

## 식이중에 첨가된 섬유소의 종류와 수준이 흰쥐의 체내 지질함량에 미치는 영향

서 정 숙 · 한 인 규\*

영남대학교 식품영양학과  
서울대학교 축산학과\*

Influence of Sources and Levels of Dietary Fiber on Lipid Composition in Rats

Jung-Sook Seo, In K Han\*

Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University  
Dept. of Animal Science, Seoul National University\*

= ABSTRACT =

This study was performed to investigate the effects of sources and levels of dietary fiber on lipid metabolism in rats. Male weanling rats of Sprague-Dawley were fed ad libitum a diet containing pectin or cellulose at 5%, 10% and 20% for 4 weeks. Rats fed pectin gained significantly less weight than rats fed cellulose. Feed efficiency ratio was decreased at 10% and 20% group rats of pectin compared to control rats. Pectin was effective in lowering liver cholesterol, total lipid and triglyceride contents at all levels. Whereas the cellulose supplementation had no effect to reduce serum and liver lipids. Cellulose led to an accumulation of serum and liver cholesterol. The least accumulation of lipid was in rats fed a cholesterol free diet. It is likely that lipid metabolism is quite different between pectin and cellulose feeding.

### 서 론

최근 우리나라 사람들의 식생활 형태가 점차 서구화 되어가는 변화를 보임에 따라 동물성 식품과 정제된 식품을 선택하는 경향이 증가되고 있다. 이러한 변화와 더불어 구미 각 국민의 사망 원인중 많은 비중을 차지하고 있는 허혈성 심장질환, 동맥경화증, 당뇨병, 대장암 등의 질환이 우리나라에서도 증가되었고 이러한 현상이 동물성 식품과 정

제된 식품의 소비증가와 관련이 있다는 견해가 대두되어 식이섬유소의 섭취에 대한 관심이 크게 증가되고 있다.

식이섬유소는 일반적으로 식물체에서 연유하며 인간의 소화효소에 의하여는 소화되지 않는 복합적인 세포벽 물질로 정의된다<sup>1)</sup>. 더 실질적인 의미에서는 cellulose, hemicellulose와 lignin과 같은 불용성식이 성분과 pectins, gums와 많은 oligosaccharides를 포함하는 비소화성 복합 탄수화물류로 분류된다<sup>2)</sup>. 과거에는 식품 성분으로서의 식이섬유소는 에너지원으로 이용이 되지 않는다고 하여 큰

의의가 없는 것으로 여겨졌고 근래에도 이들 소화되지 않는 성분이 도리어 영양소의 이용율을 저하시킬 가능성이 있다고 하여<sup>37)</sup> 무시하는 경향이 없지 않았다. 그러나 이러한 비영양성 다당류가 동물의 소화기관 내에서 중요한 생리적 기능을 가지고 있고 체내의 주요 영양소 대사에 영향을 미쳐 동맥경화증, 당뇨병, 고지혈증 등의 상태를 예방하는 요인으로 작용한다는 보고가 계속되어<sup>8-10)</sup> 새로운 각도에서 주목을 받기 시작하였다. 그 중에서도 식이섬유소 섭취가 동물 체내의 지질대사에 미치는 영향에 관하여는 많은 보고가 있었는데<sup>11-16)</sup> 식이섬유소의 종류에 따라 여러가지 다른 견해가 발표되었다. Mathe 등<sup>15)</sup>은 흰쥐의 식이 중에 5%의 pectin을 첨가하였을 때는 혈장내 콜레스테롤 농도가 현저하게 저하되었지만 10%의 bran 첨가는 콜레스테롤 흡수를 약간 저하시키는 경향이 있다고 하였으며 Stasse-wolthuis 등<sup>16)</sup>은 bran을 첨가시킨 식사를 한 사람들의 혈청내 콜레스테롤 농도가 오히려 증가되었다고 보고하였다. 장 등<sup>13)</sup>은 흰쥐의 간을 분석한 결과 pectin을 첨가한 식이를 급여한 군이 cellulose를 첨가한 식이를 급여한 군보다 현저하게 낮은 지질수준을 나타내었다고 보고하였다. 한편 Mueller 등<sup>14)</sup>은 식이섬유소의 4가지 주요성분, 즉 cellulose, hemicellulose, pectin과 lignin이 지질대사에 미치는 효과를 알아보기 위해 흰쥐에게 21일간 각 섬유소를 첨가한 식이를 급여한 실험에서 혈청내 중성지방 수준은 cellulose를 급여한 쥐들에게서 유의하게 높게 나타났고 간의 콜레스테롤 수준은 cellulose를 급여한 경우에 더 높았지만 간의 중성지방 수준은 hemicellulose나 pectin을 급여한 경우에 매우 높았다고 하였다. 이와같이 식이섬유소의 종류에 따라 동물 체내의 지질대사에 미치는 영향에 대하여는 일치된 견해를 보이지 않고 있으며 그 급여수준에 따른 차이나 작용기전에 대하여는 아직도 명확하게 밝혀져 있지 않은 상태이다. 따라서 본 연구에서는 식이 중의 섬유소 가운데 pectin과 cellulose가 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향을 비교 검토하고 식이내의 급여수준에 따른 차이를 밝혀 보고자 하였다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 실험동물의 사육

