

홍화씨 Yoghurt 급여가 난소절제 Rat의 골다공증에 미치는 영향

김기영 · 김상범 · 임종우

경상대학교 농업생명과학대학 동물자원과학부, 농업생명과학연구원

Effects of Safflower Seed Yoghurt on the Osteoporosis in Ovariectomized Rat

K. Y. Kim, S. B. Kim and J. W. Lim

Dairy Science Major, Division of Animal Science and Technology, College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University ; Institute of Agriculture & Life Sciences

ABSTRACT

This study was performed to investigate the effect of safflower(*Carthamus tinctorius* L.) seed yoghurt on osteoporosis. Sham-operated rats(control) were fed basal diet for 6 weeks. Ovariectomized rats were divided into 6 different experimental groups including basal diet group(G I), yoghurt diet group(G II) and 1% to 4% safflower seed yoghurt diet group(G III to G VI), and fed with the experimental diet for 6 weeks, respectively. The feed intake, feed efficiency ratio and body weight gains of rats fed with the experimental diet for 6 weeks were analyzed, respectively, and the weight, length, strength, mineral content and density in left femur of the animals were determined, respectively. Also, the right femur tissues were observed by Scanning Electron Microscope(SEM). The level of feed intake was not different among all experimental groups. The feed efficiency ratio and body weight gain were high in safflower seed yoghurt groups, and G V and G VI appeared high specially. Density, strength, ash content and minerals content in left femur were similar between control and G I, and increased with increasing the amount of safflower seed in yoghurt. On the other hand, weight and length in left femur showed no difference among all experimental groups. From the results of SEM observation of right femur tissue, G VI showed high healing effects. From the results of this experiment the healing effects of safflower seed yoghurt diet group were higher than those of control and G I. Among the treatments, G VI showed the highest healing effects on the osteoporosis in ovariectomized rats.

(Key words : Safflower seed yoghurt, Osteoporosis, Scanning electron microscope)

I. 서 론

최근 우리나라는 노령화 사회로의 진입에 따른 많은 사회적인 문제들이 야기되고 있다(통계청, 2002). 특히 중년 이후의 중요한 건강 문제로 대두되고 있는 골다공증은 세계 각국에서 중요하게 다루어지고 있는 보건영양 문제이며, 우리나라의 노인 선진국에 비하여 질병을 호소하는 경우가 많은 편이다.

골다공증(osteoporosis)이란 조직학적으로 골 조성에는 변함없이 뼈의 감소된 상태를 말한다

(Heaney, 1965 ; Heaney 등, 1982). 골다공증을 유발하는 식이인자들은 칼슘, 비타민 D 섭취 부족, 과도한 동물성 단백질, Na, 카페인, 섬유질 섭취 및 음주 등이 있으며(Heaney와 Recker, 1982), 우리나라 사람에게 가장 부족 될 수 있는 식이 요인은 칼슘이다.

인체 칼슘의 99%가 뼈와 치아에 존재하고 뼈 속의 칼슘은 배출과 보충을 반복하기 때문에 꾸준한 칼슘의 섭취가 필요하며, 칼슘의 적절한 섭취는 고혈압과 직장암의 예방에도 효과가 있다(Czarnecki와 Kritchevsky, 1980).

Corresponding author : J. W. Lim, Dairy Science Major, Division of Animal Science and Technology, College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea.

칼슘의 흡수와 이용은 비타민 D, 칼슘, 유당, 염분, 섬유소의 섭취량 및 운동량에 따라 달라지고 yoghurt에 함유되어 있는 칼슘은 다른 식품 및 칼슘제에 비해 소장에서의 흡수·이용율이 높다(Allen, 1982 ; Weinsier와 Krundieck, 2000).

한편, 최근 홍화씨가 뼈 질환에 뛰어난 효과가 있음이 민간에 알려지기 시작하면서 승 등(1997)은 홍화씨를 10% 혼합한 사료형태로 경골골절이 유도된 rat에 임의 투여하였을 때 가골이 형성되는 골절치유초기의 가골 형성을 촉진시켰다고 하였으며, 전 등(1998)은 홍화씨 보충식이 가골절부위의 석회화과정을 촉진시켜 골절부위의 뼈 형성을 도모함으로써 그 유합을 촉진시켰다 하였다. 또한 김 등(1998)도 홍화씨 분말의 급여가 골조직의 회복속도를 빠르게 하여 골절치유에 걸리는 시간을 단축시키는 효과가 있다고 하는 등 홍화씨의 효능에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

