

## 흰쥐에 있어서 유산균 *Lactobacillus plantarum*이 체지방 조성 변화에 미치는 효과

박미연<sup>1</sup> · 정희은<sup>1</sup> · 조진국<sup>2</sup> · 하철규<sup>3</sup> · 이치호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 동물생명과학부 축산식품생물공학과, <sup>2</sup>한경대학교 낙농과학과  
<sup>3</sup>한양대학교 생화학 및 분자생물학과

### 서 론

자연식품 중 완전식품이라고 일컬어지는 우유와 유제품에 대하여 콜레스테롤 저하 등의 효과가 처음으로 보고된 것은 Mann과 Spoerry에 의해서였다. 특히 발효유에 대해서는 소장 내에서 생존이 가능한 *Lactobacillus* 속으로 제조한 발효유의 섭취가 건강에 유익하다고 강조한 Metchinkoff의 주장에서부터 시작하여 여러 연구 자료들에 의하여 그 건강효과가 논의되고 있다(최홍식, 1999). 발효유제품이 혈중 콜레스테롤 수치의 감소에 대한 효과가 있다는 연구가 많은 전문가에 의하여 동물과 인간에게서 시도되었다.

본 연구에서는 콜레스테롤 식이 Sprague-Dawley계(SD) rat을 이용하여 유산균이 체 지방 조성에 미치는 영향과 동맥경화증에 미치는 영향을 연구하고자 하였다. 따라서 소장에 상주하며 소장의 장내 환경을 개선, 소장의 기능에 도움이 되는 *Lactobacillus*균인 *Lactobacillus plantarum*을 SD rats에 투여함으로써 유산균에 따른 체 지방 조성의 변화와 Atherogenic Index를 측정하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 시료조제 및 사육조건

본 실험에서 *Lactobacillus plantarum* 유산균 제제를 한경대학교 낙농과학과 유가공학 실험실(안성, Korea)로부터 제공 받아 이용하였다. 유산균 배양액은 그 희석배수에 따라 1배량의 *Lactobacillus plantarum* 유산균 제제, 5배량의 *Lactobacillus plantarum* 유산균 제제 두 가지로 구분하였다(Table 1).

실험 동물은 건강한 Sprague-Dawley strain 수컷 흰쥐 4 주령(60~80g) 32마리를 오리엔트사(성남, Korea)로부터 공급 받아 사용하였다. 실험기간 중 식이는 Table 2와 같이 제조하고 식수는 자유로이 섭취하도록 하도록 하였다.

#### 2. 장기 적출 및 채혈

12주 동안의 실험이 종료된 실험 군은 24시간 절식시켜 diethyl ether로 가볍게 마취시킨 상

Table 1. The treatment of control group and experimental group in rats fed cholesterol diet

Groups	Treatments
Group 1	None cholesterol and none <i>Lactobacillus</i>
Group 2	Cholesterol and none <i>Lactobacillus</i>
Group 3	Cholesterol and 1x <i>Lactobacillus</i>
Group 4	Cholesterol and 5x <i>Lactobacillus</i>

\* Number represents the multiplied concentration of *Lactobacillus plantarum*.

Table 2. Basic composition of the diet

Nutrients (%)	Protein	Fat	Crude Fiber	Fatty Acid	Ash	Cholesterol	Calcium	Phosphorus
	23.4	4.5	5.3	5.5	6.4	0.5	0.95	0.67

Unit= g/100g diet.

태에서 복부를 절개하여 복부 대정맥에서 채혈한 뒤 심장, 폐, 간장, 신장, 비장, Peripheral Adipose Tissue(P.A.T)와 Epididymis Adipose Tissue(E.A.T)를 적출하여 생리 식염수에 행구고 여과지로 수분을 제거하여 무게를 칭량하고 냉동보관하였다.

### 3. 검체의 전처리

간장 200mg을 취하여 0.25M Sucrose액을 첨가하여 Overhead Stirrer로 2분간 균질시킨 후 결합조직 등을 제거한 후 3,000rpm으로 10분간 원심분리시킨다.

### 4. 분석 방법

혈청 중의 총 콜레스테롤(total cholesterol, TC)과 중성지방(triglyceride, TG)은 효소법에 의해 kit(영동제약, 서울)를 사용하였고, HDL-cholesterol은 효소법에 의해 kit(소망제약, 경기)를 사용하였다. 또한 혈장의 VLDL-cholesterol 농도는 영동화학 kit를 이용하여 TG를 측정된 뒤 Friedwald 식(4)을 이용하여 VLDL-cholesterol = Triglyceride/5 에 의하여 계산한다. LDL-cholesterol의 측정 혈장의 LDL-cholesterol농도는 Friedwald 공식(4)을 이용하여 total cholesterol에서 VLDL-cholesterol과 HDL-cholesterol을 더한 값을 제외한 값으로 하였다. 인지질은 직접 정량이 불가능하기 때문에 인지질을 추출하여 무기인화 하여 측정하였다. 또한 Atherogenic Index (AI, 동맥경화지수)는 (Total cholesterol - HDL-cholesterol) / HDL-cholesterol 식으로 계산하였다.

