

# 쥐의 給食回數와 體脂肪過剩合成

韓 仁 圭

서울大學校 農科大學

(1966年1月9日受理)

## Frequency of Meals and Hyperlipogenesis of Rat

In K. Han

College of Agriculture, Seoul National Univ.  
Suwon, Korea

fatty acids synthesis.

### Summary

This experiment was performed to investigate the effect of the frequency of meals on the metabolism and the body composition of rats when equal amount of purified diet was ingested. Thirty approximately days old rats weighing 290 g and thirty-two about 40 days old rats weighing 180 g were employed for the period of 34 days.

Rats fed ad libitum (10 to 15 meals per day) and two-meal per day were pair-fed and equal amount of diet was fed to each rat in pair. The experimental results obtained are summarized as follows:

1. Frequency of meal did not exert any effect on the body weight gain. However, rats fed two-meal per day gained significantly ( $p < 0.005$ ) more fat and energy than ad libitum group. The rate of gain of protein in ad libitum group was higher than that of two-meal group. No difference was observed for the mineral deposition of rat body.

2. From the preparation of rat liver it was found that the activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase was much higher for the rats fed two-meals per day than those fed ad libitum. Therefore, it is suggested that the metabolic pathway of carbohydrate for two-meal group has been shifted from glycolysis to Hexose Monophosphate Shunt and produced more NADPH which would be the essential cofactor of

3. The rate of excretion of urinary nitrogen for two-meal group was significantly ( $p < 0.005$ ) higher than that of ad libitum group. It is apparent that considerable amount of over-loaded amino acids by feeding two-big-meal daily could not be used for the protein biosynthesis all at once and excreted following deamination through urine. The residual carbon chain could be served as a precursor of fatty acids synthesis.

4. The heat production rate of rats fed two-meal group was significantly ( $p < 0.005$ ) lower than that of ad libitum group. It seems possible that the activity of thyroid gland (and consequently BMR) can be depressed by the frequency of meal.

### 1. 序 論

1952 年에 英國의 Gordon 과 Tribe 에 依하여 給食回數가 仔羊의 成長을 促進하는 効果가 있다는 것 이 밝혀진 以來 많은 榮養學者の 關心이 여기에 集中 되었는 것이다. 어떤 反芻動物이 이와 같은 反應을 보이는지 比해(Rakes 等 1961) 성숙한 動物은 何等의 영향을 받지 않음이 (Rhodes 等 1962, Rakes 等 1961) 밝혀졌다. 그러나 單胃動物의 경우에는 이러한 効果가 전혀 관찰되지 않았다. 研究報告에 依하면 豚(Melnikov 等 1956) 쥐(Cohn 等 1962, 1963) 맙(Feigenbaum 等 1962)의 경우 採食回數는 成長率에 對하여 何等의 영향을 갖지 않았다는 것 이 밝혀졌다.

Cohn 等(1957)이 쥐로서研究發表한 바에 依하면 採食回數가 體組成에 영향을 준다는 것이다. 即 14 日間의 試驗期間을 通하여 1日 2回 給食區(17.6%)는 自由採食區(9.9%) 보다 體脂肪의 含量이 높음이 알려졌다. 왜 이러한 脂肪蓄積이 일어 나는가에 對해서 原因을 研究하고자 行한 部分的인 試驗에서 그는 1日 2回 給食區 쥐의  $I^{131}$ 의 섭취량이 적음을 알아 냈으나 直接 Heat production 을 測定 못했다. 또 Glucose-6-phosphate(G-6-p) dehydrogenase 的 活性이 強하다는 點을 지적하고 그는 Hexose monophosphate shunt(HMPS)의活性이 增加된다고 結論을 내렸다. 그러나 그는 오직 少數의 150 gm—200 gm의 어린 쥐만을 供試動物로 使用하였다. 이에 筆者는 反芻動物(羊)과 非反芻動物(쥐)의 體組成 및 代謝過程에 미치는 영향 및 그 生化學的機轉을 철저히 研究코자 2個의 試驗을 羊으로, 4個의 試驗을 쥐로 行하였다. 特히 쥐의 경우 性別(암수) 年令別(幼成)로 각각 어떻게 反應을 보이는가를 調查 研究하였다.

