 混合하거나 methionine을 補充함으로써 높아졌다.

카제인과 大豆蛋白質의 混合比率別 및 methionine 補充 有無別 總에너지 攝取量(GE), 糞에너지, 可消化에너지(DE), 尿에너지, 代謝에너지(ME), 에너지 消化率 및 利用率을 본 결과 表6 과 같다. M-

ethionine 補充有無別로 보면 無補充群에서는 總에너지攝取量, 糞 및 消化된 에너지와 尿에너지가 카제인 單獨區만이 有意性 있게 높았으며 (p<0.05), 補充群에서는 모든 區에서 無補充群의 카제인 單獨 區보다 낮았고, 處理間의 差異에 有意性은 없었다. 그밖의 조사사항에서는 모든 處理間에 有意성이 認定되지 않았다.

이상의 結果를 考察하여 볼 때 methionine 無補充群의 카제인 單獨區에서는 混合區가 methionine 補充群에 比하여 飼料攝取量은 顯著하게 높았고, 成長과 増体量도 좋았으나 飼料 및 에너지, 蛋白質效率은 보다 低下되었다. 또한 카제인 單獨區에서는 混合區나 methionine 補充群 보다 총에너지 및 窒素의 攝取量은 增加되었으나 窒素均衡이나 蓄積率은 低下된 傾向이었으며 에너지의 利用率은 同一한 效果를 보였다. 이로써 카제인을 20% 水準으로 單獨給與하는 것보다 大豆蛋白質과 混合 給與하

**Table 4.** Apparent and true digestibility of nitrogen, biological value, true biological value and net protein utilization of protein when diets of different protein combinations were fed to rats.

Group	Protein combination			Apparent digestibility (%)	True digestibility (%)	Biological value (%)	True biological value (%)	NPU (%)
	C *	ISP	M **					
1	100	0	0	94	98	30.3	42.1	37.5
2	80	20	0	95	98	35.0	48.3	47.1
3	50	50	0	96	98	36.4	49.4	48.4
4	20	80	0	94	97	41.1	58.4	57.0
5	0	100	0	94	97	37.8	51.2	49.5
1	100	0	0.3	95	98	39.4	48.1	47.1
2	80	20	0.3	94	97	32.9	49.1	48.1
3	50	50	0.3	95	98	47.5	60.9	59.8
4	20	80	0.3	93	96	34.8	46.9	45.3
5	0	100	0.3	94	97	39.9	53.8	52.2
(LSD, 5 %between groups)				NS	NS	NS	NS	NS
Effects of methionine supplementation without considering protein combination.								
	-	-	0	94	97	36.1	49.9	47.9
	-	-	0.3	94	97	38.7	51.8	50.5
(LSD, 5 %)				NS	NS	NS	NS	NS

\* Casein \*\* Methionine

거나 methionine을 補充하는 것이 飼料效率, 蛋白質效率 및 에너지 效率을 더 효과적으로 增進하는 것으로 본다.

한편 大豆蛋白質을 20% 水準으로 單獨 給与했을 때 成長 및 代謝實驗 結果를 比較하여 보면 大豆蛋白質 單獨區의 아미노산 組成은 methionine이 0.26%이므로 methionine의 成長 要求量<sup>39)</sup>인 0.6%에 크게 未達되어서 成長實驗 期間에는 飼料攝取量이 低下되었고 따라서 成長 및 増体量도 低下되었으며, 飼料效率, 에너지效率 및 蛋白質效率도 모두 低下되었다. 그러나 成長率이 저하되는 代謝實驗期間에는 methionine의 維持 要求量이 0.23%<sup>39)</sup>이므로 20% 水準의 大豆蛋白質 單獨區의 methionine 含量은 이보다 上廻하게 되어 成長이나 増体量에서는 약간 低下되었으나 飼料, 에너지 및 蛋白質效率은 다른 處理와 同一한 效果를 보였으며 窒素均衡 및 蓄積率은 카제인 單獨區보다 더 좋은 結果를 보였다. 이는 蛋白質의 利用率이 飼料蛋白質의 質과 實驗動物의 연령 특성에 따라 달라진다는 Hegsted와 Neff의 보고<sup>40)</sup>와도 일치하는 경향이였다.

