



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2017年 2月

碩士學位論文

초석잠뿌리 분말이
고지방-고콜레스테롤 식이를 급여한
흰쥐의 항비만 효과 및 콜레스테롤
대사에 미치는 영향

朝鮮大學校 大學院

食品營養學科

金 延 京

초석잠뿌리 분말이
고지방-고콜레스테롤 식이를 급여한
흰쥐의 항비만 효과 및 콜레스테롤
대사에 미치는 영향

Effects of *Stachys sieboldii* Miq Root powder on
Anti-obesity Effects and Cholesterol Metabolism in Rats
Fed a High Fat-High Cholesterol Diet

2017年 2月 24日

朝鮮大學校 大學院
食品營養學科
金 延 京

초석잠뿌리 분말이
고지방-고콜레스테롤 식이를 급여한
흰쥐의 항비만 효과 및 콜레스테롤
대사에 미치는 영향

指導教授 李 在 濬

이 論文을 理學 碩士學位申請 論文으로 提出함

2016年 10月

朝鮮大學校 大學院

食品營養學科

金 延 京

金 延 京 의 碩 士 學 位 論 文 을
認 准 함

委 員 長 朝 鮮 大 學 校 教 授 장 해 춘 (印)

委 員 朝 鮮 大 學 校 教 授 이 주 민 (印)

委 員 朝 鮮 大 學 校 教 授 이 재 준 (印)

2016年 11月

朝 鮮 大 學 校 大 學 院

목 차

LIST OF TABLES	iv
LIST OF FIGURES	v
ABSTRACT	viii
제1장 서 론	1
제2장 실험의 재료 및 방법	5
제1절 실험재료	5
제2절 이화학적 성분 및 항산화효과	5
1. 이화학적 성분분석	5
가. 일반성분 분석	5
나. 유리당 분석	6
다. 구성 아미노산 분석	7
라. 지방산 분석	8
마. 유기산 분석	9
바. 비타민 분석	10
사. 무기질 분석	12
2. 실험기기 및 시료 추출	13
가. 실험기기	13
나. 시료추출	13
3. 항산화 물질의 함량 측정	14

가. 총 polyphenol 함량 측정	14
나. 총 flavonoid 함량 측정	14
4. 통계처리	15
제3절 <i>In vivo</i>에서 지질대사 개선	16
1. 실험동물의 사육 및 식이	16
2. 실험동물의 처리	19
3. 혈청 효소 활성 및 포도당 함량 측정	19
4. 혈청 지질 함량 측정	19
5. 간조직의 지질 함량 측정	20
6. 지방조직의 지질 함량 측정	20
7. 분변의 지질 함량 측정	20
8. 간 조직의 병리조직학적 측정	21
9. 지방세포의 크기 측정	21
10. Reverse transcription-polymerase chain reaction	22
11. 통계처리	24
제3장 실험결과 및 고찰	25
제1절 이화학적 성분 및 항산화효과	25
1. 이화학적 성분분석	25
가. 일반성분	25
나. 유리당	28
다. 구성 아미노산	30
라. 지방산	32
마. 유기산	34
바. 비타민	36
사. 무기질	38
2. 초석잠뿌리의 항산화 효과	40
가. 추출수율	40

나. 총 polyphenol 함량 측정	42
다. 총 flavonoid 함량 측정	44
제2절 <i>In vivo</i>에서 지질대사 개선 및 항산화 효능	47
1. 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율	47
2. 간 및 지방조직의 무게	50
3. 혈청 중 ALT, AST, ALP 및 LDH 활성	55
4. 혈청 중 포도당 함량	61
5. 혈청 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량	63
6. 혈청 중 HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 함량, 동맥경화지수 및 심혈 관위험지수	65
7. 간 조직 중 총 지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량	71
8. 지방조직 중 총 지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량	76
9. 분변 중 총 지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량	84
10. 간 조직의 병리조직학적 변화	89
11. 지방세포의 크기 변화	91
12. 지질대사 관련 mRNA 발현 수준	93
13. 콜레스테롤대사 관련 mRNA 발현 수준	98
제4장 요약	103
참고문헌	106

LIST OF TABLES

Table 1. Operating conditions of Ion chromatography for free sugars	6
Table 2. Operating conditions of amino acid auto-analyzer	7
Table 3. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids	8
Table 4. Operating conditions of Ion chromatography for organic acids	9
Table 5. Operating conditions of HPLC for vitamin A and E	11
Table 6. Operation conditions of HPLC for vitamin C	11
Table 7. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for minerals	12
Table 8. Experimental design	17
Table 9. Composition of experimental diet	18
Table 10. Sequences of primers used for reverse transcription-polymerase chain reaction	23
Table 11. Proximate compositions of <i>Stachys sieboldii</i> Miq root	27
Table 12. Contents of free sugars in <i>Stachys sieboldii</i> Miq root	29
Table 13. Contents of total amino acids in <i>Stachys sieboldii</i> Miq root	31
Table 14. Compositions of fatty acids in <i>Stachys sieboldii</i> Miq root	33
Table 15. Contents of organic acids in <i>Stachys sieboldii</i> Miq root	35
Table 16. Contents of vitamin A, C and E in <i>Stachys sieboldii</i> Miq root ..	37
Table 17. Contents of minerals in <i>Stachys sieboldii</i> Miq	39
Table 18. Yield of 80% ethanol extracts of <i>Stachys sieboldii</i> Miq	46
Table 19. Contents of total polyphenol and flavonoid of 80% ethanol extracts of <i>Stachys sieboldii</i> Miq root	46
Table 20. Changes in body weight gain, food intake and food efficiency ratio of rats fed the experimental diets	49
Table 21. Weights of Epididymal, Mensenteric, Retroperitoneal and perineral adipose tissues in rats fed the experimental diets	53

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Liver index of rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	52
Fig. 2. Total adipose tissue weight of rats fed high fat diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	54
Fig. 3. Serum activity of ALT in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	57
Fig. 4. Serum activity of AST in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks ..	58
Fig. 5. Serum activity of ALP in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks ..	59
Fig. 6. Serum activity of LDH in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks ..	60
Fig. 7. Contents of glucose in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	62
Fig. 8. Contents of triglyceride and total cholesterol in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	64
Fig. 9. Contents of HDL-cholesterol in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	67
Fig. 10. Contents of LDL-cholesterol in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	68
Fig. 11. Atherogenic index of rats fed high fat-high cholesterol diet	

	containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	69
Fig. 12.	Cardiac risk factor of rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	70
Fig. 13.	Contents of total lipid in the liver of rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	73
Fig. 14.	Contents of triglyceride in the liver of rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	74
Fig. 15.	Contents of total cholesterol in the liver of rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	75
Fig. 16.	Contents of total lipid in the epididymal adipose of rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	78
Fig. 17.	Contents of total lipid in the mesenteric adipose of rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	79
Fig. 18.	Contents of triglyceride in the epididymal adipose of rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	80
Fig. 19.	Contents of triglyceride in the mesenteric adipose of rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	81
Fig. 20.	Contents of total cholesterol in the epididymal adipose of rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq root powder for 6 weeks	82
Fig. 21.	Contents of total cholesterol in the mesenteric adipose of rats fed high fat-high cholesterol diet containing <i>Stachys sieboldii</i> Miq	

root powder for 6 weeks 83
 Fig. 22. Contents of total lipid in the fecal of rats fed high fat-high
 cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for
 6 weeks 86
 Fig. 23. Contents of triglyceride in the fecal of rats fed high fat-high
 cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for
 6 weeks 87
 Fig. 24. Contents of total cholesterol in the fecal of rats fed high fat-high
 cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for
 6 weeks 88
 Fig. 25. Hitological analysis on liver tissue 90
 Fig. 26. Histological analysis on epididymal adipose tissue 92
 Fig. 27. The changes of ACC reductase expressions in liver tissue 95
 Fig. 28. The changes of FAS reductase expressions in liver tissue 96
 Fig. 29. The changes of G6PDH reductase expressions in liver tissue 97
 Fig. 30. The changes of CYP7A1 reductase expressions in liver tissue
 100
 Fig. 31. The changes of HMG-CoA reductase expressions in liver tissue ..
 101
 Fig. 32. The changes of LDL-receptor expressions in liver tissue 102

ABSTRACT

Effects of *Stachys sieboldii* Miq Root powder on Anti-obesity Effects and Cholesterol Metabolism in Rats Fed a High Fat-High Cholesterol Diet

by. Kim, Yeon-Kyoung

Advisor : Prof. Lee, Jae-Joon, Ph.D.

Department of Food and Nutrition,

Graduate School of Chosun University

In this study, it was carried out to investigate the effects of *Stachys sieboldii* Miq root powder on anti-obesity and cholesterol lowering effects in rats fed a high fat-high cholesterol diet for 6 weeks. It was also conducted to investigate major nutrients component and bioactive materials of *Stachys sieboldii* Miq root powder. The proximate compositions of *Stachys sieboldii* Miq root as a dry matter basis were 4.27% of moisture content, 15.04% of crude protein, 0.98% of crude fat, 4.62% of crude ash and 75.09% of carbohydrate, respectively. Analysing free sugar, major free sugars were identified as sucrose, glucose and fructose. Total amino acid content of *Stachys sieboldii* Miq root was 11,079,831 mg%, and essential amino acid was 3,261.089mg%. Major amino acids of *Stachys sieboldii* Miq root were glutamic acid, aspartic acid, threonine, arginine and lysine. Analysing total fatty acids, 26 kinds of components were isolated from *Stachys sieboldii* Miq root. Major fatty acids were linoleic acid, palmitic acid and linolenic acid. Malic acid, citric acid and formic acid were the major organic acids. As a result of vitamin analysis, the contents of vitamin C was the highest among the vitamin in *Stachys sieboldii* Miq root. The major components of mineral were K, Ca, Mg. Total polyphenol and flavonoid content of *Stachys*

sieboldii Miq root ethanol extract were found 20.44 mg/g, 11.510 mg/g in 1,000 ppm. The anti-obesity and cholesterol lowering effects of *Stachys sieboldii* Miq root powder in rats fed a high fat-high cholesterol diet. Experimental groups were normal diet group(N), high fat-high cholesterol diet group(HFC), high fat-high cholesterol diet with 3% *Stachys sieboldii* Miq root powder group(HFC-SSL) and high fat-high cholesterol diet with 5% *Stachys sieboldii* Miq root powder group (HFC-SSH). The body weight gain and FER were increased due to a high fat-high cholesterol diet, but gradually decreased in the *Stachys sieboldii* Miq root powder fed groups compared with the HFC group. The liver and epididymal, mesenteric, retroperitoneal, perinephal and total adipose tissues weight of HFC group were heavier than that of N group, whereas those of groups administered *Stachys sieboldii* Miq root powder were gradually decreased. The serum ALT, AST, ALP and LDH activities were significantly decreased in the *Stachys sieboldii* Miq root powder fed groups compared with the HFC group. Levels of serum triglyceride(TG), total cholesterol(TC), LDL-C, atherogenic index and cardiac risk factor decreased in the *Stachys sieboldii* Miq root powder fed groups compared with HFC group, while the serum HDL-C level decreased in the HFC, but this level increased significantly in the *Stachys sieboldii* Miq root powder fed groups. Levels of total cholesterol and triglyceride in liver and adipose tissues were lower in *Stachys sieboldii* Miq root powder administered groups than HFC group. High fat-high cholesterol diet administration were induced the marked accumulation of large lipid droplets and resulted in typical histopathology, but *Stachys sieboldii* Miq root powder administered groups attenuated lipid droplets accumulation in hepatocytes. Fat cell size of epididymal adipose tissue was lower in *Stachys sieboldii* Miq root powder administered groups compared with the HFC group. The mRNA expression in liver that are considered to play an important role in lipid and cholesterol metabolism effect. ACC, FAS, G6PDH, HMG-CoA reductase mRNA expression of *Stachys sieboldii* Miq root powder administered groups in liver were significantly decreased compared to those of HFC group. CYP7A1, LDL-receptor mRNA expression was one the highest in the high fat-high cholesterol diet with 5% *Stachys sieboldii* Miq root powder group (HFC-SSH). The results suggest that *Stachys sieboldii* Miq root powder could make better lipid metabolism of serum, liver and adipose tissue and may decrease lipid

storage. Therefore *Stachys sieboldii* Miq root powder may inhibit fatty tissue of the body and lower blood cholesterol levels shown preventive effect of improving lipid metabolism and metabolic diseases prevention.

제1장 서론

최근 급격한 경제성장에 따른 소득수준의 향상으로 식생활이 서구화되면서 곡류와 채소 위주의 식생활에서 고지방, 고칼로리의 육류 및 fast food 섭취량의 증가에 따라 동물성지방 섭취가 증가하여 영양과잉 및 영양불균형이 초래되고 있다. 이로 인해 비만, 동맥경화증, 뇌졸중, 고혈압, 심장병 및 당뇨병 등과 같은 대사성질환의 유병률이 크게 늘어 국민의 건강에 대한 관심이 크게 고조되고 있다.

과도한 에너지 섭취량과 소비량의 불균형으로 인해 유발되는 비만은, 지방대사와 당대사의 불균형을 일으켜 대사성질환의 주요한 유발 원인으로 밝혀져 있다(1). 2015년 세계보건기구(WHO) 발표에 의하면 2014년을 기준으로 전 세계 성인의 38%가 과체중이고, 13%가 비만환자인 것으로 조사되었으며, 비만 인구의 증가는 점점 가속화 되고 있어, 전 세계 성인 인구의 약 23억 명이 과체중이 될 것이고 7억 명 이상이 비만환자가 될 것이라 예상하였다(2). 우리나라의 경우 만 19세 이상 성인의 24.5%가 비만으로(3), 국내에서도 비만인구가 날로 증가하고 있다. 비만은 만성적인 고에너지 섭취와 운동 부족으로 인해 발생되어 체내의 피하조직과 복강 내에 지방이 과잉 축적되는 현상을 말한다(4). 이러한 비만의 요인으로 서구화된 식습관, 운동부족, 내분비장애, 유전적, 환경적 요인 등이 있다(5). 또한 비만은 그 자체가 일상생활에 지장을 주는 질병으로 제2형 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등과 같은 심혈관계 질환의 발병 위험인자의 증가와 깊은 관련이 있다고 알려져 있으며, 골관절염, 수면무호흡증, 암, 비알콜성 지방간등과도 관계가 있다고 보고되고 있다(6). 비만 발병 연령은 성인에게만 국한된 것이 아니라 소아·청소년을 포함한 전 연령층에서 발병되고 있는데, 특히 최근에는 젊은 연령층에서 비만환자가 급격히 증가하고 있어 사회적인 문제로 야기될 가능성이 크기 때문에 집중적인 관리가 필요한 실정이다. 비만의 해결을 위해서는 단지 체내 지방조직만이 아닌 다른 대사 관련 조직들과의 상호작용을 통한 에너지 항상성의 조절이라는 차원의 접근이 필요하다(7).

고지혈증은 혈중 중성지방, 콜레스테롤을 비롯한 지질 성분들의 농도가 정상 수치보다 증가되는 상태를 말한다. 주로 식이를 통한 콜레스테롤과 중성지방 과잉섭취, 지단백질 대사 이상에 의해 발생하며, 고콜레스테롤혈증(hypercholesterolemia)

과 고중성지방혈증(hypertriglyceridemia)으로 나눌 수 있다(8). 국민건강영양조사의 통계자료에 따르면 우리나라 30세 이상 성인을 기준으로 고콜레스테롤혈증 유병률이 남자는 2005년 7.2%에서 2014년 13.9%로 증가하였고, 여자는 2005년 8.4%에서 2014년 15.0%로, 남녀 모두 약 2배 가량 증가하였다. 또한, 고중성지방혈증의 유병률도 1998년 10.2%에서 2014년 17.9%로 약 2배 가량 증가하였다고 보고하였다(9). 특히 고콜레스테롤혈증은 허혈성 심질환 및 동맥경화증 등의 심혈관질환의 위험요인으로 보고되고 있다(10). 체내 콜레스테롤 대사는 콜레스테롤 섭취량에 따라 일정하게 조절이 되는데, 그 작용기전으로는 혈중 콜레스테롤의 농도에 따라 간에서 콜레스테롤을 합성하여 혈중에 방출하여 혈중 콜레스테롤 농도를 높이고, 담즙과 함께 십이지장으로 배출시켜 혈중 콜레스테롤의 농도를 낮춰 항상성을 유지하고 있다. 또한, 음식섭취에 따라 들어온 콜레스테롤을 흡수하는 LDL-receptor, 간세포 내에서 콜레스테롤 합성속도 조절효소인 HMG-CoA reductase, 담즙산 생성의 속도 조절효소인 cholesterol 7 α -hydroxylase 등의 조절효소들이 서로 조절하면서 체내 콜레스테롤 농도를 유지하게 된다. 그러나 지속적으로 과량의 콜레스테롤을 섭취하면 체내 콜레스테롤 대사이상을 초래하게 되어 혈중 콜레스테롤의 축적에 의한 죽상동맥경화증, 관상동맥질환 등의 심혈관계 질환의 발생률을 증가시키게 된다(11). 또한, 혈청 콜레스테롤이 1% 저하되면 심장사, 심근경색이 2% 감소되고, 허혈성 뇌졸중의 발병률을 5배정도 감소시킬 수 있다고 보고되어 심혈관계 질환의 예방을 위해서는 혈중 콜레스테롤 수치를 160-180mg/dL인 정상인수치로 유지시켜야 한다(12-14). 고콜레스테롤혈증 개선을 위하여 fibric acid derivatives, bile acid sequestrants(resin), HMG-CoA reductase inhibitor(statin), nicotinic acid, probucol 등의 치료제들이 사용되고 있으나, 이들의 복용에 따른 간과 신장 기능 저하, 지용성 비타민 결핍 등의 부작용을 동반하고 있어 장기적인 복용에 대한 안정성이 떨어진다. 따라서 최근에는 혈청 지질 및 콜레스테롤 농도개선에 효과가 있는 생약이나 식용식물 등 생리활성물질을 함유한 천연식물에서 찾으려는 연구가 활발히 진행되고 있다(15-18).

체내에서 산화적 스트레스(oxidative stress)의 발생으로 인해 활성 산화물과 항산화물질간의 균형이 깨지고, free radical의 2차 생성물인 ROS(reactive oxygen species, 활성산소종)가 세포막 투과성의 변화를 일으켜 DNA, 단백질, 탄수화물, 지질의 손상을 일으키게 된다(19). 비만, 고지혈증은 체내에 각종 지질성분이나 다중 불포화지방산 등이 축적되어 superoxide anion(O₂^{•-}), hydrogen peroxide(H₂O₂),

hydroxy radical(OH·) 등과 같은 활성 산소종(ROS: reactive oxygen species)에 의해 산화가 일어나게 되고, 그 결과 malondialdehyde(MDA)와 같은 지질과산화물로 전환된다(20,21). 지질과산화물은 산화적 스트레스(oxidative stress)를 증가시켜 전체적으로 체내 항산화방어 시스템의 불균형에 이르게 하여 노화, 심혈관계 질환 및 암 등을 유발한다고 보고되었다(22,23). 이러한 지질과산화물과 활성산소의 생성을 감소시키기 위한 체내 항산화 시스템으로 catalase(CAT), superoxide dismutase(SOD)등의 항산화 효소가 있고, glutathione(GSH)등의 항산화제와 식품 속 vitamin A, C, E, flavonoid 및 polyphenol 등의 생리활성 물질들이 있으며, 항산화 효소의 조효소로 작용하는 셀레늄(Se), 망간(Mn), 구리(Cu) 및 아연(Zn)이 있다(24). 따라서 산화적 스트레스의 감소를 위해서는 외부로부터 항산화물질이 충분히 섭취되어야 한다. 합성 항산화제인 BHA(butylated hydroxy anisole), BHT(butylated hydroxy toluene)등은 높은 항산화능과 경제성으로 인하여 널리 사용되어 왔으나 간 비대, 간장 중 microsomalenzyme활성 증가, 독성 및 발암 가능성 등의 문제점이 발견되어(25,26), 합성 항산화제를 대체할 수 있는 인체에 안전하고 우수한 효능을 가진 천연에 존재하는 생물자원에서부터 항산화제를 개발하기 위한 연구들이 수행되고 있다.

초석잠(*Stachys sieboldii* Miq)은 꿀풀과(Labiatae) 석잠풀속(Stachy Linne)의 여러해살이에 속하는 중국의 전통적인 건강채소로서 Chinese artichoke, Japanese artichoke, crosne, knotroot로 불리운다(27). 주로 중국, 일본 및 러시아 등에서 재배되어 오다가 최근 우리나라에서도 치매예방에 효과적인 약용식물로 알려지게 되었으며, 재배방법이 용이하여 재배면적이 점차 증가하고 있는 추세이다(28). 초석잠은 1년생 본초로 잎은 장 타원형이며, 줄기는 직립이고, 꽃은 이삭모양의 작은 꽃을 8월 하순에 개화한다. 뿌리는 가을에 지하에서 3~6cm 정도로 자라는데 형태가 누에모양을 하고 있어 식물의 동충하초라고 불린다. 중국 본초강목에 의하면 기억력을 증진시키고, 뇌경색 및 치매에 효과가 있으며 장을 강화하는 장수채(長壽菜)로서 맛이 달고 독이 없어 옛날부터 애용해 왔다고 기록되어 있다(29). 초석잠의 성분 중 탄수화물은 올리고당인 stachyose에 의해 장속의 유익 세균의 생육을 도와 장의 기능을 촉진하고 면역력강화 및 배변작용 개선 등에 효과가 있다고 보고되었고(30), Yamahara (31)의 연구를 보면 초석잠 잎, 줄기, 뿌리를 각각 추출하여 분석한 결과 항산화 활성, 세포막의 지질과산화물이 억제되어 치매예방과 기억력 개선에 효과가 있다고 하였다. 이외에도 hyarulonidase 억제 활성(32), 항균 효과

(33), 항암 및 면역 효과(29), 항산화 효과(34), 면역거부활성(35) acetylcholine esterase 및 monoamine oxidase 활성 억제 효과(36) 등이 알려져 있다. 이렇듯 초석잠은 다양한 생리활성 효과뿐만 아니라 맛이나 영양가면에서도 기호도에 맞아 새로운 기능성 건강식품의 개발가능성이 큰 식물로 여겨진다. 현재 우리나라에서 초석잠을 식품소재로 이용한 연구는 초석잠을 첨가한 즉석식품 개발(37), 초석잠 분말을 첨가한 두부(38), 초석잠분말을 첨가한 쌀 쿠키(39), 초석잠을 첨가한 식빵(40)으로 초석잠의 식품으로서의 활용이나 생리활성 기능에 관한 연구는 아직까지 매우 미진한 편이다. 건강한 식품을 찾는 추세에 따라 초석잠의 효능과 성분을 밝히고 기능성 식품으로 개발하는 연구는 가치가 있을 것이라 사료된다.

이에 따라 본 연구에서는 초석잠뿌리가 가지고 있는 생리활성 기능과 함께 그 이용 가능성에 관한 연구의 일환으로서 초석잠의 일반성분 및 항산화 효능을 분석하여 초석잠뿌리의 여러 측면에서 기능성 식품소재로 활용될 수 있는 기초 자료를 제공하고자 한다. 또한 초석잠뿌리 분말이 고지방-고콜레스테롤 식이로 비만을 유도한 흰쥐의 혈청, 간, 지방조직 및 대변에서 초석잠뿌리의 지질대사 개선효과와 함께 콜레스테롤 대사와 비만을 억제하는 효과에 미치는 영향을 분석함으로써 콜레스테롤 저하 및 항비만 기능성 소재로서의 가능성에 대해 조사하고자 실시하였다.

제2장 재료 및 방법

제1절 실험재료

본 실험에 사용된 초석잠뿌리 분말은 2016년 7월 경상남도 하동군에서 생산된 것으로 지리산차천지에서 구입하여 사용하였다. 각 실험항목에 대한 시료의 분석은 3회 반복 실시하였다.

제2절 이화학적 성분 및 항산화효과

1. 이화학적 성분분석

가. 일반성분 분석

초석잠뿌리 분말의 일반성분 분석의 방법은 Association of Official Analytical Chemists(A.O.A.C.)방법(41)에 준하여 실시하였다. 수분은 105℃ 상압가열건조법을 사용하였으며, 조단백질은 micro-kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법 그리고 조회분은 회화법을 통해서 분석하였다. 탄수화물의 분석은 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분의 함량을 제외한 값으로 나타내었다.

나. 유리당 분석

유리당 분석은 Gancedo 방법(42)에 준하여 실시하였다. 시료 0.5 g에 80% ethanol 30 mL를 가하여 heating mantle에서 80°C로 5시간 가열하여 추출한 다음 Whatman membrane filter(1 μ m)로 여과시킨 후 여액을 rotary vacuum evaporator에서 감압·농축하고 30 mL로 정용하여 Ion Chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 총 10종의 당(sucrose, maltose, lactose, rhamnose, ribose, mannose, fructose, galactose, xylose, glucose)을 분석하였다. 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operating conditions of Ion chromatography for free sugars

Item	Condition
Instrument	DX-600 (Dionex, USA)
Column	CarboPac TM-PA10 Analytical
Guard	CarboPac TM-PA10
Eluent	18 mM NaOH
Flow rate	0.5 mL/min.
Inj. volume	20 μ L
Detection	ED50 Intergrated Amperometry

다. 구성 아미노산 분석

구성아미노산의 분석은 분해관에서 건조시킨 시료 0.5 g과 6 N HCl 3 mL를 취하였고, 그 후 탈기하여 121°C에서 24시간 가수분해한 다음 남은 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압 농축시켜 sodium phosphate buffer (pH 7.0) 10 mL로 정용하였고(43), 용액 1 mL를 취한 후 membrane filter (0.2 μm)로 여과하였다. 그 다음 아미노산자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia, England)로 정량 분석하였다. 그 결과 총 17종의 아미노산이 검출되었으며, 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Operating conditions of amino acid auto-analyzer

Item	Condition
Instrument	S433-H (SYKAM)
Column	Cation separation column (LCA K07/Li)
Column size	4.6 × 150 mm
Column temperature	57 ~ 74°C
Flow rate	Buffer 0.45 mL/min, reagent 0.25 mL/min
Buffer pH range	3.45 ~ 10.85
Wavelength	440 m and 570 m

라. 지방산 분석

지방산 분석은 Wungaarden의 방법(44)에 준하여 시행하였다. 시료 2 g을 ether 용액으로 추출·여과하여 감압농축시킨 지방질 약 100 mg을 가지형 플라스크에 취하였다. 그리고 1 N KOH·ethanol 용액 4 mL를 섞은 후 유지방울이 없어질 때까지 교반시켜 14% BF₃-Methanol 5 mL를 가한다. 냉각기를 부착하고 80℃에서 5분간 가열하여 methylester화 시킨다. 이 용액에 NaCl 포화용액 3 mL를 첨가한 후 hexane 1 mL를 첨가하여 흔들어서 섞은 후 시험관에 옮겨 정치하였다. 그리고 상층을 분취하여 무수 Na₂SO₄를 넣고 수분을 제거하여 Gas Chromatography (GC-10A, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하여 총 26종의 지방산이 분석되었다. 분석조건은 Table 3과 같다.