이러한 一聯의 試驗을 위하여 代謝試驗 成長飼養試驗 窒素均衡試驗 間接 calorimetric 法, slaughter-body analysis 法, G-6-P dehydrogenase活性調查 等을 施行하였다. 여기에서는 그中 하나의 小試驗만을 추려서 報告키로 한다.

## 2. 實驗方法

### (1) 實驗設計(Experimental Design)

이 實驗은 2個의 處理區와 2個의 쥐群으로 施行된 바 Factorial Design( $2 \times 2$ )으로 設計되었으며 각 處理區에 쓰인 쥐 数는 다음 表에서 表示된 바와 같다.

Table 1. Experimental design and number of rats employed.

Age	Frequency of meals	
	*ad libitum	2 meals
Younger	16마리	16마리
Older	15	15

\* adlibitum 区의 採食回數는 하루 10~15回임.

### (2) 供試動物 및 期間(Experimental Animals and Periods)

本試驗에서는 日令이 다른 두群의 Holtzman 쥐를 썼으며 30마리의 older group은 50마리의 生後 80日이 된 一群의 쥐로부터 선택했는데 (過大 過少한 것을除外) initial body weight는 약 290 gm 이

었다. 32 마리의 younger group은 70 마리의 生後 약 40일이 된 쥐로부터 선택했는데 initial body weight는 평균 180 gm 이었다. 同 試驗은 1964年 7月 2日에 始作되어 34日間에 걸쳐 施行했는 바 同 期間은 12日間의豫備試驗과 22日間의 本試驗으로 構成된다.

### (3) 試驗飼料의 組成

Purified diet 을 試驗飼料로 썼으며 그 配合率 (table 2)과 化學的인 組成(table 3)은 다음과 같다.

Table 2. Diet Formula

Ingredients	Composition
Casein	20.0%
sucrose	68.5
dl-methionine	0.3
Corn-Oil	5.0
Vitamin mix.	2.2
Mineral mix.	4.0

註 Mineral Mix; Jones-Foster salt mix, General Biochemicals  
Vitamin mix; Nutritional Biochemicals Corp. product): Vitamin A (200,000 unit/gm) 4,500 gm/1 kg mix;  
Vitamin D 0.250; Tocopherol 5,000;  
Ascorbic acid 45,000; Inositol 5,000;  
Choline chloride 75,000; Menadione 2,250;  
PABA 5,000; Niacin 4,500; Riboflavin 1,000;  
Pyridoxine HCl 1,000; Thiamin HCl 1,000;  
Ca pantothenate 3,000; Biotin 0.020;  
Folic acid 0.090; Vitamin B<sub>12</sub> 0.001;

Table 3. Chemical composition of diets

Gross Energy	Protein	Ether Extract	Carbohydrate	Ash
Kcal/gm	%	%	%	%
4,419	17.97	2.90	76.17	2.96

### (4) 試驗動物의 管理

本試驗이 始作되기 前에 12日間의 예비 期間을 두었고 試驗開始時부터 모든 쥐는 個別으로 實驗飼育箱에 分離飼育 시켰다. 最終 4日間의 예비기간에는 2回給食區 쥐에 對해서는 Force-feeding (stomach tube에 依한)에 對한 훈련을 시켰다. 體重이 비슷한 ad libitum 区의 쥐 한마리를 2回給食區의 쥐 한마리를 짝지워(pair-feeding) 給食量을 꼭 같도록 調節했다. 每日 午後 3時에 ad libitum 区의 쥐에 對한 前日의 給食量을 調査해서 이 量을 2回

給食區의 pair-mate에게 급여하였다. 即 代謝體型(Metabolic body size)當 等量의 食이를 2等分하여 12時間 간격으로 stomach-tube를 利用 2回給食區쥐에게 주었다(午前 8時와 午後 8時). Force-feeding 은 (1) 100 gm의 purified diet를 40 ml의 물에 녹혀 죽(liquid form)을 먼저 만들고 (2) 이것을 定量的으로 쥐의 胃내에 直接 넣어준다(stomach-tube를 利用하여).

