

柴胡(Bupleuri Radix)추출물이 고지방식을 급여한 흰쥐의 혈청지질 및 항산화계에 미치는 影響

이 은, 이장천¹⁾

상지대학교 생명자원과학대학, 상지대학교 한의과대학¹⁾

Abstract

Effects of Siho(*Bupleuri Radix*) extracts on serum lipid composition and antioxidant system in rat fed high fat diet

Lee Eun, Lee Jang-Cheun¹⁾

Dept. of Nutrition and bio-resorces, Sangji university, Wonju 220-702, Korea

Dept. of Oriental Medicine, Sangji university, Wonju 220-702, Korea¹⁾

Effects of siho(*Bupleuri Radix*) extracts on lipid composition and antioxidant system were investigated in rat fed high fat diet. body weight gain, concentration of plasma triglyceride, total cholesterol, LDL-cholesterol showed a tendency to decrease in siho(*Bupleuri Radix*) extracts groups. However, the concentration of HDL-cholesterol showed no significantly different among treatments. Plasma and liver TBARS concentration showed a low values in siho(*Bupleuri Radix*) extracts groups. Activities of SOD, GSH-Px and CAT showed a tendency to increase in siho(*Bupleuri Radix*) extracts groups.

Key words : Siho(*Bupleuri Radix*) extracts, Lipid, Thiobarbituric acid, Antioxidant

교신저자 : 이 은

상지대학교 생명자원과학대학 생명산업학과

Tel : 033) 730-0552 E-mail : elee@mail.sangji.ac.kr

접수 : 2003/4/15 수정 : 2003/4/20 채택 : 2003/5/30

* 본 논문은 2001년도 상지대학교 학술연구지원비에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

I. 서 론

동물성 식품의 증가는 고에너지 식이의 식생활양상을 초래하였고, 이에 따른 에너지 섭취의 불균형은 비만을 유발하여 각종 성인병의 주요 원인이 되고 있다. 특히 식이중 고지방과 고콜레스테롤은 고지혈증, 협심증 및 급성심근경색 등의 성인병의 직접적인 원인이 되며, 과량의 지질로 인해 생체내에 축적된 지질과산화물은 세포의 퇴행성과정을 유발하여 암과 노화의 원인이 된다^{1,2,3}. 따라서 여러 연구자들은 비만을 개선하고, 생체내 과산화물의 축적을 제어하는 연구를 수행하게 되었으며^{4,5}, 본 연구실에서도 고콜레스테롤과 과산화지질을 급여한 흰쥐에게 시호분말을 응용하여 생체내 지질대사 및 항산화능에 있어서 긍정적인 결과를 얻었다^{6,7}. 시호는 산형과 (*Ubeliferae*)에 속하는 다년생 목초로 性은 微寒無毒하고 味는 苦하며 肝, 膽, 胃經으로 歸經하여 効能主治는 和解退熱, 辨舉陽氣, 消肝解鬱, 口苦耳聾, 寒熱往來, 胸滿脇痛, 嘔吐心煩, 頭痛目眩 한다고 하였으며^{8,9,10}, 최근 연구에서도 손상된 간세포 및 간기능회복에 효과가 있음이 보고되었다^{11,12,13}. 이러한 일련의 연구 결과를 미루어 보면 紫胡는 지질대사 및 항산화능에 영향을 줄 수 있는 어떤 물질이 내재하고 있을 가능성을 시사해 준다. 따라서 본 연구는 생체내에서 지질대사 및 항산화계에 영향을 주는 시호내 기능성물질을 탐색하기 위한 기초연구로 시호추출물을 고지방식이를 급여한 흰쥐에게 투여한 후 처리군별 혈청내 지질구성과 축적 과산화물 및 항산화계에 미치는 영향을 비교, 검토했다.

II. 재료 및 방법

1. 실험동물, 식이 및 실험군

평균체중이 158.74 ± 2.35 g인 Sprague-Dawley계 숫컷 24두를 일주일간 기본식이 (Table 1) 및 환경에 적응시킨후 대조군(고지방사료, Table 1), 처리1군(고지방사료 +100mg/Kg 시호추출물, T_I), 처리2군(고지방사료 +200mg/Kg 시호추출물, T_{II}) 및 처리3군(고지방사료 +300 mg/Kg 시호추출물, T_{III})으로 나누고, 각 처리군당 6두씩 평균체중이 유사하게 임의 배치했다. 식이급여는 8주간의 실험기간동안 각 처리군별 평균사료섭취량의 차이가 5% 전후가 되도록 급여량을 제한하였다. 물은 자유급여 하였으며, 시호추출물은 매일 오전 10시에 처리량에 따라 존대를 이용하여 경구투여했다.