이유한 Sprague-Dawley종 수컷 흰쥐 60~70g 된것을 서울대학교 실험동물 사육장으로부터 공급받아 1주일간 고품사료(제일사료)로 적응시킨 후 체중에 따라 난괴법에 의해 9마리씩 8군으로 나누었으며 stainless steel cage에서 4주간 분리 사육하였다. 사육실의 온도는  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 유지하였고 물과 식이는 임의로 섭취하도록 하였다. 체중은 매주 한번씩, 식이 섭취량은 매일 일정한 시간에 측정하였으며 사료효율을 산출하였다.

### 2. 실험동물의 식이

본 실험에 사용한 식이의 구성 성분은 Table 1과 같다. 식이섬유소의 종류와 급여수준에 따른 체내 지질 함량의 변화를 관찰하기 위해 표준 식이군(F), pectin첨가군(P)과 cellulose첨가군(C)으로 분류하였고 식이섬유소의 첨가수준을 각각 5%, 10%, 20%로 구분하여 공급하였으며 표준 식이군과는 별도로 콜레스테롤 무첨가군을 설정하였다. 섬유소의 수준별 첨가에 따라 cornstarch와 corn oil의 함량을 조절하여 각 군의 에너지를 같은 수준으로 공급하였다. 각 군의 식이는 1주일 마다 새로 만들어 제공하였다.

### 3. 실험방법

#### 1) 시료의 수집

실험식이를 섭취시켜 4주가 되었을때 실험동물을 12시간 절식시킨 후 ether로 가볍게 마취시켜 경동맥에서 혈액을 수집하였고 이를 실온에서 1시간 방치한 후 3000r.p.m에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻었다. 또한 간조직을 적출하여 냉장 생리 식염수로 세척한 후 여과지로 여분의 수분을 제거하고 중량을 측정하였다. 시료는 분석시까지  $-40^\circ\text{C}$ 에서 냉동 보관되었다.

—식이중에 첨가된 섬유소의 종류와 수준이 흰쥐의 체내 지질함량에 미치는 영향—

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredient	Dietary groups <sup>1)</sup>							
	FF	P5	P10	P20	C5	C10	C20	CF
	%							
Casein	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Cornstarch	63.90	56.70	48.33	32.58	56.70	48.33	32.58	56.70
Sucrose	7.10	6.30	5.37	3.62	6.30	5.37	3.62	6.30
Corn oil	1.85	4.85	9.15	16.65	4.85	9.15	16.65	5.35
Butter	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
Vit. Mix. <sup>2)</sup>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Min. Mix. <sup>3)</sup>	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Fiber	0	5.00	10.00	20.00	5.00	10.00	20.00	5.00
Methionine	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Cholesterol	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

1) FF : Fiber-free, P5 : Pectin 5%, P10 : Pectin 10%, P20 : Pectin 20%, C5 : Cellulose 5%, C10 : Cellulose 10%, C20 : Cellulose 20%, CF : Cholesterol-free.

2) 100g of vitamin mixture contained the following : Vitamin A acetate 50,000IU, Vitamin D 10,000IU, Vitamin E acetate 500mg, Vitamin K 500mg, Thiamin. HCl 120mg, Pyridoxine. HCl 800mg, Cyanocobalamin 0.05mg, Ascorbic acid 3,000mg, D-biotin 2mg, folic acid 20mg, Calcium pantothenate 500mg, PABA 500mg, Niacin 600mg, Inositol 600mg, Choline chloride 20,000mg, Riboflavin 400mg.

3) Mineral mixture based on the pattern of Rogers and Harper(1965) contained the following(g / 100g mixture) : CaCO<sub>3</sub> 29.29, CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 0.43, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 34.31, NaCl 25.06, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 9.98, Fe(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>)<sub>6</sub>H<sub>2</sub>O 0.623, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 0.156, MnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O 0.121, ZnCl<sub>2</sub> 0.02, KI 0.0005, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·4H<sub>2</sub>O 0.0025, Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O 0.0015.

