

ISSN 1229-8565 (print)

한국지역사회생활과학회지

Korean J Community Living Sci

<http://dx.doi.org/10.7856/kjcls.2016.27.1.137>

ISSN 2287-5190 (on-line)

27(1) : 137~145, 2016

27(1) : 137~145, 2016

삼채가 고지방식을 급여한 흰쥐의 고지혈증 개선 효과에 미치는 영향

이 주 민[†]

조선대학교 식품영양학과

The Hypolipidemic Effect of *Allium Hookeri* in Rats Fed with a High Fat Diet

Joomin Lee[†]

Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju, Korea

ABSTRACT

This study evaluated the effect of *Allium hookeri* roots on lipid metabolism of the serum, liver, and adipose tissues induced by a high-fat diet in male Sprague-Dawley rats. The rats were divided into four groups with 8 rats per group for 4 weeks: the normal-diet group (N), the high-fat diet (HFD) group, the HFD containing 3% *Allium hookeri* (HFD-A3) group, and the HFD containing 5% *Allium hookeri* (HFD-A5) group. The results showed that the body weight gain and food intake of rats in the HFD-A3 and HFD-A5 groups were significantly decreased compared with those in the HFD group. The epididymal adipose tissue weight in the HFD-A5 group was significantly decreased compared with those in the HFD group, and adipose tissue weights of liver and mesenteric adipose tissues in the HFD-A3 and HFD-A5 groups were significantly decreased compared with those in the HFD group. Serum triglyceride, total cholesterol and LDL cholesterol concentrations, atherogenic index, and cardiac risk factor were significantly lower in the HFD-A3 and HFD-A5 groups than in the HFD group. Serum lipid profiles, as well as ALT and AST activities did not show any difference in all groups. Serum ALP and LDH activities were suppressed in the HFD-A5 group compared with those in the HFD group. The hepatic triglyceride and total cholesterol levels of rats in the HFD-A5 group was significantly lower than those in the HFD group. Moreover, triglyceride and total cholesterol in the epididymal and mesenteric adipose tissues were significantly lower in the HFD-A5 group than in the HFD group. These results demonstrated that the intake of *Allium hookeri* showed a hypolipidemic effect, changing the lipid metabolism of a high-fat diet induced rats.

Key words: *Allium Hookeri*, hypolipidemic activity, lipid profile

Received: 26 January, 2016 Revised: 11 February, 2016 Accepted: 12 February, 2016

[†]Corresponding Author: Joomin Lee Tel: +82-62-230-7722 E-mail: joominlee@chosun.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

비만은 신체활동, 열생성 및 지속적인 휴식대사량의 감소로 인해 에너지의 불균형이 발생하게 되고, 이로 인해 지방조직 내 중성지방의 양이 필요 이상으로 증가 되었을 때 나타난다(Van & Schrauwen-Hinderling 2008). 신체 내에 과도하게 축적된 지방은 건강을 위협하는 여러 요소들을 포함하고 있으며, 인슐린 저항성, 당뇨병, 고지혈증, 고혈압, 심혈관계 질환 및 암 발생을 일으킬 수 있다고 보고되었다(Hotamisligil 2000; Barceló-Batllori et al. 2005; Aguilera et al. 2008). 고지혈증의 경우, 즉 상동맥경화증을 포함한 심혈관계 질환의 위험요소이며, 이는 고콜레스테롤혈증 및 LDL-콜레스테롤의 수치가 정상범위보다 증가됨을 의미한다(Xia et al. 2011). 최근 들어 비만은 유전적인 원인뿐만 아니라, 식습관을 포함한 환경적인 요인이 복잡하게 얽힌 신경 및 내분비 장애로 여겨지고 있다(Hebebrand & Hinney 2009; Walley et al. 2009). 지금까지 많은 임상연구에 의해 항비만 치료제가 개발되었으나, 사용 시 안전성의 문제와 부작용 등으로 널리 이용되지 못하였다(Connolly et al. 1997; Glazer 2001; James et al. 2010). 따라서 최근에는 상대적으로 독성이 낮고 부작용이 적으며 혈당강하, 저혈압 등에 효과를 보이는 식물 또는 식품 중에 함유되어 있는 생리활성 물질들이 주목받고 있다(Yun 2010).

