

## 섬유소 첨가수준 및 단백질 종류에 따른 흰쥐의 체내지방대사에 관한 연구

이 복 희  
(축산물이용연구부)

### I. 서 론

경제성장과 함께 생활양상의 변화로 인하여 심장 및 순환기계 질환이 전세계적으로 증가하고 있는 이 때에 우리나라에서도 지방 섭취량이 점차로 증가하는 추세로서 중·소도시나 농촌에서보다 대도시에서 지방섭취가 더 많아지고 있어 식이양상이 변화함에 따른 영양문제를 안고 있다(1, 2).

심장 및 순환기계 질환으로는 동맥경화증, 고혈압, 고혈압성 심장병등을 들 수 있으며, 이들은 식이중 지방함량과 콜레스테롤함량(cholesterol) 및 설탕의 섭취정도와 밀접한 관계를 맺고 있다고 하여 이에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다(3, 4). 이 중 최근 연구보고에 따르면 섬유질(fiber)의 섭취가 혈액중의 중성지방(triglyceride)이나 콜레스테롤농도를 저하시켜 주므로써 심장 및 순환기계 질환의 예방과 치료에 도움을 준다고 하여 섬유질의 병리적 기능에 대한 관심이 높아지고 있으며(5-7), 혈중 콜레스테롤농도에 대한 또다른 영향인자로서 단백질 종류에 따른 효과를 연구한 실험보고도 있다. 즉, 동물성 단백질은 혈액의 콜레스테롤농도를 상승시키는데 반해 식물성 단백질은 혈액의 콜레스테롤농도를 저하시킨다고 한다(8-10).

식이 섬유질(dietary fiber)은 인간의 소화체계에 의해서 소화되지 않는 식물성 물질로서 cellulose, hemicellulose, lignin등을 포함한다. 식이 섬유질 섭취상태를 보면 서구식이의 경우 전분식품의

섭취가 1일 에너지 섭취량의 30%이며 이 중 하루 평균 조섬유질 섭취량은 1~1.5g정도인데 반하여 개발도상국이나 저개발국가에서는 전체 열량의 75%정도를 전분식품으로 섭취하고 있으며 특히 섬유질이 풍부한 과일이나 야채등의 식품등을 많이 섭취하므로 인해 1일 평균 조섬유질 섭취량이 10~15g정도로 높게 나타났다(1).

이에 본 연구는 저개발국가이나 우리나라를 비롯한 개발도상국의 고 섬유질 섭취와 비교적 낮은 단백질 섭취 및 식물성 단백질 위주의 식이 패턴에 주안점을 두고, 식이 섬유질과 단백질 수준을 변화시켰을 때 이것이 체내 지방대사에 어떠한 양상으로 영향을 미치는지를 연구하기 위하여 실시하였다.

### II. 재료 및 방법

#### 1. 실험동물의 사육과 식이

실험동물은 젓뎀 흰쥐로 평균체중이  $55.75 \pm 0.96$ g인 Wistar종 수컷 48마리를 대상으로 하였으며 환경에 적응시키기 위하여 3일간 20% casein 표준식으로 사육후 체중에 따라 8마리씩 6개군으로 나누어 4주간 사육한 후 희생시켰다. 실험군은 단백질 종류에 따라 2개로 대분되며 각 단백질별로 3가지 섬유소군을 두었다. 즉, 단백질 종류는 Casein(Cas)과 쌀과 대두의 혼합물(Rice-Bean : RB)으로 2종류이며 이에 각각 섬유소 수준 1%, 4%, 10%를 두어 모두 6개군으로 분류하였으며, 실험동물은 cage당 1마리씩 분리, 사육하

였고 물과 사료는 제한없이 먹도록 하였다. 실험군의 분류와 내용은 Table 1에 제시되어 있다.