또한 홍화씨의 약리효과(Moon 등, 2001) 및 홍

화씨를 이용한 가공식품에 관한 연구는 다수 보고되고 있으나(박 등, 2001 ; 김 등, 2002 ; 박 등, 2002), 홍화씨를 이용한 가공식품의 골질환 예방 및 치유효과에 관한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 실험에서는 홍화씨 yoghurt를 이용하여 난소절제와 저 칼슘식으로 골다공증을 유발한 암컷 rats의 골다공증에 미치는 영향을 조사하여 그 기능성을 검증하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험동물 및 실험식이의 조제

실험동물은 국립독성연구소에서 8 주령된 Sprague-Dawley 계통 암컷 15마리와 수컷 5마리를 분양받아 번식시켜 이용하였으며, 실험식이 전까지 고형사료로 사육하였다. 10 주령된 자성 rat 97마리 중 성장속도가 비슷한 42마리를 무작위 추출하여 Table 2와 같이 각 군 6마

Table 1. Composition of experimental diets fed to osteoporosis dietary groups

Ingredients	Control	Experimental lot					
		G I	G II	G III	G IV	G V	G VI
	 (%)					
Casein	20	20	20	20	20	20	20
Corn starch	19	19	19	19	19	19	19
Sugar	50	50	30	30	30	30	30
Cellulose	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
D. L Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Mineral Mix ¹⁾	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin Mix ²⁾	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Choline bitartate	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Corn oil	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Yoghurt	-	-	20	-	-	-	-
SSY ³⁾	-	-	-	20	20	20	20

¹⁾ AIN mineral mixture 76(American Institute of Nutrition. Report of the AIN Ad Hoc Committee on standards for nutritional studies. J. Nutr. 107:1340-1348, 1977) contained(in g/kg mixture) calcium phosphate, dibasic 500.0; sodium chloride, 74.0; potassium citrate, monohydrate, 220.0; potassium sulfate, 52.0; magnesium oxide, 24.0; manganous carbonate, 3.5; ferric citrate, 6.0; zinc carbonate, 1.6; cupric carbonate, 0.3; potassium iodate, 0.01; sodium selenite, 0.01; chromium potassium sulfate, 0.55; sucrose, finely powder, 118.03.

²⁾ AIN vitamin mixture 76-A contained(in g/kg mixture) : thiamin HCl, 0.6; riboflavin, 0.6; pyridoxine HCl, 0.7; nicotinic acid, 0.003; D-calcium pantothenate, 0.0016; folate, 0.2; D-biotin, 0.02; cyanocobalamin(vitamin B₁₂), 0.001; retinyl palmitate premix, 0.8; DL-alpha tocopheryl acetate, premix, 20; cholecalciferol(vitamin D₃), 0.0025; menaquinone(vitamin K), 0.05; antioxidant, 0.01; sucrose, finely powdered, 972.8.

³⁾ Mixed with 1~4% safflower seed yoghurt(SSY).

리씩, 7 처리군으로 완전 임의배치 하였다. 실험구는 골다공증을 유도하기 위하여 에테르로 마취한 후 양쪽 난소 절제수술 후 저 Ca 식이를 6주간 실시하였으며, 대조구는 실험구와 동일한 스트레스를 주기 위해 난소는 절제하지 않고 개복수술만 한 후 정상식이(AIN-76 semi-purified diet)를 6주간 실시하였다. 사육실의 온도는 22 ± 1℃, 상대습도는 65 ± 5%로 유지하였으며 명암은 12시간 주기(08:00 ~ 20:00)로 조절하였다. 실험식이와 물은 전 실험기간동안 자유급여 하였으며, 식이섭취량은 매일 일정시간(오전 11시)에 측정하였고 체중은 3일 간격(오전 9시)으로 측정하였다.

골다공증을 유발하기 위한 전처리 실험식은 저칼슘식이로서 칼슘 함량을 American Institute of Nutrition(AIN)-76 Mineral Mix.내에 포함되어 있는 CaHPO₄를 기준으로 하여 50% 수준으로 제한하였고, 총 실험식이 중의 칼슘 함량은 0.27%로 하여 6주간 급여하였다. 실험식이

는 Table 1과 같은 조성으로 혼합한 다음 pellet화 하여 급여하였다. 실험식이의 신선도와 안전성을 위하여 이틀간격으로 제조하여 냉장보관하여 급여하였다.

2. 실험설계

Table 2와 같이 홍화씨 분말을 1~4%로 각각 첨가하여 Tamine과 Robinson(1985)의 방법을 변형하여 제조된 홍화씨 yoghurt의 급여가 골다공증을 유도한 자성 rat의 골밀도에 미치는 영향을 알아보기 위해 Table 3와 같이 실험구를 나누었다. Sham operation 후 12주간 정상식이를 한 군을 대조구로 하여 난소절제와 6주간의 저칼슘식이로 골다공증을 유발한 다음, 6주간 기본식이로 사육한 군을 Ovariectomy basal group(GI), control yoghurt를 첨가하여 사육한 군을 yoghurt group(GII), 1~4% 홍화씨를 첨가하여 사육한 군을 각각 GIII~GVI으로 나누었다.