2. 시호추출물

시중 건재약방에서 구입한 시호를 연구실에서 양질의 것을 엄선하여 2cm 정도로 절질하고, 건조중량 500g의 시호를 적량으로 나누어 수조상에서 냉각수환류하에 5시간씩 3회추출하고, 여과, 감압농축하여 MeOH ext. 120g을 만들었다.

3. 체중측정 및 식이섭취량

실험동물의 체중은 오전 10시에 매일 측정하였으며, 식이섭취량은 각 시험군별로 체중 측정 직전에 잔량을 수거하여 측정하였다.

4. 채혈 및 시료분석

채혈은 실험종료 12시간 전에 급여사료를 중단, 절식한 상태에서 심장천좌법에 의해 채혈, 공시했다. 혈장 TBARS의 정량은

Table 1. Composition of experimental diets.

Ingredients(%)	Basal diet	High fat diet
Casein	20.0	20.0
α - Corn starch	35.0	30.0
Sucrose	11.0	10.0
Lard	4.0	25.0
Corn oil	1.0	5.0
Mineral mix ¹⁾	3.5	3.5
Vitamin mix ²⁾	1.0	1.0
Cellulose powder	23.5	5.2
DL-methione	0.3	0.3

¹⁾ Mineral mix.(g/kg diet) : CaCO₃, 29.29 ; CaHPO₄ · 2H₂O, 0.43 ; KH₂PO₄, 34.30 ; NaCl, 25.06 ; MgSO₄ · 7H₂O, 9.98 ; Feric citrate hexahydrate, 0.623 ; CuSO₄ · 5H₂O, 0.516 ; MnSO₄ · H₂O, 0.121 ; ZnCl₂, 0.02 ; KI, 0.005 ; (NH₄)₆ MO₇O₂₄ · 4H₂O, 0.0025.

²⁾ Vitamin mix(mg/kg diet) : Thiamine-HCl, 12 ; Riboflavin, 40 ; Pyrodoxin-HCl, 8 ; Vitamin-B12, 0.005 ; Ascorbic acid, 300 ; D-bitotin, 0.2 ; Menadione, 52 ; Folic acid, 2 ; D-calcium pantothenate, 50 ; P-aminobenzoic acid, 50 ; Nicotinic acid, 60; Cholin chloride, 2000(IU/kg diet) ; Rethinyl acetate, 5000(IU/kg diet) ; Cholecalciferol, 250(IU/kg diet).

Table2. Effects of siho extracts on body weight gain in rat fed high fat diet.

Treatment	Feed intake(g/day)	Body weight gain(g/day)
Control	16.05 ± 0.75 ^{NS}	3.07 ± 0.35 ^b
T _I	15.97 ± 0.66 ^{NS}	2.96 ± 0.31 ^b
T _{II}	16.11 ± 0.70 ^{NS}	2.70 ± 0.29 ^a
T _{III}	16.04 ± 0.72 ^{NS}	2.66 ± 0.31 ^a

T_I:100mg/Kg Siho extracts, T_{II}:200mg/Kg Siho extracts, T_{III}:300mg/Kg Siho extracts

NS : Not significant (P>0.05)

a, b, c : Values with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

EDTA처리 혈액으로 부터 혈장을 분리하여, 37°C에서 120분간 배양 후 Buege와 Aust¹⁴⁾의 방법에 의해 정량했다. 간장내 TBARS량은 Ohkawa 등¹⁵⁾의 방법으로 정량했다. SOD는 Flohe 등¹⁶⁾의 방법으로, Glutathione peroxidase (GSH-Px)활성측정은 Levander 등¹⁷⁾의 방법에 의해, CAT활성측정은 Johnsson과 Hkan Borg¹⁸⁾의 방법에 준해 정량했다. 혈청 Triglyceride량, 혈청 Total cholesterol, HDL-cholesterol 및 LDL-cholesterol량과 Glutamic oxaloacetic transaminase(GOT) 및 Glutamic pyruvic transaminase(GPT)의 활성측정은 혈액자동분석기(Boehring Mannheim, 독일)에 의해 측정했다.

