

고지방식이를 섭취한 마우스에서 양파껍질 열수 추출물이 혈중지질에 미치는 영향

이현아* · 한상준*** · 홍선화* · 김옥진***†

*원광대학교 동물자원개발연구센터, ***원광대학교 식품융복합대학원

Effects of Onion Peel Water Extract on the Blood Lipid Profiles in Mice Fed a High-Fat Diet

Hyun A Lee*, Sang Jun Han***, Sun Hwa Hong* and Ok Jin Kim***†

*Center for Animal Resource Development Research, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea.

**Graduate School of Food Industry Convergence, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea.

ABSTRACT : Onion (*Allium cepa* L.) is one of the richest sources of flavonoids in human diet. Onion peel contains over 20 times more quercetin than onion flesh. In this study, we studied the effects of onion peel water extract (OPE) on the blood lipid profiles in mice. The onion peel extracts was extracted with hot water. The experimental groups were divided with 3 groups (n = 6) of ICR male mice: normal diet + distilled water (NC), high-fat diet + distilled water (HF), high-fat diet + onion peel water extract 20 mg/kg (OPE-20). The oral administration was conducted daily. The experimental period was 7 weeks. Onion peel water extract showed higher concentration of polyphenol gallic acid and anti-oxidant trolox equivalent than the ethanol extract. The body weight gain and food efficiency ratio was significantly lower in the OPE-20 group as compared with HF group ($p < 0.05$). The epididymal fat and retroperitoneal fat showed significantly lower weights and sizes in the OPE-20 group as compared with HF group ($p < 0.05$). The serum levels of total cholesterol, LDL cholesterol and triglyceride were significantly lower in the OPE-20 group as compared with HF group ($p < 0.05$). The OPE-20 group showed higher HDL cholesterol concentration than HF group ($p < 0.05$). Atherogenic index was significantly lower in as compared with HF group ($p < 0.05$). The serum levels of glucose, GOT and GPT were significantly lower in the OPE-20 group as compared with HF group ($p < 0.05$). In these results, we suggests that onion peel water extracts supplementation can reduces the serum lipid components and improves the lipid metabolism in hyperlipidemic mice induced with a high-fat diet.

Key Words : Onion, *Allium cepa* L., Onion Peel, Water Extract, Blood Lipid, Blood Glucose

서 언

혈중 지질의 증가는 동맥경화 및 비만과 같은 심각한 질병들과 밀접한 관련이 있기 때문에 혈중 지질 조절에 도움을 줄 수 있는 천연물 소재의 개발에 대한 연구 필요성이 크게 대두되고 있는 실정이다 (Lim and Choi, 2001; Yoon *et al.*, 2010). 양파 (*Allium cepa* L.)는 한약재로서 옥충(玉葱), 양총(洋葱)이라고 하며 위장의 소화력을 도와주고 장관의 작용을 활성화 시킨다 (Ra *et al.*, 1997; Woo *et al.*, 2003). 양파는 식재료 및 향신 조미료로 가장 많이 사용되는 식품 중 하나로서 quercitrin, rutin과 같은 flavonoid (Miean and Mohamed,

2001)와 황 화합물인 allyl propyl disulfide 및 diallyl disulfide 와 같은 phytochemical이 함유되어 있어 (Ra *et al.*, 1997), 다양한 생리적 기능성을 지니는 것으로 알려져 있다. 양파의 수분은 약 88-90%, 탄수화물은 6.8-10.0%로 조성으로는 과당(fructose)이 가장 많고, 포도당(glucose)과 설탕(sucrose)은 거의 같은 양이 포함되어 있으며 다당류도 많다. 이들 다당류를 구성하는 당은 galactose, arabinose, ribose 및 rhamnose 등이 있으며 전분은 거의 함유되어 있지 않다 (Ra *et al.*, 1997).

양파의 주요한 생리활성물질로는 강력한 항산화능과 체내 지방 수준을 감소시켜주는 기능을 가진 플라보노이드

†Corresponding author: (Phone) +82-63-850-6668 (E-mail) kimoj@wku.ac.kr

Received 2014 April 7 / 1st Revised 2014 April 14 / 2nd Revised 2014 May 2 / 3rd Revised 2014 May 20 / 4th Revised 2014 May 22 / Accepted 2014 May 23

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.

(flavonoid)와 황 화합물 (sulphur compounds)이 대표적이다 (Jaime *et al.*, 2001; Woo *et al.*, 2003). Mican과 Mohamed (2001)의 연구에 따르면 양과는 62가지 열대 식물 중 flavonoid 함량이 가장 높다고 보고되었으며 보통 폐기물로 인식되어지는 건조된 양과껍질에서는 효과적인 항산화제로 작용하는 플라보노이드 배당체 등이 있는 것으로 알려져 있다 (Brahma *et al.*, 2009).