Table 2. Components of experimental yoghurt¹⁾

Samples ²⁾	Components										
	Cultured milk				Syrup				Safflower seed powder	Flavor	Total
	RM	SMP	G	EF	LF	OS	PN	SW			
	(%)										
Control	70	4.9	0.5	0.5	7.7	2.3	0.1	13.9	-	0.1	100
SSY ₁	70	3.9	0.5	0.5	7.7	2.3	0.1	12.9	1	0.1	100
SSY ₂	70	2.9	0.5	0.5	7.7	2.3	0.1	11.9	2	0.1	100
SSY ₃	70	1.9	0.5	0.5	7.7	2.3	0.1	10.9	3	0.1	100
SSY ₄	70	0.9	0.5	0.5	7.7	2.3	0.1	9.9	4	0.1	100

¹⁾ RM : Raw milk, SMP : Skim milk powder, G : Glucose, EF : Edible fiber, LF : Liquid fructose, OS : Oligo-saccharide, PN : Pectin, SW : Sterilized water.

²⁾ SSY₁~SSY₄ : 1%~4% safflower seed yoghurt.

Table 3. Experimental design for the effects of safflower seed yoghurt on osteoporosis in ovariectomized rats

Treatments	Experimental diet ¹⁾			Number of rats
	Low Ca diet	Yoghurt	SSY	
Control(Sham operation)				12wks. 6
Experimental lot				
G I (Ovariectomy)	6wks.			6wks. 6
G II (Ovariectomy)	6wks.	6wks.		6
G III (Ovariectomy)	6wks.		6wks.(1%)	6
G IV (Ovariectomy)	6wks.		6wks.(2%)	6
G V (Ovariectomy)	6wks.		6wks.(3%)	6
G VI (Ovariectomy)	6wks.		6wks.(4%)	6

¹⁾ See the Table 1.

3. 사료섭취량, 체중증가량 및 사료 효율

사료 섭취량은 매일 개체별로 각각 측정하였으며, 전날 채워 둔 사료통의 무게에서 당일의 무게를 뺀 값으로 섭취량을 계산하였다. 체중증가량은 매주 1회씩 측정하며, 식이섭취로 인한 갑작스러운 체중의 변화를 막기 위해 체중 측정 2시간 전에 사료통을 제거하고, 매주마다 각 군별 체중 증가량을 계산하였다. 사료효율은 일주일간의 사료 섭취량을 일주일간의 체중 증가량으로 나눈 값으로 계산하였다.

4. 대퇴골의 무게, 밀도, 길이, 강도, 회분 및 무기질 함량

검사 12시간 전부터 실험동물을 절식시키고 ether로 마취시켜 희생시킨 후 체중의 영향을 받는 왼쪽 대퇴골을 떼어내어 곧바로 생리식염수에 담겨 부착된 조직을 제거한 다음 뼈의 부피와 밀도를 각각 구하였다.

뼈의 부피는 Archimedes의 원리(Wasnich, 1991)로 다음 식에 의해 구한 다음 밀도를 측정하였다.

$$V = \frac{M-MW}{DW}, \quad D = \frac{M}{V}$$

V : 뼈의 부피(cm³), M : 뼈의 젖은 무게(mg), Mw : 물속에서의 무게, Dw : 실온에서의 물의 밀도, D : 뼈의 밀도(mg/cm³).

뼈의 젖은 무게를 측정한 후 105 ± 5°C에서 건조시켜 마른 무게를 측정하고, caliper를 이용하여 뼈의 길이를 측정하였다. Instron(Instron Co. Series LX Automated Material)을 사용하여 (Sample Rate(pts/sec) : 5,00 ; Crosshead Speed (min/min) : 2,000 ; Compression) 강도를 측정한 후 600°C 전기 회화로에서 78시간 회화시켜 회분 함량을 측정하였다. 또한 회화된 뼈의 Ca과 P의 함량은 HNO₃ - H₂SO₄로 분해 시킨 후 냉각시켜 12N HCl로 완전히 분해 시키고 H₂O로 희석하여 Inductively Coupled Plasma Emission

Spectroscopy(ICP, Jobin Yvon, France)에 의하여 Table 4와 같이 측정하였다.