5. 통계분석

실험결과를 SPSS package를 이용하여 one-way ANOVA검정을 수행하였으며, 각 처리군간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test에 의해 $p < 0.05$ 수준에서 실시했다.

III. 결 과

1. 증체량

Table 2에 각 처리군 별 일일 두당 평균 증체량을 나타내었다. 전 처리군에서 2.66g/day에서 3.07g/day의 범위를 나타내었으며, 대조군과 비교하여 시호추출물군들이 낮은 경향을 보여주었다. 또한 시호추출물 처리군들간에서는 시호추출물 처리량이 증가함에 따라 증체량이 감소하는 경향을 나타내었다.

2. 혈액내 지질구성

Table 3은 혈액내 Triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol 및 LDL-cholesterol량의 변동을 나타내었다. Triglyceride량의 경우, 전 처리군에서 82.77mg/dl에서 94.71mg/dl의 범위를 나타내었으며, 대조군에 비교하여 시호추출물 처리군 모두가 유의하게 감소하는 경향을 나타내었다. 시호추출물군간에서는 T_{II}와 T_{III}군이 T_I군

Table3. Effects of Siho extracts on plasma triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol in rat fed high fat diet

Treatment	Triglyceride (mg/dl)	Total cholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)	LDL-cholesterol (mg/dl)
Control	94.71 ± 2.60 ^c	129.75 ± 3.91 ^c	47.85 ± 3.51 ^{NS}	63.25 ± 4.59 ^b
T _I	87.39 ± 3.14 ^b	109.48 ± 4.94 ^b	48.24 ± 3.72 ^{NS}	59.66 ± 3.71 ^b
T _{II}	82.77 ± 4.05 ^a	102.97 ± 5.01 ^{ab}	47.83 ± 2.91 ^{NS}	54.71 ± 4.08 ^a
T _{III}	83.54 ± 3.78 ^a	95.68 ± 4.75 ^a	47.69 ± 3.58 ^{NS}	53.55 ± 4.11 ^a

T_I : 100mg/Kg Siho extracts, T_{II}:200mg/Kg Siho extracts, T_{III}:300mg/Kg Siho extracts

NS : Not significant (P>0.05)

a, b, c : Values with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

보다 낮은 값을 보였으나, T_{II}와 T_{III}군은 상호간에 유의한 차이를 나타내지 않았다.

Total cholesterol량은 전 처리군에서 95.68mg/dl에서 129.75mg/dl의 범위를 나타내었으며, 대조군과 비교하여 시호추출물처리군 모두가 감소하였으며, 시호추출물첨가군간에서는 시호첨가량이 증가함에 따라 감소했다. HDL-cholesterol량의 변동 범위는 전 처리군에서 47.69mg/dl에서 48.24mg/dl의 범위를 나타내었으나, 대조군을 비롯한 시호추출물첨가군 모두에서 유의한 차이를 나타내지 않았다. LDL-cholesterol량은 전 처리군에서 53.55mg/dl에서 63.25mg/dl의 범위를 나타내었으며, 대조군과 비교하여, 시호추출물첨가군 모두가 감소하는 경향을 보였다. 그러나 대조군과 T_I군 그리고 T_{II}군과 T_{III}군간에서 통계적 유의성은 없었다.

3. Thiobabituric acid reactive substance (TBARS)

각 처리군 별 혈액 및 간장내 TBARS농도의 변화량을 Table 4에 나타내었다. 혈액내 TBARS농도의 경우는 전 처리군에서

25.04 단위에서 35.72 단위의 범위를 나타내었으며, 시호추출물처리군 모두가 대조군보다 낮은 경향을 나타내었다. 시호추출물첨가군간에서는 시호추출물첨가량이 증가함에 따라 감소했다. 간장 TBARS농도는 전 처리군에서 30.11단위에서 38.24단위의 범위를 나타내었으며, 시호추출물첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향이었으나, 시호추출물첨가량이 가장 높은 T_{III}군을 제외한 나머지 시호추출물처리군들은 대조군과 유의한 차이를 나타내지는 않았다.

