

도토리의 일반 성분과 도토리 추출물의 기능에 관한 연구 고찰

제해종 · *신경옥*

삼육대학교 신학과, *삼육대학교 식품영양학과

A Review of the General Characteristics and Functions of Acorns

Haejong Je and *Kyung-Ok Shin*

Dept. of Theology, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the health effects of the general components of acorns in animals. In Korea, acorns have been used as food material in the form of acorn starch. Acorns contain tannin, gallic acid, digallic acid, and gallotannin. Therefore, the health effects of acorns as functional food are actively being studied. The chemical composition of acorns may vary according to the harvest time, region, and breed. Acorns have excellent antioxidant properties and might be beneficial in controlling hyperlipidemia, obesity, cardiovascular disease, and dementia, as well as strengthening immune competence. Further study is necessary to better understand the benefits of acorns, as it is expected to represent a large part of the food industry.

Key words: acorn, general characteristics, tannin, function

서론

최근 우리의 식생활의 변화로 인해 과거에 비해 늘어난 동물성 지방의 섭취는 우리의 건강을 위협하고 있으며, 그 대안으로 기능성 물질 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 식품 중 한 가지가 도토리이다. 도토리는 저칼로리 식품으로 비만 체질 개선에도 좋고, 당뇨 및 성인병 예방에도 효과가 있으며, 항산화 작용을 하여 인체의 위해 요인을 막는다고 보고되어 있다(Sung 등 1997b; Kim 등 2012).

도토리(acorn, *Quercus acutissima*)는 우리나라 산야에 널리 자생하는 떡갈나무, 갈참나무, 상수리나무, 졸참나무 등의 참나무의 열매로 그 종류만 해도 약 28종이나 된다(Kim & Lee 1976; Shim 등 2004; Yang 등 2011; Zhang 등 2013). 모양은 구형, 난형, 타원형 등이 있으며, 크기도 매우 다양하다. 겉은 단단하고 매끄러운 껍질로 되어 있고, 그 속에 커다란 씨 1개가 들어 있다. 우리나라의 경우, 도토리의 전분을 이용하여

묵이나 국수의 형태로 만들어서 한식의 재료로 널리 사용하고 있지만, 북미 인디언들(north American indian)을 비롯하여 일본, 중국, 북한 등의 세계 여러 나라에서는 죽, 떡, 의약 및 산업분야에 활용되고 있는 것으로 알려지고 있다(Kim & Lee 1976; Choi 등 1998; Kwon 등 2002; Shim 등 2004; Yang 등 2011; Lee 등 2013). 또한 도토리 열매는 위장병, 대장염, 인후염 및 설사 등과 같은 증상의 치료제로 사용되었다고 보고되었다(Lee & Kim 2008; Lee 등 2013). 특히 「동의보감(東醫寶鑑)」과 「본초강목(本草綱目)」 등의 한의서에는 도토리를 상수리 열매라 하여 오랜 위장염이나 피로 숙취에 널리 쓰이며, 보신효과가 있고, 또한 장위(腸胃)를 강화하여 지사작용, 허약체질 보신효과가 있으며, 위경과 대장경을 보호하고, 잇몸 질환, 인후두염 및 화상 등에 치료효과가 탁월하다고 하였다(Lee 등 2012). 도토리는 약 70%가 전분으로 이루어져 있어 식량대용으로 사용해 왔으며, 6~9%의 타닌을 함유하고 있어 떫고 쓴맛이 나는 것이 특징이다(Lee 등 1992; Kwon 등 2002;

* Corresponding author: Kyung-Ok Shin, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea. Tel: +82-2-3399-1657, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: skorose@syu.ac.kr

Shim 등 2004; Yang 등 2012a). 도토리가 식물성 폴리페놀 성분인 타닌과 항산화 성분인 gallic acid, digallic acid, gallotannin 등을 다량 함유하고 있다는 보고와 함께 기능성 물질로서 건강에 효과가 있는 것으로 알려지면서 최근 들어 도토리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Kim BN 1995; Shim 등 2004; Zeng 등 2014). 그러나 식품으로써 도토리의 전분을 이용한 목이나 빵에 대한 연구는 많이 진행되고 있지만(Na 등 2000; Na & Kim 2002; Yang 등 2011; Kim 등 2012; Lee 등 2012; Oh 등 2012; Yang 등 2012a; Yang 등 2012b), 아직은 도토리 추출물과 인체 내 대사 기전 및 질환과의 연관성에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 건강기능성 특성을 가진 도토리 가루의 일반 구성성분의 함량을 알아보고, 도토리 추출물 성분들이 하는 역할과 효과를 살펴봄으로써 식품과 영양에서 도토리 가루나 추출물의 효과적 활용과 향후 관련 연구에 대한 기초 자료를 제공하기 위해 수행되었다.