삼채(*Allium hookeri*)는 단맛, 쓴맛, 매운맛을 낸다 하여 삼채로 불리고, 백합과에 속하는 다년생 식물이다(Ayam 2011). 주로 미얀마, 중국, 인도, 부탄, 스리랑카 등지에서 식용과 약용식물로 섭취되고 있으며, 최근 한국에서도 삼채를 재배하는 곳의 증가로 이의 효능에 대한 관심이 높아지고 있는 추세이다. 삼채는 다량의 식이유황과 여러 무기질 등 영양소, 폴리페놀 등을 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(Kim et al. 2012). 이를 바탕으로 한 삼채의 효능에 관한 연구는 삼채의 잎과 뿌리를 이용한 항산화 역할, 항균작용 및 이화학적 성분에 대한 연구가 대부분이다(Kim et al. 2012; Won et al. 2013; Hwang et al. 2015b). 삼채를 포함한 *Allium* 속 식물인 양파, 마늘, 부추 등에서는 항산화, 항암 및 혈중 지질에 미치는 효과에 대한 연구가 진행되었다(Moon et al. 2003; Lee et al. 2009; Yoon 2006; Jang & Lim. 2009). 또한 Lee 등(Lee et al. 20010)은 고콜레스테롤혈증을 진단받은 우리나라 성인을 대상으로 양파

추출물을 공급하였을 경우, 총 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 동맥경화지수가 감소됨을 보고하였다. Hwang et al.(2015a)은 고지방식으로 유도된 고지혈증 흰쥐에 마늘 추출물을 투여한 결과, 혈중 및 간 조직의 지질 함량을 감소한다고 보고하였다. 이와 같이, *Allium*속에 속하는 식물에 대한 항비만 및 지질개선에 관한 연구들이 보고되어 있는 반면, 삼채의 항비만 효과에 관한 연구는 아직까지 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 고지방식으로 고지혈증을 유발한 5주령 흰쥐에서 국내산 삼채 뿌리를 급여하였을 경우, 체중감소 효과 및 혈청, 간 및 조직에서의 지질개선 효과에 대해 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 삼채(*Allium hookeri*) 뿌리는 2015년 6월 토루(주)(Jangseong, Korea)에서 구입하여 물로 세척하고 물기를 제거한 후, 동결 건조하였다. 동결 건조한 삼채 뿌리는 분쇄하여 분말로 제조한 다음 -70℃에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였다.

2. 실험동물의 사육 및 식이조성

실험동물은 Sprague Dawley계 5주령 수컷 흰쥐를 오리엔트바이오(주)(Daejeon, Korea)를 통해 공급받아 사용하였으며, 난피법을 이용하여 각 처리 군당 8마리씩 무작위로 배정하여 일주일간의 안정기를 거친 뒤, 4주간 사육하였다. 물과 식이는 무제한으로 공급하였으며, 사육실 온도는 $18 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 유지하였고 조명은 12시간 주기로 일정하게 조절하였다. 실험 식이는 Table 1에서와 같이 AIN-93 정제식이를 기준으로 연구 목적에 맞게 변형하여 사용하였다. 실험군은 총 4군으로 나누었으며, 정상식이군(N), 고지방식이군(HFD), 고지방식이군과 삼채 뿌리 분말 3% 첨가군(HFD-A3), 고지방식이군과 삼채 뿌리 분말 5% 첨가군(HFD-A5)으로 실험하였다. 고지방식이군(HFD)은 돼지기름(lard) 20%를 지방급원으로 사용하였으며, 삼채 분말을 첨가한 양만큼 옥수수전분에서 제하여 계산하였다. 본 연구는 조선대학교 동물실험윤리위원회의 방침 및 범규에 따라 진행되었다(윤리 승인번호: CIACUC2014-A0030).

Table 1. Composition of experimental diets

Diet composition	Groups ¹⁾			
	N	HFD	HFD-A3	HFD-A5
Casein	200	200	200	200
DL-methionine	3	3	3	3
Corn starch	550	350	320	300
Sucrose	100	100	100	100
Cellulose	50	50	50	50
Lard		200	200	200
Corn oil	50	50	50	50
Mineral mix ²⁾	35	35	35	35
Vitamin mix ³⁾	10	10	10	10
Choline chloride	2	2	2	2
<i>Allium hookeri</i> root powder			30	50

¹⁾ N: normal diet group, HFD: high fat diet group, HFD-A3: high fat diet group with 3% *Allium hookeri* powder, HFD-A5: high fat diet group with 5% *Allium hookeri* powder

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

3. 혈청 효소 활성 및 혈청 지질 함량 측정

실험동물은 사양시험 종료 후, 12시간 절식 후에 CO₂로 마취한 다음 단두절단하여 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 3000 rpm, 4℃에서 20분간 원심분리 한 후, 혈청을 분리하여 혈청 효소활성 및 지질 함량 측정 에 사용하였다. 혈청 중, alanine aminotransferase(ALT), aspartate aminotransferase(AST) 활성과 총콜레스테롤, 중성지방 및 HDL-콜레스테롤 함량은 혈액 생화학적 검사 자동분석기(Fuji Dri-Chem 3500s, Fuji-film, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. LDL-콜레스테롤 함량은 Friedwald식 (총콜레스테롤-(HDL-콜레스테롤))(Rosenfeld 1989)에 의하여 계산하였다.