4. Superoxide dismutase(SOD), Glutathione peroxidase(GSH-Px) 및 Catalase(CAT) 활성

각 처리군 별 SOD, GSH-Px 및 CAT활성의 변동경향을 Table 5에 나타내었다. SOD활성의 경우 전 처리군에서 182.44단위에서 231.75 단위의 범위를 나타내었으며, 처리군간의 비교에서는 T_{II} 및 T_{III}군이 대조군과 T_I군에 비교하여 높은 경향을 보였으나, T_{III}군은 대조군과 유의한 차이를 나타내지는 않았다. GSH-Px활성의 경우는 전

Table4. Effects of Siho extracts on plasma and liver TBARS concentration in rat fed high fat diet

Treatment	Plasma TBARS (n moles MDA/ml)	Liver TBARS (n moles MDA/g)
Control	35.72 ± 4.07 ^c	37.96 ± 5.02 ^b
T _I	29.43 ± 4.29 ^b	38.24 ± 3.77 ^b
T _{II}	27.55 ± 4.71 ^{ab}	34.69 ± 4.35 ^{ab}
T _{III}	25.04 ± 3.95 ^a	30.11 ± 3.75 ^a

T_I:100mg/Kg Siho extracts, T_{II}:200mg/Kg Siho extracts, T_{III}:300mg/Kg Siho extracts

a, b, c : Values with different superscripts in the same column are significantly different (P<0.05).

Table 5. Effect of Siho extracts on SOD, GSH-Px, CAT activities in rat

Treatment	SOD (unit/g. fresh tissue)	GSH-Px (n moles/min/mg protein)	CAT (n moles H ₂ O ₂ decomposed /min/mg protein)
Control	197.35 ± 19.28 ^a	174.87 ± 27.15 ^a	109.15 ± 31.71 ^a
T _I	182.44 ± 15.38 ^a	179.38 ± 31.24 ^a	135.24 ± 24.25 ^b
T _{II}	231.75 ± 21.54 ^b	212.15 ± 20.51 ^b	162.11 ± 27.21 ^c
T _{III}	218.53 ± 27.15 ^{ab}	217.91 ± 19.54 ^b	159.35 ± 31.92 ^c

T_I:100mg/Kg Siho extracts, T_{II}:200mg/Kg Siho extracts, T_{III}:300mg/Kg Siho extracts

a, b, c : Values with different superscripts in the same column are significantly different(P<0.05).

처리군에서 174.87단위에서 217.91단위의 범위를 나타내었으며, 대조군과 비교하여, T_I군은 유의한 차이를 나타내지 않았으나, T_{II} 및 T_{III}군은 대조군 보다 높은 활성치를 보여, 시호추출물의 첨가량이 증가함에 따라 GSH-Px의 활성치도 증가하는 경향을 보였다. CAT활성치는 전 처리군에서 109.15단위에서 162.11단위의 범위를 나타내었으며, 시호추출물처리군 모두가 대조군 보다 높은 활성치를 보여주었으며, 시호추출물의 첨가량이 증가함에 따라 활성치도 상승하는 경향을 보였다.

IV. 고 찰

비만은 생체내 잉여 에너지에 의한 지방 합성에서 비롯되며, 각종 성인병을 일으키는 병인이 된다. 최근의 식생활 양상은 동물성 식품을 위주로한 고에너지, 고지방식품이 주가 되고 있으며 이로 인한 과량의 에너지 섭취가 비만의 주요 원인이 되고 있다. 또한 동물성 식품에 내재하고 있는 지방은 생체내 과량의 지질을 유입하게 하여

지질과산화물의 축적을 가져와 퇴행성 질환이나 암의 원인이 되고 있다.

한의학에서는 비만으로 인한 고지혈증의 원인을 膏粱厚味, 嗜食肥甘, 體肥多痰 등으로 해석하고 있으며, 高脂血症을 水濕津液이 脾腎의 虛弱으로 인해 체내에 정체하여 生한 痰과 유사하다고 하였으며¹⁹⁾, 頭暈, 心慌, 肢麻, 胸悶, 胸痛 등의 증상으로 인해 痰症, 心悸, 眩暈, 頭痛, 胸痺, 眞心痛, 中風 등의 範疇에서 임상적으로 대응하고 있다^{20,21)}. 여러 방면에서 많은 연구자들이 비만을 개선하기 위하여 연구를 수행하였으며^{22,23)}, 한의학에서는 생체 본래의 기능을 활성화시켜 비만을 예방하고 치료하는 방법들이 여러 연구자들에 의해 보고되었다^{24, 25, 26)}. 특히 柴胡는 그 동안의 여러 연구결과에서 간장기능향상과 손상된 간세포의 회복에 효과적이며, 간장내 지질대사에 긍정적인 결과를 가져와 비만개선의 가능성을 나타내었다.