Table 2. Effect of dietary fiber on growth and liver weight of rats

Diet	Initial	Total	FER (feed efficiency ratio)	Liver weight	
	body weight	weight gain		Total	Relative
	g	g		g	g /100g B.W.
FF	95.4±5.0 <sup>1)</sup>	153.6±18.3 <sup>2)</sup>	0.115±0.004 <sup>b</sup>	7.65±0.86 <sup>bc</sup>	3.06±0.14 <sup>a</sup>
P5	97.6±10.7	124.0±22.8 <sup>b</sup>	0.113±0.008 <sup>b</sup>	7.13±1.05 <sup>ab</sup>	3.23±0.32 <sup>ab</sup>
P10	97.9±14.9	100.8±15.7 <sup>c</sup>	0.103±0.004 <sup>a</sup>	6.69±0.99 <sup>a</sup>	3.37±0.30 <sup>b</sup>
P20	95.3± 8.6	52.8± 9.8 <sup>e</sup>	0.079±0.005 <sup>c</sup>	5.02±0.45 <sup>d</sup>	3.39±0.28 <sup>b</sup>
C5	97.4± 9.1	141.7±11.6 <sup>a</sup>	0.110±0.002 <sup>ab</sup>	7.66±0.62 <sup>bc</sup>	3.20±0.12 <sup>ab</sup>
C10	97.6±10.9	153.9±15.5 <sup>a</sup>	0.118±0.003 <sup>b</sup>	8.11±1.17 <sup>c</sup>	3.22±0.27 <sup>ab</sup>
C20	96.8±10.4	145.5±12.7 <sup>a</sup>	0.117±0.007 <sup>b</sup>	7.70±0.80 <sup>bc</sup>	3.18±0.16 <sup>ab</sup>
CF	98.7±13.5	158.0±13.1 <sup>a</sup>	0.115±0.005 <sup>b</sup>	7.18±0.99 <sup>abc</sup>	2.79±0.21 <sup>c</sup>

1) Values are mean±SEM

2) Values with different superscripts within the same column are significantly different(p<0.05).

### 2) 생화학적 분석

혈청 내의 총 콜레스테롤 함량은 Zlatkis 등<sup>17)</sup>의 방법으로, phospholipid 함량은 PL-E시약 Kit(국제시약, Japan)을 이용하여 측정하였으며 중성지방은 Mendez 등<sup>18)</sup>의 방법으로 분석하였다. 간은 0.5g 을 취하여 Folch 등<sup>19)</sup>의 방법에 의하여 총 지질을 추출한 후 콜레스테롤은 혈청과 마찬가지로 Zlatkis 등의 방법으로, phospholipid는 Eng 등 방법<sup>20)</sup>으로 분석하였다. 또한 중성지방은 Mendez 등<sup>18)</sup>의 방법으로 분석하였다.

### 3) 통계처리

실험식이의 처리에 의한 결과는 평균±표준오차로 표시하였고 각 군간의 평균치의 통계적 유의성은 Dunkan's new multiple range test<sup>21)</sup>를 이용하여 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 체중 증가량, 사료효율 및 간장의 무게

실험기간 동안의 체중 증가량, 사료효율 및 간장의 무게는 Table 2와 같다. 체중 증가량은 식이 섬유소의 종류에 따라 현저한 차이를 나타내어 pectin첨가군은 cellulose첨가군에 비하여 유의적으로 감소하였다. 또한 pectin의 첨가수준이 증가함에 따라 체중 증가량이 현저하게 감소되었는데 이는 pectin첨가군에서 식이 섭취량이 감소된 것보다 관련이 있지만 사료효율에 있어서도 pectin첨가군에서는 첨가수준이 증가함에 따라 사료효율이 감소하는 경향을 보인 것으로 보아 pectin 첨가는 cellulose 첨가에 비하여 증체효과가 낮은 것을 알 수 있다. Pectin은 식이중의 energy density를 낮추어 주는 동시에 포만감을 증가시켜 식이섭취량이 줄어든 것으로 생각되나 cellulose는 pectin과는 다른 물리화학적 성질로 인하여 식이 중의 energy density는 낮추어 주나 포만감의 증가에는 효과가 적은 것으로 보인다<sup>13)</sup>. Van Itallie<sup>22)</sup>는 에너지 섭취는 식이중의 energy density에 의해 큰 영향을 받는다고 하였으며 본 실험결과는 섬유소의 종류마다 증체량, 식이섭취량, 식이효율에 다른 효과를 나타