**Table 1. Experimental plan**

Group	No. of rats	Diet	
		Protein	Cellulose
Cas.- 1%	8*	Casein 10% + Cellulose 1%	
Cas.- 4%	8	Casein 10% + Cellulose 4%	
Cas.-10%	8	Casein 10% + Cellulose 10%	
<sup>1</sup> RB- 1%	8	Rice-Bean 10% + Cellulose 1%	
<sup>2</sup> RB- 4%	8	Rice-Bean 10% + Cellulose 4%	
<sup>3</sup> RB-10%	8	Rice-Bean 10% + Cellulose 10%	

\*Only 6 rats were used due to death of rats at 1st. week of study.

<sup>1</sup>RB-1% Rice : Bean = 10 : 1, <sup>2</sup>RB-4% Rice : Bean = 9 : 1, <sup>3</sup>RB-10% Rice : Bean = 8 : 1

Casein군의 탄수화물 급원으로는 옥수수 전분(장미표)이, 지방의 급원으로는 옥수수 기름(두

산표)을 사용하였으며, 백미와 대두는 시판되고 있는 것을 구입하여 autoclave(101b, 15분)에서 찌서 2~3일 건조시킨후 분말로 만들어 사용하였다. 또한 섬유질원으로는  $\alpha$ -cellulose(99.5%, Sigma Co., U. S. A.)를 사용하였다. 실험식이의 단백질 수준은 식이 중량당 10%, 지방은 4%, 탄수화물은 섬유소까지 포함하여 8.16%로 고정시켰으며 섬유소 첨가는 전체 식이 중량당 1%, 4%, 10% 수준으로 하였다. 이때 1%는 저섬유질군으로서 서구식사의 섬유소 섭취량을 기준하여 설정한 것이며 4%는 우리나라 국민 전체가 식품을 통하여 섭취하는 평균 섭취량을 기준한 것이며 10%는 섬유질 섭취가 많은 그룹을 고려한 양이다. 그 외에 비타민함량과 무기질함량은 그룹간에 동일하였으며, 단지 RB군의 경우 쌀과 대두에 함유된 ash량을 빼준 나머지 양만을 공급하였다. 이로써 총 열량은 물론 단백질이 총 열량중 차지하는 비율도 섬유소 수준에 따라 동일하게 되었다. 실험식이의 배합은 Table 2와 같다.

**Table 2. Composition of experimental diet**

Ingredient		Group	Casein			RB mixture		
			1%	4%	10%	1%	4%	10%
Casein	(g)		100	100	100	—	—	—
Corn Starch	(g)		806	776	716	—	—	—
Corn Oil	(cc)		40	40	40	19	18	16
① Salt Mixture			40	40	40	33	32	32
② Vitamin A. D Mixture	(cc)		1	1	1	1	1	1
③ Fat Soluble Vitamins	(cc)		2	2	2	2	2	2
④ Water Soluble Vitamins	(cc)		+	+	+	+	+	+
⑤ Vitamin B <sub>12</sub> Solution	(cc)		1	1	1	1	1	1
* Rice	(g)		—	—	—	861	826	758
* Bean	(g)		—	—	—	83	90	100
Cellulose	(g)		10	40	100	—	30	90

### 3. 재료의 채취·분석 및 통계처리

실험동물의 식이 섭취량은 매일 일정한 시간에 같은 저울로 측정하였으며 각 실험군의 일주일간 섭취량을 평균 섭취량±표준오차로 계산하였다. 체중은 매주 2번씩(월요일, 목요일), 일정한 시간

에 같은 저울로 측정하였으며 식이 섭취에서 오는 급작스런 체중의 변화를 막기 위하여 체중 측정 2시간전에 식이그릇을 빼주었다. 실험동물은 죽이기 일주일 전에 대사장(metabolism cage)에 넣고 4일간 적응시킨 후 실험종료 3일전 부터 변을 채취하였으며, 이를 110°C 오븐에서 향량이