前研究<sup>34)</sup>에 의하면 흰쥐의 成長期에 大豆蛋白質의 給与 水準을 20%에서 30%로 增加시켜도 成長이나 에너지 및 蛋白質의 利用率을 增加시키지 못했으나, 카제인과의 混合比率를 增加시킬수록 성장이나 에너지 및 蛋白質의 利用率을 증가시켰으며, 또한 0.3% methionine을 補充했을 때에 더 좋은 效果를 보였다. 반면 成熟期에는 카제인과 大豆蛋白質의 混合區에서는 좋은 效果를 보였으나, 이에 0.3% methionine 보충했을 때에 더 좋은 效果를 보이지 못했으므로 카제인과 大豆蛋白質의 混合과 동시에 methionine을 더 이상 補充하지 않아도 좋을 것으로 思料된다.

이는 成長期에는 成熟期보다 良質의 蛋白質을 더 많이 要求함에 起因하는 것이며 비록 大豆와 같이 良質의 蛋白質이라도 제한아미노산 含量이 적은 것은 攝取量을 增加시키더라도 質의 質으로 더 우수한 蛋白質을 적정수준 給여하는 것에 比하여 成長촉진의 效果가 低下되는 것을 示唆한다.

### 3. 体組成

Table 5. Nitrogen balance and retention of rats fed diets of different protein combinations with or without methionine supplementation.

Group	Protein combination			N intake (mg/day)	Fecal N (mg/day)	Digestible N (mg/day)	Urinary N (mg/day)	N balance (mg/day)	N retention (%)
	C*	ISP	M**						
1	100	0	0	748a	46.6a	709a	492a	217	28.7
2	80	20	0	661ab	36.5ab	624ab	407ab	218	33.0
3	50	50	0	668ab	34.4b	633ab	402ab	231	34.6
4	20	80	0	604b	36.4ab	567b	336b	231	38.2
5	0	100	0	655ab	42.5ab	613ab	380ab	233	35.6
1	100	0	0.3	637	34.1b	603	336	237	37.2
2	80	20	0.3	597	38.8ab	597	373	186	31.2
3	50	50	0.3	629	33.7b	629	310	285	45.0
4	20	80	0.3	689	47.7a	689	425	217	31.5
5	0	100	0.3	624	39.1ab	624	357	227	36.4
(LSD, 5%)				119	12.2	115	154	NS	NS
Effects of methionine supplementation without considering protein combinations.									
			0	667	39.3	629	403	226	34.0
			0.3	635	38.7	596	366	230	36.2
(LSD, 5%)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

\* Casein    \*\* Methionine

+Mean values with different superscripts are significantly different (p<0.05)

실험開時期, 成長實驗 完了 및 代謝實驗 完了와 同時에 18時間 絶食시킨 후 屠体分析을 實施하였던 바 그 結果는 表7 에서와 같다.

屠体의 무게는 카제인 單獨補充區에서 가장 무거웠고 大豆蛋白質 單獨無補充區에서 가장 적었다. Methionine 無補充이나 補充群 모두에서 大豆蛋白質에 카제인의 混合比率를 增加시킬수록 屠体무게는 增加되었다.

体水分은 카제인이나 大豆蛋白質의 單獨區나 混合區 및 methionine 補充 有無에 關係없이 거의 일정했다. 体脂肪은 無補充群에서는 카제인 單獨區가 가장 많았던 반면 補充群에서는 모든 處理에서 差異가 없었다. 体脂肪은 methionine 補充區에서 無補充區보다 약간 增加되었는데 이는 屠体의 무게와 關係가 있었다. 体蛋白質은 体水分과 같은 傾向이었다.