양과 껍질은 양과에 비하여 약 10-100배의 flavonoids를 함유하며, 주요한 flavonoid는 quercetin이다 (Bang and Cho, 1998). Quercetin은 폴리페놀 화합물인 플라보노이드의 일종으로 식품을 통해 섭취하는 폴리페놀 중 양적으로 가장 중요하고 과일이나 채소 등에 주로 존재하며 (Brahma *et al.*, 2009) 주로 당과 결합하여 quercetin glucoside 형태로 많이 존재하고 (Wach *et al.*, 2007) quercetin-4'-glucoside와 quercetin-3,4'-diglucoside가 전체 flavonoid의 80%를 차지할 정도로 가장 대표적인 형태이다 (Bonaccorsi *et al.*, 2008).

Quercetin은 *in vivo* 및 *in vitro* 연구에서 다양한 약리효과가 규명되어 왔다 (Chen *et al.*, 2004). Quercetin은 free radical을 소거하여 *t*-butyl hydroperoxide와 같은 유해물질에 의해 발생하는 돌연변이를 억제하는 기전이 보고되었으며 흡연으로 인해 발생하는 스트레스에 관여하는 단백질의 생성도 억제하는 것으로 알려져 있다 (Edenharder and Grunhage, 2003; Pinot *et al.*, 1997). Quercetin은 순환기계에도 강력한 약리작용을 발휘하는데, 심근세포 세포손상 억제, 동맥경화방지작용 등이 알려져 있으며 혈관 평활근을 이완시켜서 혈압을 낮추거나 부정맥을 억제하기도 한다 (Psotova *et al.*, 2004; Daniel *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2001; Soloviev *et al.*, 2002). 또한 UV에 의한 피부손상의 억제, 항당뇨병작용 등 산화적 스트레스가 관여하는 다른 질환에 대해 유효하다 (Vessal *et al.*, 2003; Mahesh and Menon., 2004). 또한 뇌에서 산화를 일으키는 물질인 peroxynitrate의 함량을 낮추는 효과가 있는 것으로 알려져 있다 (Shutenko *et al.*, 1991).

최근 양과의 발암 물질 활성 감소 능력 및 항암 효과에 대해서도 다수의 연구가 진행되었다 (Jang and Lim, 2009). 양과에서 flavonoids 같은 polyphenolic compounds가 항산화적 작용이 강하고 항암작용 기전에 기여하는 바가 크다는 것을 증명해 주고 있으며, 이는 양과의 quercetin과 그의 glycosylated derivatives의 화학적 예방작용을 기대하게 한다고 보고되었다 (Siess *et al.*, 1997). Alkyl sulphides와 diallyl disulphids 역시 발암물질의 대사에 관여하는 효소를 변화시키면서 암화과정 초기에서 예방적 작용하는 것으로 보고되었다 (Siess *et al.*, 1997).

지금까지 양과에 대한 실험은 양과 육질에 국한되어 있었고, 양과 가공 시 약 10%가 껍질 부분으로 폐기되거나 퇴비로 사용되고 있다는 점을 고려할 때, 식품의 가식부로 이용되지 못

하던 양과 껍질에서 생리적 유용성과 건강 기능 식품으로의 활용 가능성을 확인하는 것은 경제적으로도 큰 가치를 지닌다고 할 수 있다. 이러한 양과 껍질을 이용한 연구는 폐자원을 활용한다는 면에서 의미가 있다 (Joo *et al.*, 1991; Chung *et al.*, 2011).

따라서 본 연구에서는 건강기능성 소재로서 인식이 높은 양과 껍질의 열수 추출물을 통한 혈중지질 개선에 미치는 효과를 검증하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 추출

본 실험에 사용된 양과는 재배되어 수확된 양과의 껍질을 수집하여 3회 세척과정을 거쳐 암소에서 건조 한 후 건식분쇄기로 분쇄하여 분말을 시료로 사용하였다. 건조된 양과껍질 분말을 정제수를 이용하여 20 mg/mL의 농도로 만든 후 100°C, pH 6에서 30분간 열수추출하고 Rotary Evaporator (BUCHI Rotavapor R-220, Flawil, Switzerland)를 이용하여 65°C에서 20시간 감압농축한 후 동결건조하여 실험에 사용하였다. 열수 추출물과의 비교를 위한 에탄올추출물 역시 같은 조건에서 추출되었다.

2. 총 플라보노이드 측정

열수 추출액 및 에탄올 추출액을 95% 에탄올에 희석하여, 95% 에탄올, 증류수, 10% Al(NO₃)₃·9H₂O, 1M CH₃COOK 및 증류수를 차례로 가하여 충분히 교반한 이후 실온에서 40분간 방치한 이후에 415 nm에서 Spectrophotometer (Mecasys, Daejeon, Korea)로 흡광도를 측정하였다.

3. 폴리페놀 측정

열수 추출액 및 에탄올 추출액을 95% 에탄올에 희석하여, Folin-Ciocalteu Reagent (Sigma, MO, USA), 증류수를 차례로 가한 이후 교반한 이후 상온에 2분간 방치. 그리고 15% Na₂CO₃, 증류수를 차례로 가하고 충분히 교반한 이후 실온에서 120분 정지한 이후에 755 nm에서 Spectrophotometer (Mecasys, Daejeon, Korea)로 흡광도를 측정하였다.