될 때까지 건조시킨 후 건조기(desiccator)에서 30분간 식혀서 무게를 측정하였다. 무게를 잰 변은 분말로 만든 후 Saxon법(11)에 의해서 변내 지방을 정량하였으며 변내 지방량을 근거로 지방의 흡수율을 계산하였다. 4주간의 실험기간이 끝난 쥐들은 ethyl-ether로 마취시켜 가사상태에서 심장에 주사기를 꽂아 직접 혈액을 채취한 후 이를 2,000rpm에서 30분간 원심분리시켜 혈청을 얻었다. 얻어진 혈청을 갖고 혈청내 총 콜레스테롤량은 Zak법(12)에 의해서, 혈청내 총 지방질은 Fring법(13)에 의해서 모두 비색정량하였다. 또한 혈액 채취 후, 쥐를 해부하여 간, 콩팥, 정소상체의 지방조직과 뒷다리 근육중 gastrocnemius(좌, 우)를 떼어내어 무게를 측정 후 냉동보관하였다. 간과 콩팥의 지방질은 Saxon법(11)에 의하여 측정하였고, 나머지 조직은 사체 지방질 함량분석에 사용하였다. 간과 콩팥, 뒷다리 근육을 제외한 나머지 사체는 알루미늄 은박지에 싸서 냉동시켰다가 Mickleson & Anderson법(14)에 의해 흡으로 만든 후 Bligh & Dyer법(15)으로 사체 지방질 함량(total body lipid)을 측정하였고 정량한 지방으로 Zak법(12)에 의해 사체 총 콜레스테롤함량을 측정하였다.

본 연구의 실험결과는 각 실험군당 평균치와 표준오차를 계산하여 분산분석(Analysis of Vari-

ance)을 한 후  $p=0.05$ 수준에서 Duncan's Multiple Range Test(16)로 각 실험군 평균치간의 유의성을 검정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 식이 섭취량과 체중 증가량

식이 섭취량은 전 실험기간 동안에 단백질 종류에 따라 유의적 차이가 없었는데 반해 섬유소 수준이 1%에서 10%로, 4%에서 10%로 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며( $p<0.05$ ), 1%와 4%에서는 유의적 차이가 나타나지 않았다(Table 3). 식이 섬유질과 식이 섭취량에 관하여 연구 발표된 여러 논문에 의하면 식이중에 비 영양성 물질인 섬유질을 첨가할 경우 식이 단위당 열량섭취가 저하되므로 이에 대응하기 위하여 식이 섭취량이 증가된다고 보고하였다(17-19).

체중 증가량도 식이 섭취량과 유사한 경향을 보여주고 있다. 즉, 단백질 종류에 의한 영향은 없었으며 섬유소 수준 10%가 1%와 4%에 비해서 유의적으로 체중 증가량이 컸다( $p<0.05$ ) (Table 3). 이는 식이 증가량이 증가함으로 인해 열량섭취가 증가하였기 때문으로 보이며 이와 같은 결과를 보고한 연구들도 많이 있다(20-21).

Table 3. Food intake, energy intake, and body weight gain

Variables Group	총 식이섭취량(g/4주)	총 열량섭취량(g/4주)	총 체중증가량(g/4주)
Cas.- 1%	299.28 ± 8.96* c**	1191.72 ± 39.78* b**	62.09 ± 7.10* b**
Cas.- 4%	288.97 ± 34.52 c	1288.65 ± 119.97 ab	46.73 ± 4.81 b
Cas.- 10%	374.64 ± 17.97 ab	1367.43 ± 65.59 ab	91.44 ± 8.25 a
RB- 1%	310.11 ± 15.23 bc	1232.60 ± 68.11 ab	56.19 ± 5.57 b
RB- 4%	305.11 ± 15.67 bc	1189.94 ± 61.10 b	51.66 ± 8.02 b
RB- 10%	393.91 ± 14.22 a	1437.77 ± 51.89 a	86.18 ± 4.53 a

\* Mean ± Standard Error

\*\* Means with same letter are not significantly different ( $p<0.05$ ).