낸다는 Muller 등<sup>23)</sup>의 결과와도 같은 경향을 보이는 것이다. 그러나 장등<sup>13)</sup>은 pectin과 cellulose를 첨가한 경우 식이섬유소의 종류에 따라 흰쥐의 증체량에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다고 하였다. Vahouny<sup>1)</sup>는 guar gum과 pectin같은 섬유소가 gastric emptying을 유의하게 지연시키는 성질로 인해 당뇨병 환자들에게 치료효과를 갖는다고 지적하였고 단백질 수준을 달리하여 cellulose 또는 pectin을 첨가한 식이를 사용하여 흰쥐를 사육한 Hove 등<sup>24)</sup>의 보고에서도 2수준의 단백질군에서 pectin첨가는 모두 체중 증가량, 사료섭취, 사료효율을 감소시켰다고 하였으며 이는 pectin의 보수력(water binding capacity)과 gel형성능력에 관계가 있는 것으로 생각된다<sup>26)</sup>. 본 실험에서 cellulose를 첨가한 식이를 급여한 쥐들은 세 급여수준 모두에서 대조군에 비해 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 Hove 등<sup>24)</sup>은 cellulose급여수준이 증가됨에 따라 체중 증가량이 유의적으로 증가하였다는 다른 결과를 발표하였다. 사료효율에 있어서는 pectin 10%와 20%를 급여한 군에서 대조군에 비하여 유의적인 감소를 나타냈으나 pectin 5%, cellulose 5%, 10%, 20%군과 콜레스테롤 무첨가군에서는 대조군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 따라서 식이섬유소가 증체효과에 미치는 영향은 cellulose의 경우에는 20%까지 식이 중에 첨가하였을때에도 전체 에너지 수준을 정상적으로 유지시켜 준다면 대조군과 별 차이를 나타내지 않으나 pectin은 첨가수준이 증가함에 따라 대조군에 비하여 유의적인 체중 증가량의 감소를 보여 주었고 특히 20% 첨가군에서는 두드러진 성장 지연 현상을 나타내는 것을 알 수 있다.

간의 무게는 각 군의 체중 증가량과 유사한 경향을 보였으며 pectin 20% 첨가군에서 가장 작았고 cellulose 10% 첨가군에서 가장 크게 나타났다.

### 2. 간장 중의 총지질, 콜레스테롤, 중성지방 및 인지질 함량

Table 3은 섬유소의 종류와 급여수준에 따른 흰쥐의 간의 지방질을 분석한 결과이다.

간내의 총 지질 수준에 있어서는 pectin군은 첨가수준이 증가함에 따라 감소되었고 cellulose첨가

Table 3. Effect of dietary fiber on liver cholesterol, triglyceride and phospholipid levels of rats

Diet	Total lipids	Cholesterol	Triglyceride	Phospholipid
		mg/g liver		
FF	70.86±5.87 <sup>1)(d2)</sup>	15.72±1.87 <sup>c</sup>	29.37±5.97 <sup>c</sup>	25.64±3.65 <sup>e</sup>
P5	61.43±4.12 <sup>c</sup>	9.75±1.36 <sup>b</sup>	23.60±4.59 <sup>b</sup>	28.42±3.32 <sup>e</sup>
P10	50.86±7.93 <sup>a</sup>	7.15±1.33 <sup>d</sup>	11.23±2.32 <sup>a</sup>	31.79±3.97 <sup>f</sup>
P20	33.63±4.00 <sup>e</sup>	3.24±0.74 <sup>a</sup>	10.56±0.45 <sup>a</sup>	18.89±1.65 <sup>abc</sup>
C5	52.50±3.82 <sup>ab</sup>	9.29±0.85 <sup>b</sup>	19.59±3.64 <sup>d</sup>	22.37±4.10 <sup>d</sup>
C10	56.75±3.69 <sup>bc</sup>	13.03±2.16 <sup>c</sup>	24.62±3.36 <sup>b</sup>	18.35±1.69 <sup>ab</sup>
C20	70.14±5.43 <sup>d</sup>	16.47±1.22 <sup>c</sup>	34.54±4.38 <sup>e</sup>	20.86±2.44 <sup>bcd</sup>
CF	28.00±2.83 <sup>f</sup>	3.65±0.43 <sup>a</sup>	7.60±1.50 <sup>a</sup>	17.38±1.36 <sup>a</sup>

1) Values are mean±SEM

2) Values with different superscripts within the same column are significantly different (p<0.05).