4. 동물실험 군구성 및 식이

본 실험에서는 평균 체중이 33.53 ± 1.87 g인 13주령의 수컷 ICR mouse를 Samtako (Osan, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 1주간 기본사료로 적응시킨 후, 일반식이군 (NC), 고지방식이군 (HF), 양과껍질 중농도 고지방식이군 (OPE-20) 3군으로 분류하여 군당 6마리씩 7주간 실험하였고, 양과껍질 중농도 고지방식이군 (OPE-20)은 매일 경구투여 하였다. 사료와 음수는 자유롭게 섭취하도록 하였다. 동물실험은 원광대학교

Table 1. The composition of experimental diets.

Components (g/kg of mixture)	NC	HF
Casein	20	20
DL-Methionine	0.3	0.3
Corn staech	15	45.2
Sucrosu	50	15
Corn oil	5	9
Cholesterol	0	1.5
Cellulose	5	4
Mineral mixture ²⁾	3.5	3.5
Vitamin mixture ³⁾	1	1
Cholin bitartrate	0.2	0.2
Sodium taurocholate	0	0.3
Total	100	100

NC; Normal diets(AIN-76), HF; High Fat diet group.

동물실험 윤리위원회의 지침에 준하여 수행하였다 (Approval No. WKU 13-42). 사료는 NC 군에게는 일반 마우스 배합사료 (Samtako, Osan, Korea)를 급여하고, HF와 OPE-20군에는 High Fat Diet 60% (Saerobio Inc., Uiwang, Korea)와 펠더 및 자외선 살균기로 여과 살균된 정제수를 자유롭게 섭취하도록 하였다. 사용된 사료의 조성은 Table 1과 같았다.

5. 부검 및 시료채취

고지혈증 유발 및 시료처리 7주 후 실험동물을 12시간 절식을 유지시킨 뒤 diethyl ether를 이용하여 호흡마취 시키고, 복대정맥에서 채혈하고 혈청을 분리한 후 -80°C에 동결보존하였다. 병리조직학적 검사를 위해 간 (liver) 및 지방조직 (Epididymal fat, Retroperitoneal fat, Peri-renal fat)을 적출하여 무게를 측정하였다.

6. 혈액 생화학적 분석

혈중 지질은 총 콜레스테롤 (TC), 중성지방 (TG), 고밀도 지단백 콜레스테롤 (HDL), GOT (Glutamic Oxaloacetic Transaminase), GPT (glutamic yuvic transaminase)와 혈당 (glucose)은 아산제약 kit를 사용하여 자동생화학검사기 BS-220 (Mindray, Shenzhen, China)로 측정하였다. 측정된 총 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 중성지방을 이용해 저밀도 콜레스테롤 (LDL), 동맥경화지수 (Atherogenic index, AI), 심장 위험지수 (Cardiac risk factor, CRF)를 계산하였다.

7. 병리조직학적 검사

간 조직 및 지방조직은 (epididymal fat, retroperitoneal fat, peri-renal fat) 10% 중성 포르말린에 고정하고, 병리조직학적 검사를 위한 통상적인 방법을 사용하여 파라핀 포매한 후,

4 μm 두께로 절편을 하고 슬라이드 제작한 후 일반적인 Hematoxylin & Eosin (H&E) 염색을 실시하고 Nikon Eclipse E200 (Nikon, Tokyo, Japan) 현미경을 이용하여 NASH (nonalcoholic steatohepatitis) score를 측정하였다 (Neuschwander-Tetri and Caldwell, 2003).

8. 통 계

실험을 통하여 얻어진 모든 결과는 평균±표준편차 (mean ± SD)로 나타내었다. 각 시험군의 유의성에 대한 통계는 대조군과 실험군 간의 통계학적 비교를 위해 One-way ANOVA SPSS v. 12 (SPSS INC., Chicago, USA)를 사용하여 분석하였으며, Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) 검정을 실시하여 (p < 0.05) 이하일 때 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 양파껍질 열수 및 에탄올 추출물의 생리활성 측정 결과

본 연구에서는 유기용매 추출물이 아닌 열수추출물을 시료로 사용하였는데, 이는 추출 시 제기되는 잔류용매의 독성문제를 피하여 화학 합성 항균제 및 보존제의 대체효과와 식물 자체에 포함되어 있는 다양한 생리활성 물질 섭취효과를 동시에 기대 할 수 있으며, 아울러 향후 기능성 차 또는 건강기능 식품 소재로 개발시 경제적 이점이 있을 것으로 사료되었기 때문이다 (Eloff, 1998). 본 실험에서 열수추출물과 에탄올 추출물과 비교하였을 경우 총 폴리페놀과 항산화물질은 증가한 반면 총 플라보노이드는 감소하였다 (Table 2). 이러한 결과를 통하여 다양한 생리활성을 고려하였을 때 열수추출물이 효율적이라고 사료 된다.