따라서 본 연구는 柴胡에 내재하고 있는 간장기능 및 비만개선에 효과적인 기능성 물질을 탐색하기 위한 기초연구로 고지방식을 급여한 흰쥐에게 시호추출물을 급여한

후 지질합성과 항산화능에 대해 검토했다. 그 결과 시호추출물의 급여량이 증가함에 따라 일일 두당 증체량은 감소하였으며, 시호를 급여하지 않은 대조군과 비교하여 시호추출물급여군 모두가 감소하는 경향을 보였다(Table 2). 지질구성(Table 3)에 있어서 혈액내 Triglyceride농도는 대조군과 비교하여 시호추출물 급여군이 유의하게 감소하였으며, 시호추출물량이 증가함에 따라 혈액내 Triglyceride농도도 감소했다.

또한 총 콜레스테롤 및 LDL- cholesterol 농도도 이와 유사하게 시호추출물의 급여량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 혈액내 Triglyceride, 총 콜레스테롤 및 LDL-cholesterol은 고혈압, 심근경색 등의 순환계질환의 주요 원인이 되며, 일반적으로 비만에 수반하는 주장의 하나이다. 이러한 결과를 미루어 볼 때 시호추출물은 비만 및 성인병예방에 효과적인 물질이 내재하고 있음을 추측하게 해준다. HDL-cholesterol 농도는 처리군간에 유의한 차이를 나타내지 않았다.

일반적으로 HDL-cholesterol은 혈액내 잉여 cholesterol을 간장으로 재 순환시켜주는 역할을 하여, 혈관내 환경을 개선하여 성인병을 예방하는 인자로 알려져 있다. 본 실험의 결과에서는 처리군간에 유의한 차이를 나타내지 않았는데, 이러한 결과는 HDL-cholesterol농도에 영향을 줄 수 있는 제요인이 복잡하여 처리군간에 일관성 있는 결과를 볼 수 없었다는 다른 연구자의 결과와 일치했다^{27,28)}. 혈장 및 간장내 TBARS농도는 시호추출물의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였으며, SOD, GSH-Px 및 CAT의 활성치는 시호처리군 모두가 증가하였는데, 이러한 생물학적 수치들은 생체내의 항산화

능을 나타내는 주요 지표로서, 시호내에 항산화능을 향상시켜주는 어떤 물질이 내재하고 있음을 시사해 준다.

V. 결 론

시호내에 내재하고 있는 비만과 항산화에 효과적인 기능성 물질을 탐색하기 위한 기초적 연구의 일환으로 시호추출물을 고지방 식이를 급여한 흰쥐에게 투여한 후 지질구성과 항산화능을 비교, 검토했다. 그 결과 시호추출물의 급여량이 증가함에 따라 일일 두당 증체량, 혈액내 Triglyceride농도, 총 콜레스테롤 및 LDL- cholesterol 농도는 감소하는 경향을 보였다. HDL-cholesterol농도는 처리군간에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 혈장 및 간장내 TBARS농도는 시호추출물의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였으며, SOD, GSH-Px 및 CAT의 활성치는 시호처리군 모두가 증가하였다. 이상의 결과를 종합해 보면 시호내에는 비만을 개선하고, 항산화계 효소의 활성을 증가시켜주는 어떤 물질이 내재하고 있음을 시사해 준다.