### 5. 통계처리 및 분석

각 그룹에서 얻은 실험 결과는 SAS program을 이용하여 평균표준편차로 표시하였으며, 각 구간 유의성은 one-way ANOVA로 사전 검증한 후 Duncan's multiple range test에 의해 사후 검정(5)하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. P.A.T. 와 E.A.T. 의 변화

각 실험군별 실험 기간 중의 P.A.T.와 E.A.T.의 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 대조 군의 P.A.T. 중량은 0.74g으로 Group 3, Group 4와 유의적인 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). E.A.T. 중량 (g/100g of body weight of rat)은 0.49g에서 0.76g의 범위로 나타났으며 대조 군의 P.A.T. 중량은 0.74g으로 Group 3, Group 4와 유의적인 차이가 있었다( $p < 0.05$ ).

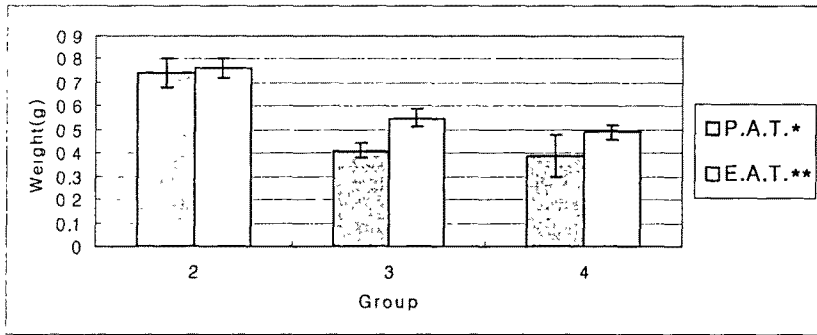


Fig. 1. Effect of *Lactobacillus plantarum* treatments on the relative organs weight in the cholesterol diet fed Rats.

Each point represent mean SD (n=8).

Values followed by different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Body weight is compared by ANOVA.N.S.

\*Perirenal Adipose Tissue.

\*\*Epididymal Adipose Tissue.

### 2. 각 그룹별 체중의 변화

6주 간의 실험기간 중의 실험군별 실험 기간 중의 체중 변화량은 Fig. 2에 나타내었다. 초기 평균 체중은  $104.1 \pm 6.6$ 에서  $107.9 \pm 2.9$ 의 범위에 있었으며 최종 평균 체중은  $297.3 \pm 31.2$ 에서  $325.5 \pm 23.3$ 이었으나 각 군별로 유의한 차이는 없었다. 콜레스테롤만을 식이 급여한 그룹이 최종 몸무게 증가가 가장 높았으며 유산균을 1배 투여군, 5배 투여군 순서대로 체중이 낮아졌다.

### 3. 각 그룹별 중성지방의 수치

6주 간의 실험기간 중의 실험군별 실험 기간 중의 각 군별 중성지방과 총 지방의 함량 변화 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 유산균을 식이 급여 시 총 지방과 중성지방의 함량 변화는 감소하는 경향을 나타내었으나 유의적 차이는 보이지 않았다.

### 4. 각 그룹별 콜레스테롤 수치 비교

각 군별 콜레스테롤 수치 비교는 Fig. 4에 나타내었다. Total lipid는 Group 2가 가장 높았으며

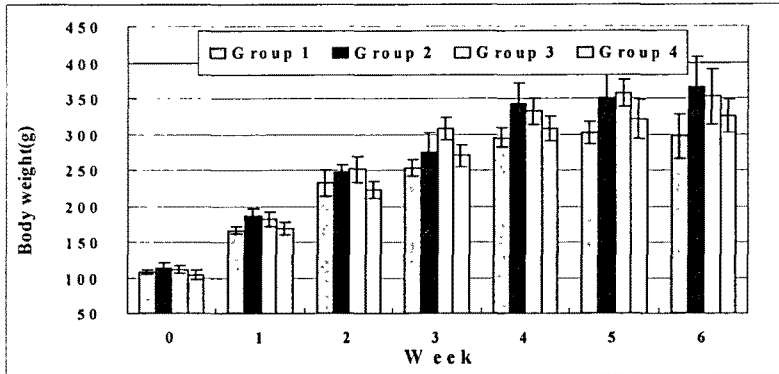


Fig. 2. The change of body weight for 6 weeks.