体組成을 實驗開始期와 比較하여 보면 体水分은 減少했던 반면 体脂肪과 体蛋白質은 增加했다. 肝의 무게는 屠体무게와 同一했으며 (r=0.79, p<0.01),

肝의 脂肪과 蛋白質量은 모든 處理에서 一定했는데 이는 食餌蛋白質을 20% 수준으로 급여한데 起因하는 것으로 본다. 無蛋白質 및 5%카제인 區에서는 屠体무게는 減少했고, 脂肪量은 2~3 배 정도 增加했으며 蛋白質量은 약간 減少했다.

이상의 結果에서 보면 屠体和 肝의 무게는 大豆蛋白質 單獨區에서 가장 낮았고 카제인의 混合比率를 增加시킬 수록 增加했으며 이에 0.3% methionine을 補充했을 때 더 增加했다. 屠体 및 肝의 水分과 蛋白質은 모든 處理에서 一定했으며 이는 Henry의 報告<sup>(1)</sup>와 일치하지 않았는데 그는 단백질을 10%로 給여했던 반면 本연구에서는 20% 수준으로 給여했던 데에 기인하는 것으로 思料된다. 한편 Bender와 Doell<sup>(2)</sup> 및 Hegsted와 Neff<sup>(3)</sup>의 보고에 의하면 一定期間 흰쥐의 体水分과 体蛋白質은 飼料의 蛋白質含量이 質의차이에 依하여 크게 영향받지 않는다고 했으면 本연구 結果도 一致하는 傾向이었다.



**Table 6.** Digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME), DM digestibility and metabolizability of diets with different protein combinations and methionine supplementation.

Group	Protein combination			Gross energy (kcal/day)	Fecal energy (kcal/day)	DE (kcal/day)	Urinary energy (kcal/day)	ME (kcal/day)	DE/GE (%)	ME/GE (%)
	C*	ISP	M**							
1	100	0	0	99a <sup>+</sup>	10.1a	89	4.5a	84	90	85
2	80	20	0	91ab	7.9b	83	3.7ab	80	91	87
3	50	50	0	92ab	8.5b	84	3.8ab	80	91	87
4	20	80	0	81b	7.9b	73	2.6b	70	90	87
5	0	100	0	88ab	8.7ab	79	3.6ab	76	90	86
1	100	0	0.3	86a	7.8a	78	3.7a	74	91	86
2	80	20	0.3	81a	8.2a	73	4.2a	69	90	85
3	50	50	0.3	90a	8.2a	82	2.9a	79	91	88
4	20	80	0.3	92a	9.1a	83	4.1a	79	90	86
5	0	100	0.3	83a	8.4a	74	3.3a	71	89	87
(LSD, 5%)				16	1.5	NS	1.4	NS	NS	NS
Effects of methionine supplementation without considering protein combinations.										
-				90	8.6	82	3.7	78	90	86
-				87	8.3	78	3.6	74	90	86
(LSD, 5%)				NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

\*Casein \*\*Methionine

+Mean values with different superscripts are significantly different (p<0.05)

**Table 7.** Body and liver composition of rats fed diets with different protein combinations and methionine supplementation.

Group	Protein combinations			Carcass				Liver		
	Casein	ISP	Met.	Weight (g)	Moisture (%)	Fat (%)	Protein (%)	Weight (g)	Fat (%)	Protein (%)
	100	0	0	256	62	16.1	20.3	10.3	4.9	20.6
	80	20	0	244	62	14.9	20.0	9.4	4.4	20.2
	50	50	0	244	65	12.1	20.1	8.2	4.3	20.6
	20	80	0	235	64	12.0	20.5	7.8	4.4	21.2
	0	100	0	222	65	12.4	21.4	7.3	4.6	22.3
	100	0	0.3	280	64	14.2	19.7	10.5	5.0	21.7
	80	20	0.3	269	63	15.8	19.4	9.8	4.7	19.6
	50	50	0.3	252	62	15.4	19.6	9.1	4.4	20.2
	20	80	0.3	259	64	13.5	19.9	9.1	4.8	20.7
	0	100	0.3	226	65	13.4	20.2	8.1	4.6	22.6
Effect of methionine supplementation without considering protein combinations.										
-				240	64	13.5	20.5	8.6	4.5	21.0
-				257	64	14.5	19.8	9.3	4.7	21.0