2. 체중 변화 및 사료 섭취량

체중변화는 7주간 관찰 기간 동안의 체중 증감에 있어 4주부터 6주까지 정상군이 고지방식이군에 비해 유의적인 차이가 없었다 (Fig. 1). 실험 종료 후, 군간 체중 증가와 사료섭취량을 체중과 비교하여 분석한 결과, 체중증가와 사료효율은 고

Table 2. Composition of flavonoid quercetin, polyphenol gallic acid and anti-oxidant trolox equivalent in onion peel water and ethanol extracts.

Content	Flavonoid QE (mg/g)	Polyphenol GAE (mg/g)	Anti-oxidant TE (mg/g)
Water extract	13.5 ± 0.36	34.74 ± 0.32	63.33 ± 0.76*
Ethanol extract	16.56 ± 0.66	30.15 ± 0.01	13.09 ± 0.06

QE: Quercetin Equivalent, GAE: Gallic acid Equivalent, TE: Trolox Equivalent.

*Value are mean ± SD.

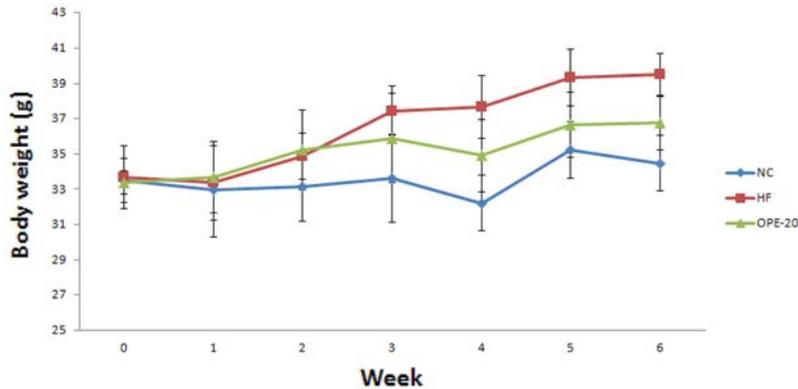


Fig. 1. Changes of body weights in the studied ICR mice. NC; Normal control group, HF; High fat diet group, OPE-20; High fat diet with 20 mg/kg onion peel extract group.

Table 3. Changes of weight gain, feed intake and feed efficiency ratio in the studied mice.

Measurements	NC	HF	OPE-20
Weight gain (g/day)	0.9 ± 0.32 ^a	2.92 ± 0.4 ^c	1.6 ± 0.30 ^{***}
Feed intake (g/day)	2.40 ± 0.01 ^a	2.67 ± 0.04 ^c	2.59 ± 0.04 ^b
FER	0.38 ± 0.03 ^a	1.09 ± 0.1 ^c	0.61 ± 0.13 ^b

NC; Normal control group, HF; High Fat diet group OPE-20; High fat diet with 20 mg/kg onion peel water extract group, FER; Feed efficiency ratio.

*Value are mean ± SD.

**Values on the same row with different superscripts were significantly different at $p < 0.05$.

지방식이 급여군인 HF군의 마우스 보다 양과겉질 열수 추출물 투여군인 OPE-20군의 마우스가 유의하게 낮은 것을 확인할 수 있었다 ($p < 0.05$) (Table 3). Chung (2011) 등의 양과 추출물 용량별 투여에 따른 체중 및 식이 효율에서 초기 체중은 6군 간의 유의적인 차이가 없었다. 실험 기간인 8주 동안 223.2-241.3 g의 체중 증가를 보였으며, 실험기간 동안의 체중 증가량은 6군에서 유의적인 차이를 보이지 않은 것으로 나타났다.

3. 장기중량 변화

간의 절대장기 무게와 상대장기 무게는 각 실험군 간의 유의적인 차이를 보이지 않았으나 OPE-20군이 더 낮은 경향을 보였다 (Table 4).

부고환지방과 후복막지방의 무게는 고지방식이 급여군인 HF군의 마우스 보다 양과겉질 열수 추출물 투여군인 OPE-20군의 마우스가 유의하게 낮은 것을 확인할 수 있었다 ($p < 0.05$) (Table 4). Kim과 Kim 등 (2004)의 연구결과 양과겉질 에탄올 추출물 섭취 군이 다른 군들에 비해 체중 100 g당 부고환 지방의 양이 적은 경향을 보여 본 실험 결과와 일치하였다. 또한 양과겉질 에탄올 추출물이 고지방식이군에 비해 복강

Table 4. Changes of liver weight, liver index, epididymal fat and retroperitoneal fat weight in the studied mice.