全試驗期間中 diet의 消費와 Gross Energy (GE) 및 Metabolizable Energy (ME)의 섭취量은 각각 다음과 같다.

Table 4. Average diet intake

Frequency of Meals	Age	Total intake		
		Diet gm	GE Kcal/W $\text{kg}^{0.734}/\text{day}$	ME
ad libitum	Younger	376.3	215.7	201.3
meals	"	377.9	215.2	201.5
ad libitum	Older	410.5	185.7	173.0
meals	"	413.5	185.3	173.1

#### (5) 代謝試驗

本試驗을 完了하기 前 最終 8日間에 代謝試驗을 아울러 實施하였는 바 Older group에 8마리 Younger group에 24마리를 供用하였다. 쓰여진 metabolism cage는 쥐의 自由로운活動과 定量의糞과 尿의 分離採取를 許容하였다. 每日 午後 4時에 철망위에 있는 粢을 採集하였으며 同時に 乾燥한 尿를 5ml 以內의 물로 씻어 내렸다. 尿採集瓶에는 약 2ml의 4-N sulfuric acid를 preservative로 썼다. Force feeding 作業을 하는 동안에 일어 날 수 있는 尿의 損失을 防止하기 為하여 이作業을 해당 Metabolism Cage에서 實施하였다.

#### (6) Respiration Calorimetric Experiments

採食回數가 熱生產(Heat production)에 미치는 영향을 調查算出하기 위하여 7마리의 쥐를 交替로 Respiration chamber에 24時間동안 넣어 각각 酸素의 消費量과 CO<sub>2</sub>의 發生量을 測定하였다. 本試驗에 쓰인 Respiration chamber는 Haldane Apparatus를 筆者가 改良製作하여 正常生活狀態(採食을 許容하는)下에서의 Heat production 測定을 可能케 하였으며 그러기 위하여 metabolism trial을 또한並行시켰다(이 Chamber의 製作原理 使用方法, Heat Praductian의 計算에 對해서는 韓仁圭(1965)의 보고를 참고 할 것).

#### (7) Slaughter-Analysis Method

정확하게 體內에서의 榮養素의 使用方法 및 그行

方을追求하기 위하여 供試動物에 對하여 實驗開始時와 終了時의 水分 蛋白質 脂肪 鎌物質 Energy 等의 含有量을 決定하였다. 이 目的을 達成하기 위하여 實驗開始時에 供試動物을 代表한다고 生覺되는 30마리의 쥐를 희생시켜開始時 體組成(Initial body composition or Baseline data)를 測定하였으며 이 data를 供試動物의 實驗開始時體組成(Initial body composition)을 計算하는데 利用하였다. 같은 内容의 測定을 實驗完了時(Final body Composition)을 다시 얻었다.

희생시킨 뒤로 부터는 實驗最終前日 午後 3時에 生時 體重(Full body wt. FBW)을 얻고 그로부터 18시간을 絶食시켜 다시 體重(Shrunk body wt. SBW)을 測定하여 잊달아 開腹 腸內容物을 除去하여 다시 體重(Empty body Wt, EBW)을 調査하였다. 이 때에 쥐에게는 名個體別로 sample番號를 주어 冷凍乾燥시켰다. 乾燥가 完了되면 分解하여 各種 化學分析을 하였다.

#### (8) 化學分析

飼料 粢 尿 및 體組織에 對하여 固形物, 蛋白質, 脂肪, 鎌物質, 總炭水化物 GE의 含量을 測定하였다. G-6-P dehydrogenase의 活性을 測定하기 위하여는 쥐의 肝을 利用하였으며 準備 및 調査過程은 Nelson이 提示한 改良 Glock氏法(1953)을 적용하였다. 약 1~2 gm의 肝을 9倍의 冷(4°C) isotonic KCl 용액(0.15 M, PH 7.0)에 담아 Potter Homogenizer로 잘 간 다음 이것을 여과해서 International refrigerated Centrifuge를 利用 4,000 g에서 30分間 원심분리하였다. 그 supernatant를 잘 끓거서 이번에는 ultra-centrifuge를 利用 100,000 g에서 30分間 원심분리 한다. 다음과 같이 配合된 Enzyme system을 340 m $\mu$  (spectrophotometer)에서 처음 5分間의 density를 읽음으로서 그活性을 계산한다.