Table 3. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids

Item	Condition
Instrument	GC-17A (Shimadzu, Japan)
Column	SP TM -2560 capillary column (100 mm length × 0.25 mm i.d. × 0.25 μm film thickness)
Oven temp.	140℃
Detector	FID detector
Analytic time	80 min/1 sample

마. 유기산 분석

유기산 분석은 Kim 등의 방법(45)에 따라 시행하였다. 마쇄한 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하고 80°C 수조에서 4시간동안 가열한 후 Whatman filter paper (No. 2)로 여과시킨다. 그리고 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압·농축한 다음 증류수 10 mL 정용하여 Ion Chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 분석하여 총 7종의 유기산이 분석되었다. 분석조건은 Table 4과 같다.

Table 4. Operating conditions of Ion chromatography for organic acids

Item	Condition
Instrument	DX-600 (Dionex, USA)
Column	IonPac AS11-HS Analytical, 4-mm
Guard	Ionpac AG11-HS Guard, 4-mm
ELUENT	EGC-KOH Cartridge-38mM KOH
Flow rate	1.0 mL/min.
Inj. volume	10 μ L
Detection	ED50 Conductivity

바. 비타민 분석

비타민 A, C 및 E의 분석은 식품공전법의 시험방법을 기준을 준하여 시행하였다 (46). 비타민 A와 E의 함량은 시료 0.5 g, ethanol 5 mL 및 ascorbic acid 0.1 g 를 취하여 80℃에서 10분동안 가열한 다음 50% KOH 용액 0.25 mL을 첨가하였다. 그리고 같은 온도에서 20분간 가열한 후 hexane 5 mL와 증류수 24 mL를 가하여 1,150× g에서 20분동안 원심분리 하였다. 상정액을 분리한 다음 hexane 40 mL를 가한 후 원심분리하여 상정액을 분리하고 증류수를 가하여 10분간 방치하고 하층부를 제거하였다. 이 과정을 3회 반복 시행한 후 전 용액을 합하여 무수 Na₂SO₄로 탈수하여 rotary vacuum evaporator를 통해 hexane을 3 mL까지 감압·농축시킨 후 HPLC (LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였다. 분석조건은 Table 5와 같다.

비타민 C의 함량은 추출물을 0.2 μm membrane filter를 통해 여과시킨 후 HPLC (Young-Rin Associates, Seoul, Korea)로 분석하였다. 분석조건은 Table 6과 같다.

Table 5. Operating conditions of HPLC for vitamin A and E

Item	Condition
Instrument	LC-10AVP (Shimadzu, Japan)
Column	Shim-pack GLC-ODS (M) 25 cm
Eluent	acetonitrile : 2-propanol = 60 : 40
Flow rate	1 mL/min.
Inj. volume	20 μ L
Detection	Retinol : SPD-10A (UV-VIS Detector 254 nm) Tocopherol : RF-10A (Spectrofluorometric Detector)

Table 6. Operation conditions of HPLC for vitamin C

Item	Condition
Instrument	Young-Rin Associates
Column	Bondapak C ₁₈ (3.9×300 mm)
Mobile phase	0.1% phosphoric acid on water
Detector	UV 210 nm
Flow rate	0.6 mL/min

사. 무기질 분석

무기질 분석은 A.O.A.C.방법(47)에 따라 시행하였다. 시료 0.5 g, 60% HClO₄ 3 mL 및 20% HNO₃ 10 mL를 취하여 투명해질 때까지 가열한 다음, 0.5 M HNO₃로 50 mL를 정용하였다. 분석항목별 표준용액을 혼합한 다음, vial병에 8 mL씩 취하여 표준용액으로 하였고, 0.5 M HNO₃를 대조군으로 하여 원자흡수분광광도계 (AA-6501GS, Shimadzu, Japan)로 분석하였다. 분석조건은 Table 7과 같다.

Table 7. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for minerals

Item	Condition							
Instrument	AA-6501GS (Shimadzu, Japan)							
Lamp Item	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Cu	Na	Zn
Wave length (nm)	422.7	248.3	766.5	285.2	279.5	324.8	330.2	213.9
Current (mA)	10	12	10	8	10	6	10	8
Slit Width (nm)	0.5	0.2	0.5	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5
Lighting Mode	BGC-D ₂	BGC-D ₂	Non-BGC	BGC-D ₂	BGC-D ₂	BGC-D ₂	Non-BGC	BGC-D ₂
Burner height (mm)	7	7	7	7	7	7	7	7
Fuel gas Flow (mL/min.)	2.0	2.2	2.0	1.8	2.0	1.8	1.8	2.0

2. 실험기기 및 시료 추출

가. 실험기기

1. Centrifuge : Combi-514R, Hanil, Inchun, Korea
2. Evaporator : Rotary vacuum evaporator, Eyela, Tokyo, Japan
3. Spectrophotometer : UV-spectrophotometer, Bio-rad, Hercules, USA
4. Deep freezer : MDF-U52V, Sanyo, Osaka, Japan
5. Shaking water bath : JEIO-TEK SWBO3, Inchun, Korea
6. Freeze dryer : ED 8512, Ilshin, yangju, Korea
7. Clinical chemistry analyzer : Fuji Dry-Chem 3500, Fujifilm, Tokyo, Japan

나. 시료추출

초석잠뿌리 분말 100 g을 80% ethanol 1500 mL을 첨가한 다음 환류냉각관을 부착하여 65°C의 Heating mantle(Mtops ms-265 Korea)에서 3시간씩 3회 추출하였다. 그리고 Whatman filter paper(No.2 China)를 이용해 여과한 다음 여액을 40°C 수욕에서 rotary vacuum evaporator(EYELA VACUUM NVC-1100 Tokyo, Japan)를 통해 용매를 제거하고 감압·농축한 다음 동결 건조하여 추출 수율을 구하였다. 시료의 산화방지를 위해서 -70°C에 냉동 보관하였다.

3. 항산화 물질의 함량 측정

가. 총 Polyphenol 함량 측정

초석잠뿌리 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량은 Folin-Denis법(48)에 따라 측정하였다. Test tube에 초석잠뿌리 에탄올 추출물 1 mL와 Folin reagent 2 mL를 넣은 다음 실온에서 3분간 정치하였다. 그 다음 10% Na_2CO_3 2 mL을 첨가하고, 이를 혼합한 다음 30°C에서 40분간 정치하였다. 760 nm의 흡광도에서 UV-spectrophotometer(Bio-rad, Hercules, USA)를 사용하여 측정하였고, 표준곡선은 tannic acid를 기준물질로 이용하여 최종농도가 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/mL가 되도록 작성하였다. 이 검량곡선을 통해 시료 중 총 polyphenol 함량을 구했다.

나. 총 flavonoid 함량 측정

초석잠뿌리 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량은 Davis법을 변형한 방법(53)에 따라 측정하였다. 초석잠뿌리 에탄올 추출물 1 mL에 diethylene glycol 2 mL을 첨가한 다음 1N NaOH 20 μL 을 넣은 다음 37°C water bath에서 1시간 동안 반응시켰다. 그리고 UV-spectrophotometer(Bio-rad, Hercules, USA)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준곡선은 rutin을 기준물질로 이용하여 최종 농도가 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL가 되도록 조제하였다. 이 검량곡선으로부터 시료중의 flavonoid 함량을 구했다.

4. 통계처리

본 실험의 분석결과는 SPSS program(SPSS version 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 통계 분석을 하였다. 3회 이상 반복 실시하여 측정된 평균값과 표준편차로 나타내었고, 통계적 유의성에 관한 검정을 위해 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 통하여 통계처리 하였다.

제3절 *In vivo*에서 지질대사 개선 및 비만 억제효능

1. 실험동물의 사육 및 식이

실험동물은 Sprague Dawley계 5주령 수컷 흰쥐 32 마리를 오리엔트바이오(주)에서 구입하여 조선대학교 실험동물센터에서 1주일 간 고품배합사료로 적응시킨 다음 난괴법(randomized block design)에 의해서 각 처리 군 당 8마리씩 4군으로 나누어 스테인리스 케이지에 1마리씩 분리하여 6주간 사육하였다. 실험군은 Table 8에서와 같이 정상군(N), 고지방-고콜레스테롤 식이군(대조군, HFC), 고지방-고콜레스테롤 식이와 3% 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSL), 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)으로 나누어 실험하였다. 실험에 사용된 식이는 AIN-93 정제식이를 기준(50)으로 변형하여 조제하였고, Table 9와 같다. 고지방-고콜레스테롤 식이군들은 식이 무게의 10%의 라드와 0.1%의 콜레스테롤을 첨가된 식이를 공급하였다. 식이와 물은 제한 없이 공급하였으며, 조명은 12시간 주기(08:00~20:00)로 조절하였고, 사육실 내 온도는 $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 유지하였다. 체중증가율은 최종 체중에서 실험개시 전의 체중을 감하고 실험개시 전의 체중으로 나누어 표시하였으며, 식이효율(feed efficiency ratio, FER)은 사육기간의 체중증가량을 동일 기간의 식이섭취량으로 나누어서 구하였다. 이번 연구의 동물실험은 조선대학교 동물실험유리위원회의 승인을 거쳐 진행하였다. (승인의결번호 : CIACUC2016-A0019)

Table 8. Experimental design

Groups	Diet composition
N ¹⁾	Normal diet
HFC ²⁾	Control diet (High-fat/High cholesterol diet)
HFC-SSL ³⁾	High-fat/High cholesterol diet + SSL
HFC-SSH ⁴⁾	High-fat/High cholesterol diet + SSH

^{1),2)} Modified AIN-93 diet(40).

³⁾ Modified High fat diet + 3% of *Stachys sieboldii* Miq root powder

⁴⁾ Modified High fat diet + 5% of *Stachys sieboldii* Miq root powder

Table 9. Composition of experimental diet

(g/kg)

Diet Composition	Groups ¹⁾			
	Normal diet	HFC	HFC-SSL	HFC-SSH
Casein	200	200	200	200
L-cystine	3	3	3	3
Corn starch	397.486	287.486	257.486	237.486
dextrose	132	132	132	132
Sucrose	10	10	10	10
Cellulose	50	50	50	50
Lard		100	100	100
Soybean oil	70	70	70	70
Cholesterol		10	10	10
Mineral mix ²⁾	35	35	35	35
Vitamin mix ³⁾	10	10	10	10
Choline chloride	25	25	25	25
Tert-butyl hydroquinone	0.014	0.014	0.014	0.014
<i>Stachys sieboldii</i>			30	50
Miq root powder				

¹⁾See the legend of Table 8.

^{2),3)}AIN-93-MX mineral mixture and AIN-93-VX vitamin mixture(40).

2. 실험동물의 처리

실험동물은 사양시험 종료 후 12시간 동안 절식시킨 다음 CO₂로 가볍게 마취하여 단두 절단하고 혈액을 채취하였다. 채취된 혈액을 1,150 ×g에서 20분간 원심분리시킨 다음 혈청을 분리하여 혈청 지질 함량 및 효소 활성 측정용 시료로 사용하였다. 그리고 간과 지방조직을 적출한 후 0.9% 생리식염수로 남아 있는 혈액 및 기타 부착물질을 제거하였고, 여지로 수분을 제거한 다음 중량을 측정하여 효소 활성 저하를 예방하기 위해서 급속 동결하여 -70℃의 deep freezer에 보관하였다.

3. 혈청 효소 활성 측정 및 포도당 함량 측정

혈청 중 alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP) 및 lactate dehydrogenase (LDH) 활성 및 혈청 중 포도당 함량은 혈액생화학적 검사 자동분석기(Fuji Dri-Chem 3500, Fujifilm, Japan)를 이용하여 측정하였다.

4. 혈청 지질 함량 측정

혈청 중 중성지방(TG), 총콜레스테롤(TC) 및 HDL-콜레스테롤의 함량을 측정하기 위해 혈액생화학적 검사 자동분석기(Fuji Dri-Chem 3500, Fujifilm, Japan)를 이용하였다. 그리고 LDL-콜레스테롤의 함량을 구하기 위해 Friedwald식 {총콜레스테롤 - (HDL-콜레스테롤 - 중성지방/5)}(51)을 이용하여 계산하였다. 심혈관계질환 위험도 판정에 사용되는 동맥경화지수(atherogenic index, AI)는 {(총콜레스테롤 - HDL-콜레스테롤) / HDL-콜레스테롤}(52)에 의하여 구하였으며, 심혈관위험지수(cardiac risk factor, CRF)(52)는 {총콜레스테롤/ HDL-콜레스테롤}의 계산식을 통하여 구하였다.

5. 간 조직의 지질 함량 측정

간 조직 중 중성지방과 총콜레스테롤 함량 분석을 위해 먼저 Folch 방법(53)에 따라 간 조직에서 총 지질을 추출하였다. 적출한 간 조직 중 0.1 g을 칭량한 다음 6 mL CHCl_3 -MeOH (2 : 1, v/v)을 첨가하고 냉장상태에서 3일 동안 방치하였다. 방치한 후 H_2O 를 첨가한 다음 $1,900 \times g$ 에서 20분간 원심분리 시킨 후 지질층인 하층부를 취하여 중성지방과 총콜레스테롤의 함량 분석을 위하여 사용하였다. 총콜레스테롤의 함량은 Zlatkis와 Zak의 방법(54)을 통하여 측정하였고, 중성지방 함량은 Biggs 등(55)의 방법을 통하여 측정하였다.

6. 지방조직의 지질 함량 측정

적출한 장간막지방조직과 부고환지방조직은 Folch 등(56)의 방법을 통해 지질을 추출한 다음 간조직의 지질 함량 측정과 동일한 방법으로 중성지방과 총콜레스테롤의 함량을 측정하였다.

7. 분변의 지질 함량 측정

분변은 동물의 희생 전 3일 동안의 것을 수집하여 deep freezer(-70°C)에서 냉동 건조 시킨 뒤 이 중 500 mg을 시료로 채취하여 Folch 등(56)의 방법으로 지질을 추출한 다음 간조직의 지질 함량 측정과 동일한 방법으로 중성지방과 총콜레스테롤의 함량을 측정하였다.

8. 간 조직의 병리조직학적 검사

실험에 이용된 흰쥐의 해부 직후 적출한 간 조직 중 일부를 채취하였다. 이를 4%의 paraformaldehyde 용액에 고정시킨 후, -25°C 의 온도에서 동결절편기(cryostat microtome)를 사용하여 $3\sim 4\ \mu\text{m}$ 두께의 절편을 제작하여 슬라이드에 부착시켜 말렸다. 이것을 oil-red-o로 염색한 후, 수세, 중화 및 탈수단계를 차례로 거친 후 봉입제로 봉입한 후 light microscope 아래에서 관찰하였다.

9. 지방세포의 크기 측정

실험에 이용된 흰쥐의 부고환지방조직의 크기를 일정하게 자른 다음 10%의 formalin으로 고정시켰다. 그리고 파라핀 블록으로 제작한 절편을 만들어 이를 슬라이드로 제작한 다음 다시 hematoxylin and eosin (H&E) 염색액을 사용하여 염색하였다. 이것을 전자현미경을 통해 지방세포의 사진을 찍은 후, Image analyzer 프로그램을 통하여 처리구간에 있는 지방세포를 비교하였다.

10. Reverse transcription-polymerase chain reaction

RNeasy mini kit (QIAGEN, Maryland, USA)를 이용하여 RNA를 분리하였다. 분리된 RNA 1 µg에 oligo (dT) 1 µl(Invitrogen, USA)와 DEPC를 첨가하여 20 µl 으로 혼합한 후, AccuPower RT-premix (Bioneer, Seoul, Korea)에 넣어 42°C에서 60분, 94°C에서 5분간 반응시켜 cDNA를 합성하였다. 합성한 cDNA를 이용하여 ACC(Acetyl-CoA carboxylase), FAS(Fatty acid synthase), G6PDH(glucose 6-phosphate dehydrogenase), CYP7A1(cholesterol 7α-hydroxylase), HMG-CoA(3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A)reductase, LDL(low density lipoprotein)-receptor이 군별로 어떠한 차이를 보이는지 PCR (PCR-preMix, Bioneer, Seoul, Korea)을 통해 확인하였다. PCR조건은 94°C에서 3분, [94°C에서 30초(denaturation), 62°C에서 30초(annealing), 72°C에서 45초(extension)] x 30cycle, 72°C에서 10분, 4°C에서 ∞의 조건에서 실시하였다. PCR 생성물은 2% agarose 겔에서 전기영동을 통해 각 유전자의 발현을 검출하였으며, β-actin은 House-keeping gene 중 하나로서, mRNA level control로 사용하였다. 각각의 PCR product의 크기는 Table 10과 같다.

Table 10. Sequences of primers used for reverse transcription-polymerase chain reaction.

Gene	primers		size (bp)
ACC	Forward	5'-CAACGCCTTCACACCACCTT-3'	96
	Reverse	5'-AGCCCATTACTTCATCAAAGATCCT-3'	
FAS	Forward	5'-GGAAGTGAACGGCATTACTCG-3'	153
	Reverse	5'-CATGCCGTTATCAACTTGTCC-3'	
G6PDH	Forward	5'-GTTTGGCAGCGGCAACTAA-3'	98
	Reverse	5'-GGCATCACCCCTGGTACAACCTC-3'	
CYP7A1	Forward	5'-GCCGTCCAAGAAATCAAGCAGT-3'	306
	Reverse	5'-TGTGGGCAGCGAGAACAAAGT-3'	
HMG-CoA reductase	Forward	5'-GTGATTACCCTGAGCTTAGC-3'	462
	Reverse	5'-TGGGATGTGCTTAGCATTGA-3'	
LDL -receptor	Forward	5'-ATTTTGGAGGATGAGAAGCAG-3'	931
	Reverse	5'-CAGGGCGGGGAGGTGTGAGAA-3'	
β-actin	Forward	5'-GTGGGGCGCCCCAGGCACCAGGGC-3'	540
	Reverse	5'-CTCCTTAATGTCACGCACGATTTC-3'	

11. 통계처리

본 실험에서 얻어진 결과는 SPSS (Statistical Package for Social Science)를 이용하여 통계 분석하였고, 실험군당 평균±표준오차로 표시하였 그룹간의 평균차이에 대한 유의성 검정을 위하여 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 통해 실시하였고, $p < 0.05$ 수준에서 Tukey's test를 이용하여 사후 검정(Post-Hoc test)을 실시하였다.

제3장 실험결과 및 고찰

제1절 이화학적 성분 및 항산화효과

1. 이화학적 성분

가. 일반성분

초석잠뿌리 분말의 일반성분을 분석한 결과는 Table 11과 같다. 건물량 기준(dry matter basis)으로 일반성분 함량은 수분 4.27%, 조단백질 4.62%, 조지방 0.98%, 조회분 15.04% 및 탄수화물 75.09%이었다. Lee 등(38)의 연구에서는 초석잠뿌리의 일반성분 분석결과 수분 5.18%, 조단백질 9.77%, 조지방 0.35%, 조회분 5.78%를 함유되어 있다고 보고하여, 본 연구의 초석잠뿌리와 수분, 조회분 함량은 대체로 유사하였으나, 조단백질과 조지방의 함량은 차이를 보였다. 이는 초석잠의 채취지역, 채취시기, 생육환경 등에 의한 차이가 있을 것으로 사료된다. 열풍 및 동결 건조한 초석잠뿌리의 일반성분을 분석한 결과(57), 열풍건조 초석잠뿌리는 수분 3.11%, 조단백질 14.02%, 조지방 0.64%, 조회분 5.82%, 탄수화물 75.40%였으며 동결건조 초석잠뿌리는 수분 3.83%, 조단백질 15.45%, 조지방 0.93%, 조회분 6.18%, 탄수화물 74.63%로 검출되어, 본 연구의 초석잠뿌리가 수분, 조지방, 조회분 함량이 더 높았고, 탄수화물 함량은 대체로 비슷한 결과를 보였다.

초석잠과 같이 구근이 약용으로 쓰이는 근채류인 고들빼기 뿌리의 일반성분은 수분 4.8%, 조단백질 17.4%, 조지방 3.2%, 조회분 8.7% 및 탄수화물 65.9%로(58), 초석잠뿌리가 고들빼기에 비하여 탄수화물의 함량이 높은 것으로 나타났다. Lee 등(59)의 연구에서 생도라지는 조회분 1.62%, 조지방 1.45%, 조단백질 3.47%, 탄수화물 79.9%, 조섬유 13.56%로 측정되어 초석잠뿌리에 비하여 생도라지 뿌리의 조회

분, 조단백질, 탄수화물의 함량은 높았으나 조지방은 함량이 낮은 것으로 나타나, 초석잠뿌리가 다른 근채류들과 비교해 탄수화물의 함량이 다소 높은 것으로 나타났다.

Table 11. Proximate compositions of *Stachys sieboldii* Miq root.

(%)

Sample composition	<i>Stachys sieboldii</i> Miq root
Moisture	4.27±0.22 ²⁾
Crude protein	4.62±0.42
Crude fat	0.98±0.65
Crude ash	15.04±0.43
Carbohydrate ¹⁾	75.09±1.31

¹⁾Carbohydrate = 100 - (moisture + crude protein + crude fat + crude ash).

²⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

나. 유리당

초석잠뿌리의 유리당 함량은 Table 12와 같다. 총 10종의 유리당을 분석한 결과 sucrose, ribose, mannose, fructose, galactose, xylose, glucose의 7종의 유리당이 검출되었고, maltose, lactose 및 rhamnose는 검출되지 않았다. 초석잠뿌리에서 검출된 유리당 함량 중에서는 sucrose가 976.80 mg%로 가장 높았다. 다음으로 glucose, fructose, galactose, ribose, xylose, mannose 순으로 검출되었으며, 초석잠뿌리의 총 유리당 함량은 1,878.39 mg/100g으로 나타났다. 초석잠과 같은 꿀풀과이면서 구근이 약용으로 쓰이는 단삼의 경우 총 4종의 유리당이 sucrose, glucose, fructose, maltose 순으로 검출되었으며(60), 창포뿌리 건조분말의 주근과 측근에서 5종의 유리당이 검출되어 창포뿌리 주근 건조분말은 sucrose, stachyose, raffinose, glucose, fructose 순이었고, 측근 건조분말에는 sucrose, stachyose, fructose, glucose, raffinose 순으로 검출되었다(61). 하수오는 sucrose, maltose, glucose, fructose 순으로 검출되었으며(62), 울금과 강황(63)은 sucrose, glucose, fructose 순으로 보고되었다. 따라서 구근식물의 유리당은 sucrose가 가장 높은 함량을 차지하고 있는 것으로 보이며, 본 연구의 초석잠뿌리 역시 주된 유리당이 sucrose로 나타나 초석잠뿌리를 이용하여 단맛을 내는 천연감미료로서 개발을 할 수 있으리라 판단된다.

Table 12. Contents of free sugars in *Stachys sieboldii* Miq root.
(mg%)

Free sugars	<i>Stachys sieboldii</i> Miq root
Sucrose	976.80±0.21 ¹⁾
Maltose	N.D.
Lactose	N.D.
Rhamnose	N.D.
Ribose	1.20 ±1.65
Mannose	0.65±2.16
Fructose	35.79±2.33
Galactose	30.52±1.18
Xylose	1.10±0.57
Glucose	832.33±1.10
Total	1,878.39

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

4. 구성 아미노산

초석잠뿌리의 구성 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 13과 같다. 초석잠뿌리의 구성 아미노산은 8종의 필수아미노산과 9종의 비필수아미노산이 검출되어 총 17종의 아미노산이 검출되었다. 총 필수아미노산 함량은 3,261.089 mg%로 그 조성을 보면, threonine의 함량이 가장 높았고, methionine이 가장 낮은 함량을 보였다. 비필수아미노산에 있어서는 감칠맛의 주성분인 glutamic acid의 함량이 4,712.094 mg%로 가장 높았고, cystine이 가장 낮은 함량을 차지하고 있었다. 총 구성 아미노산 함량은 11,079,831 mg%로 glutamic acid, aspartic acid, threonine, arginine, lysine 순으로 나타났다. 이러한 결과는 대표적인 근채류인 연근의 주요 구성 아미노산이 aspartic acid이고, 우영의 대표적인 구성 아미노산이 arginine이라고 보고한 결과와 유사하였다(64). 초석잠과 같이 구근이 약용으로 쓰이는 구릿대 뿌리의 총 구성아미노산 함량은 71.68 mg%로 proline, cystine, glutamic acid 순이었고, 민들레 뿌리의 구성 아미노산 함량은 241.5 mg%로 보고하였다(65). 또한, Shin(66)이 연구한 7월에 채집한 칩뿌리 전체의 총 아미노산 함량은 2,099.9 mg%로 proline, aspartic acid, lysine, glutamic acid, serine순으로 나타나, 본 연구의 초석잠뿌리가 다른 구근식물인 구릿대 뿌리와 민들레 뿌리, 칩뿌리에 비해 구성 아미노산의 함량이 매우 높은 것으로 나타났다.

초석잠뿌리의 필수아미노산은 3,261.089 mg%로 전체 구성 아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 29.433%로 나타났다. Lee 등(67)이 연구한 당귀의 종별 총 아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 한국당귀 36.22%, 일당귀 40.60%, 중국당귀 36.53%로 보고되어, 초석잠뿌리가 더 낮은 것으로 나타났으나, 흔히 약용으로 많이 쓰이는 생도라지와 흑도라지의 총 아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 생도라지와 흑도라지 각각 25.6%, 26.3%로 본 연구결과와 비교하여 비슷한 수준으로 나타났다.

Table 13. Contents of total amino acids in *Stachys sieboldii* Miq root.
(mg%)

Amino acid	<i>Stachys sieboldii</i> Miq root
Essential	
Valine	495.989±6.14
Methionine	40.271±2.47
Isoleucine	306.105 ±5.38
Leucine	472.769 ±5.51
Threonine	606.417±7.10
Phenylalanine	397.317 ±8.17
Histidine	412.983±4.31
Lysine	529.238±4.26
Total EAA ¹⁾	3,261.089
Non-essential	
Aspartic acid	888.948±20.41
Serine	353.515±8.09
Glutamic acid	4,712.094±41.07
Proline	188.835±12.33
Glycine	281.636±8.36
Alanine	404.554±14.38
Tyrosine	376.16±2.12
Cystine	46.425±2.30
Arginine	583.241±22.05
Total AA ²⁾	11,079.831
EAA/AA(%)	29.433

¹⁾Total EAA: Total essential amino acid.

²⁾Total AA: Total amino acid.

³⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

5. 지방산

초석잠뿌리의 지방산 조성은 Table 14와 같다. 초석잠뿌리의 지방산 조성을 보면 포화지방산 13종, 단일불포화지방산 4종, 다가불포화지방산 9종의 총 26종 지방산이 검출되었다. 초석잠뿌리의 구성 지방산 중 포화지방산은 palmitic acid의 함량이 22.97%로 가장 높았고, 다음으로 heneicosanoic acid, stearic acid 순으로 검출되었다. 불포화지방산은 linoleic acid의 함량이 33.76%로 가장 높았고, linolenic acid, oleic acid 순으로 검출되었다. 따라서 초석잠뿌리의 주요 지방산은 linoleic acid, palmitic acid 및 linolenic acid로 나타났다. 연근과 우영의 지방산 함량을 분석한 Han 과 Koo(64)의 연구 결과, linoleic acid 함량이 각각 44.6%, 65.2%로 가장 높았고, palmitic acid, oleic acid, stearic acid 등의 순으로 보고하였으며, 토란의 경우 linoleic acid, palmitic acid, oleic acid, linolenic acid순으로 보고되었다(68). Kim 등(69)의 연구 결과, 엷은 황색 고구마의 조지방 함량 0.56% 중 linoleic acid 64.3%, palmitic acid 17.5%, linolenic acid 9.2%, stearic acid 5.2%순이었고, 자색고구마는 조지방 함량 0.84% 중 palmitic acid 49.9%, linoleic acid 37.3%, linolenic acid 8.5% 및 stearic acid 1.4% 순으로 지방산이 함유하고 있었다. 한국산 마의 경우 긴마와 단마 모두 linoleic acid, palmitic acid, oleic acid, linolenic acid 순으로 보고되었다(70). 따라서 본 연구를 포함한 대부분의 근채류들의 지방산 조성 및 함량 차이는 있지만 palmitic acid와 linoleic acid가 주요 지방산으로 나타나, 총 지방산의 70% 이상을 차지하였다.