Group	Liver weight (g)	Liver index (g/b.w) (%)	Epididymal fat (g)	Retroperitoneal fat (g)
NC	1.1 ± 0.14 ^a	3.3 ± 0.04 ^a	0.2 ± 0.04 ^a	0.5 ± 0.20 ^{***}
HF	1.3 ± 0.15 ^a	3.0 ± 0.34 ^a	0.54 ± 0.05 ^b	1.7 ± 0.31 ^b
OPE-20	1.2 ± 0.08 ^a	3.3 ± 0.09 ^a	0.16 ± 0.10 ^a	0.5 ± 0.15 ^a

NC; Normal control group, HF; High fat diet group, OPE-20; High fat diet with 20 mg/kg onion peel water extract group.

*Value are mean ± SD.

**Values on the same row with different superscripts were significantly different at $p < 0.05$.

Table 5. Effect of onion peel extract on the serum lipid profiles, Atherogenic Index (AI) and Cardiac Risk Factor (CRF) in the studied mice.

Group	NC	HF	OPE-20
TC (mg/dL)	158.7 ± 7.02 ^a	197.2 ± 5.76 ^c	180.0 ± 6.60 ^{***}
HDL (mg/dL)	107.0 ± 9.00 ^b	100.6 ± 6.54 ^b	131.0 ± 5.15 ^a
LDL (mg/dL)	44.7 ± 2.47 ^a	88.2 ± 5.52 ^b	42.2 ± 5.53 ^a
TG (mg/dL)	35.0 ± 2.00 ^a	41.8 ± 1.48 ^b	33.8 ± 2.86 ^a
AI (%)	0.5 ± 0.06 ^a	1.0 ± 0.11 ^b	0.4 ± 0.04 ^a
CRF (%)	0.3 ± 0.01 ^a	0.4 ± 0.04 ^b	0.3 ± 0.02 ^a

NC; Normal control group, HF; High fat diet group, OPE-20; High fat diet with 20 mg/kg onion peel water extract group.

AI (Atherogenic index) TC-HDL/HDL, CRF (Cardiac risk factor) TC/HDL, LDL = TC-HDL-(TG/5).

*Value are mean ± SD.

**Values on the same row with different superscripts were significantly different at $p < 0.05$.

내 지방과 부고환 지방의 중량이 감소하는 경향을 보인 Choi (2009)의 결과와 유사한 것으로 나타났다.

4. 생화학 분석 결과

생화학분석 결과 총 콜레스테롤과 LDL 및 TG의 농도는

정상 NC군에 비해 고지방 식이 HF군에서 유의하게 증가되었으며, 고지방식이 급여군인 HF군의 마우스 보다 양파껍질 열수 추출물 투여군인 OPE-20군의 마우스가 유의하게 낮은 것을 확인할 수 있었다 ($p < 0.05$) (Table 5). HDL의 농도는 정상 NC군에 비해 고지방 식이 HF군에서 유의하게 감소되었으며, 고지방식이 급여군인 HF군의 마우스 보다 양파껍질 열수 추출물 투여군인 OPE-20군의 마우스가 유의하게 높은 것을 확인할 수 있었다 ($p < 0.05$) (Table 5). 총 콜레스테롤과 HDL 수치를 가지고 계산된 동맥경화지수와 심장위험지수는 정상 NC군에 비해 고지방 식이 HF군에서 유의하게 증가되었으며, 고지방식이 급여군인 HF군의 마우스 보다 양파껍질 열수 추출물 투여군인 OPE-20군의 마우스가 유의하게 낮은 것을 확인할 수 있었다 ($p < 0.05$) (Table 5). 양파의 지질 강화 효과에 대해서는 선행된 몇몇의 동물실험과 인체시험을 통해 보고된 바 있는데, 예를 들면 당뇨병 유발 동물에게 양파의 공급 시 LDL 콜레스테롤은 감소시키고, HDL 콜레스테롤을 증가시킨다고 발표되었으며 (Campos *et al.*, 2003), 쥐에게 양파 첨가 청국장을 투여 시 간의 총 지방량과 콜레스테롤 함량이 대조군에 비해 6.2%, 9.1% 낮았다는 국내 연구 보고가 있다 (Park *et al.*, 2008).

5. 간손상 지표

양파껍질 추출물의 간손상 지표인 GOT와 GPT 수치에 미

Table 6. Effect of onion peel extract on the serum levels of glucose, GOT and GPT in the studied mice.

Group	Glucose (mg/dL)	GOT (U/L)	GPT (U/L)
NC	91.0 ± 6.56 ^a	203.3 ± 15.57 ^b	37.3 ± 3.51 ^{***}
HF	113.6 ± 6.88 ^a	257.0 ± 17.76 ^b	53.8 ± 3.96 ^a
OPE-20	95.0 ± 6.12 ^a	211.6 ± 16.83 ^c	43.4 ± 3.21 ^b

NC; Normal control group, HF; High fat diet group, OPE-20; High fat diet with 20 mg/kg onion peel water extract group.

*Values are Mean ± SD.