① supernatant 0.1 ml ② MgCl<sub>2</sub> 0.1 ml ③ glycyl-glycine buffer 0.5 ml (PH 7.6) ④ G-6-P 0.1 ml  
⑤ 중류수 1.1 ml ⑥ NADP 溶液 0.1 ml.

이 噴素의活性單位는 0.005 M의 NADP/mg. 可溶性蛋白質/minute로 表示하였다.

### 3. 結果 및 考察

#### (1) metabolism trial

採食回數가 各種 榮養素의 消化率에 미치는 영향을 綜合하면 Table 5와 같다.

以上의 表로서 各種 榮養素와 Energy의 消化率에 對하여 採食回數는 何等의 영향을 초래하지 못

Table 5.

The digestibility of nutrients and energy

No. of Observation	Frequency of meal		Digestion Coefficient(%)					
			Age	DM	protein	Fat	mineral	CHO
12	ad lib	yomger	97.16	94.97	91.84	67.07	99.03	97.24
12	2 meals	"	97.33	94.74	93.91	66.97	99.25	97.57
4	ad lib	Older	97.30	95.30	92.82	66.16	99.12	97.36
4	2 meals	"	97.08	94.84	93.24	67.55	99.29	97.59

하였음이 分明하였다. 이의한 結果는 Cohn 等(1962, 1963)에 依하여 發表된 것과一致되는 것이다. 各處理區의 Energy에 對한 消化率이 같고 (table 5) 나아가서 table 6가 말하는 바와 같이 尿로 排泄되는 Energy의 量도 같기 때문에 diet의 ME價에도 何等의 差異가 없었다.

Table 6. Energy loss in Urine and ME Value

Frequency of meal	Age	Energy loss (%GE)	ME (%GE)
ad lib	younger	3.92	93.32
2 meals		3.97	93.60
ad lib	older	4.23	93.13
2 meals		4.15	93.45

Table 7.

Average body gain and chemical composition of body

Frequency of meal	observation		Daily gain (FBW)	Water	protein	Fat	Mineral	Energy
	no. of	Age						
ad lib	16	younger	gm 4.7	% 64.41	% 22.42	% 9.50	% 3.67	Kcal 563
2 meals	16		4.6	59.72	20.95	15.64	3.68	692
ad lib	15	older	3.1	62.90	23.75	9.33	4.02	735
2 meals	15		3.2	56.88	22.81	16.44	3.88	936

은 아주 뚜렷한바 이는 結局 採食回數가 代謝過程에 영향을 준 증거가 되는 것으로 本試驗의 最大의 興味가 여기에 있는 것이다. 水分의 含量을 보면 Younger group의 경우 1回 2回給食區가 59.72%로서 自由採食區의 64.41% 보다 월등히 낮으며 Older group의 경우에도 2回給食區(56.88%)가 自由採食區(62.90%) 보다 월등히 낮다. 蛋白質含量에 있어서 대단한 差異는 아니지만 自由採食區가 약간 높음을 볼 수 있다. 이것은 이 養의 尿中窒素의 損失이若干 적은 것으로 理解가 갈뿐 아니라 結局 採食回數가 蛋白質代謝에 영향을 준다는 것을 말하는 것이다. 가장 혈저한 採食回數의 변화로 因한 結果는 體脂肪 含量의 差異이다. Younger group의 1日 2

## (2) 増體 및 體化學組成에 對한 영향

採食回數가 體重의 增加 및 試驗動物體組織의 化學的組成에 미친 영향을 綜合하면 table 7에서 보는 바와 같다.

