

송화분이 고지방 식이 섭취 흰쥐의 혈청과 간장에 미치는 영향

이영주 · 박무희* · 황성원* · 배만종* · 한준표[†]

효성여자대학교 식품가공학과

*경산대학교 식품학과

Effect of Pine Pollen on Serum and Liver Lipids in Rats on a Fed High Fat Diet

Young-Ju Lee, Mu-Hee Park*, Sung-Won Hwang*, Man-Jong Bae* and Joon-Pyo Han[†]

Dept. of Food Science and Technology, Hysung Women's University, Hayang 713-702, Korea

*Dept. of Food Science, Kyungsan University, Gyungsan 712-240, Korea

Abstract

Effect of pine pollen and defatted pine pollen on lipid accumulation and metabolism in serum and liver were investigated with rats fed high fat-supplemented diets for 6 weeks. Concentrations of total lipid and total cholesterol in serum significantly decreased in the experimental groups (treated with pine pollen and defatted pine pollen) compared with the control group. Concentration of triglyceride in serum was remarkably lower than that of control group. This was similar to that of normal group. Concentration of glucose in serum was significantly lower in the experimental group. It was observed from photographs of hepatic tissue in rats that pine pollen inhibits the lipid accumulation induced by high fat diets.

Key words : pine pollen, defatted pine pollen, lipid, cholesterol, triglyceride

서 론

문명의 발달과 더불어 식생활과 환경의 급격한 변화는 순환기계 질환, 암 그리고 뇌졸중 등 성인병의 증가를 초래하게 되었다. 최근 선진국에서는 심장병이 성인 사망원인의 우위를 차지하고 있으며, 우리나라에서도 심근경색, 뇌혈전 및 동맥경화 등과 같은 질환이 급증하고 있는 실정이다¹⁾. 이러한 성인병의 주요 발생 원인은 유전적 인자, 열량의 과잉섭취, 육식으로 인한 포화지방산과 콜레스테롤의 다량섭취, 운동부족 등을 들 수 있는데²⁾, 이중에서 혈액내의 지방 또는 콜레스테롤 농도 상승이 주 원인으로 알려져 있다^{3,4)}.

식품의 성분 중에서 혈장 콜레스테롤 농도에 영향을 미치는 인자는 지방⁵⁻⁷⁾, 콜레스테롤⁸⁻¹⁰⁾, 포화지방산과 불포화지방산의 비¹¹⁾, 섬유질¹²⁾, 단백질¹³⁻¹⁵⁾ 및 총열량 등으로 다수의 연구가 보고되었다.

한편, 화분은 증매화와 풍매화로 나뉘어지는데 증매화는 전반적으로 봉아(捧兒)의 먹이로 주어지며 영양

효과, 성장효과 및 신경장해, 동맥경화, 빈혈 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다^{16,17)}.

풍매화인 송화분은 일반적으로 알레르기를 일으키는 물질로 인식되어 왔으나, 과거부터 송화다식의 재료로 사용되었으며, 동의보감¹⁸⁾에서도 송화분을 먹으면 경신(經身)하며, 그 효능은 송피, 송엽, 자실보다 우수하다고 기록되어 있다. 화분에는 당질, 단백질, 지질 중 PUFA와 식물성 sterol류, 무기질 뿐만 아니라 자연의 항생물질, 효소, 호르몬, 성장촉진물질 및 미지의 유효 물질들이 다량 함유되어 있으며 이런 성분들은 고지혈증의 개선효과를 가지는 것으로 보고되었다¹⁹⁾.

Samochowiec 등²⁰⁻²⁴⁾은 화분에는 식물성 sterol류가 다량 함유되어 있고, 고지방 식이로 유도된 고지혈증에 미치는 화분의 영향을 흰쥐, 토끼, 인체를 대상으로 실험한 결과 혈액의 지방을 감소시킨다고 보고하였다.

