

胡椒가 白鼠의 血清 및 肝臟成分에 미치는 影響

曹 秀 悅 · 李 淑 和

嶺南大學校 環境大學院 環境科學科

(1983년 6월 7일수리)

Effect of Black Pepper on the Composition of Serum and Liver in the Rat

Soo Yeul Cho and Sook Hwa Lee

Dept. of Environmental Science, Graduate School of

Environmental Studies, Yeungnam University.

(Received June 7, 1983)

Abstract

This experiment was undertaken to investigate the effect of black pepper (BP) added to food on a living body and to determine the growth rate, digestibility, weight of organs, composition of blood and liver in the rat.

Fifty-six male rats of Sprague-Dawley strain, weight 120 ± 10 g, were divided into 4 groups and were fed ad libitum for 8 weeks.

Experimental diets were divided into 4 groups.

Each groups were separately added 0%, 0.5%, 2.0% and 5.0% of BP level.

The results obtained are summarized as follows.

The highest net weight gain and digestibility were found in 0.5% BP containing group and were the lowest in 5.0% BP containing group.

The weight of liver and heart generally increased according to increasing amount of BP and that of spleen and lung were not significantly different.

Kidney weight as significantly higher in the group of containing 5.0% BP.

Serum GOT and GPT were not significant, serum glucose was significantly lower in the group of containing 5.0% BP, and serum cholesterol was significantly higher in the group of containing 5.0% BP.

Total serum protein decreased gradually as the amount of BP increased, but albumin and globulin were not affect.

Serum Na and K were not significant, but serum Ca and P were decreased as the amount of BP was increased.

Liver crude lipid and crude protein were not affect.

In fatty acid composition, arachidonic acid was significantly lower in the group of containing 5.0% BP.

序 論

現在 世界 여러나라에서 健胃, 驅虫, 下痢 및 齒痛 中止 등의 藥用으로 또한 食品 香辛料로 利用되고 있는 후추(胡椒, *Piper nigrum* Linn.)^{1,2)}의 有

効成分은 各種 消化酵素活性^{3,4)} 및 藥物代謝酵素活性에도 影響을 미치며⁵⁻⁷⁾ 또 safrole과 myristican의 生成에 따른 毒性物質의 發生에 관한 報告⁸⁾ 및 白鼠에 있어서 肝의 重量이 增加됨도 報告⁹⁾ 되고 있다.

以上에서와 같이 후추는 특異한 生理作用을 가지고 있는 바, 후추가 香辛料로서 食品과 같이 摂取될 경우, 生体内의 物質代謝에 미치는 影響을 검토코자 本 實驗에서는 후추를 濃度別 添加한 實驗食餌를 먹인 白鼠의 成長과 各種 臟器重量 및 血清과 肝臟成分 含量을 測定 調査하였다.

材料 및 方法

1. 材料

1) 實驗動物

Sprague-Dawley系 白鼠(♂)를 stainless 鐵製 飼育箱에서 正常食餌로서 2 週間 適応시킨 후 体重이 120±10g인 것을 選別하여 使用하였다.

2) 實驗食餌

本 實驗에 使用한 食餌의 組成은 Table 1.과 같다.

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredients	Diets			
	SA	SB	SC	SD
Casein	15.00	15.00	15.00	15.00
Choline chloride	0.20	0.20	0.20	0.20
Corn oil	5.00	5.00	5.00	5.00
Cellulose	5.00	5.00	5.00	5.00
Sugar	15.00	15.00	15.00	15.00
Vit. mix* ¹⁾	1.00	1.00	1.00	1.00
Min. mix.* ²⁾	3.50	3.50	3.50	3.50
Black pepper* ³⁾	-	0.50	2.00	5.00
Corn starch	q. s.	q. s.	q. s.	q. s.
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

*1) AIN-76 Vit. mix.¹⁰⁾

*2) AIN-76 Min. mix.¹⁰⁾

*3) Black pepper (오뚜기食品製, 純후추粉末)

2. 方法

1) 動物實驗

体重이 120±10g인 白鼠(♂) 7마리를 한 群으로 하여 各 給与食餌에 따라 4 群으로 나누어 8 週間 飼育하였다. 한 飼育箱에 2~3마리씩 넣고 室温에서 飼育하였으며 食餌와 물은 自意대로 摂取하도록 하였다.