이 表에서 보는 바와 같이 採食回數가 增體量에 미치는 効果는 全혀 없음이 밝혀졌다. 어린 쥐들의 경우 日當增體量이 큰 쥐들보다 많지만은 이것은 全혀 正常의 成長現象일 뿐이고 같은 年令 안에서는 何等의 差異가 없다. 이 結果는 Cohn 等(1963)이 發表한 것과 同一하나 Rakes 等(1961)이 羊으로서 實驗한 結果와는 대조적이다. 即 Rakes 等(1961)은 生後 六個月 되는 羊의 경우 같은 量으로 자주 먹었을 때 (1日 8回) 成長率이 1日 1回採食區보다 60%나 높았다고 報告하였다.

採食回數가 體組織의 化學的成分에 미치는 영향

回給食區는 평균 脂肪含量이 15.64%인데 比하여 自由採食區는 9.50%로서 1日 2回區는 6.14%가 더 높다. 이의한 현상은 Older group에서도 볼 수 있는 바 두區의 脂肪含量은 각각 16.44% 및 9.33%로서 2回給食區가 월등히 높다 하겠다. 이러한 脂肪含量의有意性 있는 ( $p < 0.005$ ) 差異로 因하여 이 養의 Energy含量의 差도 큰바 어느 경우이고 1回 2回區의 Energy含量이 월등히 높다. 또 한가지 눈에 뜨이는 현상은水分 脂肪 蛋白質 Energy 等의含量이 모두 採食回數의 영향을 입었는데도 鑽物質의含量은 全혀 영향을 입지 않아 各區 모두 差異가 없다는 點이다.

여기서 採食回數가 1kg 固形物 섭취 및 單位代

謝體型當 增加된 體重 蛋白質 脂肪 Energy 効率性  
을 보면 아래와 같다.

Table 8. Effect of frequency of meals on gain efficiency of body weight, protein, fat and energy

Frequency of meals	age	Gain/kg DM/Wkg <sup>0.734</sup>			
		Body wt	protein	Fat	Energy
ad libitum	younger	99.0	23.2	14.8	261
2 meals	"	98.7	19.5	30.2	378
ad libitum	older	77.9	21.1	10.5	219
2 meals	"	83.1	18.3	37.0	427

大體로 増體効率性에는 兩區보다 差異가 없으나 自由採食區의 蛋白質의 增加가 多은 反面에 脂肪과 Energy의 効率이 낮음이 밝혀졌다.

### (3) 採食回數가 炭水化物 및 脂肪代謝에 미치는 영향

1日 2回給食區의 쥐들이 體내에 增加된 脂肪을 蓄積했다는 事實은 같은 量의 substrate를 供給받았어도 그들 體내에서는 脂肪合成이 대단히 왕성했음을 말하는 것이다. 따라서 이 實驗結果에 依하면 1月 2回給食하는 경우 增體率에는 差異가 없으나 脂肪合成이 促進되었음이 分明한데 이것을 實驗的으로 뒷받침할 生化學的 理論은 다음과 같다.

① 生活現象維持에 所要되는 基本 Calorie 所要量이 自由採食區보다 적기 때문에 (table 11) 같은 量의 Calorie를 供給받아도 (isocalorific diet) 脂肪合成에 쓰여질 原料가 더 많고

② 一時에 多은 窒素를 供給받게 되는 1日 2回給食區 쥐들은 供給받은 amino acid의 全部를 體蛋白合成에 쓰지 못하기 때문에 더 多은量의 窒素를 尿로 排泄하게 되는바 (Table 10) deamination이 일어난 뒤 남는 Carbon-chain은 脂肪合成原料로 쓰일 수 있기 때문에 같은 量의 飼料를 供給받았어도 脂肪을 合成할 材料가 더 많고

③ 1日 2回區에서 일어날 수 있는것과 같이 萬一 一時에 多은 激養素 特히 炭水化物를 供給받게 되는 경우 insulin의 分泌量 促進시키고 마침내는 正常的인 炭水化物의 代謝過程인 glycolytic scheme 보다 Hexose monophosphate shunt (HMPS)의 活動을 더 促進하는듯 하다. 따라서 더 多은 NADPH (TPNH)가 生產되고 이 NADPH는 脂肪合成에 必須不可缺의 Cofactor로 要求되는 것인 이區의 脂肪合成이 더 旺盛함은 理解가 되는 일이라 하겠다

(Langdon 1957).