송화분에 대한 연구로는 김²⁵⁾, 이 등²⁶⁻²⁸⁾의 일반성분에 대한 보고와 이²⁶⁾와 하²⁷⁾의 흰쥐에 간독성을 유발한 후 송화분이 치료효과가 있음을 밝힌 보고가 있을 뿐 지방대사에 관해 연구된 보고는 찾아볼 수 없었다. 따라서 본 연구는 고지방 식이를 섭취한 흰쥐에 있어 송

[†]To whom all correspondence should be addressed

화분과 탈지 송화분이 체내 지방 축적과 대사에 미치는 영향을 검토하기 위해, 주로 혈청에서 지방 성분들의 침착도를 분석하고, 간장 조직에서의 현미경적 관찰도 함께 행하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 송화분 (*Pinus densiflora*)은 1993년 5월초 효성여대 인근 야산에서 채취하여 실온에서 48시간 자연건조 시킨 것으로 탈지는 Foich 등²⁹⁾의 방법에 따랐다. 이 송화분의 일반성분은 수분이 9.40%, 조단백질이 13.97%, 조지방이 6.50%, 조회분 3.25%, 탄수화물 66.88% 이다²⁶⁾.

동물 및 식이

실험동물은 Sprague-Dawley종의 웅성 흰쥐(250±10g)을 5마리씩 완전 임의배치하여 4군으로 나누어 6주간 사육하였다. 실험 기간 중 물은 자유로이 섭취시키며, 사육실 온도(22±2°C) 및 습도(50% 전후)는 최적상태로 유지하고, 명암은 12시간 주기(06:00~18:00)로 하였다.

본 실험에 사용된 식이의 조성은 Table 1³⁰⁻³²⁾과 같으며 식이의 일반 조성은 정제된 원료를 사용하였다. 송화분 및 탈지 송화분은 식이에 각각 2%로 첨가하였다.

Table 1. The composition of experimental diet (%)

Ingredient	Group ¹⁾			
	I	II	III	IV
Casein	20.00	20.00	20.00	20.00
Sucrose	10.00	10.00	10.00	10.00
Corn starch	57.65	37.15	35.15	35.15
Corn oil	5.00	-	-	-
Hydrogenated-palm oil	-	15.00	15.00	15.00
Lard	-	10.00	10.00	10.00
Cellulose	2.50	2.50	2.50	2.50
Min. mix*	3.50	3.50	3.50	3.50
Vit. mix*	1.00	1.00	1.00	1.00
Choline chloride	0.20	0.20	0.20	0.20
DL-Methionine	0.15	0.15	0.15	0.15
Sodium-taurocholate	-	0.50	0.50	0.50
Defatted pine pollen	-	-	2.00	-
Pine pollen	-	-	-	2.00

*AIN-76TM 30)

¹⁾ I : Normal II : Control III : Defatted pine pollen diet IV : Pine pollen diet

동물처리

실험 기간중 일주일에 1회 오전 11시경 체중을 측정하고 식이 섭취량은 매일 사료 잔량을 측정하드로서 산출하여 중량을 표시 하였다. 실험사육 6주간의 최종일에는 12시간 결식시킨 후 디에틸에테르로 마취시켜 복부 대동맥에서 채혈하고 빙수에 1시간 정도 방치한 후 3,000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 얻었다.

생화학적 검사

혈청의 총지질(total lipid)분석은 Frings와 Dunn와 방법³³⁾으로, 총콜레스테롤(total cholesterol)분석은 Zak-Dickman 방법³⁴⁾으로, 중성지질(triglyceride)은 triglyceride 측정용 kit시약(ASAN), HDL-cholesterol은 HDL-cholesterol 측정용 kit시약(EIKEN)으로, 혈당(glucose)은 anthrone법으로 측정 하였다.

모든 실험 결과는 t-test를 이용하여 유의성을 검정 하였다.

조직학적 검사

조직학적 검사를 위해 개복 즉시 관류한 간장을 적출하여 미상엽 일부 조직을 잘라 10% formalin-용액에 고정시킨 후 세척하여 10, 20, 30% sucrose-용액을 침투시키고 15μm로 frozen section 하여 Sudan Black B로 염색한³⁵⁾ 후, 광학 현미경하에서 400배의 배율로 관찰하였다.