2) 体重增加量 測定

實驗期間중 体重增加量은 測定 16時間 前에 食餌 給与를 中斷하였으며 最終体重에서 實驗 始作時의 体重을 減하였다.

3) 消化吸收率 測定

各 群의 蛋白質, 脂肪, 炭水化物的 消化吸收率을 測定한 것으로 一週日間 摂取한 食餌量중의 各 成

分含量과 一週日間 排泄한 糞便중의 各 成分 含量을 常法에 따라 分析 測定하여 消化吸收率을 計算하였다.

4) 採血 및 血液의 分離

8 週間 飼育한 白鼠를 解剖하기 16時間 前에 食餌 供給을 中斷하였고, ether 麻醉下에 腹部의 大動脈으로부터 採血한 후 室温에서 約 1時間 放置하여 血清이 分離되었을 때 3,000r.p.m.으로 15分間 遠心分離하여 그 上澄液을 取하였다.

5) 各種 臟器의 重量 測定

肝臟, 腎臟, 心臟, 脾臟, 肺臟을 摘出하여 生理食鹽水로 씻어내고 濾過紙로 血液을 除去한 후 秤量하여 体重 100g 당 臟器 무게로 換算하였다.

6) 血清중의 各 成分의 定量

血清중의 glutamic oxalacetic transaminase(GOT), glutamic pyruvic transaminase(GPT)는 Reitman Frankel法,¹¹⁾ glucose는 Glucose oxidase peroxidase法,¹²⁾ total cholesterol은 Lieberman-Buchard法¹²⁾을 利用하여 定量하였으며 總蛋白質의 定量은 De La Huerga法,¹³⁾ 蛋白質 分劃分은 Kaplan과 Savory法,¹⁴⁾ Na와 K는 Amador法,¹⁵⁾ Ca는 O-Cresol Phthalein Complexon(OCPC)變法,¹⁶⁾ P는 Fiske-Subbarow法¹⁷⁾을 利用하여 定量하였다.

7) 肝臟중의 各 成分의 定量

肝臟중의 粗脂質은 Folch法¹⁸⁾, 粗蛋白質은 Kjeldahl 窒素定量法¹⁹⁾을 利用하여 定量하였으며, 脂肪酸 分析은 Gas Chromatography(GC)를 利用하였고 GC의 條件은 Table 2.와 같고 各 脂肪酸 比率은 面積比에 따라서 求하였다²⁰⁾.

8) 統計處理

統計處理는 完全任意配置法에 依하여 處理에 대한 分散分析을 하였고 各 處理間과 各 水準間 有意性은 p<0.01에서 Duncan의 multiple test를 行하였다^{21, 22)}.

Table 2. Instrument and Operating Condition for GC

Instrument	GC HITACHI Model 163
Colum support	20% DEGS (diethylene glycol succinate) cnromosorb W60 ~80 mesh
Colum length	3mm × 2mm glass colum
Colum temperature	185°C
Injection temperature	250°C
Carrier gas	N ₂ , kg/cm ² (40ml/min)
H ₂ gas	kg/cm ²
Air	kg/cm ²
Attenuation	10 ² × 5
Chart speed	10mm/min

結果 및 考察

1. 体重增加量

實驗期間동안의 体重의 net weight gain은 Table 3.과 같다. 후추 0.5% 添加群(SB群)은 후추 無添加群(SA群)에 비해서 약간 增加되었으나 후추의 添加量이 增加할수록 顯著히 減少하는 傾向을 나타내었다.

이는 적당량의 후추 添加 食餌는 無添加 食餌에 비해 飼料效率의 增加와 함께 体重도 上昇되었으나 후추의 添加量이 增加할수록 嗜好性과 關聯된 食餌 攝取量이 顯著한 減少와 후추의 有效成分이 胃腸을 刺戟하여 蠕動運動을 促進함으로서 營養素의 吸收을 阻害한 때문이라고 생각된다²³⁾.

Table 3. Net gain of weight

Group	Weight Gain
SA	113.65 ± 18.54 ^{b1)}
SB	129.96 ± 17.27 ^{ab}
SC	59.06 ± 13.01 ^c
SD	6.78 ± 12.69 ^a

* Mean ± S.D.