#### 2. 변무게와 지방 흡수율

식이중 섬유질이 변무게를 증가시킨다는 사실은 여러 연구결과에서 밝혀져 왔다(22-24). 본

실험에서도 Cas.군과 RB군의 각각 10%와 4%의 수치가 유의하게 높아( $p<0.05$ ) 섬유소가 증가함에 따라 변무게가 증가하였으며 단백질 종류에 의한 영향은 없었다(Table 4). 식이중 섬유질이

변무게를 증가시키는 기전은 주로 변의 고형물이나 수분량을 증가시키기 때문으로 보인다.

지방의 섭취율은 반대로 섬유소 수준이 증가할수록 높았으며(p<0.05) 지방 배설량도 섬유소 수준이 높을 때에 더 많이 배설되었다(p<0.05). 따라서 지방 흡수율은 실험군간에 유의차가 나타

나지 않았다(Table 4). 비록, 본 연구에서는 섬유소에 의한 지방 소화 흡수율의 저하가 관찰되지 않았지만, 섬유질이 영양소의 흡수율에 미치는 영향에 관한 여러 연구보고에 의하면 섬유소 첨가는 지방 소화흡수율은 물론 에너지, 단백질 소화 흡수율까지 저하시킨다고 한다(25, 26).

Table 4. Fecal weight and apparent fat absorption rate.

Variables Group	Dry Feces(g/day)	Fat Intake(mg/day)	Fat excreted(mg/day)	Fat absorption (%)***
Cas. - 1%	0.554±0.052* c**	592±31.1* b**	38±6.3* bc**	89.77±2.63*NS
Cas. - 4%	0.529±0.048 c	642±88.6 ab	26±1.7 c	94.90±1.47
Cas. - 10%	2.291±0.140 a	777±43.6 a	58±0.9 ab	92.35±1.02
RB- 1%	0.478±0.462 c	606±27.8 b	35±0.9 c	94.00±1.29
RB- 4%	1.729±0.319 b	635±43.4 ab	65±4.1 a	89.52±1.71
RB-10%	1.766±0.268 ab	766±25.6 a	64±7.3 a	91.55±0.95

NS : Nonsignificant

\* Mean±standard error

\*\* Means with same letter are not significantly different(p<0.05).

\*\*\* Apparent fat absorption rate(%) =  $\frac{\text{fat intake(g)} - \text{fat excreted(g)}}{\text{Fat intake(g)}} \times 100$

### 3. 간·신장 및 사체 지방질

각 조직별로 단위 1g당 간과 사체 지방질은 casein군보다 RB군에서 유의적으로 크게 나타나므로서(p<0.05) 단백질 종류에 따라서 영향을 받은 것으로 보이며, 섬유소 수준에 따른 영향은 없었다. 이에 반해 단위 1g당 신장의 지방질함량은 실험군간에 유의적 차이가 나타나지 않았다(Table 5). Rotenberg와 Jakobson(7)에 따르면 pectin을 사용한 경우 간, 고환, 사체 지방질 함량

이 대조군에 비해 유의하게 감소하였으나 심장, 신장, 골격근의 지방질 함량에는 유의적 차이가 없었다고 하며, 밀기울과 guar gum을 사용한 경우 guar gum이 더 효과적으로 간 지방질 함량을 저하시켰다고 한다(27). 이는 섬유질의 종류가 지방질 함량에 영향을 미치는 정도가 서로 다르며 조직별로도 영향을 받는 정도에 차이가 있음을 의미한다. 따라서 이는 본 연구결과와도 일치하는 것으로 보인다.