Table 4. The operating conditions of ICP emission spectro analyzer for the analysis of calcium and phosphorus

Items	Operating Conditions
Wavelength spectrum(nm)	
For calcium	588.995
For phosphorus	214.914
Line gas pressure(psi)	70.0
Coolant gas flow rate(L/min)	12.0
Nebuler	
Sample gas pressure(psi)	40.0
Calcium gas flow rate(L/min)	0.4
Pump rate(ml/min)	1.5
Integration	
Period(sec)	10.0

5. 대퇴골의 주사전자현미경에 의한 관찰

오른쪽 대퇴골을 떼어내어 곧바로 생리식염수에 침지시켜 부착된 조직을 제거하였으며, Scanning Electron Microscope(SEM)의 전처리는 Fig. 1과 같이 하였다.

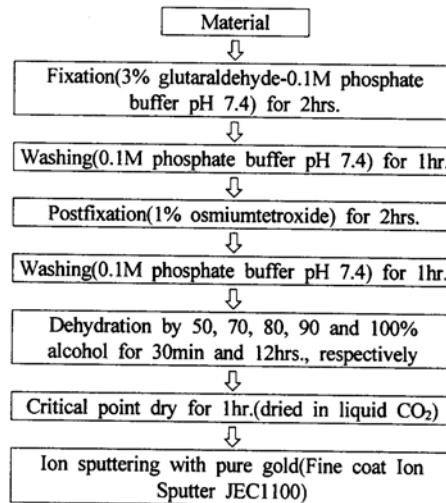


Fig. 1. Block diagram for preparation of SEM.

6. 통계처리

통계처리는 SPSS package를 이용하여 각 변인마다 평균과 표준편차를 구하였고 각 실험구의 평균치간의 유의성은 $\alpha = 0.05$ 수준에서 Duncan's multi test에 의해 다중검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 사료섭취량과 체중 증가량 및 사료 효율

난소절제 후 6주간의 저칼슘 식이를 한 실험구들의 사료섭취량과 체중 증가량 및 사료효율을 Table 5에서 나타낸 바와 같이 식이섭취량은 난소절제하지 않은 대조구와 난소절제한 실험구간에 유의적인 차이는 없었다.

수술 전 체중은 각 군 간의 차이가 없었으나, 6주간의 저칼슘식이 기간동안 대조구에 비해 실험구의 체중은 매우 현저하게 증가한 것으로 나타났다. 이러한 체중 증가는 난소호르몬의 분비 감소로 인해 체지방이 축적되어 비만을 초래하는 난소절제 동물의 특성을 나타낸 것으로 해석할 수 있다(윤과 이, 1988).

식이효율은 대조구에 비해 실험구가 유의적으로($p < 0.05$) 높은 경향을 나타내었다.

난소 절제하지 않은 대조구와 난소 절제한 실험구의 본 실험식이 후 6주간의 체중증가량, 사료섭취량 및 사료 효율은 Fig. 2에서 각각 나타내었다.

본 실험식이 동안 대조구와 실험구간의 사료섭취량은 유의적인 차이는 없었다. 체중 증가량에 있어서 기본 식이군(GI)은 대조구와 유의적인 차이 없이 다소 증가하였으나, 대조구에

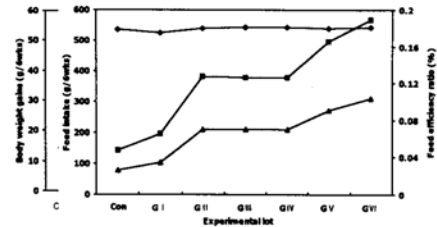


Fig. 2. Feed intake, feed efficiency ratio and body weight gains of rats fed the experimental diets for 6 weeks. Control ~ GVI : See the Table 2.

◆ : Feed intake, ▲ : Feed efficiency ratio, and ■ : Body weight gains.

비해 control yoghurt 식이군(GII)과 홍화씨 yoghurt 식이군(GIII~GVI)은 유의적으로 증가하였다. 특히 홍화씨의 첨가수준이 높을수록 체중은 증가되는 경향을 나타내었다.

사료효율은 대조구와 GI은 서로 비슷한 반면 나머지 식이구는 대조구보다 유의적으로($p < 0.05$) 높게 나타났다.

2. 대퇴골의 무게, 밀도, 강도 및 길이

왼쪽 대퇴골의 무게, 밀도, 강도 및 길이는 Fig. 3과 같다. 왼쪽 대퇴골의 젓은 무게 및 마른 무게는 각각 대조구와 실험구간에 유의적인 차이가 없었다. 체중 당 대퇴골의 무게에 있어서 대조구 및 GI은 각각 0.193mg/g B.W. 및 0.172mg/g B.W.로 GI이 유의적으로($p < 0.05$) 낮게 나타났으며, 홍화씨의 첨가수준이 높은 yoghurt 식이군 일수록 다소 낮은 경향을 나타내었다.