4. 간과 지방조직 중 중성지방과 총콜레스테롤 함량 측정

적출한 간조직, 장관막 지방조직 및 부고환 지방조직 중의 중성지방과 총콜레스테롤 함량 분석을 위하여 먼저 Folch 방법(Folch et al. 1957)에 의하여 조직으로부터 총지질을 추출하였다. 간과 지방조직 0.1 g과 6 mL chloroform : methanol 혼합액 (C:M=2:1, v/v)을 첨가 하여 냉장상태에서 3일간 방치한 후 2 mL H₂O를 첨가 하고 1,900×g에서 20분간 원심분리시킨 후 지질층인 하

층부를 취하여 총콜레스테롤과 중성지방 함량 분석에 사용하였다. 총콜레스테롤 함량은 Zlatkis와 Zak의 방법 (Zlatkis & Zak 1969)에 의하여 측정하였으며, 중성지방 함량은 Wease et al.(1975)의 방법으로 측정하였다.

5. 통계처리

모든 실험은 독립적으로 3회 반복을 통해 얻었으며, 본 실험의 통계처리는 GraphPad Prism 5 program (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, USA)을 이용하여 통계적 유의성 검정은 p<0.05 수준일 때를 기준으로 하였다. 일원배치 분산분석 (one-way analysis of variance)을 한 후, 각 시료간의 통계적 유의성은 Tukey's multiple comparison test를 이용하여 사후검증을 수행 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율

고지방식이와 첨가수준을 달리한 삼채 뿌리 분말 식이를 4주간 급여한 흰쥐의 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다. 체중증가량은 정상식이군 (N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)에서 유의적으로 증가하였다. 하지만, 고지방식이와 3% 및 5% 삼채분말

Table 2. Effect of *Allium hookeri* root powder on body weight, food intake and food efficiency ratio

	Groups ¹⁾			
	N	HFD	HFD-A3	HFD-A5
Initial body weight (g)	192.56 ± 9.17 ^{3)NS4)}	193.44 ± 10.53	195.75 ± 9.36	194.00 ± 9.75
Final body weight (g)	355.63 ± 13.87 ⁵⁾	422.38 ± 16.04 ^a	366.70 ± 15.81 ^b	358.63 ± 16.21 ^b
Body weight gain (g)	6.16 ± 0.52 ^b	8.22 ± 1.30 ^a	6.36 ± 0.92 ^b	6.14 ± 0.64 ^b
Food intake (g/day)	21.80 ± 1.24 ^a	20.17 ± 2.29 ^a	17.13 ± 1.64 ^b	16.43 ± 1.72 ^b
FER ²⁾	0.28 ± 0.01 ^b	0.41 ± 0.04 ^a	0.37 ± 0.05 ^a	0.37 ± 0.03 ^a

¹⁾ See the legend of Table 1.

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

Mice (n=8) were treated with vehicle, 3% *Allium hookeri* and 5% *Allium hookeri* by daily oral administration with concurrent feeding of HFD for 4 weeks. Body weight and food intake were measured three times a week.

³⁾All values are expressed as the mean ± SD of 8 rats per each group.

⁴⁾NS: not significantly different among groups

⁵⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different (p<0.05) among groups by Tukey's test.

을 함께 급여한 HFD-A3와 HFD-A5군에서는 고지방식이군에 비해 체중증가량이 유의적으로 감소하였다.

식이섭취량은 정상식이군(N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)에서 유의적인 차이는 보이지 않았으나 감소하는 경향을 보였다. 이는 식이지방이 위 내에 체류하는 시간을 늘리고 공복감을 줄여 식이 섭취량이 감소한다는 보고(Duane 1997)와 유사하다고 보여진다. 또한, 고지방식이와 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A3와 HFD-A5)에서는 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 식이섭취량이 유의적으로 감소함을 확인하였다. 이러한 결과는, 삼채가 가진 특유의 강한 향 때문이라 생각되며, 이에 따른 식이섭취량의 감소가 고지방식이와 삼채를 급여한 군의 체중의 변화에 영향을 주었을 것으로 사료된다. 식이효율은 에너지 밀도가 높은 고지방식이 섭취군(HFD)이 정상식이군(N)에 비해 유의적으로 높았으나, 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 고지방식이와 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A3와 HFD-A5)에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

2. 간 및 지방조직 무게

고지방식이와 삼채를 혼합한 고지방식이를 4주간 급여한 흰쥐의 간, 부고환 및 장간막 지방조직의 무게를 살펴본 결과는 Table 3과 같다. 간 무게는 정상식이군(N)에서 3.09 ± 0.21 g/100g 이었고, 고지방식이 섭취군(HFD)에서 3.44 ± 0.24 g/100g으로 나타나 유의적인

증가를 보였다. 하지만, 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 고지방식이와 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A3와 HFD-A5)에서는 간 무게가 유의적으로 감소하는 경향을 보였다.