결과 및 고찰

체중, RLS, 식이섭취량

Table 2에서 보는바와 같이 6주간 고지방식이로만 사육한 흰쥐(II)의 평균체중은 정상군(I)에 비해서 약 33% 증가하여 비만이 유발되었음을 확인하였다. 고지

Table 2. Effect of pine pollen and defatted pine pollen on body weight, relative liver size and feed intake of rats fed high fat diet for 6 weeks

Group ¹⁾	Body WT (g)	RLS ²⁾ (%)	Feed intake (g/day)
I	362.5±28.43	3.25±0.52	21.2±5.4
II	481.0±55.16	3.56±0.39	23.5±5.8
III	433.0±27.29	3.63±0.28	17.8±3.3
IV	413.0±30.12*	3.32±0.35	19.5±2.6

¹⁾ I : Normal II : Control III : Defatted pine pollen diet IV : Pine pollen diet

²⁾ Values are means ± standard deviation

*Significantly different compared with control group (p<0.05)

³⁾ RLS (Relative liver size)

RLS (%) = liver weight x 100/final body weight

방 식이와 탈지 송화분을 투여한 군(III)과 송화분 투여군(IV)은 모두 고지방 식이군(II)에 비해서 체중이 감소했으나 송화분 투여군(IV)이 유의성 있는 감소를 보였다. 간 중량비(RLS)는 군간에 별 차이가 없었다. 일일 식이섭취량은 고지방식이 투여군(II)에서 가장 많았으나 유의성은 없었다.

혈청에서 total lipid, triglyceride 농도

Table 3에서 보는 바와 같이 total lipid의 농도 변화는 고지방식이 투여군(II)의 농도가 255.83mg/dl인데 비해 탈지 송화분(III)과 송화분 투여군(IV)에서 각각 158mg/dl, 156.25mg/dl로서 38%, 39% 유의성 있게 감소하였다. Triglyceride 농도는 고지방식이 투여군(II)이 190.12mg/dl인 반면 탈지 송화분 투여군(III)과 송화분 투여군(IV)이 각각 127.10mg/dl, 122.30mg/dl로 유의성 있는 감소를 보였으며, 이는 정상군(I)과 비슷한 농도임을 볼 수 있었다. Anderson 등³⁶와 Maffson 등³⁷은 식이중의 지방산 조성이 혈중 지방함량에 큰 영향을 미치는데 특히 고농도의 포화지방의 증가가 혈청 콜레스테롤 농도와 중성지방 농도를 상승시키며, 동맥경화를 유발시키는 주요인으로 보고하였다. 본 실험에서도 식이에 포화지방 첨가로 고지방 식이군에서 혈청 총지방과 중성지방 농도가 상승하는 유사한 결과를 얻었다. Samochowiec 등²⁰⁻²⁴은 화분에 함유된 식물성 sterols과 stigmasterols 유사물질이 고지방식이로 유도된 고지혈증에 미치는 영향을 관찰한 결과 total lipid, triglyceride 농도를 현저하게 감소시킨다고 보고하였다. 또 인체를 대상으로 한 실험에서 화분추출물인 Cernilton 투여로 고지혈증 환자의 혈중 total lipid와 triglyceride 농도가 각각 21%와 49%의 감소를 보였으며, fibrinolysis time은 29%, 혈소판 응고는 13% 감소를 보였다. 따라서 본 실험의 결과에서도 송화분과 탈지 송화분 투여군에서

Table 3. Effect of pine pollen and defatted pine pollen on total lipid and triglyceride level in serum of rats fed high fat diet for 6 weeks

Group ^{a)}	Total lipid (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)
I	146.50±2.51	125.00±39.35
II	255.83±3.55	190.12±24.65
III	158.00±3.30***	127.10±21.01***
IV	156.25±4.19***	122.30± 9.32***

^{a)} I, II, III, IV are the same as described in Table 2

^{b)} Values are means ± standard deviation

*** Significantly different compared with control group (p<0.001)

혈청 total lipid와 triglyceride 농도가 고지방 식이군에 비해서 현저히 감소하였으므로 동맥경화증 및 심장병의 치료에 효과적일 것으로 사료된다.