**Values on the same row with different superscripts were significantly different at $p < 0.05$.

치는 변화는 정상 NC군에 비해 고지방 식이 HF군에서 유의하게 증가되었으며, 고지방식이 급여군인 HF군의 마우스 보다 양파껍질 열수 추출물 투여군인 OPE-20군의 마우스가 유의하게 낮은 것을 확인할 수 있었다 ($p < 0.05$) (Table 6). 고지방 식이 또는 고콜레스테롤 식이를 섭취한 경우 간 조직내 중성지방 및 콜레스테롤의 축적을 일으켜 간 무게가 증가되는데, 과량의 콜레스테롤이 지방 수용체인 아포단백질 (apoprotein)과 결합하여 지단백 (lipoprotein)으로 배출되지 못하면 지방간 또는 간손상을 유발하게 된다 (Sung *et al.*, 1997). 본 연구에서 양파껍질 열수 추출물은 고지방식으로 유도된 간손상에 대하여 치료효과가 있는 것으로 확인되었다.

본 연구 결과로 퀘르세틴을 다량 함유하고 있는 양파껍질 열수 추출물 경구투여로 인해 혈중지질은 개선시키고 혈당은 감소시키고 간손상 지표인 GOT와 GPT 감소 효과를 확인하였다 (Table 6).

7. 병리조직학적 검사

비알코올성 지방간 정상군에 비해 고지방식이군에서 통계적으로 유의하게 증가하였고 양파껍질 열수 추출물군에서 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.05$) (Fig. 2).

지방 측정된 결과 부고환지방에서는 정상군에 비해 고지방식이군에서 통계적으로 유의하게 증가하였고 양파껍질 열수 추출물군에서 유의적으로 감소하였다. 후복막지방에서는 정상군에 비해 고지방식이군에서 통계적으로 유의하게 증가하였고 양파껍질 열수 추출물군에서 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.05$) (Fig. 3, 4).

자연에서 얻어지는 식물성 식품 속 플라보노이드의 섭취는 많은 역학 연구에서 고혈압, 아테롬성 동맥경화증, 고인슐린 혈증, 비만 등을 예방할 수 있는 것으로 밝혀진 바 있다 (Rivera *et al.*, 2008; Nomura *et al.*, 2008). 대부분의 과일과 채소에서 흔하게 찾을 수 있는 플라보노이드는 특히 양파, 사과, 포도, 와인, 차 등에 풍부하게 함유되어 있으며, 최근 28 가지 채소와 9가지 과일에서 대표적인 플라보노이드 성분인 quercetin의 양을 측정된 결과 양파에서 그 함량이 가장 풍부

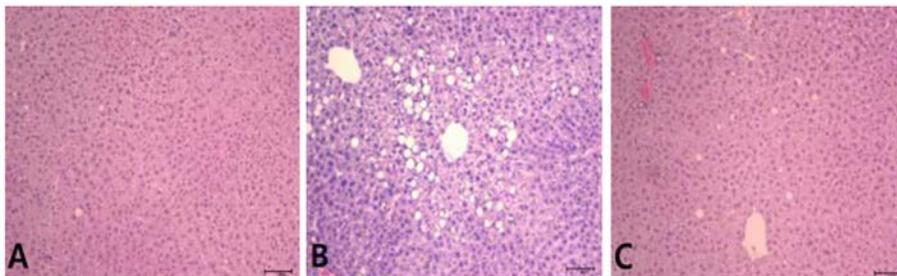


Fig. 2. Histopathological findings of the liver in the studied ICR mice. H & E stain, × 100. A; Normal control group, B; High fat diet group, C; High fat diet with 20 mg/kg onion peel extract group.

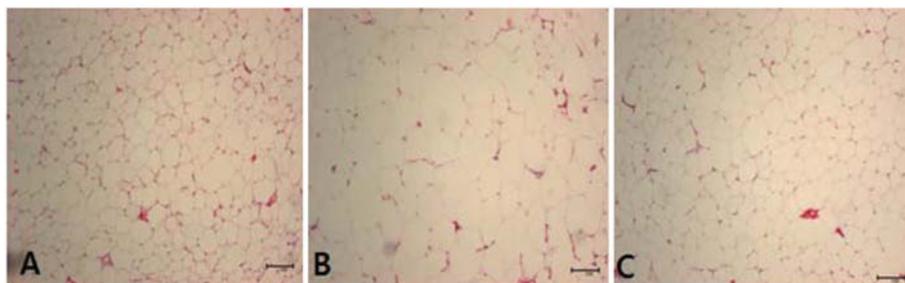


Fig. 3. Histopathological findings of epididymal fat adipocytes in the studied ICR mice. H & E stain, × 100. A; Normal control group, B; High fat diet group, C; High fat diet with 20 mg/kg onion peel extract group.