Table 5. Initial and final body weights, body weight gain, feed intake, and feed efficiency ratio of sham and ovariectomized rats fed low-Ca diets for 6 weeks

Samples ¹⁾	Initial body weight(g)	Final body weight(g)	Body weight gain (g/6wks)	Feed intake (g/6wks)	Feed efficiency ratio
Sham	162.3 ± 7.2 ²⁾	255.6 ± 11.2	93.8 ± 8.6	534.2 ± 18.2	0.17 ± 0.01
Ovariectomy	161.9 ± 4.6	290.7 ± 6.4	130.2 ± 9.6	526.1 ± 15.5	0.24 ± 0.05

¹⁾ See the Table 2.

²⁾ Mean ± SD.

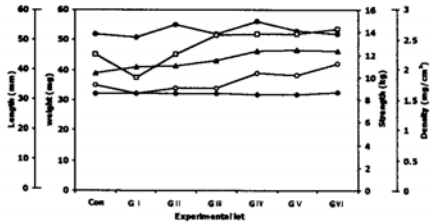


Fig. 3. The weight, density, strength and length of left femur of ovariectomized rats. Control~GVI : See the Table 2.
 ● : Wet weight of left femur, ○ : Dried weight of left femur, ▲ : Density of left femur, □ : Strength of left femur, and ◆ : Length of left femur.

본 실험의 결과 난소 절제한 군과 난소 절제하지 않은 군의 대퇴골의 무게는 차이가 없었으나, 체중 당 대퇴골 무게는 유의적인 차이를 나타내었다는 이와 윤(1989) 및 이 등(1997)의 보고와 거의 유사한 경향을 나타내었다.

대퇴골의 밀도는 대조구와 G I 구는 비슷하였으며 홍화씨의 첨가수준이 높아질수록 대조구보다 유의적으로($p < 0.05$) 높았다.

대퇴골의 강도는 대조구에 비해 G I 구가 낮게 나타났는데 이는 난소 절제군과 난소 절제하지 않은 군간에 차이가 없었다는 이 등(1997)의 보고와는 다소 상이한 것으로 나타났다. 또한 홍화씨의 첨가수준이 높아질수록 유의적으로($p < 0.05$) 높은 강도를 나타내었다. 본 실험의 결과 난소 절제 후 홍화씨 yoghurt 식이구가 뼈의 강도를 증가시킬 수 있었다.

대퇴골의 길이의 경우 전 실험구에 있어서 거의 일정하게 나타났다.

3. 대퇴골의 회분 및 무기질 함량

왼쪽 대퇴골의 회분 및 무기질 함량은 Fig. 4와 같다. 대퇴골의 회분 함량은 대조구와 G I 은 유사한 경향을 나타내었으며, 홍화씨의 첨가 수준이 높아질수록 유의적으로($p < 0.05$) 높은 회분 함량을 나타내었는데 이 중 4% 홍화씨 yoghurt 식이구(GVI)가 가장 높게 나타났다. 대퇴골의 Ca과 인 함량은 회분 함량의 경향과 유

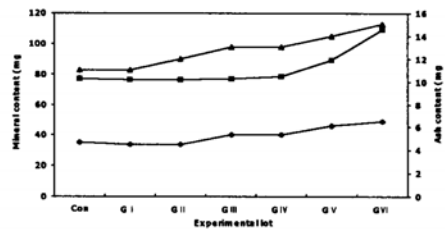


Fig. 4. The ash and mineral content of left femur of ovariectomized rats. Control~GVI : See the Table 2.
 ▲ : Ash content, ■ : calcium content, and ◆ : Phosphorus content.

사하게 나타났으며, 전 실험구의 Ca과 인의 함량은 각각 76~109mg과 34~49mg의 범위로서 Ca 함량이 높게 나타났다.

4. 대퇴골의 주사전자현미경에 의한 관찰

Fig. 5는 난소절제와 6주간의 저칼슘식이로 골다공증을 유발한 후 실험식이의 효과를 SEM으로 측정된 것이다. 골다공증에 있어서 골의 소실은 수질량(medullary capacity)을 크게 하고 피질(cortex)을 얇게 하는 반면 골막(periostrum)에서의 골형성(bone formation)은 느린 비율로 계속되므로 골의 직경은 감소하지 않고 골막표면(periostrum surface)은 매끄러운 구조를 유지하는데 이를 바탕으로 하여 SEM 측정결과 대조구(A)에 비하여 G I (B)과 G II(C)군은 골다공증을 치유하는 효과가 없으나, 홍화씨 첨가구에서 확인한 효과를 가져왔다. 특히 4% 홍화씨 yoghurt 식이구(G)가 가장 골다공증 치유효과가 높은 것으로 나타났다.