HMPS의 活性을 알기 為하여 G-6-P dehydrogenase의 活性을 測定했든바 그 結果는 다음과 같다.

Table 9. Activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase

Frequency of meal	G-6-P dehydrogenase activity	
	μ mole/mg protein/10 min.	
ad lib		1.57
2 meal		2.96

以上에서 나타난바와 같이 1日 2回區의 同様의活性은 自由採食區의 그것보다 약 2倍가 되는 것이다. 따라서 同區의 炭水化物代謝過程이 glycolysis에서 HMPS로 많이 轉變된듯 하고 또한 NADPH의 生産이 더 多은 것이다.

### (4) 蛋白質代謝에 미치는 영향

採食回數가 蛋白質의 利用 및 合成에 미치는 영향도 뚜렷한바 1月 2回給食區의 體蛋白蓄積이 多少 부진하고 또한 尿로 排泄되는 窒素의 量이 多은 것은 다음 表와 같다.

Table 10. Nitrogen retention

Frequency of meal	Age	N intake	absor- bed N*	Retained N**	Reten- tion ←(gm/Wkg <sup>0.734</sup> /day)→(%)
		←(gm/Wkg <sup>0.734</sup> /day)	→(%)		
ad lib	younger	1.22	1.16	0.42	34.76
2 meals		1.21	1.15	0.33	26.79
ad lib	Older	1.00	0.96	0.27	26.14
2 meals		1.00	0.95	0.17	16.56

\* 吸收된 N = 섭취된 N - 粪便 N

\*\* 蓄積된 N = 吸收된 N - 尿 N

1日 2回區의 경우 蓄積된 窒素의 量이 自由採食區보다 현저히 ( $p < 0.005$ ) 적다. Cohn等(1962, 1963), Wu等(1950)도 이와 類似한 結果를 報告한바 있다. 이것은前述한바와 같이 一時에 多은 amino acid가 供給되었을 때 이것의 全部가 體蛋白合成에 쓰여질 수 없는 生化學反應의 制限性 때문에 인 것이다.

### (5) 内分泌기관(主로 Thyroidal activity)에 미치는 영향

採食回數가 Heat production에 미치는 영향을 보면 table 11과 같거나 언제나 1日 2回區의 Heat production이 自由採食區보다 현저히 ( $p < 0.005$ ) 낮다.

Table 11. Heat production as affected by frequency of meal

Frequency of meal	Age	Heat production*		
		Total H·P kcal/day	H·P/W <sub>kg</sub> <sup>0.734</sup> /day (K cal)	GE % (%)
<b>Body Balance Method</b>				
ad lib	younger	56.2	161.6	74.84
2 meals		50.8	143.2	67.75
ad lib	Older	60.8	140.1	80.04
2 meals		52.6	118.0	69.05
<b>Respiration exchange method</b>				
ad lib	younger	57.1	138.7	82.08
2 meals		52.8	121.8	69.12

\* Heat production = BMR + SDA(HI) + Voluntary activity

以上에서 보는 바와 같이 1日 2回區의 Heat Production이 낮음은 結局 生命維持에 所要되는 calorie가 적음을 말하는 것이다. Thyroidal activity가 억제되었을 때 BMR이 감소 된다함은 널리 알려진 事實이므로 결국 1日 2回區의 Thyroidal activity가 억제되었음을 實證하는 것이다.

#### 4. 要 約

(1) 給食回數가 各種 榮養素의 代謝過程에 미치는 영향을 研究하기 위하여 30마리의 生後 80日이 되는 쥐(體重 290 gm)와 32마리의 40日이된 쥐(體重 180 gm)로서 34日間 實驗하였다.

(2) 自由採食區(1日 10~15回採食)와 1日 2回給食區의 쥐를 pair feeding 시켰으며 兩區의 採食量이 같도록 엄밀히 調節하였다.