1) p < 0.01

2. 消化吸收率

實驗期間동안의 消化吸收率은 Table 4.와 같다. 후추의 添加量이 增加함에 따라 消化吸收率은 낮아지는 傾向을 나타내었다. 이는 食餌攝取量의 顯著한 減少에 비해 糞便의 量은 腸의 蠕動運動 促進으로 인하여 오히려 增加된 現狀에 起因된다고 생각된다. 특히 후추 5.0% 添加群(SD群)에서 단백질과 지방의 소화흡수율의 有意한 減少는 후추가 amylase activity보다는 protease activity와 lipase activity에 상당한 影響力을 미친다는 報告^{3,4)}와 一致하였다.

Table 4. Digestibility

Group	(%)*		
	Carbohydrate	Protein	Fat
SA	87.14 ± 2.35 ^{ab1)}	59.58 ± 7.86 ^{bc}	54.71 ± 8.09 ^{bc}
SB	89.53 ± 22.81 ^{ab}	68.56 ± 8.12 ^{ab}	68.85 ± 17.01 ^{ab}
SC	80.89 ± 6.23 ^{bc}	47.93 ± 16.79 ^c	37.68 ± 17.01 ^c
SD	70.56 ± 10.52 ^d	16.25 ± 29.69 ^d	2.21 ± 33.90 ^d

* Mean ± S.D.

1) Significances as expressed with superscript were tested separately for separate columns (p < 0.01).

3. 單位体重당 各種 臟器의 重量

各種 臟器의 重量은 Table 5.에서 보는 바와같이 후추의 添加量이 增加함에 따라 肝臟의 重量은 有意한 增加를 보였다. 腎臟의 重量은 SD群만이 有意한 增加를 나타내었는데 이는 浮腫의 影響으로는 認定할 수 없었으며 기타의 原因으로 생각된다. 心臟의 重量은 SA群이 다소 낮은 傾向으로 보아 후추의 添加가 心臟 重量 增加의 原因으로 思料되었으며 脾臟과 肺臟은 有意성이 나타나지 않았다.

Table 5. Organ weight

Group	(% body wt.)				
	Liver	Kidney	Heart	Spleen	Lung
SA	2.61 ± 0.24 ^{ab1)}	0.55 ± 0.04 ^a	0.32 ± 0.03 ^{abc}	0.34 ± 0.07	0.68 ± 0.17
SB	2.74 ± 0.17 ^a	0.59 ± 0.04 ^a	0.32 ± 0.04 ^{ab}	0.34 ± 0.05	0.66 ± 0.18
SC	3.36 ± 0.18 ^{bc}	0.64 ± 0.05 ^a	0.33 ± 0.02 ^a	0.34 ± 0.08	0.61 ± 0.08
SD	4.19 ± 0.48 ^{cd}	0.72 ± 0.03 ^b	0.3 ± 0.03 ^a	0.34 ± 0.04	0.68 ± 0.18

* Mean ± S.D.

1) Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p < 0.01).

4. 血清중의 GOT, GPT 含量

血清중의 GOT, GPT含量을 測定한 結果는 Table 6.과 같이 SD群이 다소 높은 傾向은 나타내었으나 뚜렷한 有意성은 없었다. 그러나 体内 物質代謝의 중심 臟器인 心臟, 肝臟의 機能과 transaminase는 매우 密接한 關係에 있으며²⁴⁾ 후추가 이러한 酵素에 미치는 影響은 좀더 研究가 必要하다고 생각된다.

Table 6. Contents of GOT and GPT in Serum

Group	(unit/ml)*	
	GOT	GPT
SA	253.20 ± 18.19 ^{bc1)}	36.20 ± 1.09 ^a
SB	236.00 ± 32.68 ^{bc}	36.40 ± 2.50 ^a
SC	222.80 ± 30.63 ^b	40.40 ± 1.67 ^{ab}
SD	282.60 ± 47.75 ^c	42.60 ± 5.27 ^{ab}

* Mean ± S.D.

1) Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p < 0.01).

5. 血清중의 Glucose, Cholesterol 含量

血清중의 glucose와 cholesterol은 Table 7.에서처럼 glucose는 SD群에서 有意한 減少를 나타내었는데 이는 후추의 低血糖作用으로 思料되며 Jain^{25,26)} 등은 關聯 香辛料의 低血糖作用을 報告한 바 있다.

cholesterol은 SD群에서 有意한 增加를 나타내었는데 이는 고추²⁷⁾, 마늘^{28,29)}, 생강³⁰⁾ 등의 香辛料가 hypocholesterol 效果를 나타내는 것과 相反되는 結果이다.