要 約

蛋白質의 相互補充 및 制限아미노산 補充이 흰쥐 (Sprague Dawley系·離乳한 숫쥐)의 成長, 体内代謝 및 体組成에 미치는 影響을 규명하기 위하여 飼養 및 代謝實驗을 實施하였다. 實驗飼料의 에너지 및 蛋白質 水準은 각각 3,600kcal/kg 및 20%로 고정하였고, 蛋白質의 供給源으로 카제인과 大豆蛋白質을 挾하여 각각 100:0, 80:20, 50:50, 20:80, 0:100의 比率로 混合하였으며 각각에 methionine을 0% 또는 0.3%로 補充하였던 결과를 要約하면 다음과 같다.

흰쥐의 体重과 増体量은 大豆蛋白質 單獨 給与 때 가장 낮았고 카제인의 混合比率를 增加시킬수록 增加되었다. 大豆蛋白質에 methionine을 補充 給与했을 때 増体量은 無補充 混合 給与했을 때와 同一했으며 카제인 單獨 給与때 보다 카제인 混合 methionine 補充 給与에서 増体量은 더 높았다.

飼料攝取量은 카제인 單獨給与 때나 카제인의 混合比率를 增加시킬 때 높았으나 methionine을 補充했을 때 低下되었으며 大豆蛋白質 單獨給与에서 낮았으며 methionine을 補充해도 增加되지 않았다.

飼料效率은 카제인이나 大豆蛋白質의 單獨 給与 때보다 두 蛋白質의 混合給与 때 더 높았으며 單獨 給与에 methionine을 補充함으로써 飼料效率이 增加되었으나 混合給与에 補充했을 때에는 같은 效果를 보이지 않았다.

成長實驗期間中 總에너지攝取量은 飼料 攝取量과 관계가 있었고 카제인 單獨給与 때나 그의 混合比率를 增加시킬 때 增加했다.

에너지效率과 蛋白質效率은 두 蛋白質을 單獨 給与할 때에는 methionine補充에 의해 增加 되었으며 또한 混合給与 때에는 大豆蛋白質의 比率를 增加시킬수록 methionine에 의한 改善效果를 보였다.

窒素攝取量 및 카제인 尿窒素量은 單獨給与 했을 때 가장 높았고, 大豆蛋白質 單獨給与 때 가장 낮았으며 카제인의 比率를 增加시킬 수로 增加되었다. 窒素均衡 및 蓄積率은 處理에 의한 差異에 統計的 有意성은 없었다.

代謝實驗期間中 總에너지攝取量과 糞 및 尿에너지는 카제인 單獨給与 때 높았고, 可消化 에너지와 代謝에너지, 에너지의 消化率 및 利用率은 處理에 의한 有意差는 없었다.

体脂肪은 methionine補充에 의해 增加되었으나, 体蛋白質은 減少했다( $r=0.65, p<0.01$ ). 体脂肪과 体水分과도 負의 相關關係( $r=-0.83, p<0.01$ )가 있었다.

文 献

肝의 무게는 屠体の 무게의 变化와 一致했고 ( $r=0.79, p<0.01$ ) methionine 補充에 의해 增加 되었으며 카제인의 比率를 增加시킬수록 增加되었다.