Table 5. Organ & carcass total lipid

Variables Group	Liver		Kidney		Carcass (g/Total Body)
	mg/g Wet. Wt.	mg/Total Liver	mg/g Wet. Wt.	mg/Total Kidney	
Cas. - 1%	89.15±12.14* b**	433.15±73.21* bc**	75.79±6.50* NS	77.99±8.94* a**	12.28±1.18* bc**
Cas. - 4%	82.67±10.18 b	338.55±51.15 c	51.23±6.29	45.42±6.05 b	10.00±1.73 c
Cas. - 10%	90.36±11.87 b	516.21±58.24 ab	50.25±7.19	57.23±8.79 ab	14.49±0.43 abc
RB- 1%	138.63± 4.98 a	558.90±39.68 a	58.79±7.42	59.50±8.47 ab	18.72±1.89 a
RB- 4%	108.52±10.41 ab	437.10±63.82 bc	46.52±7.13	46.55±7.37 b	15.92±1.51 ab
RB-10%	124.74± 8.73 a	564.10±67.19 a	53.36±12.23	60.65±10.81 ab	18.84±1.77 a

\* Mean±Standard Error

\*\* Means with same letter are not significantly different(p<0.05)

NS : Nansignificant

#### 4. 혈청 총 콜레스테롤함량과 지방질 및 사체 총 콜레스테롤함량

혈청 총 콜레스테롤함량은 단백질 종류에 따라 유의적인 차이가 없었으나 식이내 섬유소 수준이 증가함에 따라서 유의하게 낮았다( $p < 0.05$ ) (Table 6, Fig. 1). 본 연구의 결과는 식이에 섬유질 첨가가 혈청 콜레스테롤농도를 저하시킨다는 많은 연구보고와도 일치됨을 보여주고 있다(8-10). 그러나 혈청 지방질은 섬유소 수준이나 단백질 종류에 따라 실험군들 사이에서 유의차가 없었으며, 사체 총 콜레스테롤함량에서는 혈청 총 콜레스테롤함량과는 달리 단백질 종류에 따른

영향이 명백하였다. 즉 Casein군에서 보다 RB군에서 사체 총 콜레스테롤함량이 유의하게 높았다 ( $p < 0.05$ ) (Table 6). 이는 최근 동물성 단백질이 식물성 단백질에 비해 hypercholesterolemic effect가 있다고 하는 많은 연구결과와는(11-13) 다른 양상을 보여 주었다. 하지만 이러한 결과는 주로 단백질의 아미노산 조성이나 불필수 아미노산과 필수 아미노산의 상호작용에 다른 효과로 보이며 본 연구에서 사용된 단백질 혼합물에서 사체 총 콜레스테롤함량이 더 높게 나타났는지 그 이유는 알 수 없으나 분명히 단백질에 의해 영향을 받았음이 뚜렷하였다.

Table 6. Serum total cholesterol, total lipid and carcass total cholesterol

Group	Variables	Serum total cholesterol (mg/100ml Serum)	Serum total lipid (mg/100ml Serum)	Carcass total cholesterol (mg/Carcass)
Cas. - 1%		95.4 ± 4.03* a**	246.3 ± 21.80*NS	66.31 ± 7.86* b**
Cas. - 4%		87.5 ± 2.92 ab	262.5 ± 31.50	45.60 ± 8.39 b
Cas. - 10%		73.5 ± 5.18 b	247.5 ± 17.30	57.05 ± 5.49 b
RB - 1%		96.5 ± 4.72 a	289.4 ± 24.53	94.21 ± 11.42 a
RB - 4%		85.0 ± 6.19 ab	210.6 ± 9.33	66.52 ± 5.55 b
RB - 10%		72.3 ± 6.57 b	190.0 ± 21.00	71.39 ± 6.82 ab