Table 7. Contents of glucose and cholesterol in serum

Group	(mg / 100ml) *	
	Glucose	Cholesterol
SA	112.80 ± 13.00 ^{ab1}	80.30 ± 6.37 ^a
SB	125.80 ± 17.18 ^b	81.60 ± 4.21 ^a
SC	114.00 ± 8.66 ^{ab}	80.60 ± 4.50 ^a
SD	87.20 ± 13.33 ^c	102.80 ± 2.58 ^c

* Mean ± S.D.

1) Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p < 0.01).

6. 血清중의 總蛋白質 含量과 蛋白質 分割의 含量 變化

血清중의 total protein과 蛋白質 分割量은 Table 8. 과 같이 total protein은 SD群에서 다소 減少하였으나 뚜렷한 變化는 없었으며 albumin, α₂-globulin, β-globulin, A/G ratio는 有意性이 나타나지 않았으며 α₁-globulin은 SD群에서 다소 낮았으며 γ-globulin은 SC群, SD群에서 다소 높게 나타났다. 이는 肝蛋白質 合成 機能이 低下되었을 때 globulin의 生成 低下보다는 albumin의 生成 低下가 顯著하여³⁰ 肝臟이 損傷되면 肝蛋白質의 遊離로 血中 globulin이

Table 8. Contents of total protein albumin, A/G ratio α₁-, α₂-, β-, and γ-globulin in serum

Group	Total Protein	Albumin	A/G Ratio	(g / 100ml) *			
				Globulin			
				α ₁	α ₂	β	γ
SA	6.30 ± 0.23 ^{abc1}	3.85 ± 0.16	1.53 ± 0.09	0.21 ± 0.03 ^a	0.48 ± 0.10	1.09 ± 0.08	0.77 ± 0.09 ^{ab}
SB	6.30 ± 0.19 ^{abc}	3.79 ± 0.23	1.54 ± 0.26	0.21 ± 0.03 ^a	0.47 ± 0.03	1.07 ± 0.14	0.75 ± 0.13 ^{ab}
SC	6.30 ± 0.29 ^{abc}	3.68 ± 0.12	1.31 ± 0.13	0.21 ± 0.06 ^a	0.46 ± 0.07	1.09 ± 0.08	1.07 ± 0.26 ^a
SD	6.12 ± 0.36 ^c	3.64 ± 0.21	1.35 ± 0.20	0.17 ± 0.03 ^{ab}	0.47 ± 0.06	1.07 ± 0.16	1.02 ± 0.18 ^a

* Mean ± S.D.

1) Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p < 0.01).

增加한다³² 고 하였으나 本 實驗 結果로는 確認할수 없었다.

7. 血清중의 無機成分 含量

血清중의 無機成分의 變化는 Table 9. 와 같다. Na와 K의 濃度는 有意性이 나타나지 않았으며 Ca濃度는 후추의 添加量이 增加할수록 有意하게 減少하였으며 P濃度는 SB群에서 가장 높았으며 후추의 添加量이 增加할수록 有意하게 減少하였다.

血清중의 Ca, P의 濃度는 parathyroid hormone인 parathormone과 thyroid hormone인 calcitonin에 의하여 正常的으로 調節되는데³³, 즉 血中 Ca(P) 濃度가 增加하면 相對的으로 P(Ca) 濃度는 減少하여 homeostatic adaptation 狀態로 되는데³⁴ 本 實驗에서는 Ca·P 濃度가 후추 添加食餌에서 比例하지 않음은 후추의 有效成分이 体液의 組成에 어떤 影響을 미쳤다고 생각된다.

Table 9. Contents of Na, K, Ca and P in Serum (mEq / L) *

Group	Na	K	Ca	P
SA	139.86 ± 0.38	4.78 ± 0.18	10.48 ± 0.58 ^{ab1}	5.06 ± 0.35 ^c
SB	140.10 ± 0.42	4.82 ± 0.24	10.34 ± 0.26 ^{ab}	6.36 ± 0.17 ^a
SC	141.26 ± 1.06	5.24 ± 0.49	9.62 ± 0.43 ^{bc}	5.92 ± 0.30 ^{ab}
SD	141.52 ± 1.08	5.44 ± 0.66	9.18 ± 0.32 ^d	4.80 ± 0.26 ^d

* Mean ± S.D.

1) Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p < 0.01).

8. 肝臟중의 粗脂質의 含量과 脂肪酸 組成의 含量 變化

肝臟중의 粗脂質의 含量과 脂肪酸 組成은 Table 10. 과 같다. 粗脂質의 含量은 SB群, SD群에서 다소 높게 나타났으나 뚜렷한 影響은 미치지 않았는데 이는 마늘^{28,29}, 고추²⁷ 등의 lipotropic 效果와는

Table 10. Contents of crude lipid and fatty acids composition in liver

Group	Crude lipid	(%)*					
		C ₁₆	C ₁₆₋₁	C ₁₈	C ₁₈₋₁	C ₁₈₋₂	C ₂₀₋₄
SA	7.37 ± 0.33 ^{a1}	27.30 ± 0.14 ^{bc}	1.90 ± 0.29	13.00 ± 1.36	16.89 ± 2.50	19.24 ± 1.18	19.69 ± 2.56 ^a
SB	7.99 ± 1.11 ^{ab}	28.74 ± 1.88 ^c	1.87 ± 0.94	14.36 ± 3.81	17.13 ± 2.08	16.67 ± 1.79	21.26 ± 1.34 ^{ab}
SC	6.94 ± 0.43 ^a	28.95 ± 0.60 ^c	2.19 ± 0.36	14.27 ± 0.83	19.36 ± 1.26	15.49 ± 2.23	20.48 ± 1.49 ^a
SD	8.12 ± 0.53 ^{ab}	27.57 ± 1.27 ^{bc}	1.91 ± 0.26	13.35 ± 2.41	17.66 ± 1.67	14.72 ± 2.82	24.09 ± 1.70 ^{bc}

* Mean ± S.D.

1) Significances as expressed with superscripts were tested separately for separate columns (p < 0.01).

相反되는 現狀이다. 脂肪酸 組成에서는 arachidonic acid만이 SD群에서 다소 높게 나타났다. 이는 Sadowa等²³이 報告한 正常食餌에서의 肝臟脂肪質 組成과 比較해 볼 때 linoleic acid는 10%정도 낮은 傾向이었으며 arachidonic acid는 15%정도 높은 傾向임을 알 수 있었는데 후추의 有效成分이 肝臟의 脂肪酸 組成에 미치는 影響에 대해서는 좀더 研究가 必要할 것으로 생각된다.

9. 肝臟중의 粗蛋白質 含量

肝臟중의 粗蛋白質의 含量을 測定한 結果는 Table 11.과 같이 별다른 影響을 미치지 않았다.

Table 11. Contents of Crude Protein in Liver (%) *

Group	Crude Protein
SA	22.14 ± 0.97 ^{au}
SB	23.36 ± 1.23 ^a
SC	23.21 ± 0.54 ^a
SD	23.28 ± 1.44 ^a

* Mean ± S.D.

1) p < 0.01

要 約

香辛料로서 利用되는 후추(胡椒)가 生体에 미치는 影響을 調査하기 위하여 本 實驗에서는 正常食餌 中 후추의 添加量 (0%, 0.5%, 2.0%, 5.0%)을 달리하여 Sprague-Dawley系 白鼠(♂)에게 8週間 給与한 후 白鼠의 体重增加量, 消化吸收率, 各種 臟器重量, 血清 및 肝臟成分 含量을 測定한 結果는 다음과 같다.

1. 体重增加량과 消化吸收率은 후추 0.5% 添加群에서 가장 높았고 후추 添加量이 增加할수록 顯著히 낮아졌다.

2. 各種 臟器의 重量에서 肝臟, 心臟은 후추 添加量이 增加할수록 높은 傾向이었으며 腎臟은 5.0% 후추 添加群만이 有意하게 높았으며, 脾臟, 肺臟은 有意성이 나타나지 않았다.

3. 血清중의 GOT, GPT는 뚜렷한 影響이 나타나지 않았으나 glucose는 5.0% 후추 添加群에서 有意하게 낮았고 cholesterol은 5.0% 후추 添加群에서 有意하게 높았다. total protein은 5.0% 후추 添加群이 약간 낮은 傾向이었고 蛋白質 分劃分은 有意하지 않았고 Na, K는 有意성이 나타나지 않았으나 Ca, P는 후추 添加量이 增加할수록 낮아졌다.