부고환 지방조직의 무게는 정상식이군(N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)에서 유의적으로 증가하였다. 고지방식이와 5% 삼채 분말을 함께 급여한 섭취군(HFD-A5)은 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 부고환 지방조직의 무게가 유의적으로 감소함을 나타내었다. 장간막 지방조직의 무게는 정상식이군(N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)에서 증가하였으나 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 고지방식이와 3% 삼채 또는 5% 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A3와 HFD-A5)에서는 유의적으로 감소함을 보였다. 고지방식은 에너지 밀도가 높아 에너지의 불균형을 일으킬 수 있으며, 과도한 체내 지방은 지방조직과 간에 쌓여 활성산소와 같은 유해한 물질을 발생시켜 간 질환을 높인다(Marí et al. 2006). 또한 고지방식은 간에 중성지방 및 콜레스테롤 등을 축적시켜 간 무게를 증가시킨다고 하였다(Sung et al. 1998). 본 연구에서는 고지방식이와 3% 삼채 또는 5% 삼채를 함께 급여한 군에서 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 간 및 조직의 무게가 감소하였음을 관찰하였고, 이는 삼채 분말이 고지방식으로 축적된 간 및 지방조직 내 지방의 축적을 억제하는 효과가 있는 것으로 사료된다.

Table 3. Effect of *Allium hookeri* root powder on liver and adipose tissue weight

	Groups			
	N	HFD	HFD-A3	HFD-A5
Liver	3.09 ± 0.21 ^{1b2)}	3.44 ± 0.24 ^a	3.09 ± 0.15 ^b	3.08 ± 0.13 ^b
Epididymal AT	1.26 ± 0.31 ^b	2.01 ± 0.59 ^a	1.51 ± 0.21 ^{ab}	1.19 ± 0.30 ^b
Mesenteric AT	0.97 ± 0.29 ^a	1.13 ± 0.21 ^a	0.85 ± 0.08 ^{ab}	0.82 ± 0.11 ^{ab}

¹⁾All values are expressed as the mean ± SD of 8 rats per each group.

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different (p<0.05) among groups by Tukey's test.

3. 혈청 중, 중성지방, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 함량, 동맥경화지수 및 심혈관위험지수

고지방식이와 삼채 분말의 첨가수준을 달리하여 4주간 급여한 흰쥐의 혈청 중 중성지방, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 함량, 동맥경화지수 및 심혈관위험지수는 Table 4와 같다. 혈청 중 중성지방 함량은 정상식이군(N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)에서 15.7%로 유의적으로 증가하였으나, 고지방식이와 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A3와 HFD-A5)에서 각각 37.8%와 39.5%로 유의적인 감소를 나타내었다. 혈청 중 총콜레스테롤 함량은 정상식이군(N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)에서 30.1%로 유의적으로 증가하였으나, 고지방식이와 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A3와 HFD-A5)에서 각각 14.7%와 28.6%로 유의적인 감소를 나타내었다. 혈청 중, HDL-콜레스테롤 함량은 정상식이군(N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)에서

20.6% 유의적으로 감소함을 보였다. 하지만, 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 고지방식이와 3% 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A3)에서는 15.0% 유의적인 증가를 보였고, 고지방식이와 5% 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A5)에서는 약간의 증가를 보였으나 유의성을 보여주지 못하였다. 혈청 중, LDL-콜레스테롤 함량은 정상식이군(N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)에서 유의적으로 증가함을 보였고, 고지방식이 섭취군(HFD)에 비하여 고지방식이와 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A3와 HFD-A5)에서 유의적으로 감소하였다. 비만은 고도의 지방 축적으로 인해 여러 가지 대사증후군을 일으킬 수 있으며, 제 2형 당뇨병 및 심혈관 질환 등의 원인이 된다(Grundy 2015). Kim et al.(2015)은 제 2형 당뇨 쥐에 삼채 추출물을 투여하였을 경우, 혈중 중성지방, 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 수치가 감소한다고 보고하였다. 이와 같은 결과들로 볼 때, 본 실험에서는 삼채 뿌리 분말의 급여가 고지방식으로 인해 증가된 중성지