본 실험의 결과 홍화씨 yoghurt 급여가 골다공증 치료에 효과가 있는 것으로 나타났다. 현재 홍화씨가 골절 및 골다공증 치유효과에 관한 연구(송 등, 1997 ; 서 등, 2000)는 있으나, 그 이전에 관해서는 아직 밝혀지지 않고 있다. 따라서 홍화씨 yoghurt의 골다공증 치유효과에 대한 기전을 밝히기 위하여 향후 정밀한 홍화씨 성분 분석과 작용기전에 대한 많은 연구를 수행하여야 할 것으로 생각한다.

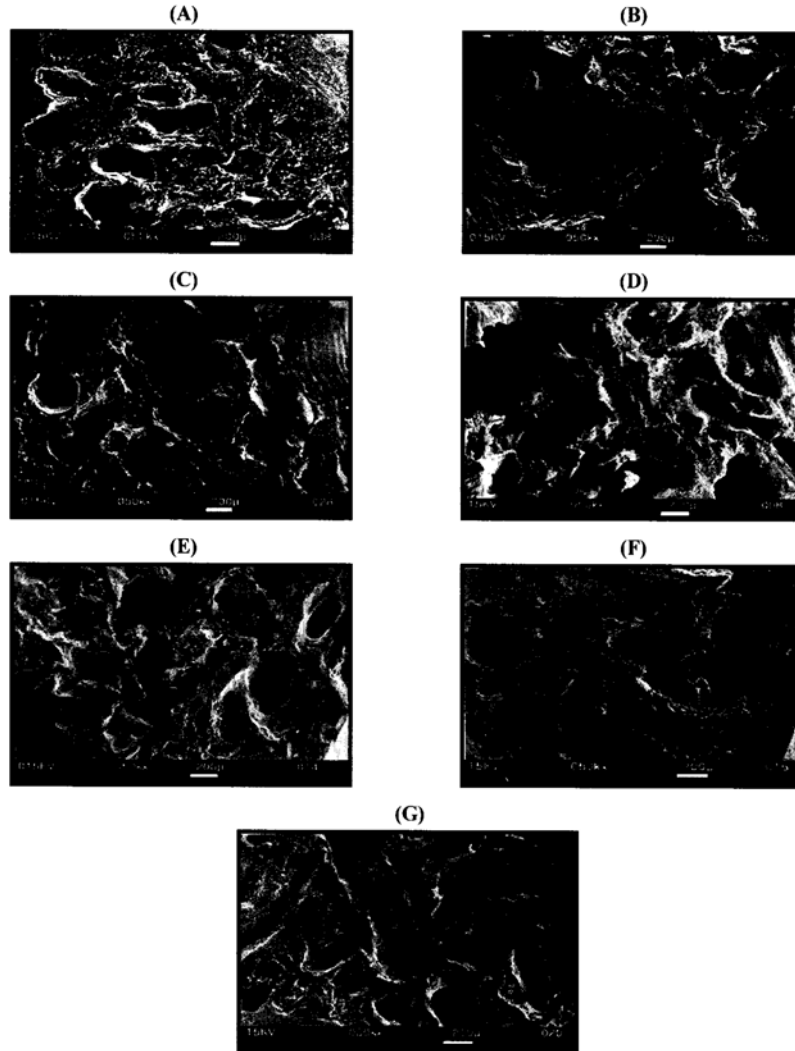


Fig. 5. SEM micrograph of right femur's sections.
 A : Control, B~G : Ovariectomy rats fed GI ~GVI, respectively.

IV. 요약

홍화씨 yoghurt가 골다공증에 미치는 영향을 조사하기 위하여 sham-operation되어 6주간 정상식이한 군을 대조구로 하였고, 난소 절제하여 6주간 저칼슘식이한 군을 정상식이군(GI),

yoghurt를 첨가하여 사육한 군(GII) 및 1%~4% 홍화씨 yoghurt를 첨가하여 사육한 군(GIII~GVI)으로 구분하여 실험식이를 급여하였다. 사료 섭취량, 체중 증가량 및 사료효율을 알아보았고, 왼쪽 대퇴골의 무게, 밀도, 길이, 강도, 회분 및 무기질 함량을 조사하였다. 또한 오른쪽 대퇴

골의 조직을 SEM으로 관찰하였다. 사료섭취량은 대조구와 실험구간 유의적인 차이는 없었다. 사료효율 및 체중 증가량은 홍화씨 yoghurt 식이구가 유의적으로($p < 0.05$) 높았으며, 특히 GV와 GVI구가 높게 나타났다. 왼쪽 대퇴골의 밀도, 강도, 회분 및 미네랄 함량은 대조구와 GI 간에 유사한 경향을 나타내었고, 홍화씨 첨가수준이 높을수록 유의적으로 높게 나타났다. 반면 무게와 길이는 전 실험구에 있어서 거의 일정하게 나타났다. 전자현미경으로 측정된 결과 4% 홍화씨 yoghurt 식이구(GVI)가 가장 골다공증 치유효과가 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과 홍화씨 yoghurt 식이가 난소 절제 및 저칼슘식을 한 rat의 골다공증에 미치는 효과에 있어서 정상식이 및 yoghurt 식이구보다 홍화씨 yoghurt 식이구가 높은 치유효과를 보였으며 가장 우수한 것으로 나타났다.