Table 14. Compositions of fatty acids in *Stachys sieboldii* Miq root.

(% total fatty acids)

Fatty acid	<i>Stachys sieboldii</i> Miq root
Butyric acid (C4:0)	0.15±0.02 ¹⁾
Caproic acid (C6:0)	0.87±0.03
Luric acid (C12:0)	0.23±0.01
Myristic acid (C14:0)	0.17±0.06
Pentadecanoic acid (C15:0)	0.44±0.06
Palmitic acid (C16:0)	22.97±3.34
Heptadecanoic acid (C17:0)	0.69±0.03
Stearic acid (C18:0)	3.75±1.37
Arachidic acid (C20:0)	0.42±0.05
Heneicosanoic acid (C21:0)	11.16±2.69
Behenic acid (C22:0)	1.11±0.06
Tricosanoic acid (C23:0)	0.09±0.03
Lignoceric acid (C24:0)	0.31±0.08
Saturated	42.35
Palmitoleic acid (C16:1)	0.28±0.02
Oleic acid (C18:1n9c)	3.83±0.06
Erucic acid (C22:1n9)	0.42±0.02
Nervonic acid (C24:1)	0.53±0.13
Monounsaturated	5.05
Linolelaidic acid (C18:2n6t)	0.04±0.01
Linoleic acid (C18:2n6c)	33.76±3.21
cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	0.42±0.31
cis-13,16-Docosadienoic acid (C22:2)	0.41±0.24
Linolenic acid (C18:3n3)	17.12±0.22
γ-Linolenic acid (C18:3n6)	0.16±0.01
cis-11,14,17-Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	0.09±0.03
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.42±0.03
cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid (C22:6n3)	0.18±0.02
Polyunsaturated	52.59
Total	100.00

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

6. 유기산

초석잠뿌리의 유기산 함량은 Table 15와 같다. 총 7종의 유기산이 482.28 mg% 검출되었으며, 이 중 malic acid가 272.08 mg%로 가장 많았고, 다음으로 citric acid 86.67 mg%, formic acid 43.31 mg%, acetic acid 32.34 mg%, lactic acid 22.96 mg%, tartaric acid 16.11 mg%, succinic acid 8.81 mg% 순이었다. 더덕에 서는 유기산이 총 1280.74 mg%로 succinic acid, DL-malic acid, citric acid 순으로 검출되었고, 도라지의 유기산 함량은 총 514.02 mg%로 DL-malic acid, citric acid 순으로 보고되어(71), 더덕과 도라지가 초석잠뿌리에 비해 유기산 함량은 많이 검출되었으나, malic acid, citric acid의 함량이 높게 나오는 점은 유사하였다. 고구마(69)의 경우 malic acid가 370 mg%로 가장 많았으며, tartaric acid 150 mg%, oxalic acid 20 mg% 순으로 보고되었고, 토란(68)의 경우 malic acid가 60% 이상으로 함유하고 있었다. 따라서 본 연구의 초석잠뿌리를 비롯하여 대부분 근채류들은 malic acid가 주요 유기산으로 나타난 점을 확인할 수 있었다.

Table 15. Contents of organic acids in *Stachys sieboldii* Miq root.

(mg%)

Organic Acid	<i>Stachys sieboldii</i> Miq root
Citric acid	86.67±8.14 ¹⁾
Tartaric acid	16.11±4.36
Malic acid	272.08 ±12.03
Succinic acid	8.81 ±3.37
Lactic acid	22.96±8.74
Formic acid	43.31 ±6.37
Acetic acid	32.34 ±3.74
Total	482.28

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

7. 비타민

초석잠뿌리의 비타민 A, E 및 C 함량을 분석한 결과는 Table 16과 같다. 항산화 비타민인 A, E 및 C는 주로 세포의 활성 산소를 제거하여 산화적 스트레스를 완화시키는 영양소이다. 비타민 A, E 및 C를 분석한 결과 비타민 A는 검출되지 않았고, 비타민 E의 함량은 0.001 mg%로 미량 검출되었으며, 비타민 C의 함량은 255.76 mg%로 가장 높게 나타났다. 비타민 C는 수용성 비타민으로 주로 채소나 과일 속에 함유되어 인체 내 생물학적 반응에 관여하는 역할을 하는데 주로 수용성 환경에서 강한 생물학적 환원제로 쓰이는 항산화 기능을 가지고 있고, 비타민 A, E와 함께 자유라디칼 생성을 억제시켜 피부 탄력섬유의 색소 침착과 손상을 억제하는 기능이 있다고 보고되었다(72).. 대표적인 근채류인 황색고구마와 자색고구마의 비타민C 함량은 각각 48.70 mg%, 63.4 mg%로 보고되었고(69), 야콘의 비타민 함량을 보면 비타민 A, C 및 E의 함량은 각각 0.057 mg%, 0.670 mg% 및 0.001 mg%로 보고하였으나(), 비타민 C의 함량은 초석잠뿌리가 월등히 높았다. 비타민C의 급원식품은 주로 과일이나 채소로 알려져 있는데, 특히 함량이 높다고 알려진 감귤의 비타민C 함량은 289 mg%, 딸기 154 mg%, 레몬 70 mg%로(73), 이들과 비교하여 초석잠뿌리의 비타민C 함량이 상당히 높음을 알 수 있다.

Table 16. Contents of vitamin A, C and E in *Stachys sieboldii* Miq root.

(mg%)

vitamin	<i>Stachys sieboldii</i> Miq root
vitamin A	N.D.
vitamin E	0.001±0.00 ¹⁾
vitamin C	255.76±3.28 ²⁾

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

8. 무기질

초석잠뿌리의 무기질 함량은 Table 17과 같다. 총 무기질 함량은 2,315.37 mg%로 8종의 무기질 성분이 검출되었으며, 이 중 K 함량이 2094 mg%로 가장 많이 검출되었다. 다음으로 Ca, Mg 순이었고, Fe, Na, Zn, Cu, Mn의 함량은 미량 함유한 것으로 나타났다. K은 Na, H 이온과 함께 산과 염기 균형에 관여하고, 세포내액에서 Na과 체액의 삼투압과 수분균형을 하는 무기질이다. 이러한 K의 섭취는 고혈압 예방과 치료에 효과적이라고 보고되었다(59). Kim 등(69)이 연구한 결과, 자색고구마의 무기질 함량은 K이 1,200 mg%으로 가장 많이 검출되었고, 다음으로 Mg 120.4 mg%, Ca 98.2 mg% 순이었으며, 황색고구마는 K 1,330 mg%, Mg137.5 mg%, Na 97.5 mg%, Ca 89.3 mg% 순으로 검출되어, 자색고구마와 황색고구마가 초석잠뿌리 와 무기질 조성은 비슷하나, K의 함량은 훨씬 높은 것으로 나타났다. 생도라지와 흑도라지는 각각 K 함량이 1,180.75 mg%, 990.02 mg%로 가장 많이 검출되었고, Ca, Mg 순으로 검출되었으며(59), 야콘(73)은 무기질 조성중 K 함량이 414.56 mg%로 가장 높았고 Na, Ca, Mg순으로 검출되었다. 토란의 경우 K 함량이 591 mg%로 가장 많이 검출되었고, 다음으로 P, Ca, Mg, Na 순으로 보고되었다(68). 국내산 식용 지하 부위 채소 9종의 무기질 성분을 분석한 연구 결과(74)에 의하면 모든 지하 부위 채소에서 K이 가장 많이 함유된 무기질 성분이었고 P, Ca, Mg 순으로 많이 검출되었다고 보고하여, 본 연구 초석잠뿌리의 무기질 조성과도 유사한 것을 알 수 있었다.

Table 17. Contents of minerals in *Stachys sieboldii* Miq root.

(mg%)

Mineral	<i>Stachys sieboldii</i> Miq root
Ca	116.90±13.47 ¹⁾
K	2094.00±11.34
Mg	90.68±7.43
Fe	4.70±2.30
Na	4.58±0.09
Mn	0.53±0.02
Cu	1.01±0.34
Zn	2.97±0.58
Total	2,315.37

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

2. 초석잠뿌리의 항산화 효과

가. 추출수율

초석잠뿌리의 생리활성을 알아보기 위해 시료를 80% 에탄올로 추출하여 감압·농축 한 후 고형분 함량을 3회 반복 측정하여 추출수율로 계산한 결과는 Table 18과 같다.

에탄올은 각종 추출물 제조에 다양하게 이용되는 용매로서 안전성이 높고, 생약류와 식물의 에탄올 추출물에서 높은 항산화력을 보여(75), 본 실험에서도 초석잠뿌리를 80% 에탄올로 추출하여 58.51%의 추출수율을 보였다. Feng 등(76)은 초석잠뿌리를 열수 추출하여 9.21%의 추출수율을 보여, 본 연구에서 더 높은 함량을 나타냈다.

Kang 등(75)이 연구한 각종 생약들의 에탄올 추출수율을 보면, 생송지가 98.11%로 초석잠뿌리 보다 더 높은 수율을 보였으나, 산사자 32.04%, 울금 12.82%, 당귀 12.55%로 보고되었고, 동충하초 10.39%, 가시오가피 15.37%, 단삼 11.93%의 추출수율을 보여(77), 초석잠뿌리의 추출수율이 각종 생약성분들보다 더 높았다.

추출수율이 갖는 의미는 아무리 천연 추출물의 생리활성 효과가 높게 인정된다 하더라도 그 추출수율이 낮으면 경제성이 없어 실질적으로 이용되기 어렵다. 이러한 관점에서 추출수율은 식물 추출물의 산업화를 위해 고려되어야 할 중요한 요인으로서, 그 기준은 현재 국내에서 산업적으로 많이 사용되고 있는 탈지미강 추출물의 추출수율이 7~10%이며(78), 일반적으로 추출수율이 10% 이상이 되어야 경제성이 있다고 알려져 있다(79). 따라서 본 실험의 초석잠뿌리 추출수율은 58.51%로 경제적 측면에서 활용 가능성이 높은 식물 소재라고 생각된다.

Table 18. Yield of 80% ethanol extracts of *Stachys sieboldii* Miq root.

	Extraction yields(%)
<i>Stachys sieboldii</i> Miq root	58.51±0.35 ¹⁾

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

나. 총 polyphenol 함량 분석

본 실험에서는 초석잠뿌리 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량을 측정하기 위해 tannic acid를 기준물질로 사용하였으며, 총 polyphenol 함량은 Table 19에서와 같이 20.44 mg TAE/g 으로 나타났다.

페놀성 화합물은 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가지는데 기타 단순 phenol류, phenolic acid류, phenyl propanol류, quinone류 등을 포함한다(80). 페놀성 화합물의 phenol hydroxyl기는 자유라디칼과 결합하여 안정화된 공명 구조의 phenoxy radical을 형성하여 직접적으로 자유라디칼들을 소거하거나, 항산화 효소와 함께 간접적으로 자유라디칼을 제거하여 항산화 효과, 간 보호 작용, 항암 및 항균 등의 생리활성기능을 가지고 있다(81). 또한 소화관으로 콜레스테롤이 흡수되는 것을 방지하여 혈중 콜레스테롤의 수치를 저하시키는 작용을 하며, 소장 벽으로 지방이 흡수되는 과정에서 지방흡수를 억제하는 기능이 있는 것으로 알려져 있다(82,83). 따라서 식물체가 지니고 있는 페놀 화합물의 함량을 통하여 식물체로부터 천연 추출물의 항산화 활성을 파악하는데 일차적인 자료가 될 수 있다(84). 초석잠에 관한 총 polyphenol 함량을 분석한 선행 연구를 살펴보면, Jung 등(39)의 연구에서 초석잠뿌리 에탄올 추출물의 총 페놀 함량을 측정한 결과 24.58 mg/g으로 본 연구결과와 유사한 결과를 보였다. Baek 등(34)의 연구에서는 14.3 µg/mL였고, Yang MR(37)은 메탄올에서 5.39 mg/g, 에탄올에서는 9.42 mg/g으로 나타났고, Tae(57)는 열풍건조와 동결건조 각각 795.58 mg/100g, 752.89 mg/100g 으로 보고하고 있어 본 실험에서 사용된 초석잠뿌리 추출물의 총 polyphenol 함량이 더 높았다. 이는 polyphenol은 용매가 시료에 비하여 많고, 추출온도가 높아질수록 증가하므로(85), 시료의 추출온도나 추출방법 등의 추출조건에 따른 차이에서 기인한 것으로 판단된다. 지역별로 수집한 인삼뿌리의 페놀화합물의 함량은 풍기, 금산, 음성에서 각각 60.5 mg%, 78.7 mg%, 85.7 mg%로 보고하였으며(86), 생도라지와 흑도라지의 추출용매에 따른 총 polyphenol 함량의 경우 열수추출은 각각 9.84 mg/g, 21.16 mg/g이고, 메탄올추출은 11.89 mg/g, 28.38 mg/g으로 나타났다(87). 또한, 오가피뿌리의 50% 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 2.97 mg/g로 보고하였다(88).

이렇듯 초석잠과 같이 약용으로 쓰이는 근채류들에 비해 초석잠뿌리에서 더 높

은 polyphenol 함량이 검출되었다. 대표적으로 polyphenol이 많이 함유된 녹차 catechin을 흰쥐에게 급여하여 체중, 혈청 총콜레스테롤, 중성지방 및 동맥경화지수를 감소시키고 부고환지방의 세포 수 및 크기의 감소를 유도하여 비만을 억제시키는 효과가 보고되었다(89). 이를 통해 초석잠뿌리에 함유된 polyphenol 성분을 통해 비만을 억제할 것이라 기대한다.

다. 총 flavonoid 함량 분석

본 실험에서는 초석잠뿌리 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량을 측정하기 위해서 기준 물질로는 rutin을 사용하였고, 그 측정 결과는 Table 19에서와 같이 11.51 mg RE/g 으로 나타났다.

Flavonoid는 주로 식물의 잎, 뿌리, 꽃 등에 함유되어 있으며, 담황색 또는 노란색을 띠는 천연 polyphenol 화합물의 총칭으로 자연에서 유리상태로 존재하기도 하지만 주로 rhamnose, glucose, rutiose 등의 당류와 에테르결합을 통해 배당체 형태로 존재하여 활성산소종을 효과적으로 제거한다고 알려져 있다(90). Flavonoid는 독성이 거의 나타나지 않으며 체내에서 항산화작용, 항염증, 순환기계 질환의 예방, 항균 및 항알레르기, 항바이러스, 지질저하 작용, 면역증강 작용 및 모세혈관 강화 작용 등에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(91,92).

Tae(57)는 건조방법에 따른 초석잠뿌리 에탄올 추출물의 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과, 열풍건조와 동결건조 각각 372.29 mg/100g, 357.27 mg/100g 으로 보고하여, 본 연구에서 더 높은 함량을 보였으나, Lee 등(38)이 보고한 결과, 초석잠뿌리의 flavonoid 함량은 221.00 mg/g으로 나타나, 본 연구결과보다 높게 나타났다. 또한, Yang(37)이 보고한 연구결과 초석잠뿌리 메탄올 추출물에서 269.60mg/g, 에탄올추출물에서는 38.51mg/g으로 추출용매마다 차이를 보였다.

Lee와 Lee(93)가 연구한 메탄올 추출 돼지감자 뿌리의 플라보노이드함량이 11.65 mg/g으로 나타났고, 생도라지와 흑도라지의 플라보노이드 함량은 열수추출물에서 각각 2.06 mg/g, 7.94 mg/g, 메탄올 추출물에서 0.53 mg/g, 5.38 mg/g으로 보고하였다(87). Lee 등(94)이 보고한 식물성 식품속 근채류들의 플라보노이드 함량은 풋마늘 4.01 mg/g, 당근 2.54 mg/g, 씬바귀 1.93 mg/g, 생강 1.98 mg/g, 적무 1.31 mg/g로 본 연구의 초석잠의 flavonoid 함량이 다소 높은 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서 초석잠뿌리에는 다른 근채류들과 비교해 높은 함량의 polyphenol 및 flavonoid를 함유하고 있는 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 Feng 등(76)은 초석잠뿌리 추출물에서 rhamnose, glucuronic acid, galacturonic acid, glucose, galactose and arabinose의 다당류를 검출하였고, 검출된 다당류 분획물이 superoxide anion, hydroxyl, ABTS radicals에서 높은 활성도를 보여, 초석잠뿌리의 항산화 효과를 검증했다. 따라서 초석잠 뿌리의 항산화 효과를 통한 기능성 식

물 소재로 활용 가능할 것으로 생각된다.

Table 19. Contents of total polyphenol and Total flavonoid of 80% ethanol extracts of *Stachys sieboldii* Miq root.

	Total polyphenol (mg TAE/g)	Total flavonoid (mg RE/g)
<i>Stachys sieboldii</i> Miq root ¹⁾	20.44±0.72 ²⁾	11.51±0.24

¹⁾*Stachys sieboldii* Miq root 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

²⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

제2절 *In vivo*에서 지질대사 개선 및 항산화 효능

1. 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말의 첨가 수준을 달리하여 6주간 급여한 흰쥐의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율을 비교한 결과는 Table 20과 같다.

흰쥐의 1일 체중증가량은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 정상식이군(N)에 비해 유의적으로 증가하였으며, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 유의적으로 감소하였다. 울금을 고지방-고콜레스테롤 식이를 흰쥐에게 급여한 결과, 울금 분말을 공급한 고지방-고콜레스테롤군이 고지방-고콜레스테롤 대조군에 비해 체중증가량이 감소하는 경향을 보였으며(95), 야콘분말을 4주간 고지방-고콜레스테롤 식이와 함께 흰쥐에게 투여한 결과, 야콘 분말의 첨가수준에 따라 농도 의존적으로 체중이 감소효과를 나타냈다고 보고하여(96), 본 연구 결과와 유사하였다.

식이섭취량은 정상식이군(N)이 가장 높게 나왔고, 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비해 감소하였지만 유의한 차이는 보이지 않았다. 또한, 초석잠뿌리 분말의 첨가에 따른 식이섭취량의 차이는 나타나지 않았다.

식이효율은 에너지 밀도가 높은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 에너지 밀도가 낮은 정상식이군(N)에 비해 유의하게 증가되었으며, 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 감소하는 경향이었고, 특히 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)에서 유의적으로 낮아져 정상식이군(N)과 유사한 결과를 보였다.

본 연구 결과 고지방-고콜레스테롤 식이로 비만이 유도된 흰쥐에서 초석잠뿌리 분말의 첨가로 인해 체중증가량, 식이효율이 감소되었기 때문에 초석잠뿌리 분말은 체중 감소효과가 있는 것으로 생각된다. 특히 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초석잠뿌리 분말(HFC-SSH)의 경우 식이효율이 정상식이군(N)과 유사한 결과를 보여 초석잠뿌리 분말의 첨가 수준이 높아짐에 따른 체중감소효과를 보일 것으로 판단된다. 이러한 결과는 초석잠뿌리에 함유된 비타민C, 무기질, polyphenol 및

flavonoid 등의 생리활성 물질들이 지방대사에 긍정적으로 작용하여 체중감소를 유도한 것으로 판단되며 이에 대한 연구는 더 자세히 이루어져야 할 것이다.

Table 20. Changes in body weight gain, food intake and food efficiency ratio of rats fed the experimental diets

Groups ¹⁾	Body weight gain (g/day)	Food intake (g/day)	FER ²⁾
N	6.43±0.1 ^{3)c4)}	24.06±0.74 ^a	0.27±0.01 ^b
HFC	8.48±0.17 ^a	22.07±0.90 ^{ab}	0.39±0.02 ^a
HFC-SSL	7.58±0.17 ^b	20.71±0.48 ^b	0.37±0.01 ^a
HFC-SSH	7.18±0.17 ^b	23.85±0.56 ^a	0.30±0.01 ^b

¹⁾See the legend of Table 8.

²⁾Values FER(food efficiency ratio) : total weight gain/total food intake.

³⁾Values are mean±S.E. of 8 rats per each group.

⁴⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different($p < 0.05$) between groups by Tukey's test.

2. 간 및 지방조직의 무게

고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말의 첨가수준을 달리하여 6주간 급여한 흰쥐의 체중 당 간 및 지방조직의 무게를 비교한 결과는 Fig. 1, 2 및 Table 21과 같다.

체중 100g 당 간조직의 무게는 Fig. 1에서와 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 정상식이군(N)에 비해 유의적으로 증가하였다. 이는 일반적으로 고지방-고콜레스테롤 식이를 섭취하면 간의 지질대사의 문제를 초래하게 되어 간 조직 내에 콜레스테롤과 중성지질 등이 축적되므로 간의 중량이 증가하고, 간 비대증을 유발한다는 보고(97,98)와 일치하였다. 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 감소하는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다. Kang 등(99)이 연구한 결과, 고지방식을 급여한 대조군이 정상군에 비하여 간 조직 무게가 유의적으로 증가하였고, 고지방-고콜레스테롤 식이를 급여한 흰쥐에게 야콘 분말을 4주간 급여한 결과(96), 야콘 분말을 급여한 군들 모두 고지방-고콜레스테롤식이 대조군에 비해 간 조직 무게가 감소하여, 본 연구 결과와 유사한 결과를 보였다.

일반적으로 비만은 체지방의 증가, 특히 복부지방 함량 또는 내장지방의 증가가 체중의 증가보다 건강의 위해요인으로 작용하므로 대사성 질환을 증가시킨다고 보고되었다(100,101). 체내 지방조직은 백색지방과 갈색지방으로 구분되는데 백색지방은 주로 소모되지 않은 잉여 에너지를 저장하고, 피하나 내장주위 등 몸 전체에 분포한다. 반면, 갈색지방은 모세혈관과 신경이 분포해 있으며, 많은 수의 미토콘드리아를 함유하고 있어 열을 생산하는 기능을 하고 목, 겨드랑이, 심장 등에 위치한다. 비만환자에게서 갈색지방은 매우 극소량 존재하지만 백색지방의 증가가 큰 문제가 된다(102). 따라서 백색지방 조직에 해당하는 부고환지방, 장간막지방, 등지방 및 신장주위지방조직의 무게를 분석하였다.

부고환 지방조직의 무게를 분석한 결과는 Table. 21에서와 같다. 체중 100g 당 부고환지방조직의 무게는 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 가장 높았으며, 초석잠뿌리 분말을 첨가로 무게가 감소되는 경향이 있었으나 실험군들 간에 유의한 차이는 없었다. 장간막지방조직과 등지방조직의 무게는 지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 정상식이군(N)에 비해 유의적으로 증가하였고, 고지방-고콜레스테롤 식이

와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 유의적인 차이로 감소하였다. 신장주위지방조직의 무게는 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 감소하는 경향이었으나 실험군들간에 유의한 차이는 없었다.

부고환지방, 장간막지방, 등지방 및 신장주위지방조직의 무게를 더한 총 지방조직 무게는 Fig 8에서와 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 정상식이군(N)에 비해 유의한 차이로 증가하였으나, 초석잠뿌리 분말의 첨가로 인하여 무게가 감소되는 경향을 보였으며, 특히 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)은 정상식이군(N)과 비슷한 수준으로 감소하였다.

본 연구결과 초석잠뿌리 분말의 급여를 통해 고지방-고콜레스테롤 식이로 증가된 간 및 지방조직의 무게가 감소되어진 효과가 관찰되었다. 따라서 초석잠뿌리 분말을 통해 고지방-고콜레스테롤 식이로 유도된 비만 흰쥐의 간 조직 지방 축적을 억제되었고, 체내 지방대사에 긍정적인 영향을 미쳐 지방 축적을 감소시켜 대사성 질환 예방효과 및 복부비만 억제효과도 있을 것으로 사료된다.

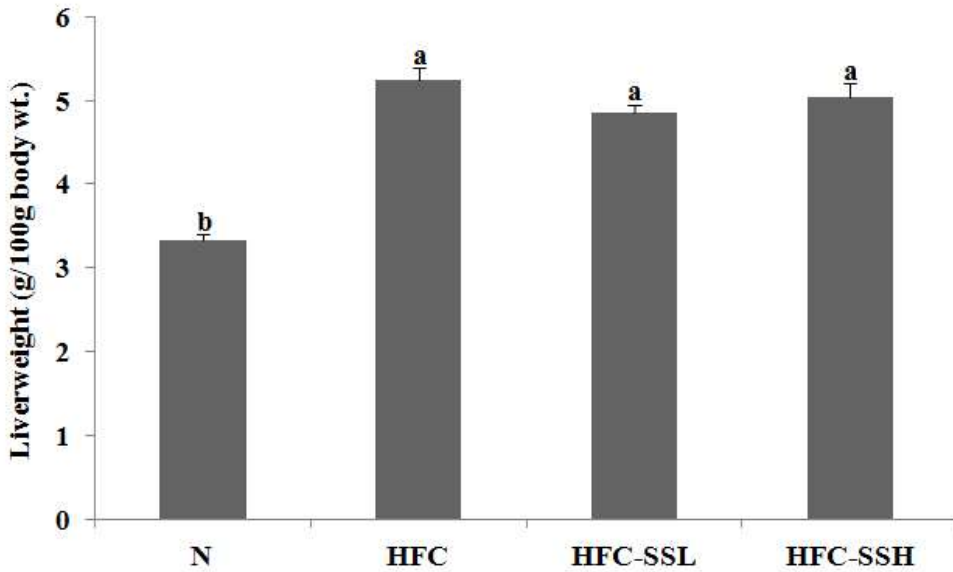


Fig. 1. Liver index of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Liver index: liver weight/100g body weight.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

Table 21. Weights of Epididymal, Mensenteric, Retroperitoneal and perinental adipose tissues in rats fed the experimental diets

(g/100g body wt.)

Groups ¹⁾	Epididymal AT	Mensenteric AT	Retroperitoneal AT	Perinental AT	Total AT
N	1.23±0.05 ^{2)NS3)}	0.66±0.02 ^{c4)}	1.94±0.05 ^c	0.59±0.04 ^{NS}	4.41±0.14 ^c
HFC	1.28±0.04	0.89±0.01 ^a	2.54±0.04 ^a	0.72±0.04	5.43±0.09 ^a
HFC-SSL	1.27±0.1	0.82±0.04 ^b	2.29±0.11 ^b	0.72±0.02	5.10±0.17 ^{ab}
HFC-SSH	1.25±0.02	0.77±0.02 ^b	2.22±0.09 ^b	0.60±0.07	4.84±0.14 ^{bc}

¹⁾See the legend of Table 8.

²⁾The results are mean±S.E. for 8 rats in each group.

³⁾NS: not significantly different among groups.

⁴⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different($p<0.05$) between groups by Tukey's test.