Table 4. Effect of *Allium hookeri* root powder on serum lipid profiles from rats exposed to different experimental diets

	Groups			
	N	HFD	HFD-A3	HFD-A5
Triglyceride	85.13 ± 5.28 ^{3b4)}	98.50 ± 4.14 ^a	61.25 ± 7.01 ^c	59.63 ± 7.31 ^c
Total cholesterol	70.13 ± 7.72 ^b	91.25 ± 6.41 ^a	77.88 ± 7.30 ^b	65.13 ± 11.52 ^{bc}
HDL cholesterol	68.13 ± 6.60 ^a	54.13 ± 6.71 ^b	62.25 ± 5.47 ^a	58.63 ± 3.46 ^{ab}
LDL cholesterol	19.03 ± 7.37 ^b	56.83 ± 10.50 ^a	27.88 ± 8.61 ^b	18.43 ± 14.99 ^b
AI ¹⁾	0.03 ± 0.11 ^b	0.71 ± 0.34 ^a	0.26 ± 0.17 ^b	0.12 ± 0.25 ^b
CRF ²⁾	1.03 ± 0.11 ^b	1.71 ± 0.60 ^a	1.26 ± 0.28 ^b	1.12 ± 0.25 ^b

¹⁾ AI (atherogenic index)=(total cholesterol-HDL-cholesterol)/HDL cholesterol

²⁾ CRF (cardiac risk factor)=total cholesterol/HDL-cholesterol

³⁾All values are expressed as the mean ± SD of 8 rats per each group.

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

방, 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 수치는 감소하였고, HDL-콜레스테롤은 증가하였으며, 삼채 급여로 인해 동맥경화지수 및 심혈관위험지수가 유의적으로 낮아졌음을 확인하였다. 이는 삼채 분말이 혈중 지질 개선효과 및 심혈관계 질환의 개선에 도움을 주는 결과라 여겨진다.

4. 혈청 중, ALT, AST, ALP, LDH 함량

혈청 중의 ALT, AST, ALP 및 LDH 수치는 간 기능의 이상과 간 독성에 대한 손상 정도를 알 수 있는 지표로 쓰인다(Mansour & Mossa 2010). 고지방식이와 삼채 분말의 첨가수준을 달리하여 4주간 급여한 흰쥐의 혈청 중, ALT, AST, ALP, 및 LDH 함량은 Table 5와 같다. ALT와 AST 활성은 간 손상 시 혈청 내로 흘러나오며 이들의 증가는 간 질환 등을 알 수 있는 지표로 쓰인다(Bishayee et al. 1995). 혈청 중, ALT와 AST 함량은 정상식이군(N)과 고지방식이 섭취군(HFD)간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한, 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 고지방식이와 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A3와 HFD-A5)에서도 유의적인 증감을 보이지 못하였다. 혈청 중, ALP 함량은 정상식이군(N)에서 710.50 ± 25.88 U/L를 나타내었고, 고지방식이 섭취군(HFD)에서는 952.63 ± 29.88 U/L로 유의적인 증가를 보였다. 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해서는 5% 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A5)이 893.13 ± 37.38 U/L로 유의적으로 감소하였다. 혈청 중, LDH 함량은 정상식이군(N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)에서 유의적인 증가를 나타내었고, 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해서는 5% 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A5)에서 유의적으로 감소하였다. 이러

한 결과를 바탕으로, 삼채 뿌리 분말을 급여하였을 경우, 간 독성을 일으키지 않는 것으로 보여지며, 고지방 식이로 증가된 간 기능 지표를 저하시키는 작용을 함으로써 간의 해독작용에도 관여하는 것으로 여겨진다.

5. 간 조직과 지방조직 중, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량

고지방식이와 삼채를 혼합한 고지방식이를 4주간 급여한 흰쥐의 간 조직과 지방조직 중, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량을 살펴본 결과는 Table 6, 7과 같다. 비만은 체내의 지방세포 내의 지방산 합성을 증가시키며, 이는 간으로 이동하여 중성지방 합성을 증가시켜 지방간을 유발한다(Attie & Scherer 2009). 간 조직에서의 중성지방 함량은 Table 6에서와 같이 21.74 ± 2.05 mg/g인 정상식이군(N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)에서 27.53 ± 2.93 mg/g으로 유의적인 증가를 나타내었다. 그러나, 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 고지방식이와 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A3와 HFD-A5)에서는 유의적으로 감소하였다. 간 조직의 총콜레스테롤 함량은 88.53 ± 5.73 mg/g인 정상식이군(N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)에서 101.49 ± 8.56 mg/g으로 유의적으로 증가하였다. 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 고지방식이와 5% 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A5)에서는 81.79 ± 2.52 mg/g으로 유의적인 감소를 나타내었다. 간 조직에서 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 고지방식이와 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A3와 HFD-A5)에서 총 콜레스테롤 수치가 유의적인 감소를 보인 것은, 삼채 분말에 의해 간에서의 콜레스테롤 7 α -수산화효소(7- α -hydroxylase)의 작용으로