1. 保社部: 國民營養調查報告書(1979)
2. WHO: *The health aspect of food and nutrition*. WPRO. Manila. 94 (1969)
3. 현화진, 모수미: 한국영양학회지, 13, 27(1980)
4. Black, R. J. and Mitchell, H. H.: *Nutr. Abst. and Revs.*, 14, 249 (1946)
5. Geiger, E.: *J. Nutr.*, 34, 97 (1947)
6. Harper, A. F.: *J. Nutr.*, 68, 405 (1959)
7. Harper, A. E.: *In Mammalian Protabolism*. (ed. by H. N. Munro and J. B. Allison, Academic Press, Vol. II.) 87 (1964)
8. Morrison, A. B. and Sabry Z. I.: *Canad. J. Biochem. Physiol.*, 41, 649 (1963)
9. Osborne, T. B. and Mendel, L. B.: *J. Biol. Chem.*, 17, 325 (1914)
10. 김숙희, 김경자: 한국영양학회지, 5, 177 (1972)
11. 성낙응, 강희륜: 한국영양학회지, 3, 113 (1970)
12. 이열, 김영국, 김상욱, 성낙응: 한국영양 학회 지, 5, 135 (1972)
13. 주진순: 한국영양학회지, 9, 117 (1976)
14. 주진순, 유정열, 김숙희, 이기열, 한인규: 한국영양학회지, 6, 1 (1973)
15. 주진순, 채범석, 이기열: 한국영양학회지, 7, 1 (1974)
16. 채범석: 한국영양학회지, 5, 13 (1972)
17. 최혜미: 한국영양학회지, 9, 99 (1976)
18. 하춘자, 현기순, 한인규: 한국영양학회지, 9, 213 (1976)
19. Fixsen, M. A. B.: *Nutr. Abst. & Revs.*, 4, 447 (1935)
20. Forbes, R. M. and Yohe, M.: *J. Nutr.*, 55, 449 (1955)
21. Henry, K. M. and Kon, S. K.: *Brit. J. Nutr.* 10, 39 (1956)
22. Henry, K. M. and Kon, S. K.: *Brit. J. Nutr.*, 11, 305 (1957)
23. McLaughlan, J. M. and Morrison, A. B.: *Can. J. Biochem. Physiol.*, 38, 1378 (1960)
24. Munro, I. C., Morrison, A. B. and Mayer, M.: *J. Am. Diet. Asso.*, 54, 398 (1969)
25. Sure, B.: *J. Nutr.*, 61, 547 (1957)
26. Aykroyd, W. R. and Doughy, J.: *Legumes in hu-*

- man nutrition*. FAO Nutr. Studies No. 19, FAO UN, Rome (1964)
27. Jones, D. B. and Divine, J. P. : *J. Nutr.*, **28**, 41 (1944)
28. Swaminathan, M. : *Newer methods of nutritional Biochemistry* (ed. by A. A. Albanese. Vol. III) 197 (1967)
29. Canon, P. R., Steffee, C. H. Lrazier, L. J. Rowley, D. A and Stepto R. O. : *Fed., Proc.* **6**, 390 (1946)
30. Gieger, E. : *J. Nutr.*, **36**, 813 (1948)
31. Woodham, A. A. and Clarke, E. M. W. : *Brit. J. Nutr.*, **37**, 309 (1977)
32. A. O. A. C. : *Official method of analysis of the associatal of official analytical chemists* 12ed., (1980)
33. Han, I. K. : *K. J. Agri. Chem.*, **7**, 29 (1966)
34. Park, Y. J. and Han I. K. : *K. J. Nutr. Soc.*, **15**, 301 (1982)
35. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. : *Principles and procedures of Statics*, (McGraw-Hill Book Co N. Y. ) (1960)
36. Sibbald, I. R., Bowland, J. P. Robblee A. K. and R. Berg. R. T. : *J. Nutr.*, **61**, 71 (1957)
37. Hegsted, D. M. and Worcester, J. : *J. Nutr.*, **33**, 685 (1947)
38. Jansen, G. R. : *J. Nutr.*, **78**, 231 (1962)
39. NRC : *Nutrient requirements of laboratory animals*. (3rd ed. National Academy of Sciences, Washington, D. C., (1978)
40. Hegsted, D. M. and Neff, R. : *J. Nutr.*, **100**, 1173 (1970)
41. Henry, K. M., Cormack, R. M. and Kosterlitz, H. W. : *Brit J. Nutr.*, **15**, 199 (1961)
42. Bender, A. E. and Doell, D. H. : *Brit J. Nutr.*, **11**, 140 (1957)