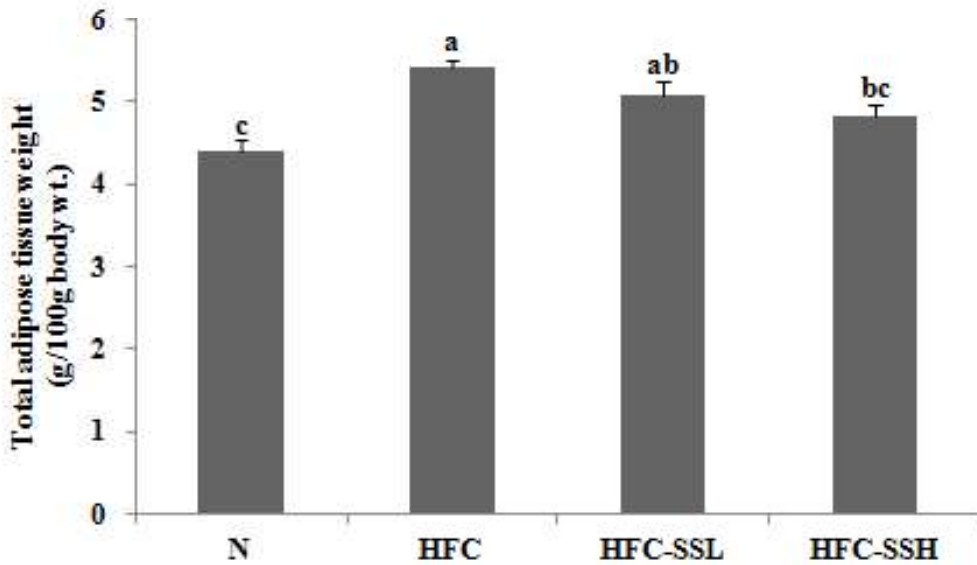


Fig. 2. Total adipose tissue weight of rats fed high fat diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8. Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

3. 혈청 중 ALT, AST, ALP 및 LDH 활성

고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말의 첨가수준을 달리하여 6주간 급여한 흰쥐의 혈청 중 ALT(alanine aminotransferase), AST(aspartate aminotransferase), ALP(alkaline phosphatase) 및 LDH(lactate dehydrogenase) 활성을 측정한 결과는 Fig. 3~6과 같다.

혈청 중 ALT 활성 및 AST 활성은 Fig. 3, 4와 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 정상식이군(N)과 비교하여 유의적인 증가를 보였으며, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 첨가수준에 따라 유의하게 저하되었다. Kwon과 Nam(103)이 연구한 결과, 1% 고콜레스테롤 식이에 의해 혈청 ALT와 AST 활성이 기초식이군에 비해 증가하였다고 보고하여, 본 연구와 유사한 결과를 보였다. ALT 및 AST는 간세포에 다량 존재하는 효소로 약물이나 스트레스 등으로 간세포에 장애가 발생하여 간세포가 파괴되면서 혈액 중으로 방출이 향진되어 나타나게 되므로 간 손상의 지표로 활용되고 있다. 비만의 경우 간 조직에 지방이 축적되어 지방과산화물이 생성되므로 간 조직에 손상이 생기면서 ALT와 AST 효소의 활성이 증가된다고 알려져 있다고 보고하였는데(104), 본 연구에서도 고지방-고콜레스테롤 식이로 인해 혈청 ALT와 AST 활성이 유의하게 증가하는 결과를 보였다.

혈청 중 ALP 및 LDH활성은 Fig. 5, 6과 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 정상식이군(N)에 비해 유의하게 증가하였다. 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 감소하였으며, 특히 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 유의하게 감소되었다. 혈청 ALP 활성은 고지혈증과 합병증, 간 조직이나 담관계폐쇄 및 간질환의 경우에 증가되는 효소로서, 간세포 장애가 고도로 진행되면 ALP 활성이 높아져 간장에서 담즙산 배설작용에 장애가 발생하게 되므로 혈청 콜레스테롤 농도가 상승하는 것으로 알려져 있다(105). 또한, LDH 활성은 고콜레스테롤혈증의 발생과 간장에 지방이 축적되어 담즙분비 장애에 의해 기인된 것으로 알려져 있으며(105), 혈청 ALT와 LDH 효소들의 활성이 모두 높으면 임상적으로 급성 심근경색, 간장

및 신장에 급성염증이 발생하는 것으로 알려져 있다(106).

일반적으로 간장내로 식이 중 과량의 중성지방 및 콜레스테롤이 유입되면 지질 수용체인 apoprotein과 결합하여 lipoprotein형태가 되어 배출되지 못하고 지방간 및 간세포에 손상을 입히는 것으로 알려져 있다(107). 따라서 본 연구에서도 고지방-고콜레스테롤식으로 증가된 AST, ALT, ALP 및 LDH 활성이 초석잠뿌리 분말의 급여로 감소하는 경향을 보여, 초석잠뿌리 분말이 혈청 및 간의 지질대사를 개선시키고 간세포의 장애를 지연시켜 간 기능의 회복 및 유지에 긍정적인 효과를 가져올 것이라 생각한다.

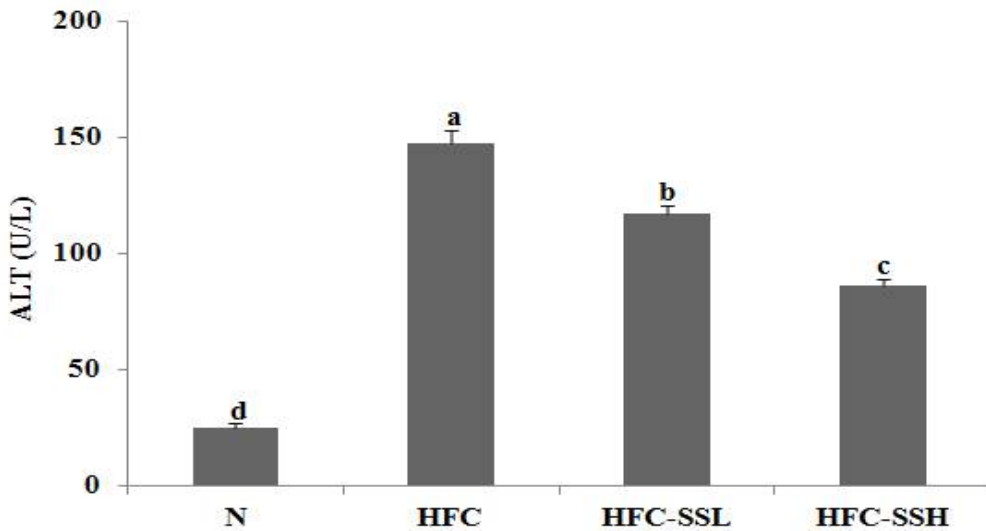


Fig. 3. Serum activity of ALT in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

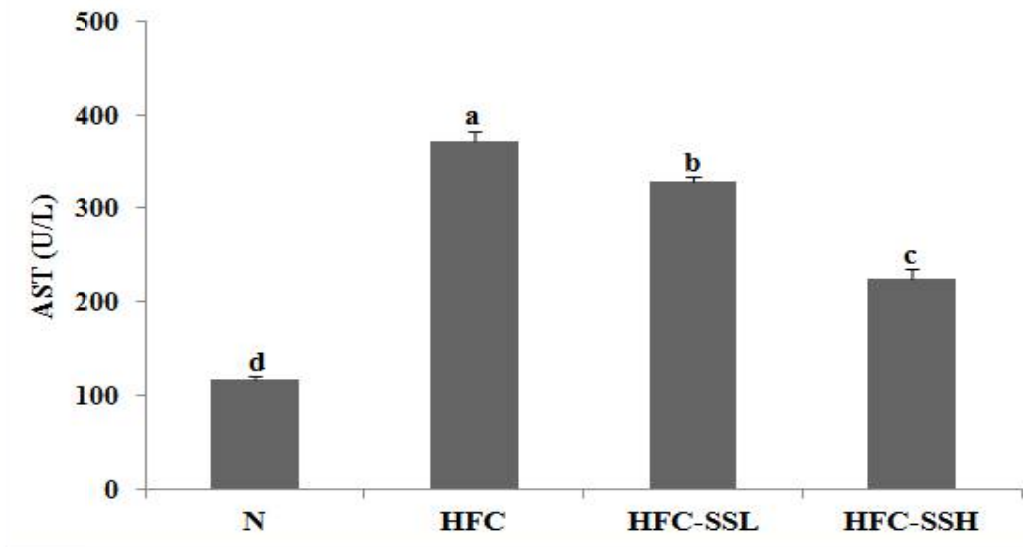


Fig. 4. Serum activity of AST in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

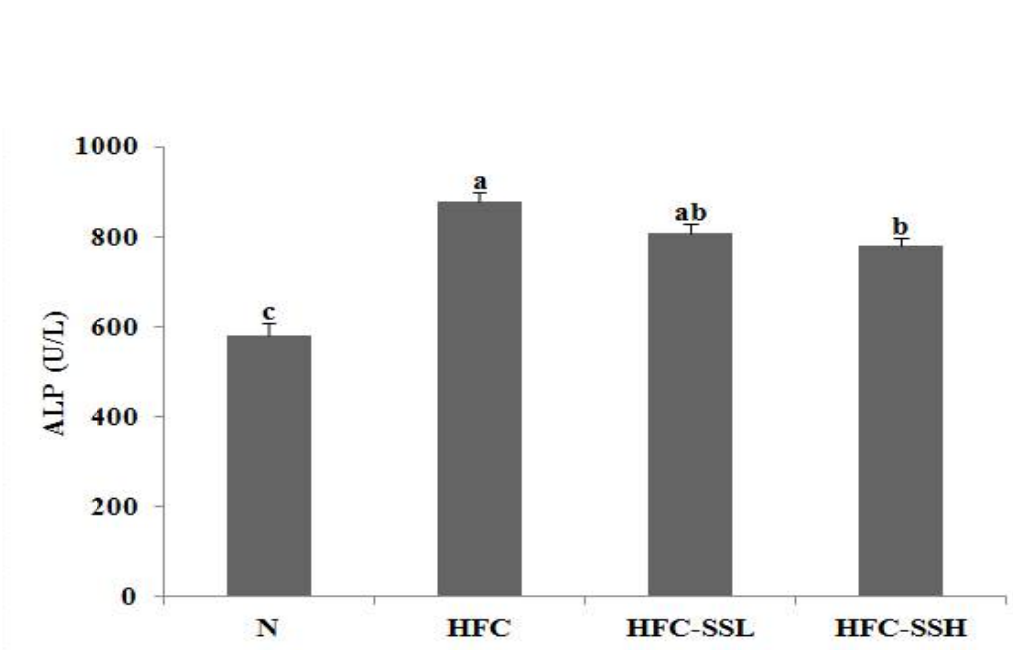


Fig. 5. Serum activity of ALP in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

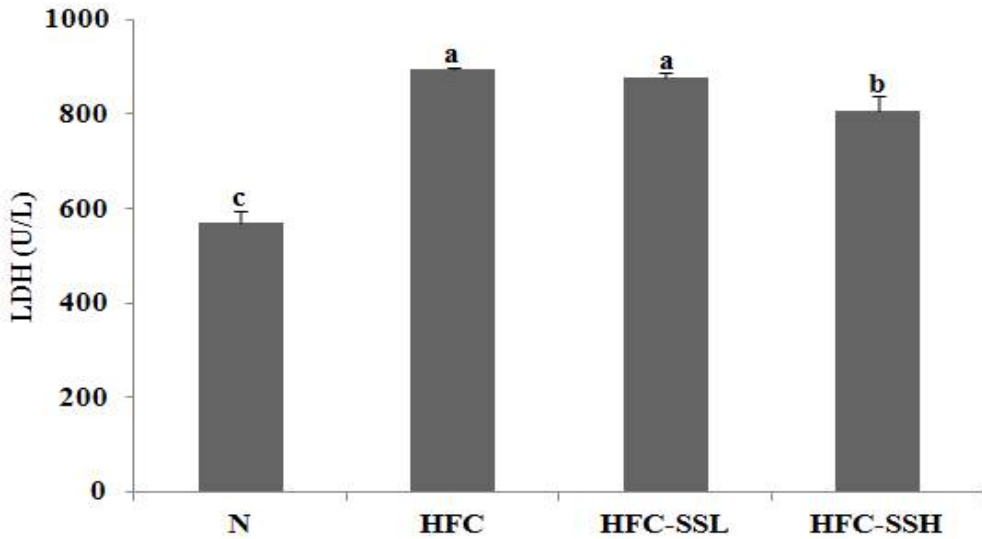


Fig. 6. Serum activity of LDH in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

4. 혈청 중 포도당 함량

고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말의 첨가수준을 달리하여 6주간 급여한 흰쥐의 혈청 중 포도당 함량을 측정한 결과는 Fig. 7과 같다.

혈청 중 포도당 함량 결과, 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비해 유의적으로 증가하였다. 이는 Kim(108)의 연구에서 흰쥐의 혈장 포도당 농도가 고지방식을 급여한 대조군이 정상식이군에 비해 높은 경향을 보였으며, Park 등(109)도 고지방식이군이 정상식이군에 비해서 포도당 농도는 높았다고 보고한 결과와 유사하였다. 또한, Kang과 Kang(110)의 연구에서 흰쥐의 혈청 중 혈당은 식이에 0.5% 콜레스테롤을 첨가하였을 때 유의적으로 증가하였다고 보고하였다. 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 감소하는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다.

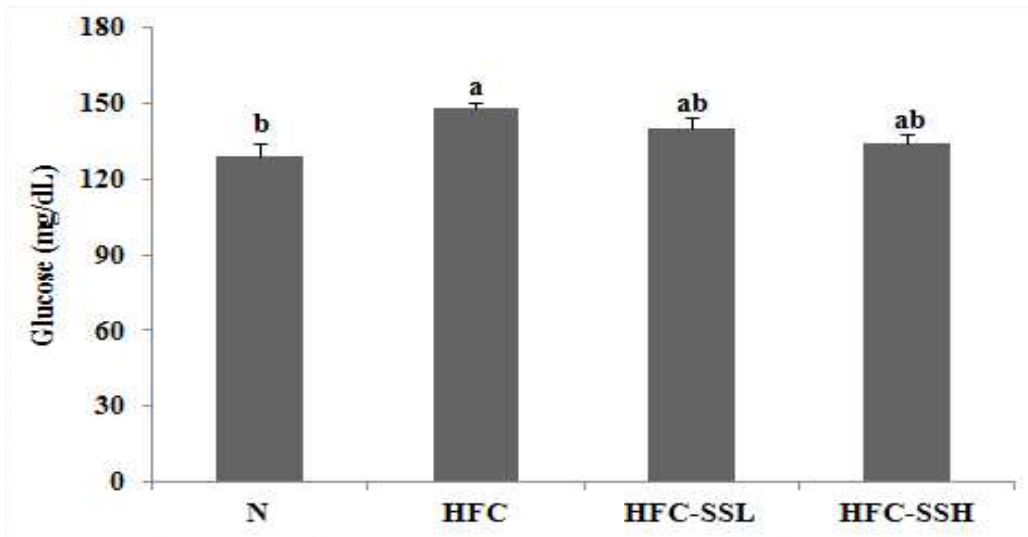


Fig. 7. Contents of glucose in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks
 Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

5. 혈청 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량

고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말의 첨가수준을 달리하여 6주간 급여한 흰쥐의 혈청 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량 변화는 Fig. 8과 같다.

혈청 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량을 비교해 보면 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비해 유의적으로 증가하였다. 이는 고지방-고콜레스테롤 식이로 인해 피하지방의 지방산과 간세포 내 지방산합성 및 chylomicron remnant중 중성지방에서 가수분해 된 지방산 등이 요인이 되어 혈청 중성지방이 증가되었다고 보고한 결과(111)와 일치하였고, Kim 등(112)의 연구에서도 혈청 중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량이 정상대조군에 비해 고콜레스테롤군이 유의하게 증가하는 결과를 보여 본 실험결과와 유사하였다.

고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 유의적으로 감소하였으나, 첨가수준에 따른 유의한 차이는 없었다. Byun과 Seo(113)는 8주 동안 고지방식이 흰쥐에게 도라지분말을 급여한 결과, 혈청 중 중성지방 함량 및 혈청 총콜레스테롤의 함량이 도라지분말 급여에 따라 유의적으로 낮게 나타났으며, Han 등(114)은 6주간 고지방 식이를 급여한 흰쥐에게 더덕물 추출물을 투여한 결과, 고지방식이에 의해 증가된 혈청 중의 중성지방 함량과 총콜레스테롤의 함량은 더덕물 추출물 투여에 의해서 유의적으로 감소되었다.

혈청 중 중성지방 함량의 저하효과는 관상심혈관계 질환의 위험률을 감소시키고, 혈청 중 콜레스테롤 함량은 심장순환기계 질환의 주요 위험인자로 알려져 있다(115,116). 따라서 본 연구 결과 고지방-고콜레스테롤 식이를 급여한 흰쥐의 혈청 중성지방과 총콜레스테롤 함량이 초석잠뿌리 분말의 첨가로 저하되는 결과를 가져와, 초석잠뿌리 분말이 혈청 지질대사 개선뿐만 아니라 고지혈증 예방에도 효과적일 것으로 사료된다.

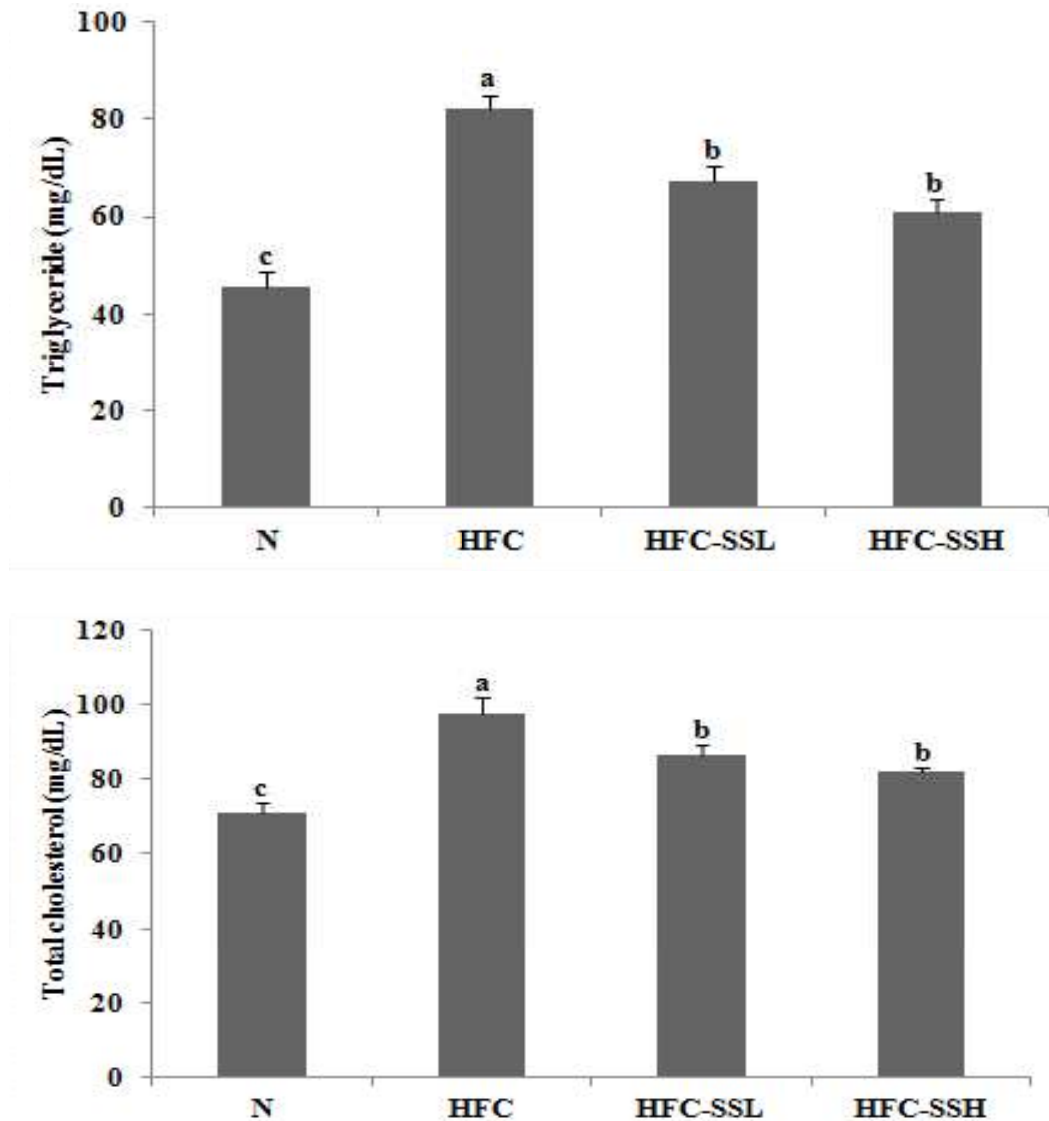


Fig. 8. Contents of triglyceride and total cholesterol in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

6. 혈청 중 HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 함량, 동맥경화 지수 및 심혈관위험지수

고지방-고콜레스테롤 식이와 초식잡뿌리 분말의 첨가수준을 달리하여 6주간 급여한 흰쥐의 HDL-콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤의 함량, 동맥경화지수(atherogenic index, AI) 및 심혈관위험지수(cardiac risk factor, CRF)의 변화를 비교한 결과를 보면 Fig. 9~12와 같다.

HDL-콜레스테롤은 콜레스테롤을 말초 조직으로부터 간으로 운반하여 혈중 콜레스테롤을 제거한다. 따라서 혈중 HDL-콜레스테롤의 농도가 증가되면 동맥경화증을 예방할 수 있으나, 농도가 감소되면 관상동맥질환 발생률이 높아진다(117). 반면, LDL-콜레스테롤은 중성지방을 운반하여 동맥벽에 축적시키고, 동맥혈관 내막 지단백질 가운데 콜레스테롤을 작용시키게 되므로 LDL-콜레스테롤의 농도가 증가되면 동맥경화 및 관상동맥 심질환의 발생위험률이 높아지게 된다(118).

혈청 중 HDL-콜레스테롤 함량 수준을 비교해 보면 Fig 9와 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비하여 유의하게 감소되었다. 이는 고콜레스테롤 식이를 급여하면 장내에서 콜레스테롤의 이용률이 저하되고, 이화작용과 배설을 위해 말초조직에서 간으로 운반이 항진되므로 혈중 총콜레스테롤 함량은 증가되고 HDL-콜레스테롤의 함량이 감소하는 것으로 보고되었다(111). Lee 등(119)의 연구에서도 HDL-콜레스테롤 함량은 고콜레스테롤 식이군이 정상식이군에 비해 유의하게 감소하여 본 연구결과와 유사하였다. 고지방-고콜레스테롤 식이와 초식잡뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 증가하는 경향이었으나 유의한 차이는 없었다.

혈청 중 LDL-콜레스테롤 함량은 Fig. 10과 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비해 유의적으로 증가하였고, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초식잡뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 유의적으로 감소하였다.

Byun과 Seo 등(113)이 연구한 결과를 보면 HDL-콜레스테롤의 함량은 고지방식이대조군에 비해 도라지분말 급여에 따라 유의하게 증가하였고, LDL-콜레스테롤의 함량은 도라지분말 급여에 따라 유의한 차이로 낮게 나타났다. 고콜레스테롤혈증 유발 식이를 흰쥐에게 6주간 연근 에탄올 추출물을 급여한 결과, HDL-콜레스테롤

의 함량은 연근 에탄올 추출물 투여로 유의한 차이는 없었지만 용량 의존적으로 증가했고, LDL-콜레스테롤은 연근 에탄올 추출물 투여에 따라 유의적인 감소효과를 나타내어(120), 본 연구와 비슷한 경향을 보였다.

동맥경화지수(AI)는 혈액 중 HDL-콜레스테롤에 대한 중성지방의 함량비를 대표하는 값으로 동맥경화에 대한 위험 신호로 사용하는데, 임상에서 7.0 이상의 값이 나오면 위험수치로 인지된다(121). 심혈관위험지수(cardiac risk factor, CRF)는 HDL-콜레스테롤에 대한 총콜레스테롤의 함량비를 나타낸 값으로 동맥경화지수와 더불어 심혈관계질환에 대한 위험신호로 사용하는데, 임상에서는 산출값이 7.0이상이 나오면 위험수치로 인지된다(122). 동맥경화지수 및 심혈관위험지수는 Fig. 11, 12에서와 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비해 유의적으로 증가하였으며, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초식잡뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 감소하는 경향이었고, 특히 고지방-고콜레스테롤 식이와 5%초식잡뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)에서 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 유의적으로 감소하는 결과를 보였다. Yoo 와 Shin(123)은 고지방식이로 유도된 마우스에게 5주 동안 마추출물을 투여한 결과 동맥경화지수(AI)와 심혈관위험지수(CRF) 모두 정상식이 대조군이 고지방식이대조군에 비해 증가하였으며, 마추출물을 마우스에게 경구 투여함에 따라 심혈관지수가 유의적으로 감소했다고 하였다. 고지방-고콜레스테롤 식이와 야콘 분말의 첨가 수준을 달리하여 4주간 급여한 흰쥐의 경우 야콘 분말 첨가에 따라 동맥경화지수(AI)와 심혈관위험지수(CRF) 모두 유의하게 감소되었다고 보고하였고(96), 고지방식이와 20% 도라지분말 첨가식을 8주간 급여한 흰쥐의 동맥경화지수(AI)는 도라지분말 급여군이 고지방식이대조군에 비하여 약 1/2 수준으로 많이 감소하였다고 나타나(113) 초식잡과 같이 근채류에서 동맥경화지수(AI)와 심혈관위험지수(CRF)의 저하효과가 있음이 확인되었다.

본 연구결과 초식잡뿌리 분말의 급여로 인해 고지방-고콜레스테롤 식이로 감소된 혈중 HDL-콜레스테롤 함량은 증가되고, 증가된 혈중 LDL-콜레스테롤 함량과 동맥경화지수 및 심혈관위험지수를 감소시킨 것으로 보인다. 따라서 초식잡뿌리가 혈청의 지질 대사를 개선하는 역할을 하여 동맥경화, 고지혈증 등 심혈관계질환의 발생률을 감소시키는 예방 효과가 있는 것으로 사료된다.