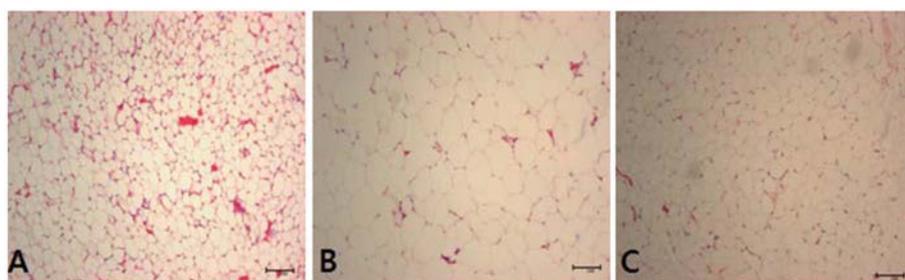


Fig. 4. Histopathological findings of retroperitoneal fat adipocytes in the studied ICR mice. H & E stain, × 100. A; Normal control group, B; High fat diet group, C; High fat diet with 20 mg/kg onion peel extract group.

하게 나타났다 (Perez-Vizcaino *et al.*, 2010; Davalos *et al.*, 2006). 특히 양파로부터 얻은 quercetin glycoside는 순수 화합물과 비교해 생체 내 이용에 있어 더 효과적이라는 연구결과가 보고되었다 (Hollman *et al.*, 1995).

본 연구 결과 생리활성물질이 다량 함유된 양파껍질 열수 추출물은 혈중내 콜레스테롤을 조절하고 동맥경화 예방에도 효과적이라고 판단되며, 혈당 강하에도 효과가 있는 것으로 확인 할 수 있었다.

REFERENCES

- Bang HA and Cho JS.** (1998). Antioxidant effects on various solvent extracts from onion peel and onion flesh. *Journal of the Korean Dietetic Association.* 4:14-19.
- Bonaccorsi P, Caristi C, Gargiulli C and Leuzzi U.** (2008). Flavonol glucosides in *Allium* species: A comparative study by means of HPLC-DAD-ESI-MS-MS. *Food Chemistry.* 107:1668-1673.
- Brahma N, Singh BR, Singh RL, Prakash D, Singh DP, Sarma BK, Upadhyay G and Singh HB.** (2009). Polyphenolics from various extracts/fractions of red onion (*Allium cepa*) peel with potent antioxidant and antimutagenic activities. *Food and Chemistry Toxicology.* 47:1161-1167.
- Campos KE, Diniz YS, Cataneo AC, Faine LA, Alves MJ and Novelli EL.** (2003). Hypoglycaemic and antioxidant effects of onion, *Allium cepa*: Dietary onion addition, antioxidant activity and hypoglycaemic effects on diabetic rats. *International Journal of Food Sciences and Nutrition.* 54:241-246.
- Chen YC, Shen SC, Chow JM, Ko CH and Tseng SW.** (2004). Flavone inhibition of tumor growth via apoptosis *in vitro* and *in vivo*. *International Journal of Oncology.* 25:661-670.
- Chung HK, Shin MJ, Cha YJ and Lee KH.** (2011). Effect of onion peel extracts on blood lipid profile and blood coagulation in high fat fed SD rats. *Korean Journal of Food & Nutrition.* 24:442-450.
- Choi JU.** (2009). Effects of onion ingestion and exercise on blood lipids and SOD activity, MDA content on rats. Master Thesis. Kyungpook National University. p.17-20.
- Daniel RS, Devi KS, Augusti KT and Sudhakaran Nair CR.** (2003). Mechanism of action of antiatherogenic and related effects of *Ficus bengalensis* Linn. flavonoids in experimental animals. *Indian Journal of Experimental Biology.* 41:296-303.
- Davalos A, Castilla P, Gómez-Cordovés C and Bartolomé B.** (2006). Quercetin is bioavailable from a single ingestion of grape juice. *International Journal of Food Sciences and Nutrition.* 57:391-398.
- Duarte J, Perez-Palencia R, Vargas F, Ocete MA, Perez-Vizcaino F, Zarzuelo A and Tamargo J.** (2001). Antihypertensive effects of the flavonoid quercetin in spontaneously hypertensive rats. *British Journal of Pharmacology.* 133:117-124.
- Edenharder R and Grunhage D.** (2003). Free radical scavenging abilities of flavonoids as mechanism of protection against mutagenicity induced by tert-butyl hydroperoxide or cumene hydroperoxide in *Salmonella typhimurium* TA102. *Mutation Research.* 9:1-18.