\* Mean ± Standard Error

\*\* Means with same letter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

NS : Nonsignificant

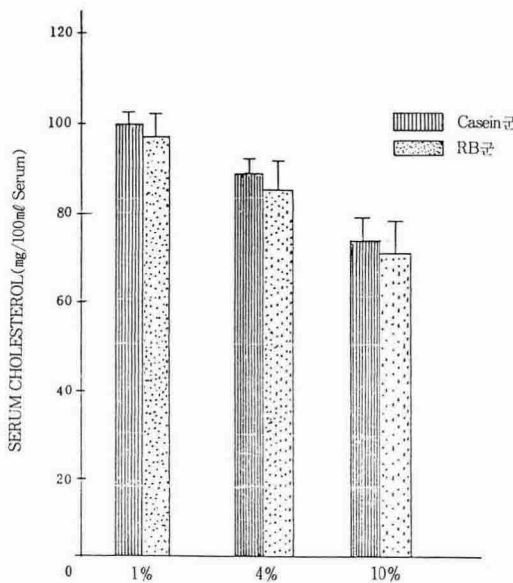


Fig. 1 Serum total cholesterol

#### IV. 요약

본 연구는 식이내 단백질 수준이 비교적 낮고 단백질의 종류가 다를 때 식이에 섬유소를 첨가함으로써 흰쥐의 체내 지방대사에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 시도되었다. 실험동물은 평균체중이 55.8인 Wistar종의 젓넨 흰쥐 수컷 48마리를 대상으로 체중에 따라 8마리씩 6군으로 나누어 사육하였다. 식이의 단백질 수준은 식이중량의 10%로 하였고 단백질 종류는 casein 및 쌀, 대두(soybean)의 혼합물로 2가지를 주었으며 섬유소 수준은 1%, 4%, 10%의 3가지를 각각 두었다. 그 결과, 식이 섭취량과 체중 증가량은 섬유소 수준이 증가할 수록 유의적으로 높았으며, 단백질 종류에 따른 영향을 없었다. 변의 무게도 섬유소 수준이 높을수록 증가하였으며 지방의 흡수율은 각 군간에 별 차이가 없었다. 간과 사체 지방질은 casein군에서 보다 RB군에서 더 높았으며 섬유소 수준에 따른 영향은 없었다. 혈청 총 콜레스테롤함량은 섬유소 수준이 증가할

수록 낮았으며 사체 총 콜레스테롤 함량은 RB군이 Casein군보다 높았다. 따라서 본 연구결과는 단백질 종류와 섬유소 수준이 흰쥐 체내 지방대사에 영향을 미쳤음을 보여 주었다.