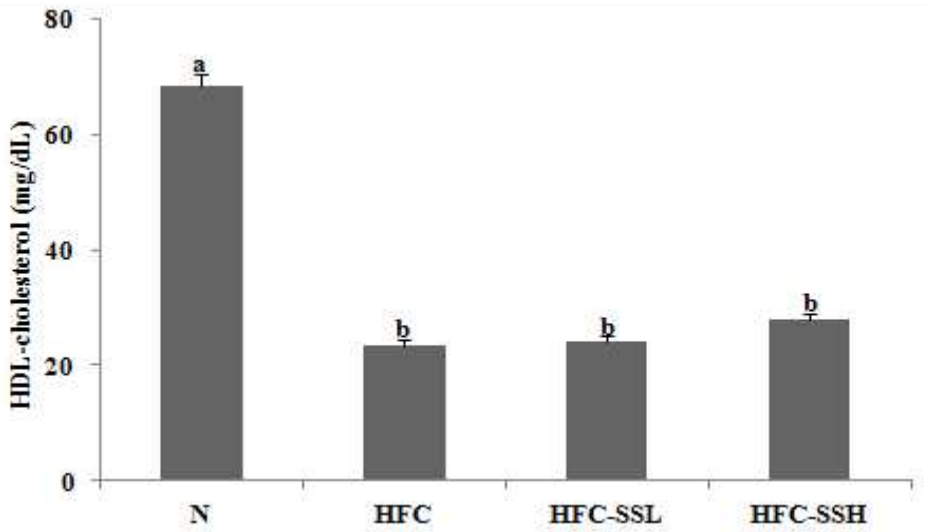


Fig. 9. Contents of HDL-cholesterol in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

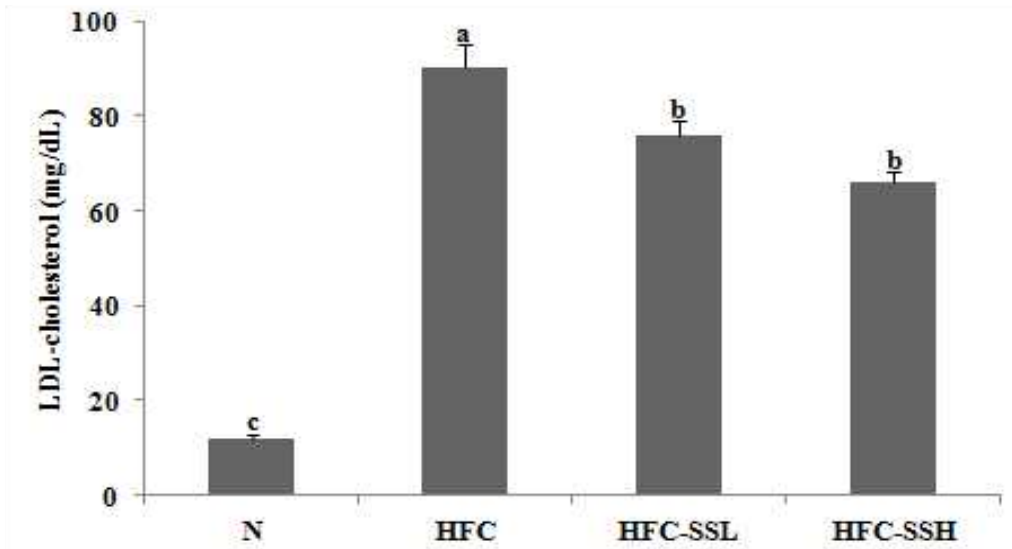


Fig. 10. Contents of LDL-cholesterol in the rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

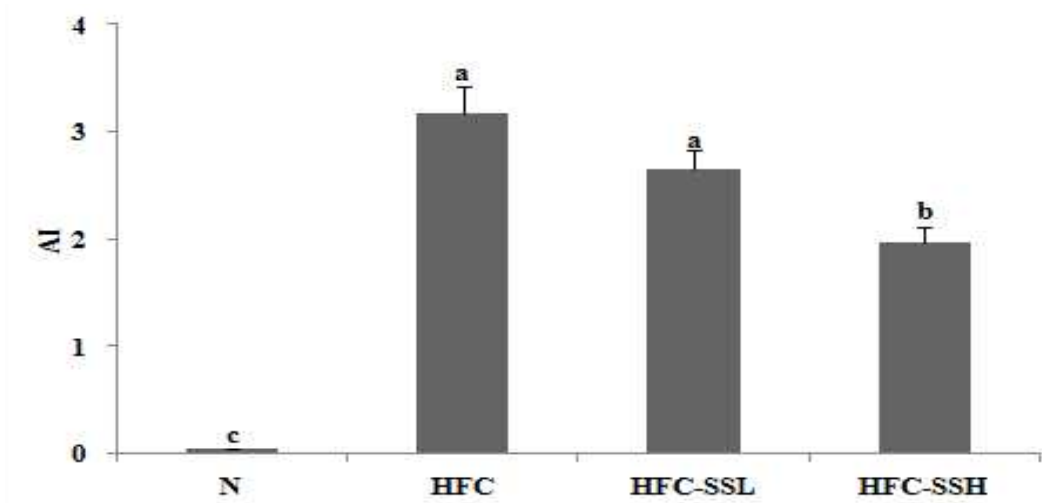


Fig. 11. Atherogenic index of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

AI: atherogenic index.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

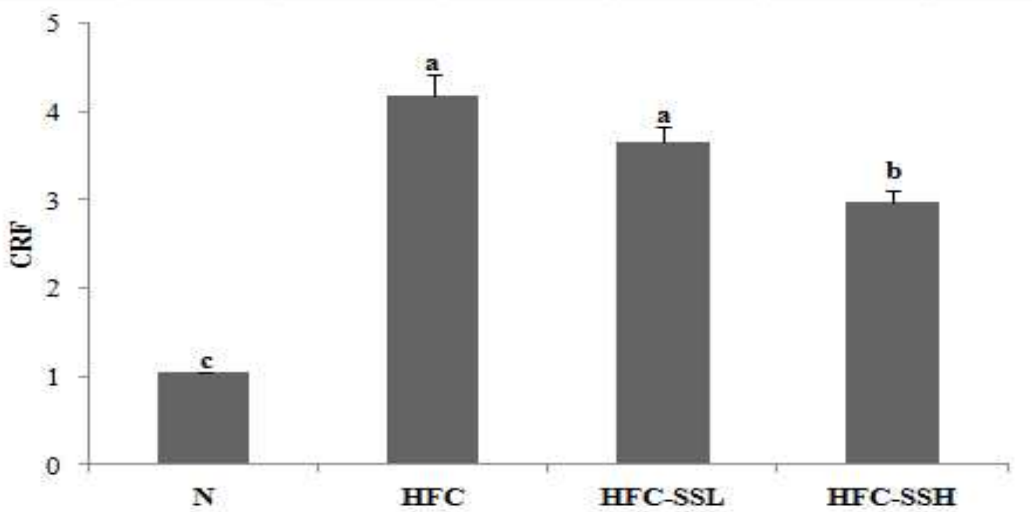


Fig. 12. Cardiac risk factor of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

CRF: cardiac risk factor.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

7. 간 조직 중 총 지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량

고지방-고콜레스테롤 식이와 초식잡뿌리 분말의 첨가수준을 달리하여 6주간 급여한 흰쥐의 간 조직 중 총 지질, 중성지방 및 총 콜레스테롤 함량 변화는 Fig. 13~15와 같다.

간조직 중 총 지질의 함량은 Fig. 13과 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비해 유의적으로 증가하였으나, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초식잡뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)과의 유의적인 차이는 없었다.

간 조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤의 함량은 Fig. 14, 15와 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비하여 유의적으로 증가하였다. 간은 지방대사가 일어나는 주요기관으로 중성지방은 간에서 합성되어 VLDL 내로 들어가게 되는데 고지방-고콜레스테롤 식이로 인하여 간에 중성지방이 축적되므로 VLDL이 혈장으로 방출하지 못하게 되어 중성지방의 함량이 증가한다고 보고하였다(110). 또한, 콜레스테롤을 합성하고 조절하는 역할은 주로 간에서 일어나는데, 간은 콜레스테롤을 담즙산의 형태로 소장으로 분비하고 식이로 섭취한 지질 및 콜레스테롤과 결합하여 간으로 재흡수되는 장간순환(entro-hepatic circulation)과정을 통하여 체내 콜레스테롤 양을 조절하고 합성하는데 고콜레스테롤 식이를 급여하게 되면 체내 콜레스테롤의 축적효과가 간에서 이루어지는 합성 조절기능보다 LDL-receptor 생성의 감소와 LDL-콜레스테롤에 대한 제거기능이 저하되어 간 내에 LDL-콜레스테롤의 유입이 높아져 총콜레스테롤의 함량이 증가하는 것으로 보고하였다(124-126). 따라서 고지방-고콜레스테롤 식이로 인하여 체내 지질대사 이상이 초래되어 간조직의 중성지방과 콜레스테롤의 함량이 증가되는 것으로 보인다. Kang 과 Kang(110)의 연구에서도 고콜레스테롤 식이를 급여한 흰쥐의 간 조직 내 중성지방과 콜레스테롤 함량을 분석한 결과 고콜레스테롤 식이군이 기본식이군에 비하여 중성지방과 콜레스테롤 함량도 증가한다고 하여, 본 연구결과와 일치하였다. 고지방-고콜레스테롤 식이와 초식잡뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)의 간 조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤의 함량은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 유의적으로 감소하였으나 초식잡뿌리 분말 첨가수준에 따른 유의차는 없었다. 단삼을 고지방식으로 고지혈증을 유발한 흰쥐에게 4주간 급여하여 간 조직 내 중성지방과 총콜레스테롤 함량을 비교한 결과를 보면 단삼투여 실험군들

이 대조군에 비하여 감소하는 경향은 있었으나 유의성은 없었고, 총콜레스테롤의 함량은 대조군이 단삼투여 실험군과 유의성이 없이 비슷한 결과를 보였다고 하였다(127). 고콜레스테롤혈증 유발식을 급여한 흰쥐에게 6주간 연근 에탄올 추출물을 투여한 결과(120), 간 조직 중 중성지방 함량은 연근 에탄올 추출물 투여로 인해 유의한 차이는 없었지만 용량 의존적으로 감소되었으며, 총콜레스테롤의 함량은 연근 에탄올 추출물 투여 용량이 증가할수록 감소하는 경향을 보여, 본 연구결과와 유사한 결과를 보였다.

본 연구결과를 보면, 고지방-고콜레스테롤 식이로 인해 증가된 간 조직 중에 있는 중성지방 및 총콜레스테롤 함량이 초석잠뿌리 분말의 첨가로 인해 유의하게 감소되었다. 이는 본 연구에서 살펴본 혈중 중성지방 및 총콜레스테롤 함량이 초석잠뿌리 분말의 급여에 따라 감소된 결과와 일치하였다. 따라서 초석잠뿌리 분말의 급여는 체내에서 지질대사 조절의 기능이 있는 것으로 보이므로 지방간 및 고지혈증 개선에 도움을 줄 것으로 사료된다.

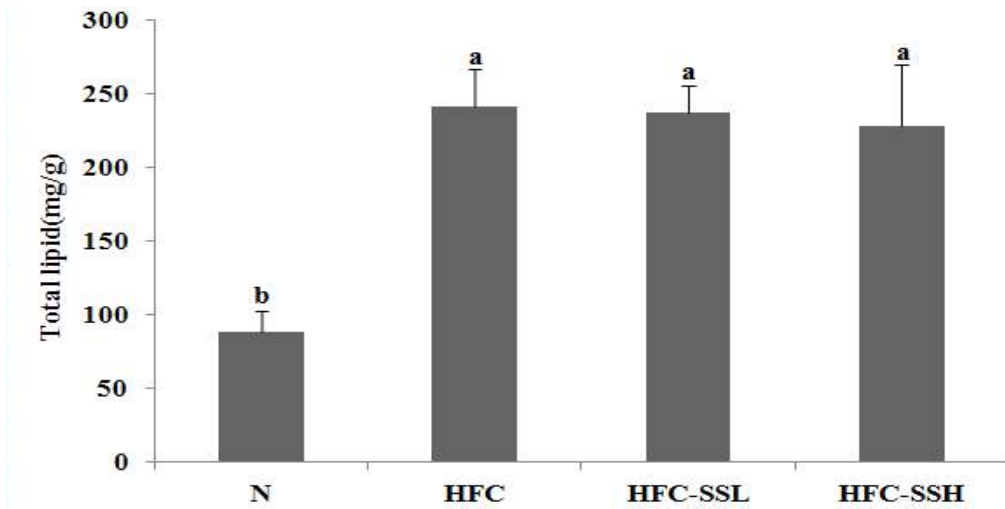


Fig. 13. Contents of total lipid in the liver of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

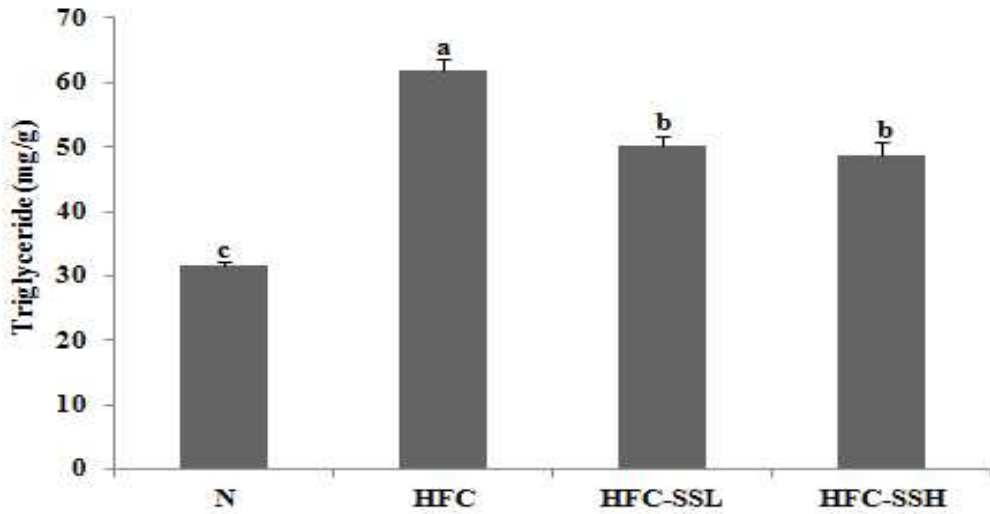


Fig. 14. Contents of triglyceride in the liver of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

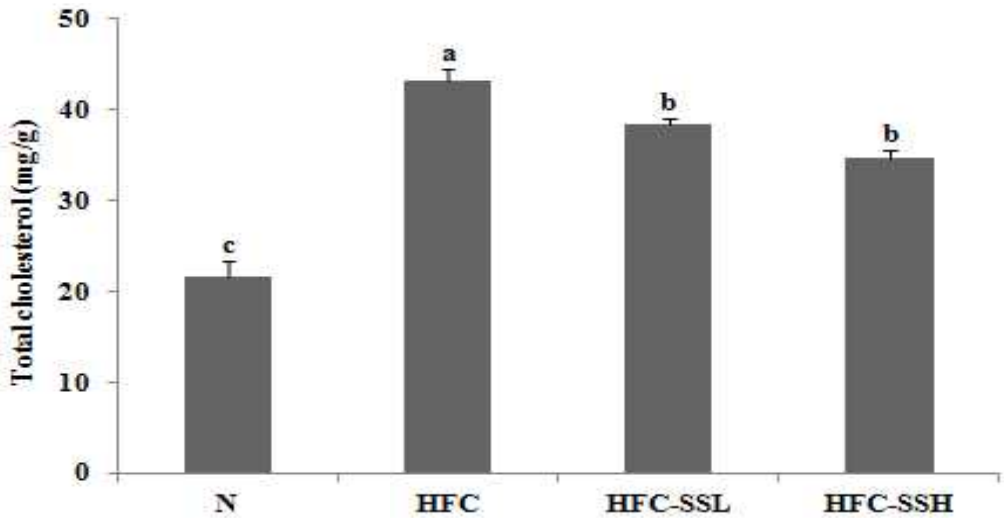


Fig. 15. Contents of total cholesterol in the liver of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

8. 지방 조직 중 총 지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량

고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말의 첨가수준을 달리하여 6주간 급여한 흰쥐의 부고환지방조직과 장간막지방조직 중 총 지질, 중성지방 및 총 콜레스테롤 함량 변화는 Fig. 16~21과 같다.

부고환지방조직 중 총 지질의 함량은 Fig. 16과 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비해 유의적으로 증가하였고, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 감소하는 경향이었으나 유의한 차이는 없었다.

장간막조직 중 총 지질의 함량은 Fig. 17과 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비하여 유의적으로 증가하였고, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)과 차이를 보이지 않았다.

부고환지방조직 중 중성지방의 함량은 Fig. 18과 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비하여 유의적으로 증가하였으며, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 첨가수준에 따라 유의하게 감소하여, 특히 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)은 정상식이군(N)과 비슷한 결과를 보였다.

장간막지방조직 중 중성지방의 농도는 Fig. 19와 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비하여 유의적으로 증가하였으며, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 유의적인 차이를 보이며 정상식이군(N)과 비슷한 수준으로 저하되었다.

부고환지방조직 및 장간막지방조직 중 총콜레스테롤의 농도는 Fig. 20, 21과 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비하여 유의적으로 증가하였고, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 유의하게 감소하여 정상식이군(N)과 비슷한 결과를 보였다. 초석잠과 같이 약용으로 쓰이는 천궁을 6주간 흰쥐에게 고지방식이와 함께 급여한 결과, 부고환지방조직 중 총 지질, 콜레스

테롤 및 유리지방산 함량은 고지방식이대조군에 비해 천궁 열수추출액을 투여한 실험군이 유의하게 감소를 하였고(128), Kim(96)등은 야콘을 4주간 흰쥐에게 고지방-고콜레스테롤 식이와 함께 급여하여 지방조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤의 함량을 측정 한 결과, 부고환지방조직 및 장간막지방조직 중 중성지방과 총콜레스테롤의 함량은 야콘 분말 첨가로 인해 고지방-고콜레스테롤 식이군에 비해 현저히 감소되었다고 보고하였다.

본 연구결과를 보면, 고지방-고콜레스테롤 식이를 급여한 흰쥐에게 초석잠뿌리 분말의 급여로 부고환지방조직과 장간막지방조직 중의 총 지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량이 감소하였다. 따라서 초석잠뿌리 분말이 지방조직의 지방 축적을 억제하여 비만 억제효과 및 지질대사 개선효과가 있는 것으로 사료된다.

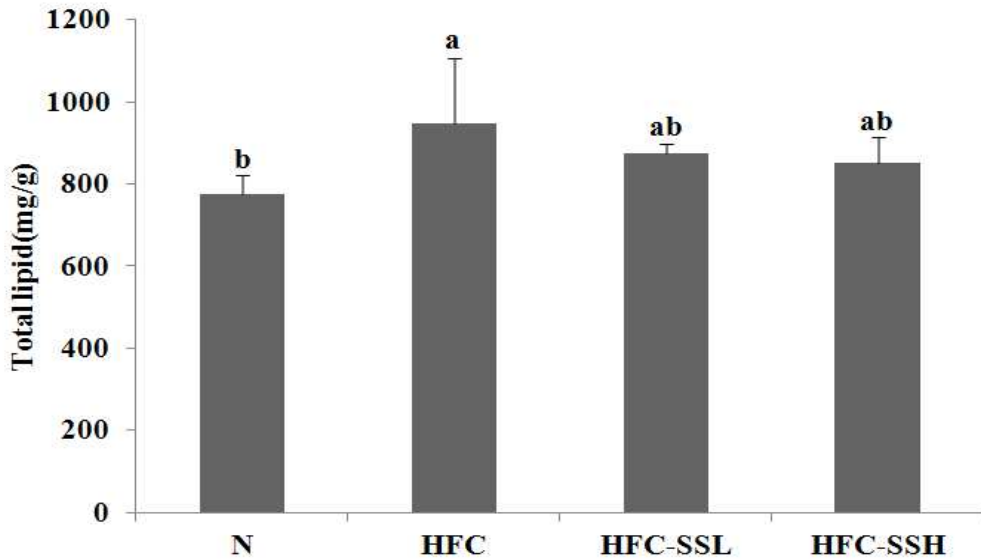


Fig. 16. Contents of total lipid in the epididymal adipose of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

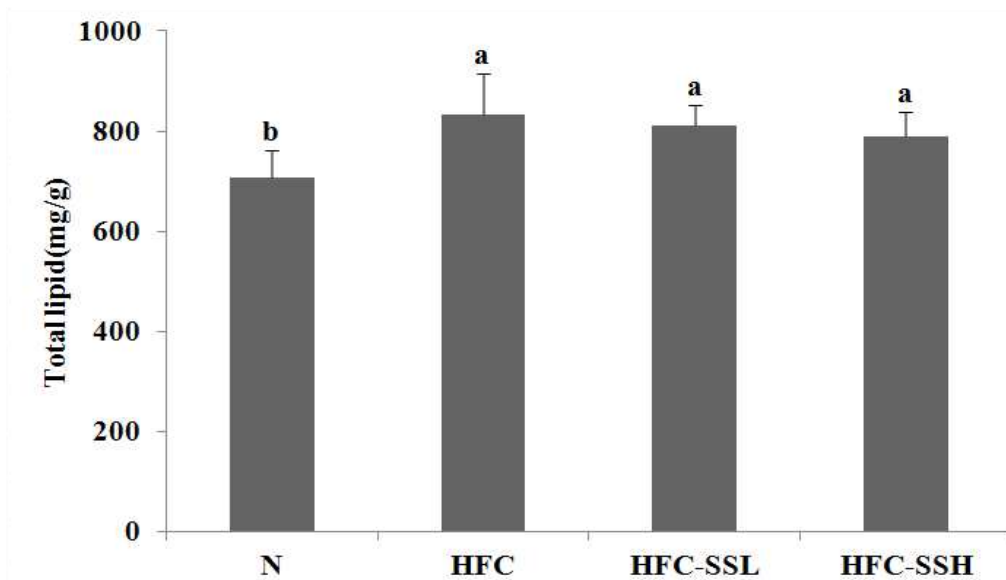


Fig. 17. Contents of total lipid in the mesenteric adipose of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

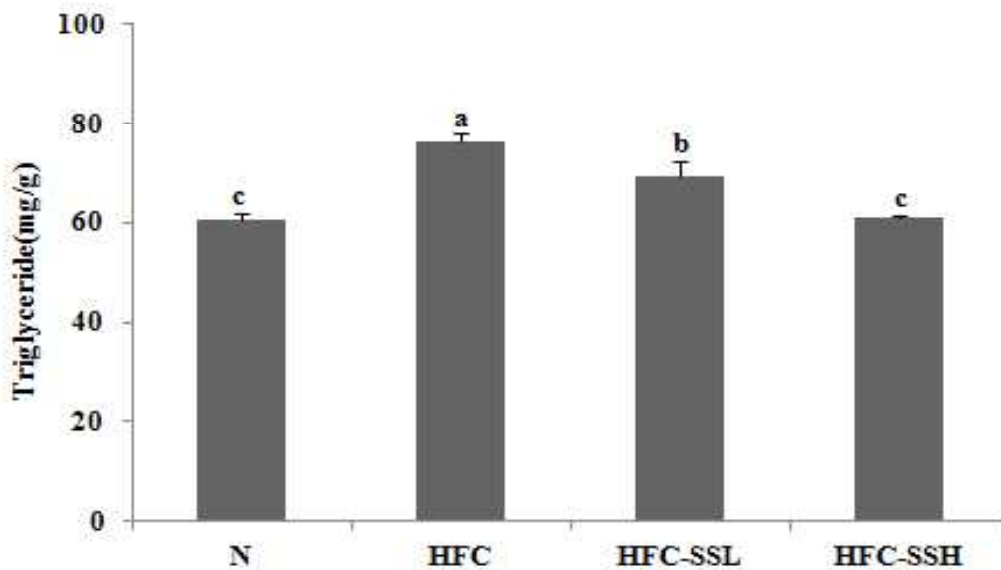


Fig. 18. Contents of triglyceride in the epididymal adipose of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

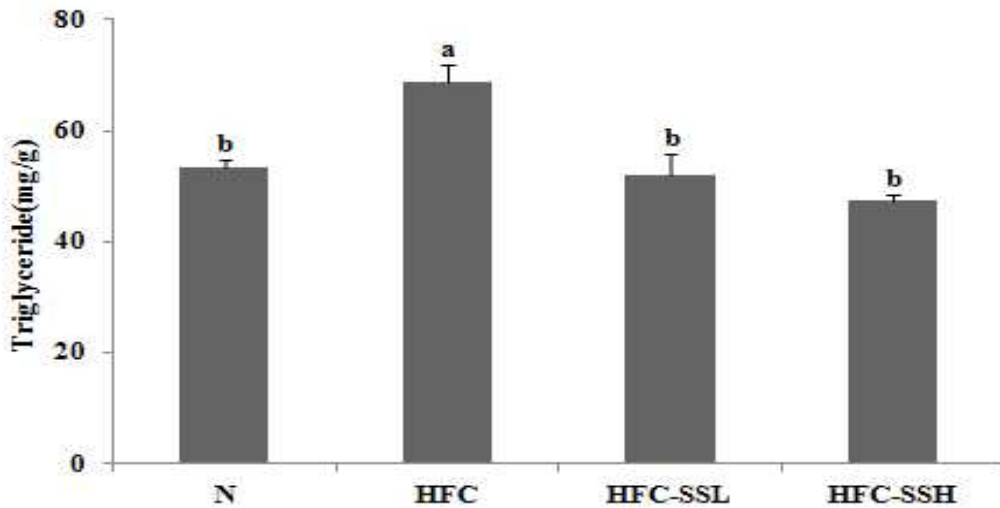


Fig. 19. Contents of triglyceride in the mesenteric adipose of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

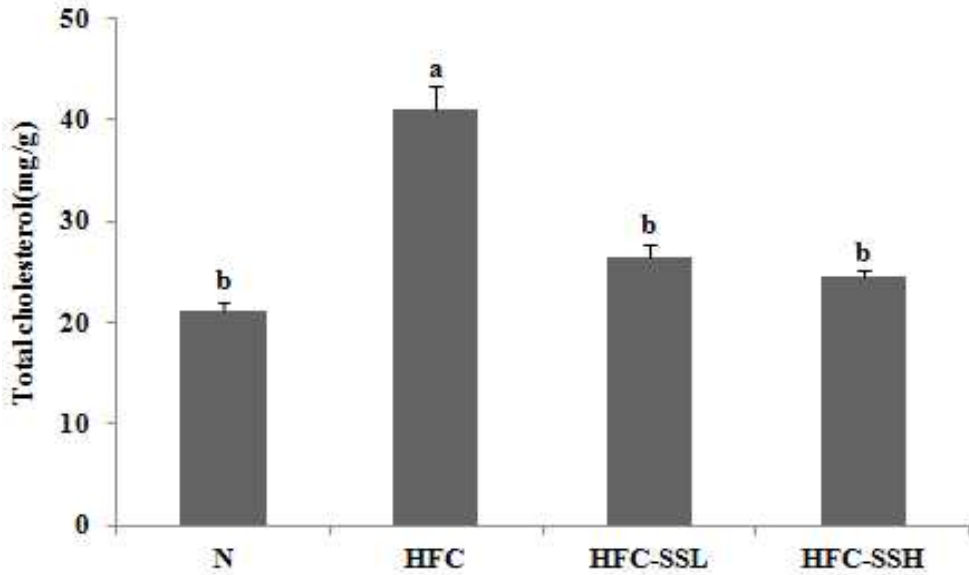


Fig. 20. Contents of total cholesterol in the epididymal adipose of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

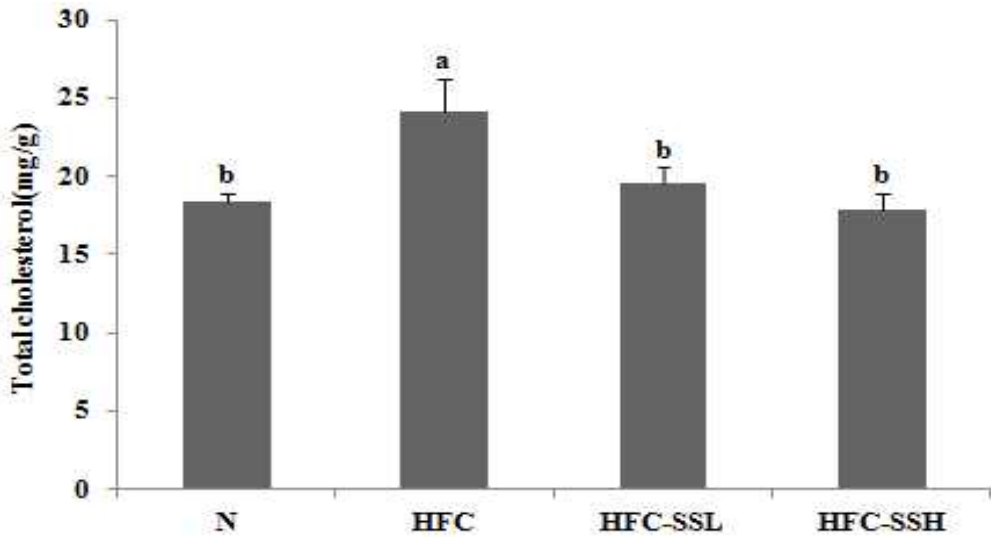


Fig. 21. Contents of total cholesterol in the mesenteric adipose of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

9. 분변 중 총 지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량

고지방-고콜레스테롤 식이와 초식잡뿌리 분말의 첨가수준을 달리하여 6주간 급여한 흰쥐의 분변 중 총 지질, 중성지방 및 총 콜레스테롤 함량 변화는 Fig. 22~24와 같다.