(3) 兩區보다 體重增加率이 類似하였으나 1日 2回給食區가 脂肪 Energy의 增加率이 自由給食區보다 현저히 높았으나 蛋白質의 含量은 自由採食區가 높았으며 鑽物質의 含量은 兩區보다 類似하였다.

(4) 1日 2回給食하는 경우 炭水化物代謝過程의變化를 초래하였다. 即 이區의 G-6-P dehydrogenase의 活性이 2倍나 더 높은 것으로 보아 正常의 인 Glycolysis에서 HMPS로 轉變되었음이 判明되었고 따라서 NADPH의 生產이 促進되었고 또한 脂肪酸의 合成이 促進되었다.

(5) 採食回數는 蛋白質의 利用 및 代謝에도 영향을 주는 바 1日 2回給食區는 體內蛋白質 合成率이 낮고 反面에 尿로 流失되는 壓素의 量은 많음이 밝혀졌다. deamination이 되고 또는 carbon skeletal은 脂肪合成前驅物로 쓰이는듯 하다.

(6) 採食回數는 内分泌를 촉진 또는 억제하는 바 1日 2回給食區의 경우 insulin의 分泌를 촉진하나

Thyroidal Hormone의 分泌를 억제하는듯 하다. 따라서 이區의 Heat production이 自由採食區보다 낮으며 더 많은 energy가 脂肪合成에 쓰여질 수 있게 되는듯 하다.

#### 參 考 文 獻

- A.O.A.C. Official Method of Analysis(9th. ed.)  
Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1960)
- Blaxter, K.L., N. McC. Graham and F.W. Wainman. Proc. Brit. Nutr. Soc., 15:ii (1956)
- Bloom, B., M.R. Stetten and Dewitt Stetten, Jr. J. Biol. Chem. 204 : 581 (1953)
- Cohn, C. and D. Joseph. Metabolism 9 : 492. (1960)
- Cohn, C. Body Composition. Ann. N.Y. Acad. Sci. 110 (part,) : 395 (1963)
- Cohn, C., D. Joseph, L. Oliner, and J.V. Morton. Endocrinology 62 : 251 (1958)
- Feigenbaum, A.S., H. Fisher and H.S. Weiss. Am. J. Clin. Nutr. 11 : 312 (1962)
- Freedland, R.A. and C.H. Sodikoff. Proc. Soc. Expt. Biol. & Med. 109 : 394 (1962)
- Glock, G.E. and P. McLean. Biochem. J. 55 : 400 (1953)
- Gordon, J.G. and D.E. Tribe. Brit. J. Nutr. 6 : 89 (1952)
- Han In K. and J.T. Reid, Unpublished data. Cornell Univ. Ithaca, N.Y. (1964)
- Han In. K. Ph. D. Thesis. Cornell Univ. N.Y. (1965)
- 韓仁圭: 農化學誌 7 (43) (1966)

- Knox, K.L. and G.M. Ward. J. Dairy Sci. **44** :  
550 (1961)
- Langdon, R. J. Biol. Chem. **226** : 615 (1957)
- Lepkovsky, S., A. Chari-Bitron, R.M. Lemncon,  
R.C. Ostwald and M. Dimick. Poultry Sci. **39** :  
385 (1960)
- Mochrie, R.D., W.E. Thomas and H.L. Lucas.  
J. Ani. Sci **15** : 1256 (1956)
- Moir, R.J. and M. Somers. Aust. J. Agr. Res.  
**8** : 253 (1957)
- Rakes, A.H., E.E. Lister and J.T. Reid. Proc.  
Cornell Nutr. Conf (1960)
- Rakes, A.H., E.E. Lister and J.T. Reid, J. Nutr.  
**75** : 86 (1961)
- Rhodes, R.W. and W. Woods. J. Ani. Sci. **21** :  
109 (1962)
- Schimke, R.T. J. Biol. Chem. **238** : 1012 (1963)
- Tepperman, H.H. and J. Tapperman. Fed. Proc.  
**23** : 73 (1964)
- Wu, H. and D.Y. Wu. Proc. Soc. Expt. Biol,  
& Med. **7** : 78 (1950)