V. 인 용 문 헌

- Allen, L. H. 1982. Calcium bioavailability and absorption. *Am. J. Clin. Nutr.* 35:783.
- Czarnecki, S. K. and Kritchevsky, D. 1980. Trace elements. In *Nutrition and the adult*(Alfin-Slater, R. B. and D. Kritchevsky, editors). Plenum Press, New York, NY., USA.
- Heaney, R. P. 1965. A unified concept of osteoporosis. *Am. J. Med.* 39:877.
- Heaney, R. P. and Recker, R. R. 1982. Effect of nitrogen, phosphorus and caffeine on calcium balance in woman. *J. Lab. Clin. Med.* 99:46.
- Heaney, R. P., Gallaghe, J. C., Neer, R., Parfitt, A. M., Chir, B. and Whedon, G. D. 1982. Calcium nutrition and bone health in elderly. *Am. J. Clin. Nutr.* 36:98.
- Moon, K. D., Back, S. S., Kim, D. Y., Jeon, S. M., Ku, S. K., Lee, M. K. and Choi, M. S. 2001. Safflower seed extract lowers plasma and hepatic lipids in rats fed high-cholesterol. *Nutr. Res.* 21: 895.
- Tamime, A. Y. and Robinson, R. K. 1985. *Yoghurt Science and Technology*. Pergamon Press. Oxford. New York.
- Wasnich, R. D. 1991. Bone mass measurements in diagnosis and assessment of therapy. *Am. J. Med.* 91:54S.
- Weinsier, R. L. and Krumdieck, C. L. 2000. Dairy feeds and bone health : evidence. *Am. L. Clin. Nutr.* 72:681.
- 김종국, 신승렬, 문광덕, 김준한, 광동윤. 2002. 홍화씨 열수추출 첨가가 쿠키품질에 미치는 영향. *한국식품저장유통학회지.* 9(3):304.
- 김준한, 박준홍, 박소득, 최성용, 성종환, 문광덕. 2002. 홍화씨 추출분말 함유 건강 음료의 제조와 향산화성. *한국식품과학회지.* 34:617.
- 김준한, 전선민, 안미영, 구세광, 이재현, 최명숙, 문광덕. 1998. 토종홍화씨의 급여가 실험동물의 늑골골절 회복중 골조직에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지.* 27:698.
- 박금순, 신영자, 이계순. 2001. 홍화종실분말 첨가 유과의 관능적, 기계적 특성. *한국식품영양과학회.* 30(6):1088.
- 박우포, 박규동, 엄현섭. 2002. 홍화씨 분말첨가가 김치의 품질에 미치는 영향. *농산물저장유통학회지.* 9(2):200.
- 서현주, 김준한, 광동윤, 전선민, 구세광, 이재현, 문광덕, 최명숙. 2000. 늑골 골절을 유도한 흰쥐에서 홍화씨 분말 및 분획들의 급여가 골절회복중 골조직에 미치는 영향. *한국영양학회지.* 33(4): 411.
- 승상애, 정수연, 양지선, 유태무, 이숙영, 김규정, 김학성, 류항목. 1997. 손상골조직의 치유에 영향을 미치는 물질에 관한 연구. *식품의약품안전청연보.* 1:456.
- 윤정환, 이상선. 1988. 난소 절제에 의해 유발된 과식현상이 소장적응변화에 미치는 영향. *한국영양학회지.* 21:181.
- 이경화, 이성숙, 최인선, 오승호. 1997. 에스트로겐/칼슘 혼합요법이 난소절제 쥐의 골대사에 미치는 영향. III. 골격 구성성분에 미치는 영향. *한국식품과학회지.* 26(3):334.
- 이상선, 윤정환. 1989. 난소절제가 체조성에 미치는 장기적 영향. *한국영양학회지.* 22:102.
- 전선민, 김준한, 이희자, 이인규, 문광덕, 최명숙. 1998. 한국산 홍화씨분말 보충식이의 급여가 골절된 흰쥐의 골대사지표에 미치는 영향. *한국영양학회지.* 31:1049.
- 통계청. 2002. 통계자료실. (접수일자 : 2003. 10. 6. / 채택일자 : 2004. 1. 27.)