Table 5. Effect of *Allium hookeri* root powder on activities of ALT, AST, ALP and LDH from rats exposed to different experimental diets

	Groups			
	N	HFD	HFD-A3	HFD-A5
ALT (U/L)	30.75 ± 6.84 ^{1)NS}	30.50 ± 5.13	36.00 ± 5.90	29.88 ± 6.29
AST (U/L)	120.50 ± 20.45 ^{NS}	136.25 ± 34.74	126.13 ± 19.24	146.38 ± 21.68
ALP (U/L)	710.50 ± 25.88 ^{c2)}	952.63 ± 29.88 ^a	933.88 ± 25.93 ^{ab}	893.13 ± 37.38 ^b
LDH (U/L)	608.63 ± 25.29 ^b	720.25 ± 35.07 ^a	689.75 ± 32.23 ^a	639.38 ± 29.04 ^b

¹⁾All values are expressed as the mean ± SD of 8 rats per each group.

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different (p<0.05) among groups by Tukey's test

Table 6. Contents of triglyceride and total cholesterol in liver rats fed experimental diets

	Groups			
	N	HFD	HFD-A3	HFD-A5
Triglyceride (mg/g, wet weight)	21.74 ± 2.05 ^{1) b2)}	27.53 ± 2.93 ^a	23.58 ± 3.15 ^b	22.19 ± 3.12 ^b
Total cholesterol (mg/g, wet weight)	88.53 ± 5.73 ^b	101.49 ± 8.56 ^a	87.88 ± 10.95 ^{ab}	81.79 ± 2.52 ^b

¹⁾All values are expressed as the mean ± SD of 8 rats per each group.

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$) among groups by Tukey's test

Table 7. Contents of triglyceride and total cholesterol in adipose tissue of rats fed experimental diets

	Groups			
	N	HFD	HFD-A3	HFD-A5
Epididymal AT				
Triglyceride (mg/g, wet weight)	64.32 ± 7.25 ^{1) b2)}	75.43 ± 10.53 ^a	63.98 ± 5.45 ^b	61.78 ± 6.80 ^b
Total cholesterol (mg/g, wet weight)	82.19 ± 6.62 ^c	99.73 ± 4.34 ^a	86.46 ± 7.75 ^{ab}	82.13 ± 6.79 ^c
Mesenteric AT				
Triglyceride (mg/g, wet weight)	53.56 ± 5.58 ^b	64.61 ± 5.01 ^a	56.96 ± 9.05 ^{ab}	53.14 ± 7.24 ^c
Total cholesterol (mg/g, wet weight)	92.78 ± 7.41 ^c	107.92 ± 1.68 ^a	104.98 ± 3.30 ^{ab}	98.93 ± 4.78 ^{ab}

¹⁾All values are expressed as the mean ± SD of 8 rats per each group.

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$) among groups by Tukey's test

담즙산이 생성되어 콜레스테롤의 체내 배출이 증가하였거나, 지방이 축적된 간의 무게가 감소된 영향으로 보여 지나, 추후 이에 대한 심도 있는 연구가 필요하다고 사료된다.

부고환 지방조직에서의 중성지방 함량은 Table 7에서와 같이 정상식이군(N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)에서 유의적인 증가를 나타내었으나, 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 고지방식이와 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A3와 HFD-A5)에서는 유의적인 감소를 보였다. 부고환 조직에서의 총콜레스테롤 함량은 고지방식이 섭취군(HFD)이 99.73 ± 4.34 mg/g으로 가장 높은 수치를 나타내었으며, 고지방식이 섭취군(HFD)에 비해 5% 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A5)에서만 유의적인 감소를 나타내었다. 장간막 조직에서의 중성지방과 총콜레