Total cholesterol, HDL cholesterol 농도

Table 4는 6주 동안 고지방식이를 섭취한 흰쥐의 total cholesterol 농도 및 HDL-cholesterol 농도와 RFI(risk factor index)를 나타낸 것으로서 total cholesterol 농도는 탈지 송화분투여군(III)이 84.52mg/dl이며, 송화분 투여군(IV)은 84.18mg/dl으로 고지방식이 투여군(II) 91.80mg/dl에 비해서 유의성 있게 감소를 보였다. HDL-cholesterol 농도는 각 군간 유의성 있는 변화는 없었다. RFI는 송화분과 탈지 송화분 투여군에서 고지방 식이군에 비해서 모두 낮았다. Grundy 등³⁸은 식물성 sterol의 섭취는 콜레스테롤 흡수를 저하시켜 혈청 콜레스테롤 농도를 감소시킨다고 보고하였고, Wojcickie 등³⁹은 화분의 항동맥경화 작용의 메카니즘은 화분 성분 중의 불포화지방산과 식물성 sterols이 장내 콜레스테롤의 흡수를 억제시킨다고 하였고, Echigo¹⁸는 화분에 함유된 당질, 단백질, 식물성 sterols, 효소, 호르몬, 미지의 유효물질의 다량 함유로 고지혈증 개선효과가 있는 것으로 보고하였으므로, 본 실험에서 사용된 송화분과 탈지 송화분도 어느 정도는 항고지혈증에 효과가 있는 것으로 사료된다.

Glucose 농도

Table 5에서 보는 바와 같이 고지방식이 투여군(II)이 229.65mg/dl를 나타낸 것에 비해 탈지 송화분(III), 송화분 투여군(IV)이 각각 186.45mg/dl, 175.08mg/dl로 유의성 있는 감소를 보였다. 고지방식이에 Rapeseed 화분 및 Linden화분을 각각 500mg/kg/day 투여한 실험

Table 4. Effect of pine pollen and defatted pine pollen on total cholesterol and HDL cholesterol level of in serum rats fed high fat diet for 6 weeks

Group ^{a)}	Total cholesterol (mg/dl)	HDL cholesterol (mg/dl)	RFI ^{b)}
I	76.85±6.32	34.76±3.79	0.55
II	91.80±2.55	38.83±4.66	0.90
III	84.52±1.10***	34.71± 3.61	0.59
IV	84.18±5.57**	34.82±1.66	0.59

^{a)} I, II, III, IV are the same as described in Table 2

^{b)} Values are means ± standard deviation

* Significantly different compared with control group

(**p<0.01, ***p<0.001)

^{c)} RFI (risk factor index)

= Total cholesterol - HDL cholesterol / Total cholesterol

Table 5. Effect of pine pollen and defatted pine pollen on glucose level in serum of rats fed high fat diet for 6 weeks

Group ¹⁾	Glucose(mg/dl)
I	176.56±24.90
II	229.65±22.59
III	186.45±19.15***
IV	175.08±19.73***

¹⁾ I, II, III, IV are the same as described in Table 2

²⁾ Values are means ± standard deviation

*** Significantly different compared with control group (p<0.001)

험에서는 혈당치가 Rapeseed화분 투여군에서만 22% 감소함을 보였는데²⁰⁾ 본 실험 결과에서는 탈지 송화분, 송화분 투여군 모두 감소하는 경향을 보였다.

송화분 투여로 인한 이러한 혈중 지질 농도와 혈당 저하 효과는 화분이 지질과 당대사에 우선적으로 작용함으로써 강력한 hypolipidemic agent가 된다는 Samochowiec와 Wojcicki²⁰⁾의 보고와 유사한 것으로 사료되며, 화분에 함유된 식물성 sterols, progesterone, anabolic steroid 제제들이 hypolipidemic properties를 나타낸다는 보고²⁰⁻²⁴⁾와 송화분의 성분분석 결과 57.6%의