Unit= g/100g of body weight of rat.

All Values are mean SD (n=8).

Body weight is compared by ANOVA.N.S

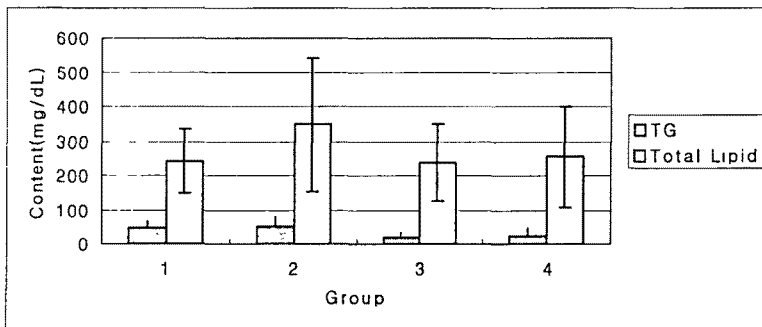


Fig. 3. The change of Triglyceride (TG)and total lipids in the serum.

Unit= g/100g.

Each point represent mean SD (n=8).

Data are compared by ANOVA and post hoc comparison (Tuckey method).

각 군별 유의적 차는 없었다. 콜레스테롤만 섭취한 그룹에 비해 유산균을 섭취한 그룹이 혈중 콜레스테롤 수치가 더 낮았으며, 또한 유산균을 1배 섭취한 그룹보다 5배 섭취한 그룹이 더 낮은 결과를 나타냈다.

HDL-cholesterol은 콜레스테롤을 섭취한 각 군들이 콜레스테롤 섭취로 인하여 Group 1에 비해 증가하기는 하나 유의적인 차이는 없다. 각 군별 LDL-cholesterol과 free cholesterol에서는 유의적인 감소를 보였다.

##### 5. 각 그룹별 동맥경화 지수 비교

각 군별 Atherogenic Index는 Fig. 5에 나타내었다. Atherogenic Index 유의적 차이가 있었고 Group 2가 수치가 가장 높았다.

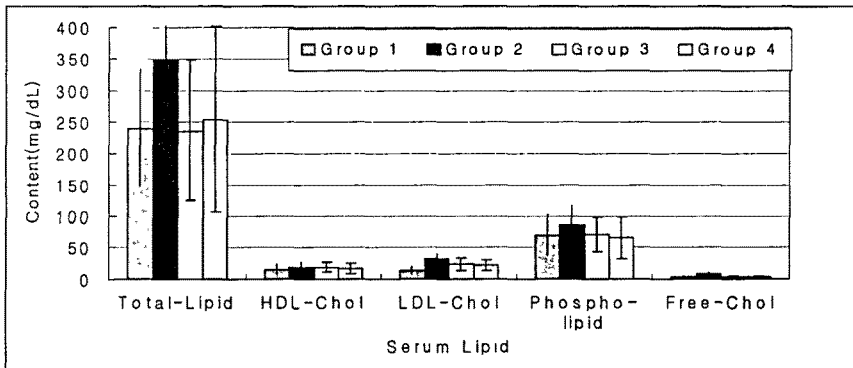


Fig. 4. The change of the total cholesterol, phospho lipid, HDL\*, LDL\*\* and free cholesterol in the serum.

Unit= g/100g.

Each point represent mean SD (n=8).

Data are compared by ANOVA and post hoc comparison (Tuckey method).

LDL- cholesterol and free cholesterol are significantly different at  $p < 0.05$ .

\* HDL: high density lipoprotein cholesterol.

\*\* LDL: low density lipoprotein cholesterol.

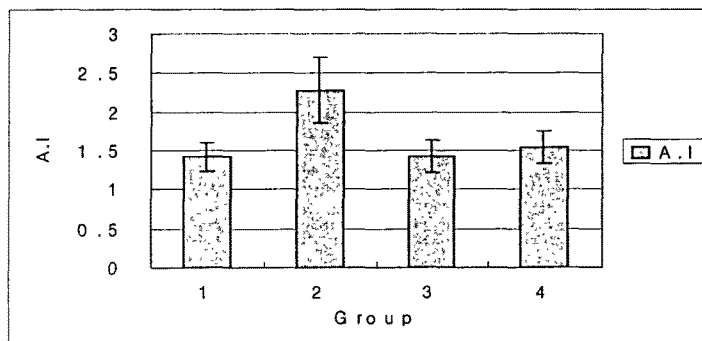


Fig. 5. The change of Atherogenic Index in cholesterol fed rats.