참 고 문 헌

1. Vergroeson, A.T. Physiological effects of dietary linoleic acid. *Nutr. Rev.* 1997; 35 : 1-5
2. Bidlack, W.R. and Tappel, A. L. Damage to micrbial membrane by lipid peroxidation. *Lipids* 1973 ; 8 : 177-185
3. Saito, M. International status. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.* 1988 ; 41:343-351
4. 이은, 최무영. 솔잎분말이 고콜레스테롤 급여 흰쥐의 체지방구성과 TBARS량에 미치는 영향. *Korean J. Food Sci. Technol.* 2000 ; 32(5) : 1186-1190
5. 김주희, 김미경. 깻잎, 쑥, 참취의 건분 및 에타놀추출물이 흰쥐의 지방대사와 항산화능에 미치는 영향. *한국영양학회지*, 1999 ; 32(5): 540-551
6. 이은, 최무영, 오혜숙. 시호분말이 과산화지질을 급여한 흰쥐의 혈장 및 간장 지질구성에 미치는 영향. *한국영양학회지*, 2000 ;33(5) : 502-506
7. 이준무, 이은, 최무영. 시호분말이 고콜레스테롤 급여 흰쥐의 체지방구성 및 TBARS량에 미치는 영향. *대한본초학회지*, 2000 ; 5(1): 67-71
8. 신길구. *신씨본초학각론*. 서울:수문사. 1997 ; 228-236
9. *전국한의과대학본초학교실. 본초학*. 서울 : 영림사. 1997 ;149-150
10. 이상인. *본초학*. 서울, 서화당, 1997 ; 198-200
11. 김덕호. 시호청간탕이 CCl₄중독 백서의 간손상에 미치는 영향. *경희대학교대학원*.1980.
12. 이재복. 시호사물탕이 CCl₄로 유발된 백서의 간손상에 미치는 영향. *상지대학교 대학원*, 1996.
13. 시호계지탕이 CCl₄로 유발된 백서의 간손상에 미치는 영향, *상지대학교대학원*,1995.
14. Buge, J. A., Aust, S. D. Microsmal lipid peroxidation. In : Fleicher, S., Packer, L. eds. *Methods in enzymology*: London, Academic press. 1978 ; 302-309
15. Ohkawa, H., Ohishi, N. and Yagi, K. Assay for lipid peroxide in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. biochem* 1979 ; 95 : 351-358
16. Flohe L., Becker R., Brigelius R., Lengfelder E., Otting F. Convenient as says for superoxide dismutase. *CRC Handbook of free radicals and antioxidants in Biomedicine*, 1992 ; 287-293
17. Levander, O. A., Deloach, D. P., Morris, V. C. and Moser, P. B. Platelet glutathione peroxidase activity as an index of selenium status in rats. *J. Nutr.* 1983 ; 113 :55-63
18. Johnson L. H., Hikan Borg L. A. A spectrophotometric method for determination of catalase activity in small tissue samples. *Analytical Biochemistry*, 1988 ; 174 : 331-336
19. 宗文九. 痰飲淺設, 上海, 上海科技, 1985 ; 51-52
20. 陸紀宏, 試論中醫辨治高脂血症, 遼寧中醫雜誌, 1991 ; 18(2) ; 1-3
21. 王其飛. 中醫長壽學, 南京, 遼寧科學技術

出版社, 1989 ; 490-501

22. 김종홀. 자침이 비만쥐의 혈청지질저하 및 항산화효과와 분자생물학적 양상에 미치는 영향. 상지대학교대학원, 2002.
23. 박진아, 김미경. 한국고유의 산채류첨가 식이가 흰쥐의 지방대사 및 항산화능과 카드뮴제독에 미치는 영향. 한국영양학회지, 1999 ; 32(4) : 353-368
24. 오세웅. 침자극이 고지방식이를 급여한 흰쥐의 체지방합성과 항산화능에 미치는 영향. 상지대학교박사논문, 2001.
25. 이명진. 침자극이 비만쥐의 지질강하 및 항산화효과와 Apo-B, Apo-E, TNF- α 및 Leptin의 DNA발현량에 미치는 영향. 상지대학교 대학원박사논문, 2002.
26. 박원환. 평위도담탕이 고지방식이성 고지혈증 백서에 미치는 영향. 동의병리학회지, 1996 ; 10(2) : 103-111
27. 이은. 녹차분말이 과산화지질을 급여한 산란계의 혈청지질구성 및 TBARS량에 미치는 영향. 상지대학교 생명자원과학논총, 1998 ; 5 : 51-56
28. 최무영, 최은정, 이은. 오배자추출물이 고지방식이를 급여한 흰쥐의 간기능, 혈청지질구성 및 항산화계에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 1999 ; 28(3) : 632-637