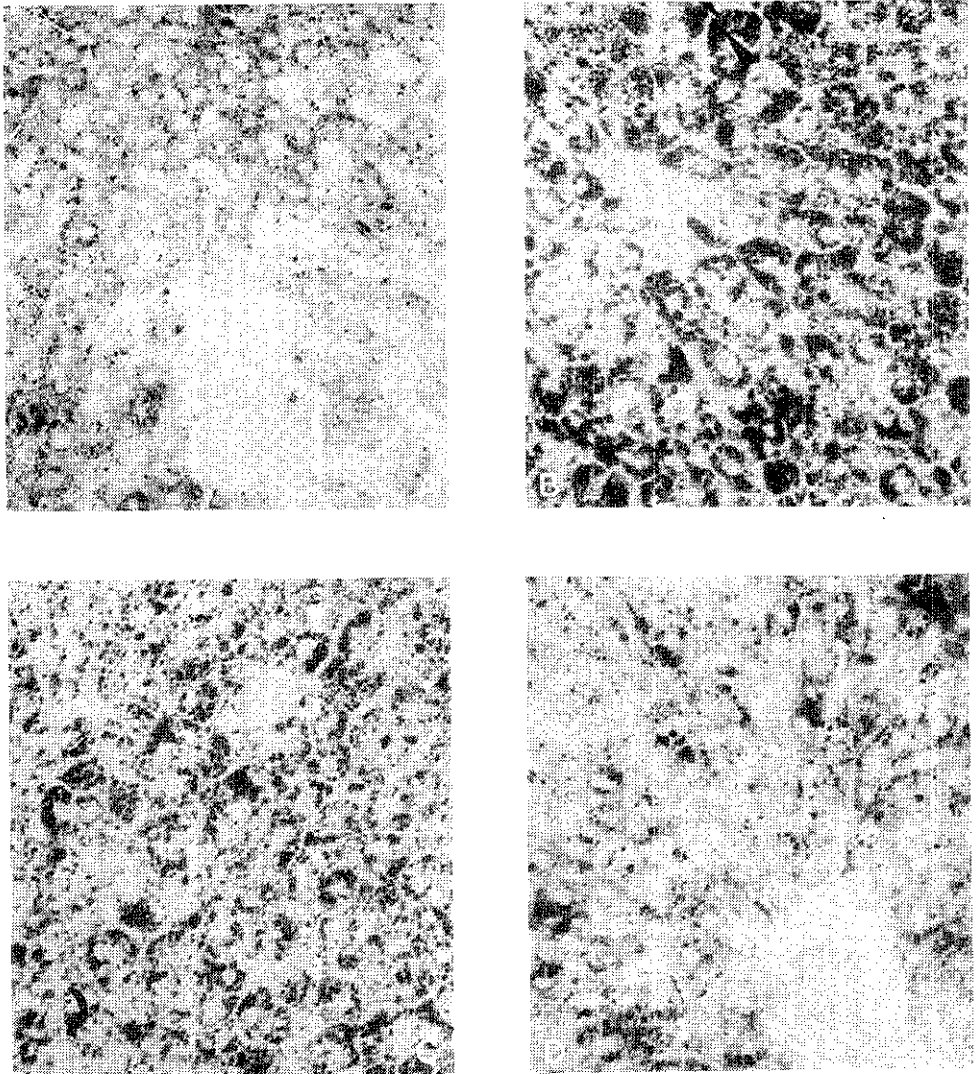


Fig. 1. Photomicrographs of hepatic tissue in rats (Sudan Black B stain, ×400).

A : I, normal diet B : II, high fat diet C : III, high fat diet + defatted pine pollen diet D : IV, high fat diet + pine pollen diet

불포화지방산, 14% 이상의 섬유소 함량, 37% 내외의 필수아미노산을 가지는 물질이라는 보고^{25,26)}를 고려할 때, 본 실험 결과에서 나타난 송화분의 주된 hypolipemic 활성 성분은 식물성 sterols과 불포화지방산, 섬유소, 단백질, 효소, 호르몬 등일 것으로 추정된다. 이러한 송화분의 지질개선에 효과를 나타내는 주된 성분의 작용기전에 대한 보다 자세한 연구가 차후에 행해져야 할 것으로 사료된다.

간장의 조직학적 관찰

간 조직을 Sudan Black B로 염색한 후 광학 현미경 400배 배율로 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 사진에 나타난 지방 입자는 세포내에서 검은색의 작은 물방울 형태이다.

그림 A는 정상적인 간장 조직이며, 그림 B는 고지방식이 투여로 인해 간조직의 지방 입자가 전체적으로 큰 덩어리를 형성하여 매우 심한 지방 침착을 나타내었고, 그림 C는 고지방 식이와 탈지 송화분 투여군으로 그림 B와 같이 심한 지방 침착을 보였으며, 그림 D는 고지방식이와 송화분 투여군으로 그림 B와 비교할 때 경한 지방 축적을 볼 수 있었다.

흰쥐와 토끼의 간조직 검정에서도 고지방식이군에 비해서 Rapeseed화분 및 Linden화분을 투여한 실험군에서 지방 침착 및 세포의 손상이 거의 관찰되지 않았으며, 이는 화분이 간장내의 지방 침투를 억제 시키기 때문이라고 하였다^{20,24)}. 본 실험의 결과에서는 송화분 투여군만이 간장에서 hypolipidemic한 효과가 있는 것으로 사료된다.