분변 중 총 지질의 함량은 Fig. 22와 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)과 정상식이군(N)은 유의적으로 차이가 없었으며, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초식잡뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 첨가수준에 따라 유의하게 증가하였다.

분변 중 중성지방의 함량은 Fig. 23과 같이 실험군들 간에 유의차는 없었으나 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 정상식이군(N)에 비해 다소 낮게 나왔고, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초식잡뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)도 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 증가하는 경향을 보였다.

분변 중 총콜레스테롤의 함량은 Fig. 24와 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 정상식이군(N)에 비하여 유의적인 차이로 증가하였다. 고지방-고콜레스테롤 식이와 초식잡뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 증가하였고, 특히 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초식잡뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)과 유의하게 증가하였다. Park 등(129)이 연구한 고지방식을 급여한 흰쥐에게 고구마분말첨가를 하여 분변 중 지질농도를 비교한 결과, 중성지방 및 총콜레스테롤의 농도는 일반고구마, 홍국고구마분말 첨가 식이군이 유의한 차이는 없었으나 고지방대조군에 비하여 증가하는 경향이였다. 흰쥐에게 고콜레스테롤 식이와 함께 가시오가피물 추출물을 4주간 공급하여 분변의 중성지방과 콜레스테롤을 비교한 결과, 가시오가피물 추출물을 공급한 모든 군에서 고콜레스테롤식이 대조군에 비하여 유의하게 증가하였다고 보고하였다(130).

본 연구결과, 초식잡뿌리 분말의 급여로 인하여 분변 중 총 지질, 중성지방 및 콜레스테롤의 지질함량이 증가하는 결과를 보였다. 이러한 결과는 본 연구에서 혈중 및 간조직의 총 지질, 중성지방과 총콜레스테롤 함량은 초식잡뿌리 분말의 급여에 따라 감소된 결과와 상응하였다. 따라서 초식잡뿌리 분말의 급여는 체내 지질을 배변으로 배설시켜 지질저하 효과를 나타내는 것이 확인이 되어 고지혈증, 죽상경

화증의 발병 예방에 효과적일 것으로 사료된다.

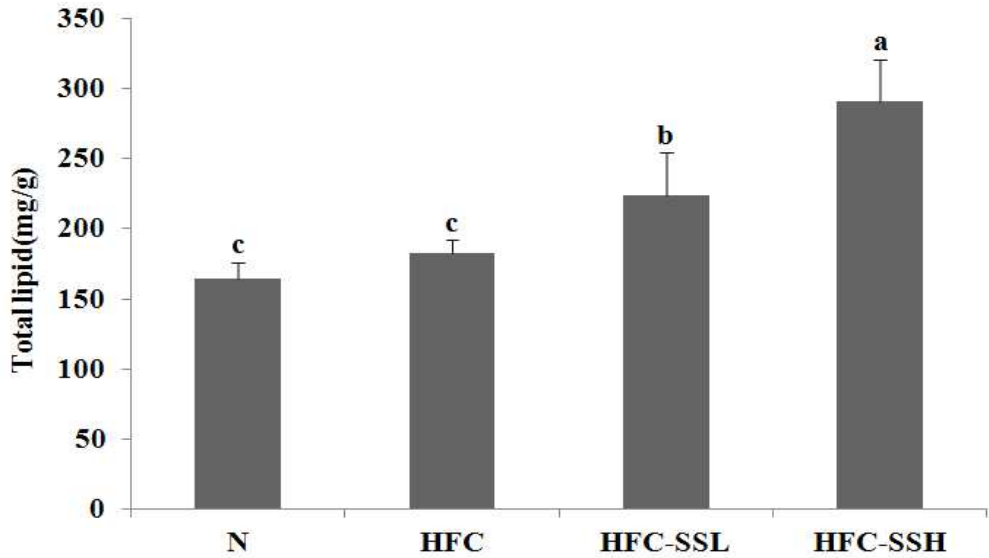


Fig. 22. Contents of total lipid in the fecal of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

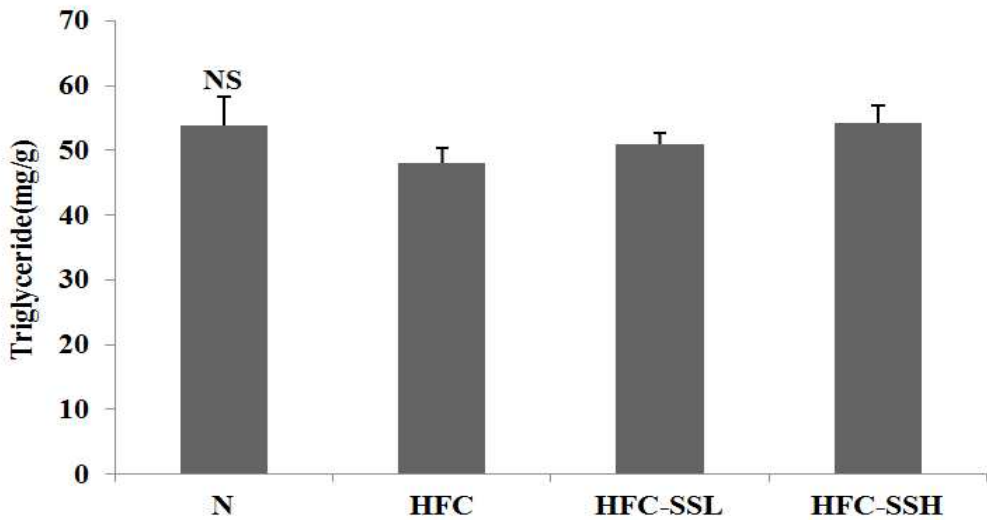


Fig. 23. Contents of triglyceride in the fecal of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

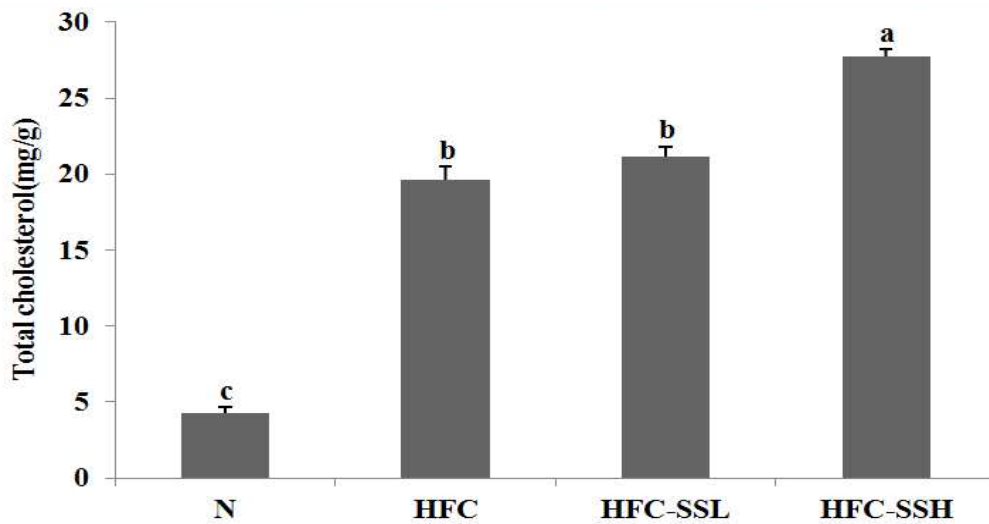


Fig. 24. Contents of total cholesterol in the fecal of rats fed high fat-high cholesterol diet containing *Stachys sieboldii* Miq root powder for 6 weeks

Abbreviations: See the legend of Table 8.

Values are mean \pm S. E. of 8 rats per each group and different superscript letters indicate significant differences at $p < 0.05$ by Tukey's test.

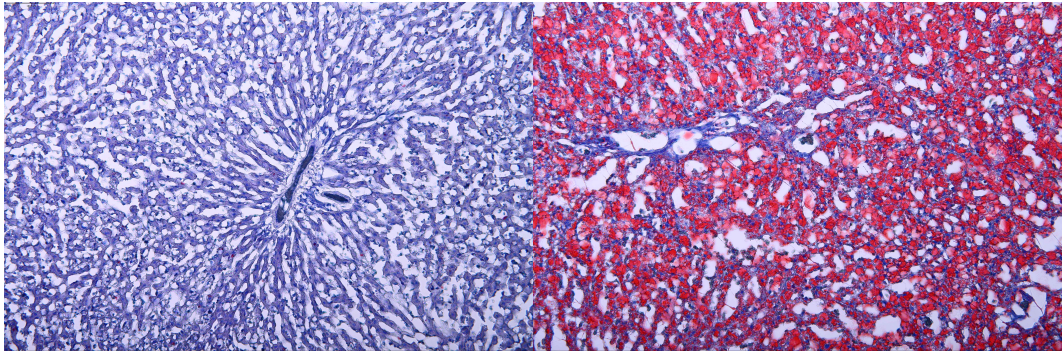
10. 간 조직의 병리조직학적 변화

고지방-고콜레스테롤 식이와 함께 초석잠뿌리 분말의 첨가 수준을 달리하여 6주 동안 급여한 흰쥐에서 채취한 간 조직 내의 지방 축적 정도를 확인하기 위해 간 조직을 oil-red-o로 염색하여 관찰한 결과를 보면 Fig 25와 같다.

고지방-고콜레스테롤 식이를 6주 동안 흰쥐에게 급여하여 간 조직 염색 전 표면 및 단면을 살펴보면, 정상식이군(N)의 간 조직에 비하여 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 간 조직에서 지방 침착이 뚜렷하게 관찰되어 하얀 지방구를 형성하고 있었다. 이는 고지방-고콜레스테롤 식이로 인하여 직접적인 지방과 콜레스테롤의 섭취로 인하여 체내 지질대사이상을 일으켜 지방세포로부터 유리된 지방산이 과다하게 간으로 유입되어 간에 지방 축적이 많이 일어나게 되었기 때문이다(131).

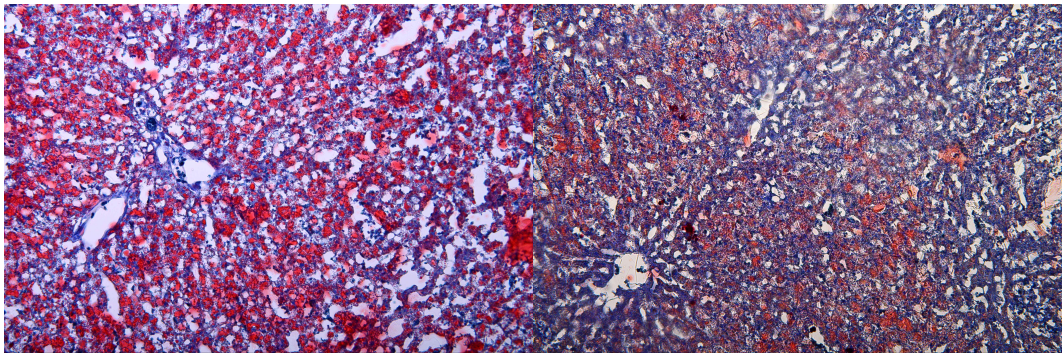
고지방-고콜레스테롤 식이를 6주 동안 흰쥐에게 급여하여 간 조직을 염색한 결과, 정상식이군(N)과 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)을 비교한 결과, 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에서 간 조직 입자가 지방방울을 형성하여 붉게 염색되는 정도가 강하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH) 모두 간 조직에서 지방 침착이 관찰되기는 하였지만 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 초석잠뿌리 분말 첨가수준에 따라 지방구의 크기와 숫자가 현저하게 줄어든 것을 확인할 수 있었다.

따라서, 본 연구결과 초석잠뿌리 분말의 첨가로 인하여 간 조직 내의 지방 축적을 막는 효과를 보이며, 간 손상을 완화시키는데 도움이 되는 것으로 사료된다.



N

HFC



HFC-SSL

HFC-SSH

Fig. 25. Hitological analysis on liver tissue

N: Normal diet, HFC : High fat-High cholesterol diet, HFC-SSL : High fat-High cholesterol diet + 3% *Stachys sieboldii* Miq root powder, HFC-SSH : High fat-High cholesterol diet + 5% *Stachys sieboldii* Miq root powder.

11. 지방세포의 크기 변화

고지방-고콜레스테롤 식이와 함께 초석잠뿌리 분말의 첨가 수준을 달리하여 흰 쥐에게 6주 동안 급여한 후 채취한 부고환지방조직을 염색하여 현미경으로 관찰한 결과(Fig. 26a)와 이미지 분석 프로그램(image analyzer)로 측정된 결과(Fig. 26b)를 비교하면 Fig. 26과 같다.

고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)의 부고환 지방세포의 크기가 정상식이군(N)에 비해 유의하게 증가되었으며, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 첨가 수준에 따라 유의한 차이로 감소하였다. 이는 본 연구에서 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 부고환 지방조직 무게, 부고환지방조직의 중성지방 및 콜레스테롤의 함량이 감소하는 경향을 보인 결과와 유사하였다. 따라서 고지방-고콜레스테롤 식이의 섭취로 인하여 지방세포에 중성지방의 축적이 증가되고(132), 초석잠뿌리 분말의 섭취가 이러한 중성지방의 축적을 억제한 것으로 사료된다.

초석잠과 같이 약용식물인 옥수수수염, 팔삭, 표고버섯 및 청고추 혼합물 섭취군의 부고환 지방세포 크기가 고지방식이군에 비해 감소하였다고 보고하였다(133). Moon 등(134)도 한약재로 구성된 천연소재 조성물을 투여한 결과 부고환 지방 조직량의 감소와 부고환 지방세포 크기의 감소로 인하여 항비만 효과가 있다고 의견을 제시하였다. 체내에서 지방세포의 수는 감소되지 않지만, 지방세포 크기변화를 측정하여 항비만 효과를 알아볼 수 있다(135). 따라서 지방세포의 조직학적 연구결과는 본 실험에 사용된 초석잠뿌리의 항비만 기능성식품 개발을 비롯한 다양한 기능성 소재로의 사용 가능성을 시사하고 있다고 판단된다.

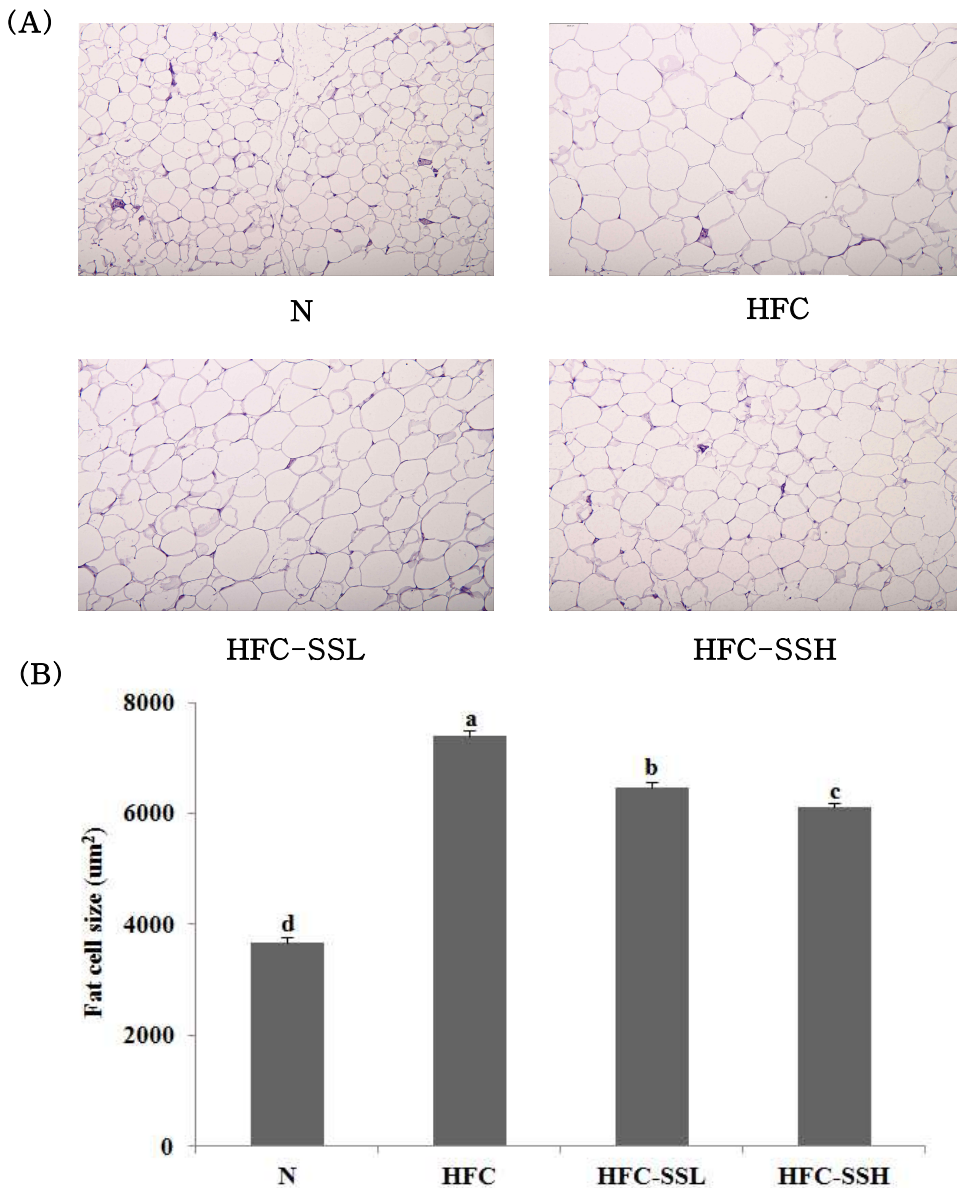


Fig. 26. Histological analysis on epididymal adipose tissue

N: Normal diet, HFC : High fat-High cholesterol diet, HFC-SSL : High fat-High cholesterol diet + 3% *Stachys sieboldii* Miq root powder, HFC-SSH : High fat-High cholesterol diet + 5% *Stachys sieboldii* Miq root powder, oil-red-O sections of adipose tissue (A). The cell area was measured by Image analyzer program (B). The values shown are mean \pm S.E.

12. 지질대사 관련 mRNA 발현 수준

간은 탄수화물로부터 지방산을 합성하고, 지질의 흡수, 저장, 방출 등이 일어나는 중추적인 기관으로 혈중 지질함량 및 지방산의 산화를 조절하는 역할을 한다. 따라서 고지방-고콜레스테롤 식이를 6주간 급여한 흰쥐의 간 조직 중 지질대사에 영향을 미치는 ACC, FAS, G6PDH 발현 수준을 측정하여 살펴본 결과는 Fig. 27~29와 같다.

ACC는 지방대사가 증가할 때 생성되는 효소 중 하나로, 미토콘드리아에서 지방산의 산화를 조절하고, Acetyl-CoA를 Malonyl CoA로 전환시켜 지방산 합성에 관여하는 역할을 한다. ACC의 활성이 감소되면 Malonyl CoA의 농도가 줄어들게 되는데, Malonyl CoA는 장쇄 아실-CoA(long-chain acyl-CoA)를 미토콘드리아내로 이송을 조절하는 carnitine palmitoyltransferase-1 (CPT-I)을 억제하는 역할을 하므로 결과적으로 ACC 효소의 작용이 억제되면 Malonyl CoA의 농도가 감소되어 CPT-I에 대한 억제효과도 저하되므로 지방산의 베타산화가 증가하게 된다(136). 본 연구에서 ACC(acetyl-CoA carboxylase)의 mRNA 발현 수준은 Fig. 27과 같이 고지방식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비해 유의적으로 증가하였고, 고지방식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방식이군(HFC)과 유의적인 차이는 없었으나 초석잠뿌리 분말 첨가수준에 따라 감소하는 경향을 보였다.

FAS는 ACC와 같이 지방산 생합성에 작용되는 효소로 간에서 합성된 중성지방을 VLDL의 형태로 혈관을 순환시켜 지방조직에 중성지방을 전달하는 역할을 한다(137). FAS(fatty acid synthase)의 mRNA 발현 수준은 Fig. 28과 같이 정상식이군(N)에 비하여 고지방식이군(HFC)에서 유의적으로 증가하였고, 고지방식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방식이군(HFC)과 비교하여 유의적으로 감소하여 정상식이군(N)과 비슷한 수준으로 나타났다. Park 등(138)이 연구한 소리쟁이 분획물의 지방세포 분화 억제 효과를 보면 지방세포 분화유도에 따라 FAS 유전자의 mRNA의 발현이 현저하게 증가했으나 소리쟁이 ethyl acetate 분획물의 첨가수준에 따라 유의하게 감소하는 결과를 보여 본 연구 결과와 유사하였다.

G6PDH(glucose-6-phosphate dehydrogenase) 효소는 모든 세포 내에서 지방산 합성과 포도당대사에 관여하는 NADPH 생산에 반드시 필요한 효소로서, hexose monophosphate(HMP) shunt의 첫 번째 반응인 glucose-6-phosphate가

6-phosphogluconolactone으로 분해될 때 NADP+를 NADPH로 전환시키는 역할을 하므로, G6PDH의 효소의 작용이 억제되면 NADPH의 생성이 억제되므로 지방산합성대사가 억제되게 된다(139,140). 본 연구의 G6PDH mRNA 발현 수준은 Fig. 29와 같이 고지방식이군(HFC)은 정상식이군(N)과 비교해 유의적으로 증가하였고, 고지방식이와 초식잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방식이군(HFC)에 비해 유의적인 차이는 없었으나 감소하는 경향을 보였다.

따라서, 본 연구결과 ACC, FAS, G6PDH는 지방산 합성에서 조절되는 효소로 초식잠뿌리 분말의 첨가로 인하여 발현이 저하되는 경향을 보이므로, 초식잠뿌리 분말의 급여로 인하여 지방산 합성대사의 억제가 일어날 것으로 보인다.

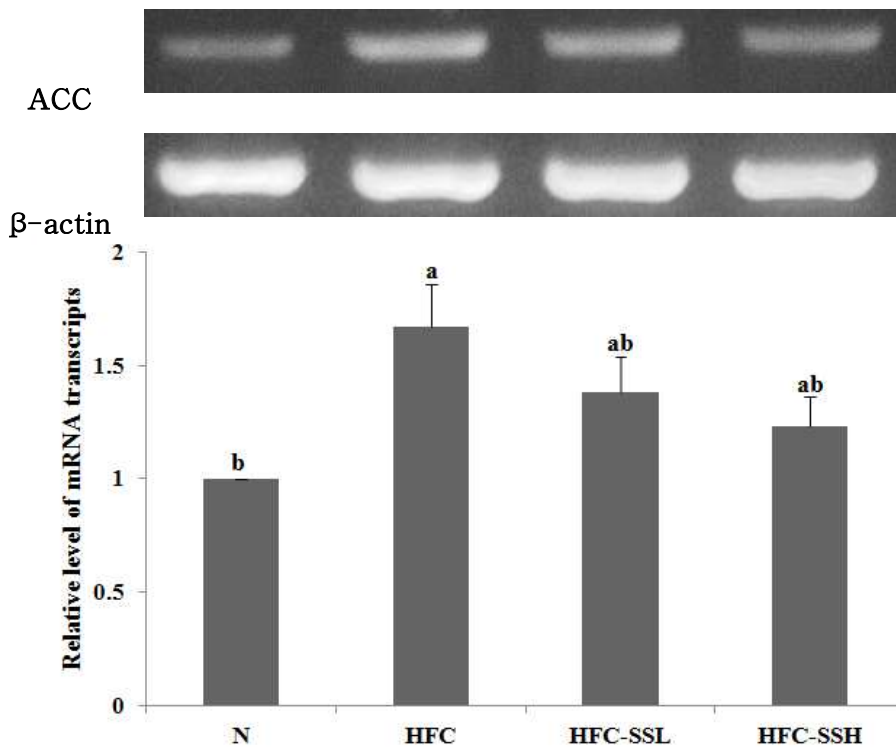


Fig. 27. The changes of ACC reductase expressions in liver tissue

ACC levels were determined by RT-PCR. N: Normal diet, HFC : High fat-High cholesterol diet, HFC-SSL : High fat-High cholesterol diet + 3% *Stachys sieboldii* Miq root powder, HFC-SSH : High fat-High cholesterol diet + 5% *Stachys sieboldii* Miq root powder. The values shown are mean \pm S.E.

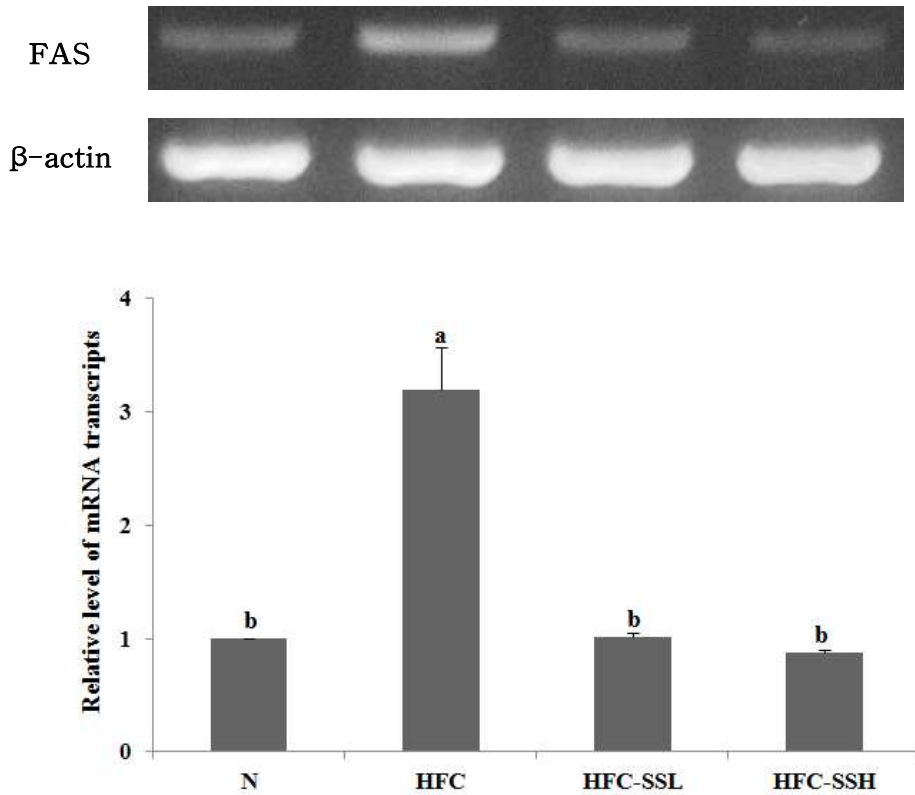


Fig. 28. The changes of FAS reductase expressions in liver tissue

FAS levels were determined by RT-PCR. N: Normal diet, HFC : High fat-High cholesterol diet, HFC-SSL : High fat-High cholesterol diet + 3% *Stachys sieboldii* Miq root powder, HFC-SSH : High fat-High cholesterol diet + 5% *Stachys sieboldii* Miq root powder. The values shown are mean \pm S.E.