### V. 참고문헌

1. Hugh Trowell, 1977. Food and Dietary Fibre, *Nutr. Rev.* **35** : 7~11.
2. 「국민영양조사 보고서」, 보건사회부, 1975~1977.
3. 박일화·김숙희·모수미 1980. 「영양원리와 식이요법」, 이화여자대학교 출판부, p. 265.
4. Hopkins, P. N. and Williams, R. R., 1981. A Survey of 246 Suggested Coronary Risk Factors, *Atherosclerosis*, **40** : 1-52.
5. Grande, F., Anderson, J. T. and Keys, A., 1974. Sucrose and Various Carbohydrate Containing Foods and Serum Lipids in Man, *Am. J. Clin. Nutr.* **27** : 1043~1051.
6. Heaton, K. H., Pomare, E. W., 1974. *Lancet* **i** : 49.
7. Rotenberg, S. & Jakobson, P. E., The Effect of Dietary Pectin on Lipid Composition of Blood, Skeletal Muscle and Internal organs of Rats, 1978. *J. Nutr.* **108** : 1384~1392.
8. Huff, M. W. & Carroll, K. K., 1980. Effects of Dietary Proteins and Amino Acid Mixtures on Plasma Cholesterol Levels in Rabbits, *J. Nutr.* **110** : 1676~1685.
9. Carroll, K. K., Giovaneetti, P., Huff, M. W., Moase, O., Roberts, D. C. K. & Wolfe, B. M., 1978. Hypercholesterolemic Effect of Substituting Soy Protein for Animal Protein in the Diet of Healthy Young Women, *Am. J. Clin. Nutr.* **31** : 1312~1321.
10. Sirtori, C. R., Agradi, E., Conti, F., Mantero, D. & Gatti, E., 1977. Soybean-Protein Diet in the Treatment of Type-II Hyperlipoproteinemia, *Lancet* **I** : 275~277.
11. Saxon, 1956. 「Micro-Analysis in Medical Chemistry」, 3rd ed., p. 131.
12. 「실험 생화학」 1981. 한국생화학회 교재 편찬위원회, . 148~150.
13. Frings, C. S. & Dunn, R. T., 1970. A Colorimetric Method for Determination of Total Serum Lipids Based on the Sulfo-Phospho-Vanillin reactio, *Am. J. Clin. Path.* **53** : 89~91.
14. Hyun Suh Paik and Elizabeth. S., Yearick, 1978. *J. Nutr.* **108** : 1798~1805.
15. Bligh, E. G. and W. J. Dyer., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification, *Can. J. Biochem. Physiol.* **37** : 911~917.
16. Steel, R. G. D. & Torrie, J. H., 1975. 「Principles and Procedures of Statistics」, McGraw-Hill Book Company, Inc.,
17. Hove, E. L. & King, S., 1979. Effects of Pectin and Cellulose on Growth, Feed Efficiency, and Protein Utilization, and Their Contribution to Energy Requirement and Cecal VFA in Rats, *J. Nutr.* **109** : 1274~1278.
18. Peterson, A. D. & Baumgardt, B. R., 1971. Influence of Level of Energy Demand on the Ability of Rats to Compensate for Diet Dilution, *J. Nutr.* **101** : 1069~1074/
19. Darnard Delorme, C. and Joseph Wojcik., 1982. Interaction of Dietary Protein with Cellulose in the Adaptation to Caloric Dilution by Weanling Rats, *J. Nutr.* **112** : 21~28.
20. Hedge, S. N., Rolls, B. A., Turvey, A. & Coates, M. E., 1978. The Effects on Chicks of Dietary Fibre From Different Sources : A Growth Factor in Wheat Bran, *Br. J. Nutr.* **40** : 63~69.
21. Fahey, G. C., Miller, B. L. & Hadfield, H. W., 1979. Metabolic Parameters Affected by Feeding Various Types of Fiber to Guinea Pigs, *J. Nutr.* **109** : 77~83.
22. Eastwood, M. A., J. R. Kirkpatrick, W. D. Mitchell, 1973. A. Bone and T. Hamilton., Effect of Dietary Supplements of Wheat Bran and Cellulose on Face and Bowel Function, *Br. Med. J.* **4** : 392~394.
23. Kelsay, J. L., Behall, K. M. and Prather, E. S., 1978. Effect of Fiber from Fruits and Vegetables on Metabolic Responses of Human Subjects. I. Bowel Transit Time, Number of Defecations, Fecal Weight, Urinary Excretions of Energy and Nitrogen and Apparent Digestibilities of Energy, Nitrogen, and Fat. *Am. J. Clin. Nutr.* **31** : 1149~1153.
24. Burrows, C. F., Kronfeld, D. S., Banta, C. A. and Meritt, A. M., 1982. Effect of Fiber on Digestibility and Transit Time in Dogs, *J. Nutr.* **112** : 1726~1732.
25. Cummings, J. H., Hill, M. J., Jenkins, D. J. A., Pearson, J. R. & Wiggins, H. S., 1976. Changes in Fecal Composition and Colonic Function due to Cereal Fiber, *Am. J. Clin. Nutr.* **29** : 1468~1473.
26. Mickelson, O., Makdani, D. D., Cotton, R. H., Titcomb, S. T., Coloney, J. C. & Gatty, 1979. R., Effects of a High Fiber Bread Diet on Weight Loss in College-Age Males, *Am. J. Clin. Nutr.* **32** : 1703~1709.
27. Lin Chen, W. J. and Anderson, J. W., 1979. Effect of Guar Gum and Wheat Bran on Lipid Metabolism of Rats, *J. Nutr.* **109** : 1028~1034.