4. 肝臟중의 crude lipid와 crude protein은 별다른 變化가 없었으나 脂肪酸 組成에서 5.0% 후추 添加群의 arachidonic acid만이 다소 높은 傾向이었다.

文 獻

1. 相賀徹夫: 萬有百科大事典 19. 植物, (小学館), 237 (1977)
2. 李重熙: Spice化学의 研究, 13, 92 (1976)
3. 李重熙: 回甲記念論文集, 120 (1979)
4. 徐明子: 韓國營養学会誌, 6, 4 (1973)
5. 禹源植, 申国鉉, 金仁岳: 生藥学会誌, 8, 115 (1977)
6. Woo, W.S., Shin, K.H., Kim, I.C. and Lee, C. K.: *Arch. Pharm. Res.* 1, 13 (1978)
7. Woo, W.S., Lee, E.B. and Shin, K.H.: *Arch. Pharm. Res.*, 2, 2 (1979)
8. Solberg, M. and Rosen, J.D.: *J. Fd. Safety*, 1, 4 (1978)
9. Srinivasan, M.R. and Satyanaryana, M.N.: *Nutr. Rep. Int.*, 107, 1340 (1977)
10. American Institute of Nutrition.: *J. Nutr.*, 107, 1340 (1977)
11. 川内廣明, 岸浪菊江子, 春木文枝, 渡辺富久子: 臨床化学試驗法, (廣川書店), 149 (1975)
12. Bauer, P.D., Ackermann, P.G. and Toro, G.: (Clinical Laboratory Methods), 8th ed 448 (1976)
13. De la Huerga, J., Smetlers, G.W. and sherrick, J.C.: Serum proteins and dysproteinemias, (Springfield II, In Sunderman, F.W. ed, Churls C. Thomas, publisher) (1964)
14. Kaplon, A. and Sovry, J.: Standard Methods of Chemical Chemistry, (In MacDonakd, R.P., Eds,) New york, Academic Press), 6 (1970)
15. Amador, E., Cechner, R.L. and Barklow, J.J.: *Clin. Chem.*, 18, 668 (1972)
16. Conerty, H.V. and Briggs, A.R.: *Am. J. Clin. Path.*, 45, 290 (1966)
17. Fisk, C.H. and Subbaraw, Y.: *J. Biol. Chem.*, 66, 375 (1925)
18. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G.H.S.: *J. Biol. Chem.*, 266, 497 (1957)
19. 日本藥学会編: 衛生試驗法 注解, 153 (1980)
20. 油脂および 油脂製品試驗法部会: 油化学, 19, 337 (1970)
21. Steel, R. and Torrie, J.H.: Principles and procedures of statistics, (McGraw-Hill Book Co., New York), 107 (1960)
22. Spiegel, M.R.: Theory and problems of statistics, (McGraw-Hill Book Co., New York), 188

- (1961)
23. 曹秀悦：環境研究, 2, 1 (1982)
 24. 吉川春寿, 芦田淳：総合栄養学事典, (同文書院) 128 (1981)
 25. Jain, R.C., Vyas, C.R. and Mahatma, O.P. : *Lancet*, 2, 1491 (1973)
 26. Jain, R.C. and Vyas, C.R. : *Am. J. Clin. Nutr.*, 28, 684 (1975)
 27. Sambaiah, K., Satyarayana, M.N. and Rao, M.V. L. : *Nutrition Reports International*, 18, 5 (1978)
 28. Chang, M.W. and Johnson, M.A. : *J. Nutr.*, 110, 931 (1980)
 29. Augusti, K.T. and Mathew, P.T. : *Indian J. Exp. Biol.*, 17 (2), 183 (1978)
 30. Gujral, S., Bhumra, H. and Swaroop, M. : *Nutr. Rep. Int.*, 17 (2), 183 (1978)
 31. Ryoo H. and Tarver, H. : *Proc. Exp. Biol. and Med.*, 128, 760 (1968)
 32. 内藤 博, 野口虫, 川端博秋：必須 アミノ酸 研究, 8 (1980)
 33. 植木寛, 原田正敏：生理化学, (廣川書店), 419 (1980)
 34. Ganong, W.E. : *Review of medical physiology*, (Lange Med. Pub.), 301 (1979)
 35. Satowa, S., Kuga, T., Suzuki, H. and Oshima, S., : *Jap. J. Nutr.*, 26, 2 (1969)