Unit= g/100g.

Each point represents meanSD (n=8).

AI (Atherogenic Index) = (Total cholesterol - HDL cholesterol)/ HDL cholesterol.

Values are significantly different at  $p < 0.01$ .

Data are compared by ANOVA and post hoc comparison (Tuckey method).

## 6. 고찰

위의 결과를 토대로 하여 살펴 볼 때, 각 군별 체중변화에서 유의적인 차이가 없었으나 P.A.T. 중량과 E.A.T. 중량은 각 군간에 유의적인 차이를 나타내었다( $P < 0.05$ ). 또한 유산균을 식이 급

여한 군에서는 LDL-cholesterol, free cholesterol에서도 유의적인 차로( $p < 0.05$ ) 감소하였으며 Atherogenic Index에서도 유의적인 차이를 나타내었다( $P < 0.01$ ).

유산균 및 발효유 제품이 콜레스테롤 함량을 저하시키는 작용 기작으로는 복합 담즙산의 분해에 따른 담즙산의 재흡수 억제, 장내 콜레스테롤의 흡수 억제, 콜레스테롤의 동화, 콜레스테롤의 유산균 세포 벽 흡착, 콜레스테롤의 침전 등을 들 수 있다(황보정혜, 1998).

또한 위의 실험에서 혈중 지질이 높을수록 Atherogenic Index도 올라감을 알 수 있다. 특히 LDL-cholesterol은 지질성분 중 가장 중요한 심혈관계 질환과의 연관성이 있음을 알 수 있었다. 이것으로 LDL-cholesterol이 높거나 HDL-cholesterol이 낮은 경우 관상동맥질환의 위험인자가 될 수 있음을 알 수 있다. 그래서 관상동맥질환의 위험인자로서의 낮은 HDL-cholesterol의 농도는 오늘날까지도 지속적으로 강조되고 있다. 이와 같은 유산균의 기능성에 관한 연구는 발효유의 항 콜레스테롤 유산균 개발과 더불어 HDL-cholesterol을 비롯한 지질의 정상 분포로 관상동맥질환에 관한 연구의 필요성이 있다.

## 적 요

본 실험에서는 *Lactobacillus plantarum*의 유산균의 수준을 달리하여 흰쥐에 투여함으로써 체지방 조성의 변화와 Atherogenic Index를 측정하였다.

각 군별 체중에 있어서 유의적 차이가 나타나지 않았으며, E.A.T., P.A.T. 중량은 각 군별 유의적인 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 또한 각 군별 LDL-Cholesterol과 Free Cholesterol에서만 유의적인 차이를 보였고( $p < 0.05$ ), Atherogenic Index에서도 유의적인 차이가 있었다( $P < 0.01$ ). 이 것으로 LDL-cholesterol과 관상동맥 질환과의 관계가 있음을 알 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. Lee, W.G. (2000). 사람의 장관에서 분리한 유산균의 콜레스테롤 저하 효과 Cholesterol Lowering Effect of Lactic Acid Bacteria Isolated from the Human Intestine, 충북대학교.
2. Choi, H.S. (1999) 식품과 현대인의 식생활- 1. 식생활과 식생활문화 13.
3. Oh, M.G. (1999) 콜레스테롤 低下 乳酸菌의 分離 및 理化學的 特性.
4. Friedwald, W.T., Levy, R.I. and Fredrickson, D.S. (1972). Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* 18: 499-502.
5. SAS. (1992). *User's guide: Statistics*. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.
6. Lee, C.M. (2002). 건강한 한국인 중년 남성에서의 혈청 콜레스테롤의 변화와 식이 및 생활 습관과의 관련성 연구.
7. Seo, J.A. 고콜레스테롤 식이가 토끼의 혈장 콜레스테롤대사와 조직변화에 미치는 영향.
8. Hwangbo, J.H. (1998). 혈중 콜레스테롤의 농도에 미치는 식생활과 영양섭취양상.
9. Park, J.S. (2005). Cholesterol-lowering, antioxidant, and anticarcinogenic effects of *Bacillus polyfermenticus* SCD in rats.
10. Choi, J.H. (2003). 관상동맥질환의 위험인자로서의 High-Density Lipoprotein (HDL) 콜레스테롤과 Non HDL-콜레스테롤을 대비한 혈중지질 농도.
11. Glodstein, J. L. and Brown, M. S. (1997). The low-density lipoprotein pathway and its relation to atherosclerosis, *Annu Rev. Biochem.* 46:897-930.