요 약

6주간 고지방식이를 섭취한 흰쥐에 있어 송화분과 탈지 송화분이 혈청과 간장에서의 지방 축적과 대사에 미치는 효과를 관찰하였다. 혈청에서의 total lipid, total cholesterol 농도는 고지방식이군에 비해서 탈지 송화분과 송화분 투여군이 유의적으로 감소하였다. 혈청에서의 triglyceride 농도는 탈지 송화분과 송화분 투여군이 고지방식이군과 비교했을 때 뚜렷한 감소를 보였으며, 이는 정상군과 비슷한 농도를 나타내었다. 혈당 농도는 송화분, 탈지 송화분 투여군에서 유의성 있게 감소하였다. 간장을 조직학적으로 관찰한 결과, 고지방식으로 인한 조직의 지방 침착은 송화분 투여군에서 다소 억제함을 보였다. 이상의 결과를 미루어 볼 때 송화분은 동맥경화증 및 순환기계 질환의 예방과 치료에 효과적일 것으로 사료된다.

문 헌

1. 보건신문. 30, 1986. 6. 23
2. 이기열, 이양자, 안홍석 : 동맥경화증과 관련된 대사 장애 및 치료식이. 한국영양학회지, 12(3), 9(1979)
3. Glueck, C. J. and Connor, W. E. : Diet-coronary heart disease relationships reconnoitered. *Am. J. Clin. Nutr.*, 31, 727(1978)
4. Truswell, A. S. : Diet and plasma lipids a reappraisal. *Am. J. Clin. Nutr.*, 31, 977(1978)
5. Barrows, K. K., Heeg, T. R., McGilliard, A. D., Richard, M. J. and Jacobson, N. L. : Effect of type of dietary fat on plasma and tissue cholesterol of calves. *J. Nutr.*, 110, 335(1980)
6. Flynn, M. A., Heine, B., Nolph, G. B., Naumann, H. D., Parisi, E., Ball, D., Krause, G., Ellersieck, M. and Ward, S. S. : Serum lipids in humans fed diets containing beef or fish and poultry. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34, 2734(1981)
7. Faidley, T. D., Luhman, C. M., Galloway, S. T., Foley, M. K. and Beitz, D. C. : Effect of dietary fat source on lipoprotein composition and plasma lipid concentration in pigs. *J. Nutr.*, 120, 1126(1990)
8. Krause, B. R., Phares, F., Serbin, V., Krause, L. and Hartman, A. D. : Adipocyte cholesterol storage : Effect of experimental hypercholesterolemia in the rat. *J. Nutr.*, 109, 2213(1979)
9. Grag, M. L., Thomson, B. R. and Clandinin, M. T. : Effect of dietary cholesterol and/or ω -3 fatty acid on lipid composition and Δ^5 -desaturase activity of rat liver microsomes. *J. Nutr.*, 118, 661(1988)
10. Keys, A. : Serum cholesterol response to dietary cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.*, 40, 351(1984)
11. Choi, Y. S. and Michihiro, S. : Effect of dietary alpha- and gamma linolenic acid on lipid metabolism in young and adult rats. *Ann. Nutr. Metab.*, 32, 169(1988)
12. Kritchevsky, D. : Dietary fiber and other dietary factors in hypercholesterolemia. *Am. J. Clin. Nutr.*, 30, 979(1977)
13. Anthony, H. M. T., Tintelen, G. V. and West, C. E. : The hypocholesterolemic effect of dietary soy protein in rats. *J. Nutr.*, 112, 810(1982)
14. Sirtori, C. R., Gatti, E., Mantero, O., Conti, F., Agradi, E., Trimoli, E., Sirtori, M., Fraterrigo, L., Tavazzi, L. and Kritchevsky, D. : Clinical experience with the soybean protein diet in the treatment of hypercholesterolemia. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32, 1645(1979)
15. Sirtori, C. R., Zucchi-Dentone, C., Sirtori, M., Gatti, E., Desco-vich, G. C., Gaddi, A., Cattin, L., Da Col, P. G., Senin, U., Mannarino, E., Avellone, G., Colombo, L., Fragiaco, C., Noseda, G. and Lenzi, S. : Cholesterol-lowering and HDL-raising properties of lecithinated soy proteins in type II hyperlipidemic patients. *Ann. Nutr. Metab.*, 29, 348(1985)
16. 巖波洋造 : 花粉學. 講談社(1980)
17. 김병호 : 신양봉학. 선진문화사, p.242(1979)
18. 허준 : 동의보감. 남산당, p.1214(1974)
19. Echigo, T. : Studies on relationship of chemical com-