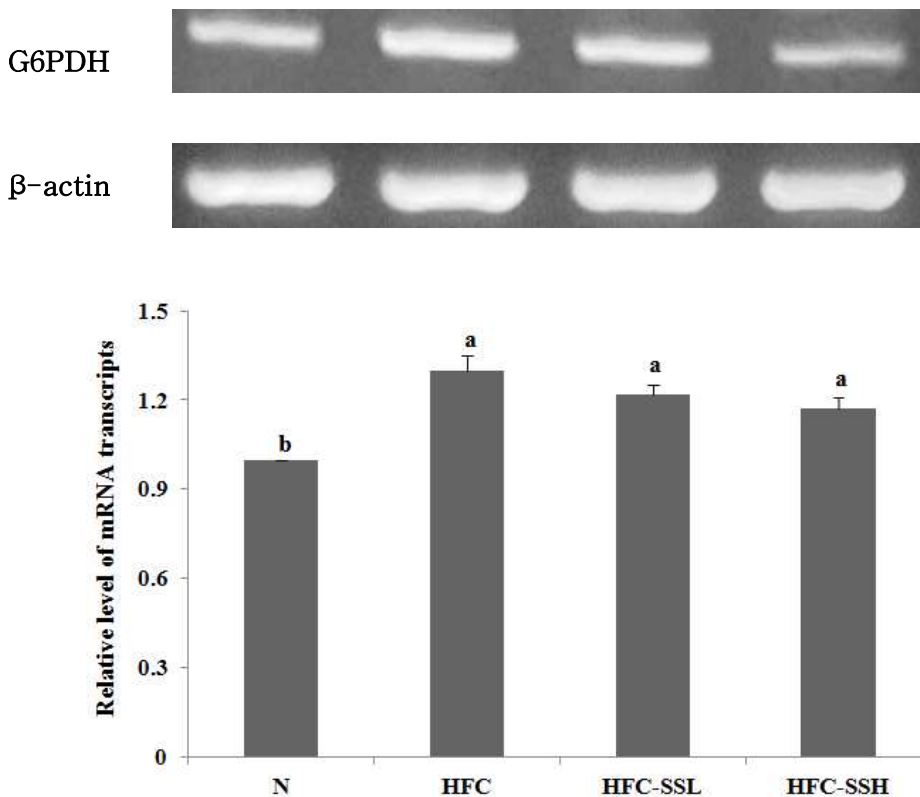


Fig. 29. The changes of G6PDH reductase expressions in liver tissue

G6PDH levels were determined by RT-PCR. N: Normal diet, HFC : High fat-High cholesterol diet, HFC-SSL : High fat-High cholesterol diet + 3% *Stachys sieboldii* Miq root powder, HFC-SSH : High fat-High cholesterol diet + 5% *Stachys sieboldii* Miq root powder. The values shown are mean \pm S.E.

13. 콜레스테롤 대사 관련 mRNA 발현 수준

고지방-고콜레스테롤 식이를 6주간 급여한 흰쥐의 간조직 중 콜레스테롤 대사에 영향을 미치는 CYP7A1, HMG-CoA reductase, LDL-receptor 발현 수준을 측정하여 살펴본 결과는 Fig. 30~32와 같다.

CYP7A1(cholesterol 7 α -hydroxylase)은 간에서 콜레스테롤을 담즙산으로 전환시키는 과정에 작용하는 속도제한효소로서, 소장에서 담즙산의 재흡수를 억제하는 feedback작용으로 속도를 조절한다. 따라서 CYP7A1의 활성이 증가되면 간에서 콜레스테롤을 담즙산으로 배설시키는 과정을 증가시킨다(141). 본 연구의 CYP7A1 mRNA 발현 수준은 Fig. 30과 같이 정상식이군(N)에 비하여 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 유의하게 감소되었으며, 고지방-고콜레스테롤 식이와 초식잡뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 첨가수준에 따라 유의적으로 증가하였으며, 특히 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초식잡뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)에서 정상식이군(N)보다 높은 발현을 보였다. 이러한 결과는 본 연구결과에서 분변으로 배설되는 콜레스테롤 함량이 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초식잡뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)이 가장 높은 결과를 보인 것과 일치하였으므로, 초식잡뿌리 분말의 첨가에 따라 CYP7A1의 발현을 높여 콜레스테롤을 분변으로의 배설을 유도했다고 판단되어 진다.

HMG(3-hydroxy-3-methylglutaryl)-CoA reductase는 콜레스테롤 생합성단계에서 3-hydroxy methyl glutaryl coenzyme A(HMG-CoA)가 mevalonate로 전환되는 과정을 촉매하는 효소로서, 콜레스테롤 합성계에서 rate-limiting enzyme으로 매우 중요한 역할을 한다(142). 본 연구의 HMG-CoA reductase의 mRNA 발현 수준은 Fig. 31과 같이 정상식이군(N)에 비하여 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 정상식이군(N)에 비하여 유의적으로 증가하였고, 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초식잡뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비교하여 유의적인 차이로 증가하였다. 이는 10% 코코넛 오일과 0.1% 콜레스테롤을 첨가하여 동맥경화를 유발시킨 햄스터에게 녹차추출물500mg/kg b.w을 먹인 결과(143), 간장의 HMG-CoA reductase의 발현이 유의하게 저하된 결과와 유사하였다.

LDL(low density lipoprotein)은 혈중 콜레스테롤의 약 3/4을 형성하는 지단백질로 주로 혈관에 쌓이고(144), 간에서 LDL-receptor 형태의 운반체를 통하여 조직과

세포로 운반되어진다. 간에서의 LDL-receptor는 혈중 LDL-콜레스테롤과 IDL-콜레스테롤을 간으로 운반하여 다시 담즙의 형태로 재흡수 시켜 혈중 콜레스테롤을 제거하고, 세포 내 콜레스테롤 양에 따라 발현이 조절되어 균형을 유지하는 역할을 한다(141). 본 실험의 LDL-receptor의 mRNA 발현 수준은 Fig. 32와 같이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 정상식이군(N)에 비해 유의하게 감소하였고, 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초식잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비교하여 유의적으로 증가하였으나 고지방-고콜레스테롤 식이와 3% 초식잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSL)은 감소하였다. 이는 본 연구에서 혈중 LDL-콜레스테롤 함량은 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초식잠뿌리 분말의 첨가군(HFC-SSH)에서 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 유의하게 저하되는 결과를 보인 것과 일치하여, 초식잠뿌리 분말의 고농도의 첨가수준일 때 LDL-receptor의 발현이 높아져 혈중의 콜레스테롤 수치를 낮추는 기작으로 작용했을 것으로 추측된다. Lee 등(145)의 연구에서도 정상대조군에 비하여 고콜레스테롤 식이군에서 LDL-receptor의 활성이 떨어졌으며, 반면에 복분자 미숙과 추출물 투여군, 복분자 미숙과 물 추출물과 홍삼농축액 복합 투여군에서 LDL-receptor의 발현이 증가하였고 보고하였다.

본 연구결과 CYP7A1, HMG-CoA reductase, LDL-receptor는 콜레스테롤 대사에 작용하여 혈중 콜레스테롤 함량을 조절하는 CYP7A1, LDL-receptor는 초식잠 5% 첨가 식이군에서 높은 발현을 나타내었고, HMG-CoA reductase는 초식잠뿌리 분말의 첨가에 따라 발현량이 저하되었다. 따라서 초식잠 뿌리 첨가를 통해 혈중 콜레스테롤 저하효과를 기대할 수 있을 거라 보인다.

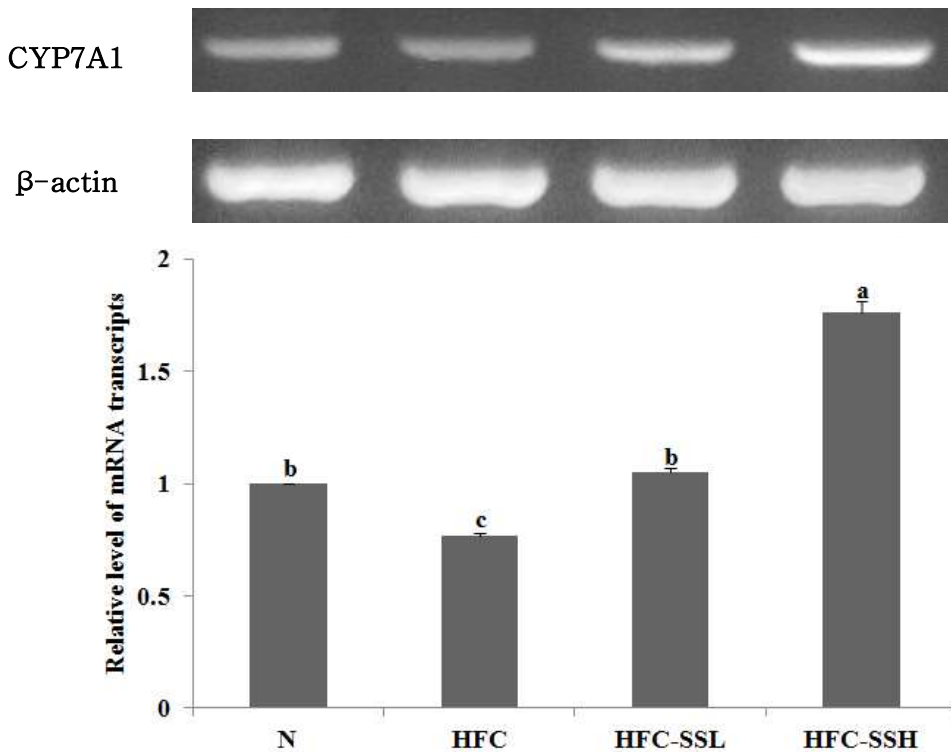


Fig. 30. The changes of CYP7A1 reductase expressions in liver tissue
 CYP7A1 levels were determined by RT-PCR. N: Normal diet, HFC : High fat-High cholesterol diet, HFC-SSL : High fat-High cholesterol diet + 3% *Stachys sieboldii* Miq root powder, HFC-SSH : High fat-High cholesterol diet + 5% *Stachys sieboldii* Miq root powder. The values shown are mean \pm S.E.

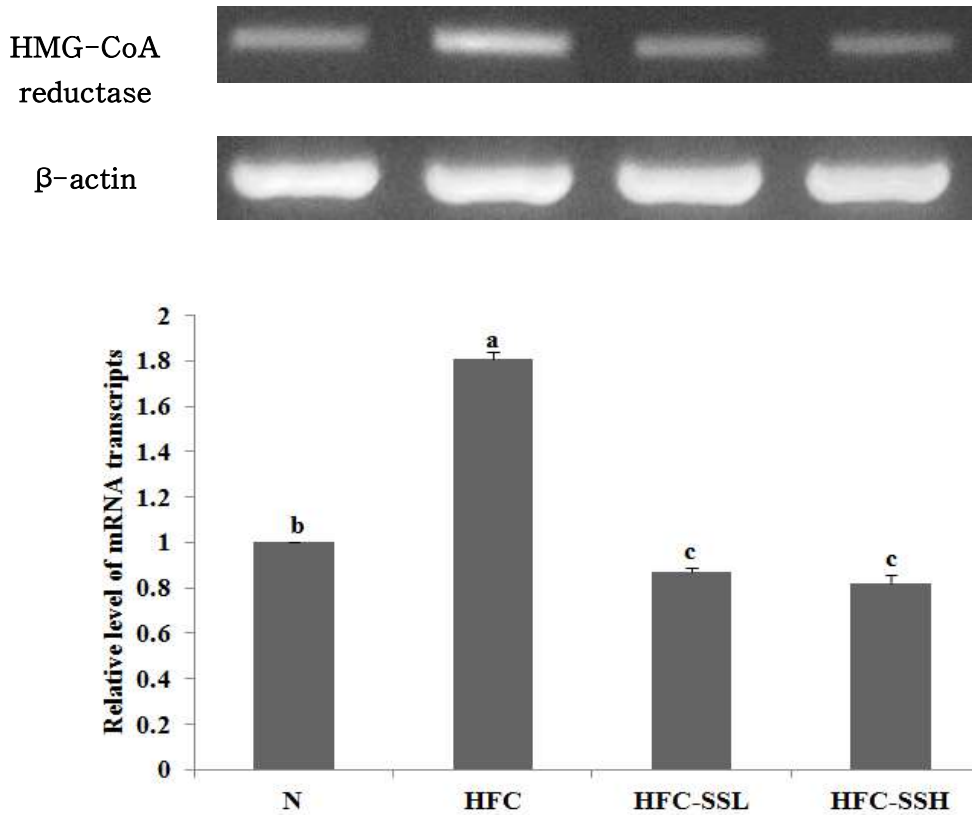


Fig. 31. The changes of HMG-CoA reductase expressions in liver tissue

HMG-CoA reductase levels were determined by RT-PCR. N: Normal diet, HFC : High fat-High cholesterol diet, HFC-SSL : High fat-High cholesterol diet + 3% *Stachys sieboldii* Miq root powder, HFC-SSH : High fat-High cholesterol diet + 5% *Stachys sieboldii* Miq root powder. The values shown are mean ± S.E.

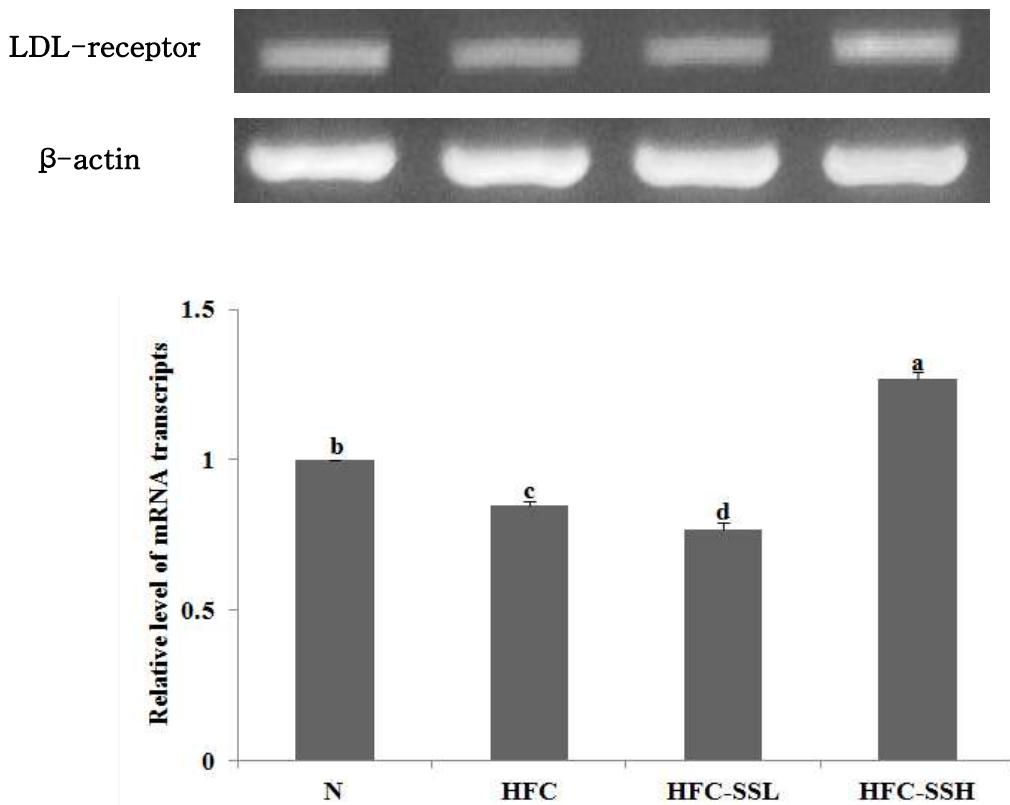


Fig. 32. The changes of LDL-receptor expressions in liver tissue

LDL-receptor levels were determined by RT-PCR. N: Normal diet, HFC : High fat-High cholesterol diet, HFC-SSL : High fat-High cholesterol diet + 3% *Stachys sieboldii* Miq root powder, HFC-SSH : High fat-High cholesterol diet + 5% *Stachys sieboldii* Miq root powder. The values shown are mean \pm S.E.

제4장 요약

본 연구는 초석잠뿌리의 생리활성 기능, 체내에서의 지질대사 및 항비만 효과를 살펴보기 위한 기초자료를 얻기 위해 일반성분 분석 및 항산화 효능을 실시하였다. 그리고 *in vivo*에서 6주령 된 흰쥐 수컷 32마리를 일주일간 적응시킨 후 정상식이군(N), 고지방-고콜레스테롤 식이군(대조군, HFC), 고지방-고콜레스테롤 식이와 3% 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSL), 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)으로 나누어 6주간 급여한 후, 흰쥐의 혈청, 간, 지방 조직 및 분변에서의 지질대사 개선효과와 함께 간 조직의 ACC, FAS, G6PDH, CYP7A1, HMG-CoA reductase, LDL receptor의 발현에 따른 지방생성 억제 및 콜레스테롤 저하효과를 확인하였다.

초석잠뿌리 분말의 이화학적 성분 분석 결과를 보면 일반성분은 건물량 기준(dry basis)으로 일반성분 함량은 수분 4.27%, 조단백질 15.04%, 조지방 0.98%, 조회분 4.62% 및 탄수화물 75.09%이었다. 유리당은 sucrose, glucose, fructose, galactose, ribose, xylose, mannose 순으로 검출되었으며 초석잠뿌리의 주요 구성 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, threonine, arginine, lysine으로 전체 구성 아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 29.433%로 나타났다. 초석잠뿌리의 주요 지방산은 linoleic acid, palmitic acid 및 linolenic acid이며, 유기산은 malic acid, citric acid 및 formic acid 순이었고. 비타민은 비타민C, 무기질은 K이 가장 많이 검출되었다.

초석잠뿌리 분말의 에탄올 추출물의 항산화물질의 함량을 보면 초석잠뿌리 분말의 총 polyphenol의 함량은 1,000ppm에서 20.44 mg/g, 총 flavonoid 함량은 11.51 mg/g로 나타났다.

*In vivo*에서 초석잠뿌리 분말 급여가 고지방-고콜레스테롤 식이로 유발된 흰쥐의 항비만 효과 및 콜레스테롤 대사 개선효과를 보면 고지방-고콜레스테롤 식이로 인해 유의한 차이로 체중 및 식이효율은 증가하였으나, 초석잠뿌리 분말의 급여에

따라 체중증가량은 유의적으로 감소하였고, 식이효율은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)에서 유의하게 감소하였다. 체중 100g당 간 조직, 부고환지방조직, 장간막지방조직, 등지방조직, 신장주위지방조직 및 총 지방조직의 무게는 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 가장 높았으며, 체중 100g당 간 조직, 부고환지방조직 및 신장주위지방조직의 무게는 초석잠뿌리 분말의 첨가로 인해 유의한 차이는 없었으나 감소되는 경향을 보였다. 장간막지방조직 및 등지방조직의 무게는 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 유의적으로 감소하였고, 총 지방조직의 무게 역시 초석잠뿌리 분말의 급여에 따라 감소하였다. 혈청 중 ALT과 AST의 활성은 고지방 식이군(HF)에 비해 고지방 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH) 모두 유의하게 감소하였으며, 혈청 중의 ALP 및 LDH 활성은 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)에서 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비해 유의하게 감소되었다. 혈청 중 포도당 함량은 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 가장 높았으며, 초석잠뿌리 분말의 첨가로 인해 감소되는 경향을 보였으나, 유의한 차이는 없었다. 혈청 중 중성지방 및 총콜레스테롤의 농도는 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 가장 높았고, 초석잠뿌리 분말의 첨가 수준에 따라 유의적으로 감소하였다. 또한, 초석잠뿌리 분말의 급여로 인해 고지방-고콜레스테롤 식이로 감소된 혈중 HDL-콜레스테롤 함량은 증가되고, 증가된 혈중 LDL-콜레스테롤 함량과 동맥경화지수 및 심혈관위험지수를 감소되었다. 간 조직 중 중성지방 및 총콜레스테롤의 농도는 고지방-고콜레스테롤 식이와 초석잠뿌리 분말 첨가군들(HFC-SSL, HFC-SSH)이 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 유의적으로 감소하였다. 부고환지방조직 및 장간막지방조직 중의 총 지질 및 중성지방과 총콜레스테롤 농도는 모두 고지방-고콜레스테롤 식이 급여로 유의적으로 증가하였고, 부고환지방조직과 장간막지방조직의 중성지방 및 총콜레스테롤 농도는 초석잠뿌리 분말 급여에 따라 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 유의적으로 감소하였다. 분변 중 총 지질 및 중성지방과 총콜레스테롤의 함량은 정상식이군(N)에서 가장 낮게 나왔고, 분변 중 중성지방 및 총콜레스테롤은 초석잠뿌리 분말의 첨가에 따라 증가하는 결과를 보였다. 간조직 내 지방축적을 확인한 결과 정상식이군(N)에 비해 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)은 간조직 내 지방 침착이 뚜렷하게 관찰되었으며, 초석잠뿌리 분말의 첨가로 고지방-고콜레스테롤

식이군(HFC)에 비하여 지방구의 크기 및 숫자가 줄어들었다. 부고환 지방세포의 크기는 정상식이군(N) 보다 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)이 유의한 차이로 증가되었으며, 초석잠뿌리 분말의 첨가수준에 따라 고지방-고콜레스테롤 식이군(HFC)에 비하여 유의하게 감소하였다. 간 조직에서 체내 지질대사에 작용되는 효소의 mRNA 발현을 비교한 결과 ACC, FAS, G6PDH의 mRNA 발현이 초석잠뿌리 분말의 급여에 따라 저하되는 경향을 보였고, CYP7A1, LDL-receptor는 고지방-고콜레스테롤 식이와 5% 초석잠뿌리 분말 첨가군(HFC-SSH)에서 높은 발현을 나타내었고, HMG-CoA reductase는 초석잠뿌리 분말 첨가로 유의하게 감소하였다.

이상의 실험 결과 *in vivo*에서, 흰쥐에게 고지방-고콜레스테롤 식이와 함께 초석잠뿌리 분말을 급여하여 체중 및 지방조직의 무게가 감소되었다. 또한 혈청, 간 및 지방조직에 있는 지질의 함량이 감소된 반면, 분변으로의 지질 함량은 증가하여 분변으로의 지질 배설량을 증가시키는 것으로 나타났으며, 간조직 내 지질 침착과 부고환 지방세포의 크기는 억제하였다. 또한, 초석잠뿌리 분말의 급여로 인하여 체내 중성지방 및 콜레스테롤 대사에 작용되는 ACC, FAS, G6PDH, CYP7A1, HMG-CoA reductase, LDL-receptor의 mRNA 발현에 긍정적인 영향을 미쳐 지질 대사 및 콜레스테롤 대사 개선에 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 초석잠뿌리에 함유된 항산화 비타민을 비롯하여 무기질, polyphenol, flavonoid 등 생리활성 물질의 작용에 의해 체지방 형성을 억제하고, 혈중 콜레스테롤을 저하시켜 체내 지질대사 개선과 대사성질환의 예방 효과를 나타낸 것이라 생각되어진다. 따라서 초석잠뿌리는 기능성 식품소재로 활용될 수 있을 것으로 생각되고, 추가적으로 활성 성분의 규명과 구체적인 생화학적 기전에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Hue, G. B. 1990. *Pathology* of obesity. *Kor. J. Nutr.* 23:333-336.
2. World Health Organization. Global status report on noncommunicable disease 2014. Geneva: WHO Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health; 2015.{Accessed Mon Day, Year}.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.
3. Ministry of Health and Welfare. 2014. Korea Health Statistics 2014 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. Korea Centers for Disease Control and Prevention, Seoul, Korea.
4. Bjorntorp. 1988. The associations between obesity, adipose tissue distribution and disease. *Acta medica Scandinavica* 723:121-134.
5. Albu J, Allison D, Boozer CN, Heymsfield S, Kissileff H, Kretser A, Krumhar K, Leibel R, Nonas C, Pi-Sunyer X, VanItallie T, Wedral E. 1997. Obesity solutions: report of a meeting. *Nutr Rev.* 55:150-156.
6. Kim WJ, Lee CB. 2016. New Drugs for Obesity Treatment. *Korean J Med.* 90(2): 121-126.
7. Kim, J. B. (2016) Dynamic cross talk between metabolic organs in obesity and metabolic diseases. *Exp. Mol. Med.* 48:1-2.
8. Bergmeyer HU. 1974. *Methods of enzymatic analysis* 2nd.ed. Academic press. New York, pp.860-864.
9. Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2014: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VI-2) [Internet]. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2015 [cited 2015 Dec 8]. Available from: <http://knhanes.cdc.go.kr>.
10. Levy RI. 1991. Cholesterol, lipoproteins, apoproteins and heart disease; present status and future prospects. *Clin.Chem.* 27:653-662.
11. Kang JA, Song YB, Kang JS . 2008. Effects of Green Tea on Weight Gain, Plasma and Liver Lipids and Lipid Peroxidation in Pair Fed Rats. *Korean J.*

- Nutr.* 41(7):602-611.
12. Shin DH. 1996. The research and prospect of natural antioxidants. *Bull. Food Technol.* 8:28-33.
 13. Kim YJ. 1997. The protect the living organ from free radicals and the failure of protection: age-related disease. *Bull. Food Technol.* 10:4-26.
 14. Jacques PF, Halpner AD, Blumberg JB. 1995. Influence of combined antioxidant nutrient intake on their plasma concentrations in an elderly population. *Am J. Clin. Nutr.* 62:1228-1233.
 15. Mckenny JA. 2001. Lipid management: tools for getting to the goal. *Am J Manag Care.* 7:299-306.
 16. Miettinen TA. 2001. Cholesterol absorption inhibition: a strategy for cholesterol-lowering therapy. *Int J Clin Part.* 55:710-716.
 17. Oh IS, Kang JA, Kang JS. 2002. Gender difference in the effects of gonadectomy and hypercholesterol diet on plasma and liver cholesterol and triglyceride levels, platelet aggregation and liver tissue in sprague rats. *Korean J Nutr.* 35:15-23.
 18. Shin MK, Han SH. 2002. Effects of methanol extracts from bamboo (*Pseudosasa uaponica Makino*) leaves extracts on lipid metabolism in rats fed high fat and high cholesterol diet. *Korean J Diet Culture.* 1:30-36.
 19. Gutteridge JMC and Halliwell B. 1994. Antioxidants in Nutrition, Health, and Disease. Oxford University Press.
 20. Kim DY, Chang JC. 1998. Radioprotective effect of ginseng components on antioxidant enzymes, glutathione and lipid peroxidation of liver γ -irradiated mice. *J Ginseng Res.* 22: 1-10.
 21. Lee HJ, Kim DY, Chang JC. 1999. Antioxidant effects of Korean red ginseng components on the antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation in the liver of mouse treated with paraquat. *J Ginseng Res.* 23:182-189.
 22. Halliwell B. 1996. Antioxidants in human health and disease. *Annu Rev Nutr.* 16: 33-50.
 23. Yokozawa T, Nakagawa T, Kitani K. 2002. Antioxidative activity of green

- tea polyphenol in cholesterol-fed rats. *J Agric Food Chem.* 50(12):3549-3552.
24. Packer L. 1991. Protective role of vitamin E in biological system. *Am J Clin Nutr.* 53:1050-1055
 25. Branen AL. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy anisole and butylated hydroxy toluene. *J Am Oil Chem Soc.* 52:59-63.
 26. N Ito, S fukushima, A Hasegawa, M Shibata, T Ogiso. 1983. Carcinogenicity of butylated hydroxy anisole in F344 rats. *J Cancer Inst.* 70:343-347.
 27. Stadhouders PJ. 1990. Elsevier's Dictionary of Horticultural and Agricultural Plant Production. pp.72, 20th ed. Elsevier SciencePublication.
 28. Lee SW, Jung TH, Shin YW. 2013. A Comparative study of memory improving effects of stachys rhizome and lycopi rhizome on scopolamine-induced amnesia in mice. *Kor J Herbology.* 28:69-77.
 29. Ryu BH, Park BG, Song SK. 2002. Antitumor effects of the hexane extract of *Stachys sieboldii* Miq. *Korea J Life Sci.* 17:520-523.
 30. Yin J, Yang G, Wang S, Chen Y. 2006. Purification and determination of stachyose in Chinese artichoke(*Stachys Sieboldii* Miq.) by high-performance liquid chromatography with evaporative light scattering detection. *Talanta.* 70 : 208-12.
 31. Yamahara G. 1990. Studies on the *Stachys sieboldii* Miq. II. Anti-anoxia action and the active constituents. *Med Mega.* 110:932-935.
 32. Takeda Y, Fujita T, Satoh T, Kakegawa H. 1985. On the glycosidic constituents of *Stachys sieboldii* MIQ. and their effects on hyaluronidase activity. *Yakugaku Zasshi.* 105 (10):955-959.
 33. Ryu BH, Park BG. 2002. Antimicrobial activity of the hexane extract of *Stachys sieboldii* MIQ leat. *J Life Sci.* 12:803-811.
 34. Baek HS, Na YS, Kim DH, Lee CH, Ryu BH, Song SK. 2004. Antioxidant activities of *stachys sieboldii* MIQ Roots. *J Life Sci.* 14: 1-7.
 35. Sasaki H, Nishimura H and Morita T. 1989. Immunosuppressive principles of *Rehmanniag lutionsa* var. *hueichingensis*. *Plant Med.* 55:485-462.
 36. Ryu BH, Kim SO. 2004. Effects of methanol extract of *stachys sieboldii*

- MIQ on acetylcholine esterase and monoamine oxidase in rat brain. *Korean J Food Nutr.* 17:347-355.
37. Yang MR. 2012. The analysis of bioactive materials in *Stachy sieboldii* Miq and it's application on functional ready-to-eat food. PhD Dissertation. Gyeongnam University, Jinju, Korea. p 1.
 38. Lee JE, Jin SY, Han YS. 2014. Antioxidant activities and quality characteristics of Tofu supplemented with chinese artichoke powder. *Korean J Food & Nutr* 27:10-21.
 39. Jung MJ, Lee SM, Joo NM. 2014. Optimization of rice cookies prepared with chinese artichoke (*Stachy sieboldii* Miq) powder using response surface methodology and quality characteristics. *Korean J Food Nutr.* 27:435-446.
 40. Lee NH. 2015. Antioxidant effect and quality characteristics of white bread prepared with *Stachys sieboldii* Miq. MS Thesis. Gachon University. Seongnam, Korea. p 27-37.
 41. AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA
 42. AOAC. 2000. Official method of analysis of AOAC. 17th ed. Intl. Association of official analytical communities, Gaithersburg, MD, USA. p 1-26.
 43. Waters Associates. 1990. Analysis of amino acid in waters. PICO. TAG system. Young-in Scientific Co. Ltd., Korea, p.41-46.
 44. Wungaarden DV. 1967. Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. *Analytical. Chem*, 39: 848-850.
 45. Kim DH, Lim DW, Bai S, Chun SB. 1997. Fermentation characteristics of whole soybean *meju* model system inoculated with 4 *Bacillus* strains. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29: 1006-1015.
 46. Korea Food and Drug Association. 2005. Food standards codex. Korean Foods Industry Association. Seoul, Korea. p.367-368, p.383-385.
 47. AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA, p.878.
 48. Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic phosphomolybdic compounds as color regents. *J. Biol Chem.* 12: 239-249.

49. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. standard food analysis. Jigu-moonwha sa. pp. 381-382.
50. Reeves PG, Nielson FH, Fahey Jr GC. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr.* 123: 1939-1951.
51. Friedwald W, Levy R, Fredrickson D. 1972. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem.* 18: 499-502.
52. Rosenfeld L. 1989. Lipoprotein analysis. *Arch Pathol Lab Med.* 113: 1101-1110.
53. Folch J, Lees M, Sloane-Stanley G. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem.* 226: 497-509.
54. Zlatkis A, B Zak. 1969. Study of a new cholesterol reagent. *Anal Biochem.* 29: 143-148.
55. Biggs HG, Erikson TM, Moorehead WR. 1975. A manual colirimetric assay of triglyceride in serum. *Clinical Chem.* 21: 437.
56. Folch J, Lees M, Sloane-Stanley G. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem.* 226: 497-509.
57. Tae MH, Kim KH, Yook HS. 2016. Physicochemical and Sensory Properties of Soup Added with *Stachys sieboldii* Miq Root Powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 45(4):557-561.
58. Kim MJ, Park HS, Lee CI, Kim SH, Kim PN, Huh W, Lee DY, Son JC. 2010. Component Analysis and Antioxidant Effects of *Youngia sonchifolia* Max. *J. Fd Hyg. Safety.* 25(4):354-359.
59. Lee SJ, Shin SR, Yoon KY. 2013. Physicochemical Characteristics of Black *Doraji* (*Platycodon grandiflorum*). *Korean J. Food SCI. Technol.* 45(4):422-427.
60. Hwang JB, Yang MO, Shin HK. 1997. Survey for Approximate Composition

- and Mineral Content of Medicinal Herbs. *Korean J. Food SCI. Technol.* 29(4):671-679.
61. Kim JH, Koo GH, Moon KD. 2002. Food Nutritional Composition in Dried Powder of Root of *Acorus calamus* L. (I) Pyoximate Compositions, Sugars, Free Sugars and Amino Acids. *Korean J Food Preserv.* 9(4):375-379.
 62. Lee DJ, Cho JS, Park JY, Park SH. 2012. Oriental Diet Therapy Area Approach and Nutritional Composition Analysis of *Yack-Sun* Tea for Qi-stagnation and Blood Stasis Pattern' Overweight and Obesity. *Korean J. Food Nutr.* 25(3):513-520.
 63. Yoon YI. 2008. Composition of the Chemical Component for the Root of *Curcuma long* L. and *Curcuma aromatica* S. at Different Harvest Time. Sunchon National University, Korea.
 64. Han SJ, Koo SJ. 1993. Study on the chemical composition in bamboo shoot, lotus root and burdock -Free sugar, fatty acid, amino acid and dietary fiber contents. *Korean J. Soc. Food Sci.* 9:82-87 .
 65. Joo EY, Kang WJ. 2005. Analysis on the Components of the *Angelica dahurica* Root. *Korean J. Food Prewerv.* 12(5):476-481.
 66. Shin, S.C. 1997. A study on the free sugar and amino acids in Korean arrow root. *Korean J. Plant Res.* 10:1-5.
 67. Lee JJ, Kim AR, Seo YN, Lee MY. 2009. Comparison of Physicochemical Composition of Three Species of *Genus Angelica*. *Korean J. Food Preserv.* 16(1):94-100.
 68. 김은경, 김철재 .1998. 토란과 토란 전분의 이화학적 성질과 가공 적성. 식품산업과 영양. 3:55-64.
 69. Kim SY, Ryu CH. 1995. Studies on the nutritional components of purple sweet potato(*Ipomoea batatas*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 27:819-825.
 70. Kim YS, Kim SS, Kim CJ, Kwon JH. 1995. Quantitative fractionation of total lipids and their fatty acid composition in korean yam tubers. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27:652-657.
 71. Hwang CR, Oh SH, Kim HY, Lee SH, Hwang IG, Shin YS, Lee JS, Jeong

- HS. 2011. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Deoduk (*Codonopsis lanceolata*) and Doragi (*Platycodon grandiflorum*) according to Temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 40(6):798-803.
72. Hong JK. 2009. A Study on Skin Aging Caused by Free-Radical and on Efficacy of Antioxidant Vitamins. *Asian J Beauty Cosmetol.* 7(2):51-62.
73. Kim AR, Lee JJ, Jung HO, Lee MY. 2010. Physicochemical Composition and Antioxidative Effects of Yacon (*Polymnia Sonchifolia*). *J Life Sci.* 20(1):40-48.
74. Chang KM, Lee MS. 1999. A study on mineral contents of the under ground vegetables produced in korea harvested in different times. *Korean J. Soc. Food Sci.* 15:545-549.
75. Kang WS, Kim JH, Park EJ, Yoon KR. 1998. Antioxidative property of turmeric (*Curcumae Rhizoma*) ethanol extract. *Korean J Food Sci Technol.* 30(2):266-271.
76. Feng Kai, Chen Wei, Sun Liwei, Liu Jianzeng, Zhao Yangxin, Li Luxi, Wang Yuxing, Zhang Wenjing. 2015. Optimization extraction, preliminary characterization and antioxidantactivity *in vitro* of polysaccharides from *Stachys sieboldii* Miq. *ELSEVIER.* 125:45-52.
77. Kim HS, Kim TW, Kim DJ, Lee JS, Kim KK, Choe M. 2013. Antioxidant activities and α -glucosidase inhibitory effect of water extracts from medicinal plants. *Korean J Medicinal Crop Sci.* 21:197-203.
78. Jung SW. 1990. A study on the extraction of antioxidative materials from defatted ricebran. *M.S. Thesis.* Korea Univ, Seoul, Korea .
79. Park SH, Lim HY, Han JH. 2003. A study of medicinal herbs for functional food application (I)-nutritional composition and scoplectin analysis of *Artemisia capilaries*. *J East Asian Soc Dietary Life.* 13:552-560.
80. Woo WS. 2001. Experimental methods for phytochemistry. Seoul National University Pres, Seoul, Korea. p61.
81. Lee JH and Lee SR. 1994. Some physiological activity of phenolic substances in plant foods. *Korean J Food Sci Technol.* 26:310-316.
82. Loest HB, Noh SK, Koo SI. 2002. Green tea extract inhibits the lymphatic

- absorption of cholesterol and α -tocopherol in ovariectomized rats. *J Nutr.* 132: 1282-1288.
83. Juhel C, Armand M, Pafumi Y. 2000. Green tea extract inhibits lipolysis of triglycerides in gastric and duodenal medium *in vitro*. *J Nutr Biochem.* 11: 45-51.
 84. Boo HO, Lee HH, Lee JW, Hwang SJ, Park SU. 2009. Different of total phenolics and flavonoids, radical scavenging activities nitrite scavenging effects of *Momordica charantia* L. according to cultivars. *Korean J Med Crop Sci.* 17:15-20.
 85. Kim IS, Park KS, Yu HH, Shin MK. 2009. Antioxidant activities and cell viability against cancer cells of *Adenophora remotiflora* leaves. *J East Asian Dietary Life.* 19:384-394.
 86. Lee SE, Lee SW, Bang JK, Yu YJ, Seong NS. 2004. Antioxidant activity of leaf, stem and root of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science.* 12:237-242.
 87. Lee SJ, Bang WS, Hong JY, Kwon OJ, Shin SR, Yoon KY. 2013. Antioxidant and antimicrobial activities of black Doraji (*Platycodon grandiflorum*). *Korean J Food Preserv.* 20(4):510-517.
 88. Choi JM, Ahn JB. 2012. Functional Properties of 50% Methanol Extracts from Different Parts of *Acanthopanax sessiliflorus*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44(3):373-377.
 89. Rhee SJ, Kim KR, Kim HT, Hong JH. 2007. Effects of Catechin on Lipid Composition and Adipose Tissue in Obese Rats Fed High Fat Diet. *Korean Soc Food Sci Nurt.* 36(5):540-547.
 90. Heim KE, Tagliaferro AR, Bobilya DJ. 2002. Flavonoid antioxidants: Chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *J. Nutr. Biochem.* 13:572-584.
 91. Cha JY, Cho YS. 2001. Bio functional activities of citrus flavonoids. *J Kor Soc Agric Chem Biothchnol.* 44:122-128.
 92. Kawaguchi K, Mizuno T, Aida K, Uchino K. 1997. Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and pseudomonas. *Bio sci*

- Biotechnol Biochem.* 61:102-104.
93. Lee CH, Lee YR. 2016. Antioxidative and Antidiabetic Activities of Methanol Extracts from Different Parts of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Korean J Food Nutr.* 29(1):128-133.
 94. Lee JM, Son ES, OH SS, Han DS. 2001. Contents of Total Flavonoid and Biological Activities of Edible Plants. *Korean J. Dietary Culture.* 16(5):504-514.
 95. Kim MS, Chun SS, Kim SH, Choi JH. 2012. Effect of Tumeric (*Curcuma longa*) on Bile Acid and UDP-glucuronyl Transferase Activity in Rats Fed a High-fat and -cholesterol Diet. *J Life SCI.* 22(8):1064-1070.
 96. Kim AR, Lee JJ, Lee YM, Jung HO, Lee MY. 2010. Cholesterol-lowering and Anti-obesity Effects of *Polymnia Sonchifolia* Poepp. & Endl. Powder in Rats Fed a High Fat-High Cholesterol Diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 39(2):210-218.
 97. Sollof LA, Futenberg HL, Lacko AG. 1973. Serum cholesterol esterification in patients with coronary artery disease. *Am. Heart J.* 85:153-161.
 98. Turley E, Armstrong NC, Wallace JMW, Gilore WS, Mckelvey-Martin JV, Allen TM, Strain JJ. 1999. Effect of cholesterol feeding on DNA damage in male and female syrian hamsters. *Ann. Nutr. Metab.* 43:47-51
 99. Kang MJ, Lee SJ, Shin JH, Kang SK, Kim JG, Sung NJ. 2008. Effect of garlic with different processing on lipid metabolism in 1% cholesterol fed rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 37:162-169.
 100. Bjorntorp P. 1988. The associations between obesity, adipose tissue distribution and disease. *Acta Med Scand.* 723:121-134.
 101. Bjorn torp P. 1990. "Portal" adipose tissue as a gernerator of risk factors for cardiovascular disease and diabetes. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 10:493-496.
 102. Avram AS, Avram MN, James WD. 2005. Subcutaneous fat in normal and diseased states: 2. Anatomy and physiology of white and brown adipose tissue. *J Am Acad Dermatol.* 53:671-683.
 103. Kwon MJ, Nam TJ. 2006. Effects of mesangi (*Capsosiphon fulvecens*)

- powder on lipid metabolism in high cholesterol fed rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 35:530-535.
104. Corinne HR, Emma SW. 1984. Basic nutrition and diettherapy.(5th ed). New York. Macmillan Pub.co. pp.37-4.
 105. Lim SS, Kim MH, Lee JH. 1997. Effect of *Artemisia princeps var orientalis* and *Cirsium japonicum var ussuriense* on liver function body lipid and bile acid of hyperlipidemic rat. *Korean J Nutr.* 30:797-802.
 106. Kim, KH. 1980. A translation: The clinical application of the results of the test, pp. 164-176.
 107. Park PS. 1992. Influence of some vegetable seed oil feeds on body lipid composition in rats. Gyeongsang National University.
 108. Kim YH. 2016. Modulation of metabolic abnormalities, adipokine dysregulation and oxidative stress by mugwort(*Artemisia princeps* P.) extract in high-fat diet-induced rat model of metabolic syndrome. Dong-Eui University.
 109. Park HS, Yang KM, Jung JW. 2009. Effect of water extract from *Hordeum vulgare* L. with medicinal herb on plasma lipid status and glucose in rats fed high fat diet. *Kor. J. Herbology.* 24: 15-21.
 110. Kang JA and Kang JS. 1997. Effects of garlic and onion on plasma and liver cholesterol and triglyceride and platelet aggregation in rats on basal or cholesterol supplemented diets. *Korean J Nutr.* 32:132-138.
 111. Kinnunen PKJ, Virtanen JA, Vainio P. 1983. Lipoprotein lipase and hepatic endothelial lipase. *Atheroscler. Rev.* 11:65-80.
 112. Kim AJ, Kim SY, Choi MK, Kim MH, Han MR, Chung KS. 2005. Effects of mulberry leaves powder on lipid metabolism in high cholesterol-fed rats. *Korean J Food Sci Technol.* 37:636-641.
 113. Byun BH, Seo BI. 2001. Effects of *platycodi radix* powder on serum lipid component of rats fed high fat diet. *Kor J Herbology.* 16:35-40.
 114. Han EG, Sung IS, Moon HG, Cho SY. 1998. Effects of *Codonopsis lanceolata* water extract on the level of lipid in rats fed high fat diet. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 27:940-944.

115. Davignon J, Cohn JS. 1996. Triglyceride: a risk factor for coronary heart disease. *Atherosclerosis*. 124:57-64.
116. Good man DS. 1964. The turn over of plasma cholesterol in man. *Physiol Rev*. 45:747-760.
117. Jo HC, Kim JH, Han FH. 1999. Effect of long term dance sports on serum lipids and activity of enzyme. *J. Sports SCI*. Yongin University. 9(1):197-211.
118. Wooller LA, Spady DK, Dietschy JM. 1992. Saturated and unsaturated fatty acids independently regulate low density lipoprotein receptor activity and production rate. *J. Lipid Res*. 33:77-88.
119. Lee JJ, Choo MH, Lee MY. 2006. Effect of *Pimpinella brachycarpa* extract on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 36:1151-1168.
120. Lee JJ, Park SY, Lee MY. 2006. Effect of Lotus Root(*Nelumbo nucifera* G.) on Lipid Metabolism in Rats with Diet - Induced Hypercholesterolemia. *Korean J. Food Preserv*. 13(5):634-642.
121. Rosenfeld L. 1989. Lipoprotein analysis. *Arch Pathol Lab Med*. 113:1101-1110.
122. Yun YP, Kang WS, Lee MY, 1996. The antithrombotic effects of green tea catechins. *J Food Hyg Safety*. 11:77-82.
123. Yoo HS, Shin KW. 2012. Effect of Yam Extract on Body Weight Levels and Serum Lipid Profiles in C57BL/6J Mice Fed a High Fat Diet. *J East Asian Soc Dietary Life*. 22(2):231-238.
124. Kang SM, Shim JY, Hwang SJ, Hong SG, Jang HE, Park MH. 2003. Effects of Saengshik Supplementation of Health Improvement in Diet-Induced Hypercholesterolemic Rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 32:906-912.
125. Roach J, Lees M, Sloane-Stanley GH. 1993. The low density lipoprotein receptor and cholesterol synthesis are affected differently by dietary cholesterol in the rats. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1170:165-172.
126. Spady DK, Meddings J, Dietschy JM. 1986. Kinetic constants for

- receptor-dependent and receptor-independent low density lipoprotein transport in the tissues of the rat and hamster. *J Clin Invest.* 77:1474-1471.
127. Kim MS, Sea IB, Kim JB. 2004. Effects of *Salviae Miltiorrhizae Radix* on the Diet-induced Hyperlipidemia in Rats. *Korean J. Oriental Physiology & Pathology.* 18(2):431-435.
 128. Sung TS, Son GM, Bae MJ. 1994. Effect of *Cnidi rhizoma* Water-Extracted Solution on Fat Contents in Plasma, Liver and Adipose, and Fecal Steroids of Fatted Rats. *Korean J. Food Nutr.* 7(2):100-107.
 129. Park JH, Choi SY, Lee KW, Kim SS, Cho KD, Han CK. 2012. Effect of Diets with Red Yeast Sweet Potato Powder Supplement on Fecal Amount and Lipid Metabolism in Rats Fed a High-fat Diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 41(4):487-493.
 130. Won HR. 2012. Effect of *Acanthopanax Senticosus* Water Extract on Lipid Metabolism in Rats Fed a Hypercholesterol Diet. *Korean J Community Living Sci.* 23(4):501-508.
 131. Jung YY. 2008. Effect of *Oenanthe javanica* extracts on fat accumulation of the liver in rats. *MS Thesis*, Yeungnam University, Korea.
 132. Park SH, Ko SK, Chung SH. 2005. *Euonymus alatus* prevents the hyperglycemia and hyperlipidemia induced by high-fat diet in ICR mice. *J Ethnopharmacol.* 102:326-335.
 133. Seo DJ, Chung MJ, Kim DJ, Choe M. 2009. Antiobese effects of diet containing medicinal plant water extracts high fat diet-induced obese mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 38:1522-1527.
 134. Moon GA, Choi SM, Kim SH, Kim SS, Kang JY, Yoon Y. 2003. Human and animal study on the natural food for obesity and metabolic syndrome risk factors. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 32: 1394-1400.
 135. Kim HS, Kim TW, Kim DJ, Hwang HJ, Lee HJ, Cheo M. 2007. Effects of natural plants supplementation on adipocyte size of the epididymal fat pads in rat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36, 419-423.
 136. Saha A, Ruderman NB. 2003. Malonyl-CoA and AMP-activated protein

- kinase: An expanding partnership. *Mol. Cell. Biochem.* 253: 65-70.
137. Agheli N, Kabir M, Berni-Canani S, Petitjean E, Boussairi A, Luo J, Bornet F, Slama G, Rizkalla SW. 1998. Plasma lipids and fatty acid synthase activity are regulated by short-chain fructo-oligosaccharides in sucrose-fed insulin-resistant rats. *J. Nutr.* 128:1283-1288.
 138. Park SJ, Choi JH, Jung YS, Yu MH. 2013. Inhibitory effect of *Rumex Crispus* L. fraction on adipocyte differentiation in 3T3-L1 cells. *Korean J. Food. Sci. Technol.* 45:90-96.
 139. Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, Iwaki M, Yamada Y, Nakajima Y, Nakayama O, Makishima M, Matsuda M, Shimomura I. 2004. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *J Clin Invest.* 114:1752-1761.
 140. Park J, Rho HK, Kim KH, Choe SS, Lee YS, Kim JB. 2005. Over expression of glucose-6-phosphate dehydrogenase is associated with lipid dysregulation and insulin resistance in obesity. *Mol Cell Biol.* 25:5146-5157.
 141. Heuman DM, Hernandez CR, Hylemon PB, Kubaska WM, Hartman C, Viahcevic ZR. 1988. Regulation of bile acid synthesis. I. Effects of conjugated ursodeoxycholate and cholate on bile acid synthesis in chronic bile fistula rat. *Hepatology.* 8:358-365.
 142. Hulcher H, Oleson WH. 1973. Simplified spectrophotometric assay for HMG-Co A reductase. *J Lipid Res* 14:625-631.
 143. Kim YE, Kwon EK, Han DS, Kim IH, Lee CH. 2007. Effects of Green Tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] Extract on Lipid Metabolism in F1B Golden Syrian Hamsters Fed with the Atherogenic Diet. *Korean J Food. TECHNOL.* 39(2):181-188.
 144. Mahley RW, Innerarity TL, Rall SC Jr, Weisgrader KH. 1984. Plasma lipoproteins: apoprotein structure and function. *J Lipid Res.* 25:1277-1294.
 145. Lee MJ, Lee SJ, Choi HR, Lee JH, Jeong JT, Choi KM, Cha JD, Hwang SM, Park JH, Lee JH, Lee TB. 2014. Cholesterol improvement effects of co-treatment with black raspberry and red ginseng extracts in mice fed a

high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 43:1491-1499.

감사의 글

벌써 시간이 흘러 논문을 마무리 하는 순간이 되니 학위기간 동안의 저를 다시 되돌아보게 됩니다. 많은 것을 배우고 스스로 발전해 나갈 수 있는 큰 계기가 되었던 시간이었습니다.

먼저 석사과정 동안 연구에 매진할 수 있도록 아낌없는 격려와 지도를 해주신 지도교수님 이재준 교수님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 저의 논문 심사를 맡아주시고, 소중한 충고와 조언을 해주셨던 장해춘 교수님, 이주민 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 학부시절부터 대학원 과정까지 많은 가르침을 주신 김경수 교수님, 김복희 교수님께도 깊은 감사드립니다.

짧다면 짧은 2년 동안의 실험실 생활은 정말 값진 시간이었습니다. 언제나 화목하고 정이 넘치는 우리 실험실 식구들이 있었기에 무사히 논문을 마무리 하고 졸업을 할 수 있었습니다. 저보다 더 저를 걱정해주시고 따뜻하게 아껴주신 차선숙 박사님께 진심으로 감사드립니다. 밝은 목소리로 실험실에 활기를 충전해주시는 김인숙 선생님, 항상 옆에서 이끌어주고 따뜻한 마음으로 차근차근 하나씩 알려준 희경언니, 언니가 없었다면 힘든 시간마다 버틸 수 없었을 것 같아요. 정말 감사합니다. 웃는 모습이 너무 예쁜 정옥언니, 이제 막 대학원의 꿈을 가지고 새로운 식구가 된 시훈이에게도 감사의 인사를 전하고 싶습니다. 그리고 항상 어려운 일 있으면 거절없이 부탁을 들어주었던 고마운 기훈오빠, 낭랑한 목소리로 꼼꼼하게 일 잘하는 현아, 귀엽고 매력있는 유리에게도 고맙다는 말 전하고 싶습니다.

힘든 공부를 하는 와중에도 내게 할 수 있다는 믿음과 응원을 해준 언제나 내편 선정이, 정말 고맙고 너의 노력이 결국 빛을 바라는 순간이 찾아올 거야. 동물 실험 하는 날 아직도 이해 못하는 귀여운 정희, 열심히 공부하고 있는 하영이, 그리운 서연이까지 대학시절 너희들이 있어서 잊지 못할 추억을 만들 수 있었어. 2015년 뜨겁게 청춘의 밤을 지새웠던 우리 쌤 귀여운 유진이, 예쁜 다운이, 알고보면 따뜻한 마음을 지닌 지훈이, 멋진 꿈을 이룬 지형이, 언제나 예쁜말로 진심으로 날 걱정해주는 정말 고마운 내 영원한 친구 빈이에게 너무 고맙고 그리운 마음을 전하고 싶습니다.

항상 딸이 원하는 것이라면 뭐든 들어주고 믿어주시는 아빠, 여린 마음으로 딸의 미래를 걱정해 주시는 엄마, 매일 막내딸 보고 싶다고 그리워하시는 마음 아는데

자주 내려가지 못해서 죄송한 마음이 큼니다. 학업에 대한 열정에도 동생을 위해 그 기회를 양보해준 언니, 우리 가족에게 정말 깊은 고마운 마음을 전하며 이 논문을 바칩니다.

마지막으로 일일이 언급을 하지 못했지만 그 동안 저를 아끼고 사랑해주신 모든 분들께 다시 한번 진심으로 감사드립니다.

2016년 11월

김 연 경

저작물 이용 허락서

학 과	식품영양학과	학 번	20157299	과 정	석사
성 명	한글 : 김연경 한문 : 金 延 京 영문 : Kim Yeon-Kyoung				
주 소	전라남도 여수시 여서동 금호아파트 9동 801호				
연락처	e-mail : kyg-juli4367@hanmail.net				
논문제목	한글 : 초석잠뿌리 분말이 고지방-고콜레스테롤 식이를 급여한 흰쥐의 항비만효과 및 콜레스테롤 대사에 미치는 영향				
	영문 : Effects of <i>Stachys sieboldii</i> Miq. Root powder on Anti-obesity Effects and Cholesterol Metabolism in Rats Fed a High Fat-High Cholesterol Diet				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집과 형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의 () 반대()

2016 년 10 월

저작자 : 김연경 (인)

조선대학교 총장 귀하