- Eloff JN.** (1998). Which extractant should be used for the screening and isolation of antimicrobial components from plants? *Journal of Ethnopharmacology*. 77:151-157.
- Hollman PC, De Vries JH, van Leeuwen SD, Mengelers MJ and Katan MB.** (1995). Absorption of dietary quercetin glycosides and quercetin in healthy ileostomy volunteers. *American Journal of Clinical Nutrition*. 162:1276-1282.
- Jaime L, Martinez F, Martin-Cabrejas MA, Molla E, Lopez-Andreu FJ, Waldron KW and Esteban RM.** (2001). Study of total fructan and fructooligosaccharide content in different onion tissues. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81:177-182.
- Jang JR and Lim SY.** (2009). Effects of onion flesh and peel on chemical components, antioxidant and anticancer activities. *Journal of Life Science*. 19:1598-1604.
- Joo ST, Hur JI, Lee JR, Kim DH, Ha HR and Park GB.** (1991). Influence of dietary onion peel on lipid oxidation, blood characteristics and antimutagenicity of pork during storage. *Korean Journal of Animal Sciences*. 41:671-678.
- Kim SK and Kim MK.** (2004). Effect of dried powders or ethanol extracts of onion flesh and peel on lipid metabolism, antioxidative and antithrombotic capacities in 16-month-old Rats. *Korean Journal of Nutrition*. 37:623-632.
- Lim JP and Choi H.** (2001). Effects of the water extract from *Cucurbita maxima* Duchesne on inflammation and hyperlipidemia in rats. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 9:280-283.
- Mahesh T and Menon VP.** (2004). Quercetin alleviates oxidative stress in streptozotocin induced diabetic rats. *Molecular Nutrition & Food Research*. 18:123-127.
- Miean KH and Mohamed S.** (2001). Flavonoid(myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49:3106-3112.
- Nomura M, Takahashi T, Nagata N, Tsutsumi K, Kobayashi S, Akiba T, Yokogawa K, Moritani S and Miyamoto K.** (2008). Inhibitory mechanisms of flavonoids on insulin-stimulated glucose uptake in MC3T3-G2/PA6 adipose cells. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*. 31:1403-1409.
- Neuschwander-Tetri BA, Clark JM, Bass NM, Van Natta ML, Unalp-Arida A and Tonascia J.** (2010). Clinical, laboratory and histological associations in adults with nonalcoholic fatty liver disease. *Hepatology*. 52:913-924.
- Park JH, Kim JM, Park YJ and Lee KH.** (2008). Effects of Chungkukjang added with onion on lipid and antioxidant metabolisms in rats fed high fat-cholesterol diet. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 37:1244-1250.
- Perez-Vizcaino F and Duarte J.** (2010). Flavonols and cardiovascular disease. *Molecular Aspects of Medicine*. 31:478-494.
- Pinot F, Yaagoubi A, Christie P, Dinh-Xuan AT and Polla BS.** (1997). Induction of stress proteins by tobacco smoke in human monocytes: Modulation by antioxidants. *Cell Stress and Chaperone*. 2:156-161.
- Psoтова J, Chlopcikova S, Miketova P, Hrbac J and Simanek V.** (2004). Chemoprotective effect of plant phenolics against anthracycline-induced toxicity on rat cardiomyocytes. Part III. Apigenin, baicalein, kaempferol, luteolin and quercetin. *Phytotherapy Research*. 18:516-521.
- Ra KS, Suh HJ, Chung SH and Son JY.** (1997). Antioxidant activity of solvent extract from onion skin. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 29:595-600.
- Rivera L, Morón R, Sánchez M, Zarzuelo A and Galisteo M.** (2008). Quercetin ameliorates metabolic syndrome and improves the inflammatory status in obese Zucker rats. *Obesity(Silver Spring)*. 16:2081-2087.
- Shutenko Z, Henry Y, Pinard E, Seylaz J, Potier P, Berthet F, Girard P and Sercombe R.** (1991). Influence of the antioxidant quercetin *in vivo* on the level of nitric oxide determined by electron paramagnetic resonance in rat brain during global ischemia and reperfusion. *Biochemical Pharmacology*. 57:199-208.
- Siess MH, Le BAM, Canivenc-Lavier MC and Suschetet M.** (1997). Modification of hepatic drug-metabolizing enzymes in rats treated with alkyl sulfides. *Cancer Letters*. 120:195-201.
- Soloviev A, Stefanov A, Parshikov A, Khromov A, Moibenko A, Kvotchina L, Balavoine G and Geletii Y.** (2002). Arrhythmogenic peroxynitrite-induced alterations in mammalian heart contractility and its prevention with quercetin-filled liposomes. *Cardiovascular Toxicology*. 2:129-139.
- Sung IS, Park EM, Lee MK, Han EK, Jang JY and Cho SY.** (1997). Effect of acorn extracts on the antioxidative enzyme system. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 26:494-500.
- Vessal M, Hemmati M and Vasei M.** (2003). Antidiabetic effects of quercetin in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Cellular Biochemistry*. 135:357-364.
- Wach A, Pyrzynska K and Biesaga M.** (2007). Quercetin content in some food and herbal samples. *Food Chemistry*. 100:699-704.
- Woo HS, Aan BJ, Bae JH, Kim S, Choi HJ, Han HS and Choi C.** (2003). Effect of biologically active fractions from onion on physiological activity and lipid metabolism. *Journal of Food Science and Nutrition*. 32:119-123.
- Yoon TS, Sung YY, Jang JY, Yang WK, Ji YU and Kim HK.** (2010). Anti-obesity activity of extract from *Saussurea lappa*. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 18:151-156.