스테롤 함량은 정상식이군(N)에 비해 고지방식이 섭취군(HFD)이 유의적으로 높았으며, 5% 삼채를 함께 급여한 군(HFD-A5)에서만 유의적인 증가를 나타내었다. 본 연구 결과, 삼채 분말은 고지방식이에 의해 증가된 간 및 조직에서의 중성지방 및 총콜레스테롤 함량을 유의적으로 감소하는 효과를 보여주어 심혈관계 예방에 도움을 줄 수 있는 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 삼채 뿌리분말이 고지혈증을 유발한 흰쥐에서 체중 저하효과 및 혈액과 조직의 지질 대사 개선에 미치는 영향에 대해 살펴보고자 하였다. 일주일의 적응기간을 마친 흰쥐는 정상식이군(N), 고지방식이군

(HFD), 고지방식이와 삼채 뿌리 분말 3% 첨가군(HFD-A3), 고지방식이와 삼채 뿌리 분말 5% 첨가군(HFD-A5)으로 나누어 4주간 실시하였다. 간조직 및 부고환 지방조직의 무게는 고지방식이군(HFD)에 의해 증가하였으나 고지방식이와 삼채 분말을 함께 섭취한 군(HFD-A3, HFD-A5)에서 유의적인 감소를 보였다. 장간막 지방조직의 무게는 고지방식이에 의해 변화를 나타내지 않았으며, 고지방식이에 비해 고지방식이와 삼채 분말을 함께 섭취한 군(HFD-A3, HFD-A5)에서는 유의적인 감소를 보였다. 고지방식으로 인해 증가된 중성지방, 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 함량, 동맥경화지수 및 심혈관위험지수는 삼채 분말 급여로 유의적인 감소가 관찰되었고, HDL-cholesterol은 증가하였다. 혈청 중 ALP, LDH 활성은 고지방식이(HFD)에 의해 유의적으로 증가하였으나 고지방식이와 삼채 뿌리 분말 5% 첨가군(HFD-A5)에서 유의적인 감소를 보였다. 간 조직 중 중성지방과 총 콜레스테롤 함량은 삼채 분말의 급여로 유의적으로 감소하였다. 고지방식이에 의해 증가한 부고환조직과 장간막조직의 중성지방 및 총콜레스테롤은 함량은 삼채 분말 식이에 의해 유의적으로 감소함을 보였다. 본 연구는 삼채 분말이 체중 억제 효과, 간 및 지방조직의 무게 감소 및 혈중 지질의 농도를 개선하여 체내 지질대사와 심혈관계질환의 위험성을 감소시키는 예방 효과가 있다고 보여지며, 이를 검증하기 위한 추후의 연구가 필요할 것으로 사료된다.

References

- Aguilera CM, Gil-Campos M, Cañete R(2008) Alterations in plasma and tissue lipids associated with obesity and metabolic syndrome. *Clin Sci* 114(3), 183-93
- Attie AD, Scherer PE(2009) Adipocyte metabolism and obesity. *J Lipid Res* 50(Suppl), S395-S399
- Ayam VS(2011) *Allium hookeri*, Thw. Enum. A lesser known terrestrial perennial herb used as food and its ethnobotanical relevance in Manipur. *Afr J Food Agric Nutr Dev* 337(9), 5389-5412
- Barceló-Batllori S, Corominola H, Claret M, Canals I, Guinovart J, Gomis R(2005) Target identification of the novel antiobesity agent tungstate in adipose tissue from obese rats. *Proteomics* 5(18), 4927-4935
- Bishayee A, Sarkar A, Chatterjee M(1995) Hepatoprotective activity of carrot against carbon tetrachloride intoxication in mouse liver. *J Ethnopharmacol* 47(2), 69-74
- Connolly HM, Crary JL, McGoon MD, Hensrud DD, Edwards BS, Edwards WD, Schaff HV(1997) Valvular heart disease associated with fenfluramine-phentermine. *N Engl J Med* 337(9), 581-588
- Duane WC(1997) Cholesterol metabolism in familial hypertriglyceridemia: effects of obesity versus triglyceride level. *J Lab Clin Med* 130(6), 635-642
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH(1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226(1), 497-509
- Glazer G(2001) Long-term pharmacotherapy of obesity 2000: a review of efficacy and safety. *Arch Intern Med* 161(15), 1814-1824
- Grundy SM(2015) Adipose tissue and metabolic syndrome: too much, too little or neither. *Eur J Clin Invest* 45(11), 1209-1217
- Hebebrand J, Hinney A(2009) Environmental and genetic risk factors in obesity. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am* 18(1), 83-94
- Hotamisligil GS(2000) Molecular mechanisms of insulin resistance and the role of the adipocyte. *Int J Obes Relat Metab Disord* 24(Suppl 4), S23-S27
- Hwang CR, Kang JR, Kang MJ, Sim HJ, Shin JH(2015a) Effects of garlic shoot extract on lipid metabolism in hyperlipidemic rats fed a high-fat diet. *J Life Sci* 25(3), 276-284
- Hwang JS, Lee BH, An XX, Jeong HR, Kim YE, Lee II, Lee HJ, Kim DO(2015b) Total phenolics, total flavonoids, and antioxidant capacity in the leaves, bulbs, and roots of *Allium hookeri*. *Korean J Food Sci Technol* 47(2), 261-266
- James WP, Caterson ID, Coutinho W, Finer N, Van Gaal LF, Maggioni AP, Torp-Pedersen C, Sharma AM, Shepherd GM, Rode RA, Renz CL(2010) Effect of sibutramine on cardiovascular outcomes in overweight and obese subjects. *N Engl J Med* 363(10), 905-917
- Jang JR, Lim SY(2009) Effects of onion flesh and peel on chemical components, antioxidant and anticancer activities. *J Life Sci* 19(11), 1598-1604
- Kim CH, Lee MA, Kim TW, Jang, JY, Kim HJ(2012) Anti-inflammatory effect of *Allium hookeri* root methanol extract in LPS-induced RAW264.7 cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(11), 1645-1648
- Kim JS, Heo JS, Choi JW, Kim GD, Sohn KH(2015) *Allium hookeri* extract improves Type 2 diabetes mellitus in C57BL/KSJ Db/db obese mouse via regulation of hepatic lipogenesis and glucose metabolism. *J Life Sci* 25(10), 1081-1090
- Lee HJ, Lee KH, Park EJ, Chung HK(2010) Effect of onion extracts on serum cholesterol in borderline hypercholesterolemic participants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(12), 1783-1789
- Lee SJ, Kim JH, Kim MJ, Yoon SM, Jeong JC, Sung NJ(2009) Effect of garlic and medicinal plants