군은 첨가수준이 증가함에 따라서 증가되는 경향을 나타내었다. 간의 콜레스테롤 수준도 총 지질과 마찬가지로 대조군에 비하여 pectin 첨가군의 경우에 유의적으로 감소하였고 pectin의 첨가수준이 증가함에 따라서 점차로 유의적인 감소를 나타내어 20% 첨가군에서는 콜레스테롤 무첨가군과 별다른 차이를 보이지 않았다. Cellulose 첨가군에서는 첨가수준이 증가함에 따라서 오히려 간장내 콜레스테롤은 증가되었으며 콜레스테롤 무첨가군에서는 가장 낮은 값을 나타내었다. 중성지방도 pectin 첨가군에서는 첨가수준이 증가함에 따라, cellulose 첨가군에서는 첨가수준이 감소함에 따라 유의적으로 감소하였다. 또한 인지질은 pectin 5%, 10%군에서는 대조군에 비해 점차로 증가하였으나 20% 첨가군에서는 감소된 경향을 보였고 cellulose 첨가군에서는 대조군에 비하여 감소하였으나 수준별에 따라 일치된 경향을 보이지는 않았다. 이상과 같은 결과를 종합해 볼때 식이섬유소 중 pectin은 첨가수준이 5%, 10%, 20%로 증가됨에 따라 총 지질, 콜레스테롤, 중성지방의 수준들을 감소시키는 효과를 가진 반면 cellulose는 그와 상반된 경향을 나타낸다는 것을 알 수 있다. 이와 관련이 있는 보고들로서는 Rotenberg<sup>27)</sup>이 흰쥐의 식이 중에서 starch대신 4.8% 또는 9.6%를 pectin으로 대체시킨 결과 간장내의 총 지질, 콜레스테롤에스터, 중성지방 수준이 감소하였다고 하였고 장<sup>13)</sup>이 pectin

첨가가 cellulose 첨가에 비해서 현저하게 낮은 지질 수준을 나타내었고 특히 간의 총 콜레스테롤 함량은 pectin이 cellulose를 첨가한 경우보다 상당히 낮아졌다고 한 보고들을 들 수 있다. 또한 Mueller<sup>14)</sup>은 쥐들에게 cellulose 첨가식이를 공급하였을 때 간장내 콜레스테롤 수준이 유의적으로 증가하였다고 밝혔고 이러한 견해는 Tsai<sup>28)</sup>의 보고에서도 뒷받침되고 있다. 그러나 Mueller<sup>14)</sup>은 간장내 중성지방 수준은 hemicellulose나 pectin을 급여한 경우가 cellulose나 lignin을 급여했을때보다 더 높았다고 하여 본 실험 결과와는 상반된 견해를 발표하였다. 또한 Sundaravalli<sup>29)</sup>은 화학적으로 정제된 cellulose는 15%이상의 많은 양을 식이내에 첨가하지 않는 한 hypocholesterlemic effect를 나타내지 못한다고 보고하였지만 본 실험에서는 간장내의 콜레스테롤 수준에 있어서는 cellulose를 20%까지 첨가하였을때에도 억제효과를 가지지 못한 것으로 나타났다.

Falk<sup>30)</sup>은 pectin의 hypolipidemic action의 작용기전을 구명하기 위해 pectin과 지질 간에 직접적인 분자 간 상호작용이 있는지의 여부를 실험한 결과 pectin은 low charge density의 lipid microemulsions나 micelles와 결합한다는 물리화학적 근거를 NMR spectroscopy와 gel exclusion chromatography에 의하여 명백하게 밝혀냈고 최적 조건 하에서 pectin은 그 무게의 4배까지 지질과 결합할

수 있다고 보고하였으며 그들은 식이와 담즙의 지질이 소장 내에서 pectin과 결합하는 것이 pectin의 hypolipidemic action의 주요 작용기전이라고 주장하였다. Kay등<sup>31)</sup>도 pectin과 배설된 지질 사이에 직접적인 물리화학적 작용이 있다고 제안하였으며 Thomas등<sup>32)</sup>은 blackgram에서 추출한 식이섬유소를 급여한 쥐의 간 조직에서 콜레스테롤 농도가 감소된 것은 간에서 콜레스테롤이 담즙산으로 분해되는 속도가 더 높아진 때문인 것으로 설명하였다. 또한 Vahouny등<sup>33)</sup>은 cellulose의 담즙산 결합 능력은 0%로서 pectin과는 달리 cellulose는 전혀 결합 능력이 없음을 보고하였다. 동물성 단백질과 식물성 단백질의 혼합 비율을 달리하여 pectin 첨가에 따른 흰쥐 체내의 지방대사를 연구한 이등<sup>34)</sup>의 보고에서는 pectin과 guar gum, 채소, 과일 등이 hypocholesterolemic effect를 가지고 있는 것으로 보이며 식이섬유소의 종류와 식이 중의 함량, 같이 존재하는 다른 식이 성분들에 의해 그 효과가 조금씩 다르게 나타나는 것 같다고 밝혔다. 본 연구에서도 식이섬유소 중 pectin과 cellulose가 흰쥐의 간장내 지질함량에 현저하게 다른 영향을 미쳤으며 그 첨가수준을 증가시킴에 따라 더욱 큰 변화를 나타내었다. 따라서 식이섬유소의 종류에 따라 그 물리화학적 특성이 흰쥐의 체내 지방대사에 다른 영향을 미치는 결정인자로 작용하게 되며 본 실험에서는 흰쥐의 에너지 필요량을 충족시키기 위해 식이섬

유소의 첨가수준이 증가할 수록 지방의 공급수준이 증가되었는데 cellulose첨가수준이 늘어남에 따라 오히려 간장내 지질함량이 증가된 것은 이러한 공급된 지방수준의 증가와 관련이 있으리라고 생각된다. 그러나 같은 조건하에서도 pectin의 경우에는 hypolipidemic effect를 나타내어 대조를 이루고 있다.