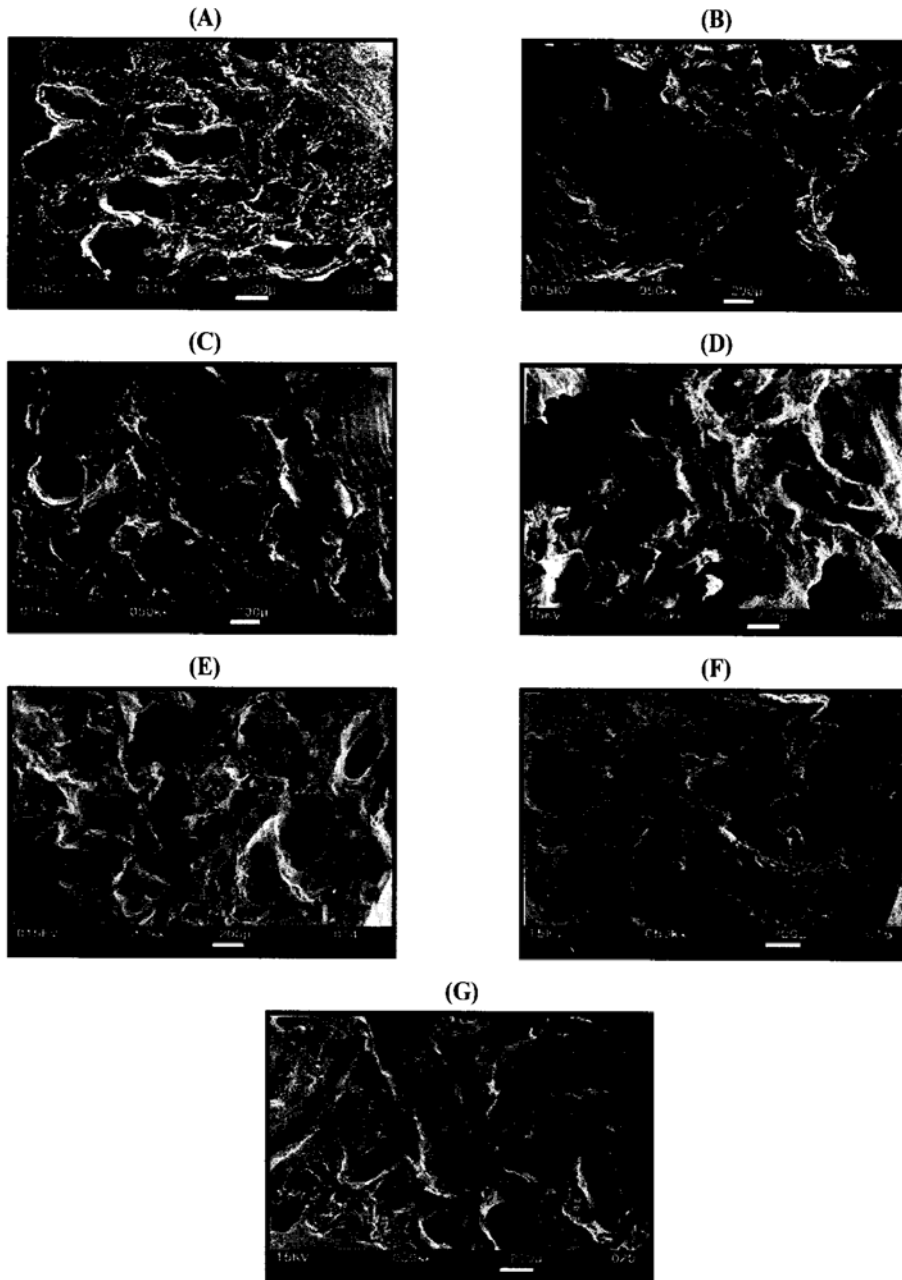


Fig. 5. SEM micrograph of right femur's sections.
 A : Control, B~G : Ovariectomy rats fed GI ~GVI, respectively.

IV. 요약

홍화씨 yoghurt가 골다공증에 미치는 영향을 조사하기 위하여 sham-operation되어 6주간 정상식이한 군을 대조구로 하였고, 난소 절제하여 6주간 저칼슘식이한 군을 정상식이군(GI),

yoghurt를 첨가하여 사육한 군(GII) 및 1%~4% 홍화씨 yoghurt를 첨가하여 사육한 군(GIII~GVI)으로 구분하여 실험식이를 급여하였다. 사료 섭취량, 체중 증가량 및 사료효율을 알아보았고, 왼쪽 대퇴골의 무게, 밀도, 길이, 강도, 회분 및 무기질 함량을 조사하였다. 또한 오른쪽 대퇴