- composites on antioxidant activity and lipid levels of liver in hypercholesterolemic rats. *J Life Sci* 19(12), 1769-1776
- Mansour SA, Mossa ATH(2010) Oxidative damage, biochemical and histopathological alterations in rats exposed to chlorpyrifos and the antioxidant role of zinc. *Pesticide Biochem Physiol* 96(1), 14-23
- Marí M, Caballero F, Colell A, Morales A, Caballeria J, Fernandez A, Enrich C, Fernandez-Checa JC, García-Ruiz C(2006) Mitochondrial free cholesterol loading sensitizes to TNF- and Fas-mediated steatohepatitis. *Cell Metab* 4(3), 185-198
- Moon GS, Ryu BM, Lee MJ(2003) Components and antioxidative activities of Buchu (Chinese chives) harvested at different times. *Korean J Food Sci Technol* 35(3), 493-498
- Rosenfeld L(1989) Lipoprotein analysis. Early methods in the diagnosis of atherosclerosis. *Arch Pathol Lab Med* 113(10), 1101-1110
- Sung NJ, Lee SJ, Shin JH, Chung MJ, Lim SS(1998) Effects of *Houttuynia cordata* Thunb powder and juice on lipid composition of liver, brain and kidney in dietary hypercholesterolemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(6), 1230-1235
- van Herpen NA, Schrauwen-Hinderling VB(2008) Lipid accumulation in non-adipose tissue and lipotoxicity. *Physiol Behav* 94(2), 231-41
- Walley AJ, Asher JE, Froguel P(2009) The genetic contribution to non-syndromic human obesity. *Nat Rev Genet* 10(7), 431-442
- Wease DF, Espinosa ES, Anderson YJ(1975) A manual colorimetric assay of triglyceride in serum. *Clin Chem* 21(10), 437-441
- Won JY, Yoo, YC, Kang EN, Yang H, Kim, GH, Seong BJ, Kim SI, Han SH, Lee SS, Lee KS(2013) Chemical components, DPPH radical scavenging activity and inhibitory effects on nitric oxide production in *Allium hookeri* cultivated under open field and greenhouse conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(9), 1351-1356
- Xia W, Sun C, Zhao Y, Wu L(2011) Hypolipidemic and antioxidant activities of Sanchi (*Radix Notoginseng*) in rats fed with a high fat diet. *Phytomedicine* 18(6), 516-520
- Yoon GA(2006) Effect of garlic supplement and exercise on plasma lipid and antioxidant enzyme system in rats. *Korean J Nutr* 39, 3-10
- Yun JW(2010) Possible anti-obesity therapeutics from nature—a review. *Phytochem* 71(14-15), 1625- 1641
- Zlatkis A, Zak B(1969) Study of a new cholesterol reagent. *Anal Biochem* 29(1), 143-148