### 3. 혈청 중의 콜레스테롤, 중성지방 및 인지질 함량

다음에는 pectin과 cellulose를 5%, 10%, 20% 첨가한 식이를 급여한 쥐들의 혈청내 지질수준을 Table 4에 나타내었다. 혈청내 콜레스테롤 수준은 pectin첨가군에서는 첨가수준의 증가에 따라 대조군과 별다른 차이를 보이지 않았고 cellulose 첨가군에서는 5% 수준에서는 별 차이를 나타내지 않았으나 10%, 20% 수준에서는 대조군에 비하여 유의적으로 증가되었다. 혈청내 중성지방의 수준에 있어서는 pectin 첨가군에서는 모두 대조군에 비하여 유의적으로 감소하였으나 cellulose 첨가군에서는 5% 수준에서는 약간의 증가를 보였으나 10%, 20% 수준에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았고 콜레스테롤 무첨가군에서는 대조군에 비해 유의적으로 감소되었다. 인지질 함량에 있어서는 pectin 첨가군에서는 첨가수준에 따라 대조군과 별 차이가 없었고 cellulose첨가군에서는 5%, 10%, 20% 수

Table 4. Effect of dietary fiber on serum cholesterol, triglyceride and phospholipid levels of rats

Diet	Cholesterol	Triglyceride	Phospholipid
	mg/dl		
FF	53.71±2.65 <sup>1) a2)</sup>	60.68±5.31 <sup>c</sup>	101.47± 6.64 <sup>ab</sup>
P5	56.68±2.09 <sup>a</sup>	31.27±6.30 <sup>b</sup>	104.71±10.76 <sup>b</sup>
P10	55.57±4.56 <sup>a</sup>	28.93±4.74 <sup>b</sup>	93.61± 6.49 <sup>a</sup>
P20	57.93±4.94 <sup>ab</sup>	27.39±3.53 <sup>ab</sup>	103.19± 3.05 <sup>ab</sup>
C5	54.31±5.55 <sup>a</sup>	68.70±9.18 <sup>d</sup>	117.82±10.68 <sup>cd</sup>
C10	61.58±2.61 <sup>bc</sup>	60.71±7.80 <sup>c</sup>	116.56± 8.58 <sup>cd</sup>
C20	65.33±6.40 <sup>c</sup>	60.56±4.18 <sup>c</sup>	123.82±16.25 <sup>d</sup>
CF	56.34±4.00 <sup>a</sup>	42.56±7.41 <sup>c</sup>	109.24± 6.09 <sup>bc</sup>

1) Values are mean±SEM

2) Values with different superscripts within the same colum are significantly different(p<0.05).

준에서 모두 대조군보다 유의적으로 증가되었고 첨가수준에 따른 차이는 나타나지 않았다. Tsai 등<sup>26)</sup>은 cellulose가 혈청내의 콜레스테롤 수준을 낮추는데 별다른 효과를 나타내지 않았다고 보고하였고 Ahrens<sup>68)</sup> 등은 hypercholesterolemic minipigs에게 4주간 pectin을 급여한 결과 혈청내 총 콜레스테롤 농도는 대조군에 비해 pectin 투여군에서 유의적으로 감소되었다고 하였다. 본 실험에서는 pectin 첨가로 인해 간장내 콜레스테롤은 저하된 반면 혈청내 콜레스테롤 함량에는 유의적인 차이를 나타내지 못했는데 Mueller 등<sup>14)</sup>의 보고에서도 cellulose, lignin, hemicellulose, pectin 등의 식이 섬유소들 간에 혈청내 콜레스테롤 함량에 미치는 영향이 거의 없었다고 발표하였다. 그러나 본 실험에서 cellulose 첨가군에서는 간장의 경우와 마찬가지로 cellulose의 첨가수준이 증가함에 따라 hypercholesterolemic effect를 나타내었다. 중성지방의 경우에는 pectin에 의한 효과가 두드러지게 관찰되었고 cellulose 첨가에 의해서는 5% 수준에서 대조군에 비해 증가되었으나 10%, 20% 수준에서는 차이를 나타내지 않았고 이는 Rotenberg 등<sup>27)</sup>이 보고한 pectin의 hypotriglyceridemic effect와도 같은 경향을 보이는 것이다.