- ponent in honey, nectar and pollen. *Bull. Fac. Agr. Tamagawa Univ.*, p.37(1971)
20. Samochowiec, L. and Wojcicki, J. : Effect of pollen on serum and liver lipids in rats fed on a high-lipid diet. *Herba Polonica*, **27**, 333(1981)
 21. Samochowiec, L. and Wojcicki, J. : Influence of cernitin extracts on serum and liver lipids in rats fed on a high-lipid diet. *Herba Polonica*, **29**, 165(1983)
 22. Wojcicki, J., Kosmider, K., Samochowiec, L. and Woyke, M. : Clinical evaluation of cernilton as lipid-lowering agent. *Herba Polonica*, **29**, 55(1983)
 23. Kosmider, K., Wojcicki, J., Samochowiec, L., Woyke, M. and Gornik, W. : Effect of cernilton on platelet aggregation *in vivo*. *Herba Polonica*, **29**, 237(1983)
 24. Wojcicki, J., Samochowiec, L., Bartlowicz, B., Hinek, A., Jaworska, M. and Gawronskalarz, B. : Effect of pollen extract on the development of experimental atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, **62**, 39(1986)
 25. 김혜자 : 적송화분과 리기다 송화분의 성분조성에 관한 연구 : 일반성분, 무기질, 중금속, 비타민, 유기당 함량. *한국영양식량학회지*, **21** (2), 201(1992)
 26. 이해경 : 사염화탄소 투여한 흰쥐의 혈청 및 간장에 미치는 송화분의 영향. 효성여자대학교 석사논문(1992)
 27. 하은주 : 클로로포름 투여 흰쥐의 혈청 및 간장에 미치는 송화분의 영향. 효성여자대학교 석사논문(1991)
 28. 이정숙, 이성우 : 송화와 송엽의 성장에 따른 영양성분의 변화에 따른 연구. *한양대학교 생활과학회지*, p. 135(1983)
 29. Folch, J., Less, M. and Sloane-Stanley, G. H. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497(1957)
 30. Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Committee on Standards for Nutritional Studies. *J. Nutr.*, **107**, 1340(1977)
 31. Noves, L. B., Clifford, C. K., Kohler, G. O., De Fremery, D., Knuckles, B. E., Cheowtirakul, C., Miller, M. W., Weir, W. C. and Clifford, A. J. : Effect of dietary proteins from a variety of sources on plasma lipid and lipoproteins of rats. *J. Nutr.*, **110**, 732(1980)
 32. Saroi, T. and DAS, B. R. : Studies in experimental hypercholesterolemia in rats, IV. Effect of dietary cholesterol on plasma and hepatic proteins of adult rats maintained on high fat diets. *J. Lab. Clin. Med.*, **60** (2), 284(1962)
 33. Frings, C. S. and Dunn, R. J. : A colorimetric method for determination of total serum lipids based on the sulfophosphovanillin reaction. *Am. J. Clin. Path.*, **53**, 89(1970)
 34. Zak, B. and Dickeman, R. C. : Rapid estimation of free and total cholesterol. *Am. J. Clin. Path.*, **24**, 1307(1954)
 35. Humason, G. L. : Animal tissue techniques. 2nd ed., W. H. Freeman and Company, Sanfrancisco, p.288(1967)
 36. Anderson, J. T., Grande, F. and Keys, A. : Independence of the effects of cholesterol and degree of the fat in the diet on serum cholesterol in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**, 1184(1976)
 37. Mattson, F. H., Hollenbath, E. J. and Kligman, A. M. : Effect of hydrogenated fat on the plasma cholesterol and triglyceride levels of man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**, 726(1975)
 38. Grundy, S. M., Ahrens, E. H. and Davignon, J. : The interaction of cholesterol absorption and cholesterol synthesis in man. *J. Lip. Res.*, **10**, 304(1969)
- (1994년 2월 16일 접수)