## 요 약

식이 중의 섬유소 종류와 급여수준이 흰쥐의 혈청과 간 조직내의 지질함량에 미치는 영향을 검토하기 위하여 섬유소중 pectin과 cellulose를 선택하여 급여수준을 5%, 10%, 20%로 달리하여 식이중에 첨가하였다. 각 군의 콜레스테롤 함량은 0.5%로 고정시켰고 이와는 별도로 콜레스테롤 무첨가군을 설정하였다. 각 실험식으로 4주간 사양한 후 혈청과 간에서의 지질함량을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 체중 증가량은 식이섬유소의 종류에 따라 현저한 차이를 나타내어 pectin 첨가군은 cellulose 첨가군에 비하여 유의적으로 감소하는 경향이었고 cellulose첨가군에서는 대조군과 별다른 차이를 나타내지 않았다. 사료효율에 있어서도 pectin 10%와

20% 첨가수준에 있어서 대조군에 비하여 점차로 감소되었다. 간장의 무게는 체중 증가량의 변화와 같은 경향을 나타내었다.

2) 간장내의 총 지질수준에 있어서는 pectin군은 첨가수준이 증가함에 따라 점차로 감소되었고 cellulose 첨가군에서는 첨가수준이 증가함에 따라서 오히려 증가되는 경향을 나타내었다. 간의 콜레스테롤 수준도 총 지질과 마찬가지로 pectin 첨가군의 경우에 첨가수준의 증가에 따라 유의적으로 감소되었고 20% 첨가수준에서는 cholesterol 무첨가군과 차이를 나타내지 않았다. Cellulose첨가군에서는 첨가수준이 증가함에 따라서 간장내 콜레스테롤은 증가되었으며 중성지방도 pectin 첨가군에서는 첨가수준이 증가됨에 따라, cellulose첨가군에서는 첨가수준이 감소됨에 따라 유의적으로 감소하였다. 또한 인지질은 pectin 5%, 10%군에서는 대조군에 비해 점차로 증가하였으나 20%군에서는 감소된 경향을 보였고 cellulose 첨가군에서는 대조군에 비하여 감소되었으나 수준별에 따라서 일치된 경향을 보이지는 않았다.

3) 혈청내 콜레스테롤 수준은 pectin첨가군에서는 첨가수준의 증가에 따라 대조군과 별다른 차이를 보이지 않았고 cellulose 첨가군에서는 10%, 20% 수준에서 대조군에 비하여 유의적으로 증가되었다. 혈청내 인지질 함량은 pectin 첨가의 경우에는 첨가수준에 관계없이 대조군과 유의적인 차이를 나타내지 않았고 cellulose첨가의 경우에는 모든 첨가수준에 있어서 대조군보다 증가하였다. 중성지방의 함량은 pectin첨가군에서는 모두 대조군에 비하여 유의적으로 감소하였으나 cellulose 첨가군에서는 5% 수준에서는 약간의 증가를 보였으나 10%, 20% 수준에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았고 콜레스테롤 무첨가군에서는 대조군에 비해 유의적으로 감소되었다.

## REFERENCE

- 1) Vahouny GV. *Conclusions and recommendations of the symposium on "dietary fibers in health and disease"* Washington, D.C., 1981, *Am J Clin*

- Nutr* 35 : 152-156, 1982
- 2) Anderson JW. *Dietary fiber and diabetes*. In : Spiller GA, Kay RP. eds. *Medical aspects of dietary fiber*. Plenum press, New York 193-221, 1980
  - 3) Aar PJ, Fahey GC, Ricke SC, Allen SE, Berger LL. *Effect of dietary fibers on mineral status of chicks*. *J Nutr* 113 : 653-661, 1983
  - 4) Atallah MT, Melnik TA. *Effect of pectin structure on protein utilization by growing rats*. *J Nutr* 112 : 2027-2032, 1982
  - 5) Harmuth-Hoene AE, Schelenz R. *Effect of dietary fiber on mineral absorption in growing rats*. *J Nutr* 110 : 1774-1784, 1980
  - 6) Baig MM, Burgin CW, Cerda JJ. *Effect of dietary pectin on iron absorption and turnover in the rat*. *J Nutr* 113 : 2385-2389, 1983
  - 7) 이명숙, 승정자. *Dietary fiber가 흰쥐의 철분흡수억제에 미치는 영향*. *한국영양학회지* 18(2) : 115-125, 1985
  - 8) Trowell HC. *Dietary fiber hypothesis of the etiology of diabetes mellitus*. *Diabetes* 24 : 762, 1975
  - 9) Jenkins DTA, Leeds AR, Newton C, Cummings JH. *Effect of pectin, guar gum and wheat fiber on serum cholesterol*. *Lancet* 1 : 1116, 1975
  - 10) Story JA, Kritchevsky D. *Dietary fiber and lipid metabolism*. In : Spiller GA, Amen RJ. eds. *Fiber in human nutrition*. Plenum press, New York 171-184, 1976
  - 11) Ahrens F, Hagemeister H, Pfeuffer M, Barth CA. *Effect of oral and intracecal pectin administration on blood lipids in minipigs*. *J Nutr* 116 : 70-76, 1986
  - 12) Albrink MJ, Newman T, Davidson PC. *Effect of high and low-fiber diets on plasma lipids and insulin*. *Am J Clin Nutr* 32 : 1486-1491, 1979
  - 13) 장유경, 윤홍재. *지방의 섭취량과 첨가된 섬유소의 종류가 흰쥐의 체내 지질수준에 미치는 영향*. *한국영양학회지* 17(4) : 253-261, 1984
  - 14) Mueller MA, Cleary MP, Kritchevsky D. *Influence of dietary fiber on lipid metabolism in meal-fed rats*. *J Nutr* 113 : 2229-2238, 1983
  - 15) Mathe D, Lutton C, Rautureau J, Coste T, Gouffier E, Sulpice JC, Chevallier F. *Effect of dietary fiber and salt mixtures on the cholesterol metabolism of rats*. *J Nutr* 107 : 466-474, 1977
  - 16) Stasse-Wolthuis M, Albers HFF, Jeveren JGC, Jong JW, Hautvast JGAJ, Hermus RJJ, Katan ME, Brydon WG, Eastwood MA. *Influence of dietary fiber from vegetables and fruits, bran or citrus pectin on serum lipids, fecal lipids, and colonic function*. *Am J Clin Nutr* 33 : 1745-1756, 1980
  - 17) Zlatkis A, Zak B. *Study of new cholesterol reagent*. *Anal Biochem* 29 : 143-148, 1969
  - 18) Mendez J, Franklin B, Gahagan H. *Simple manual procedure for determination of serum triglycerides*. *Clin Chem* 21(6) : 768-770, 1975
  - 19) Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH. *A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal source*. *J Biol Chem* 226 : 497-509, 1957
  - 20) Eng LF, Noble EP. *The maturation of rat brain myelin*. *Lipids* 3(2) : 157-162, 1968
  - 21) Ott L. *An introduction to statistical methods and data analysis*. PWS publishers, Boston 376-379, 1984
  - 22) Van Itallie TB. *Dietary fiber and obesity*. *Am J Clin Nutr* 31 : s43-s52, 1978
  - 23) Muller MA, Cleary MP, Kritchevsky D. *The effect of various types of dietary fiber on lipid storage in adipose tissue*. *Fed Proc* 40 : 853, 1981
  - 24) Hove EL, King S. *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, 1979
  - 25) Viola S, Zimmerman G, Mokady S. *Effect of pectin and algin upon protein utilization, digestibility of nutrient and energy in young rats*. *Nutr Rep Int* 1 : 367-375, 1970
  - 26) Eastwood MA. *Physical properties of fiber towards bile acids, water and minerals*. In : Birch GC, Parker KJ. eds. *Dietary fiber*. Applied science publishers, London and New York, 149-163, 1983
  - 27) Rotenberg S, Jakobsen PE. *The effect of dietary*



- pectin on lipid composition of blood, skeletal muscle and internal organs of rats. J Nutr* 108 : 1384-1392, 1978
- 28) Tsai AC, Elias J Kelly JJ, Lin RSC, Robson JRK. *Influence of certain dietary fibers on serum and tissue cholesterol levels in rats. J Nutr* 106 : 118-123, 1976
- 29) Sundaravalli OE, Shurpalekar KS, Rao MN. *Effects of dietary cellulose supplementation on the body composition and cholesterol metabolism of the albino rats. J Agr Food Chem* 19 : 116-118, 1971
- 30) Falk JD, Nagyvary JJ. *Exploratory studies of lipid-pectin interactions. J Nutr* 112 : 182-188, 1982
- 31) Kay RM, Truswell AS. *Effect of citrus pectin on blood lipids and faecal steroid excretion in man. Am J Clin Nutr* 30 : 171-175, 1977
- 32) Thomas M, Leelamma S, Kurup PA. *Effect of blackgram fiber(Phaseolus mungo) on hepatic hydroxymethylglutaryl Co A reductase activity, cholesterogenesis and cholesterol degradation in rats. J Nutr* 113 : 1104-1108, 1983
- 33) Vahouny GV, Tonbes R, Cassidy MM, Kritchevsky D, Gallo LL. *Dietary fibers. V. Binding of bile salts, phospholipids and cholesterol from micells. Lipids* 15 : 1012-1018, 1981
- 34) 이일하, 김미경. Casein과 대두단백의 혼합비율 및 pectin 첨가수준이 흰쥐의 체내 지방대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 17(1) : 20-30, 1984