도토리의 일반성분 함량

본 연구에서 서울 불암산 근교에서 채취한 도토리의 일반 성분 분석 결과와 선행 연구(Chae & Yu 1973; Kim & Shin 1975; Lee 등 1992; Yook 등 2002; Shim 등 2004; Ryu HS 2010)들에서 보고한 도토리의 일반성분 분석 결과를 Table 1에 제시하였다. 도토리의 수분 함량은 37.9%, 조회분은 1.6%, 조단백질은 4.4% 및 조지방 함량은 3.2%를 나타내었다. 청평 근교에서 생산된 도토리 가루의 일반성분은 조단백질이 7.3%, 수분이 6.5%, 회분이 3.4%, 조지방이 2.1% 순이라고 보고하였으며(Chae & Yu 1973), Kim & Shin(1975)의 연구에서는 서울 근교 수락산에서 채집한 도토리 가루의 일반성분을 분석한 결과, 수분이 10.2%, 조단백질이 5.8%, 회분이 2.8%, 조지방이 1.1%라고 보고하였다. 또 다른 연구(Lee 등 1992)에서는

충남 계룡산에서 채취한 도토리의 수분 함량은 11.8~12.1%, 단백질 7.1~7.4%, 전분 65.5~69.4%, 조지방 2.1~2.6%, 조섬유 2.1~3.6% 및 조회분 2.4~2.6%라고 보고하였다. Shim 등(2004)의 연구에서는 탄수화물이 87.3%로 가장 많이 함유되어 있었고, 수분이 10.6%, 조지방이 1.2%, 조단백질이 0.8% 및 회분이 0.1%라고 보고하였다. 또한 도토리는 65.0~69.0%의 전분, 5.8~7.8%의 조단백질, 1.1~7.8%의 조지방, 2.1~3.8%의 조섬유, 1.0~3.4%의 조회분, 4.6~9.3%의 타닌, 6.5~13.7%의 수분 등으로 구성되어 있다고 보고하였다(Yook 등 2002; Ryu HS 2010). 특히 본 연구에서는 서울 불암산 근교에서 직접 채취한 도토리 일반성분을 분석하여 제시하였는데, 도토리의 수분 함량이 다른 지역에서 채취한 도토리의 수분 함량에 비해 2~3배 높은 결과를 보였다. 이는 도토리를 채취한 지역이 불암산 호숫가(제명호) 주변으로 물이 많은 지역이었으며, 비가 온 다음 날 채취한 것이 도토리의 수분 함량을 증가시킨 원인으로 사료된다. 이와 더불어 선행연구(Chung 등 2002; Shim 등 2004; Yang 등 2011)에서는 도토리의 일반성분의 함량은 수확시기, 지역이나 품종에 따라 그 성분율이 차이가 있다고 지적하고 있다.

도토리 가루의 무기성분 함량은 칼륨이 40.58 mg/100 g 인이 8.95 mg/100 g, 칼슘이 8.64 mg/100 g 순으로 함유되어 있으며, 그 외에 나트륨(3.94 mg/100 g), 마그네슘(4.67 mg/100 g), 철(1.41 mg/100 g)이 함유되었다고 보고되고 있다(Table 2) (Shim 등 2004). Kim BN(1995)의 연구에서는 도토리 가루의 무기질 성분 중 칼륨이 가장 많은 비율을 차지하였고, 마그네슘, 칼슘, 나트륨, 인, 철 순으로 나타났다고 보고하였다. 도토리에는 단순당 중 포도당의 함량이 가장 높으며, 주요 지방산 조성으로는 oleic acid가 31.87%, linoleic acid 18.72%, linolenic acid 16.67%, palmitic acid 11.32% 순으로 보고하였고(Shim 등 2004), 이와 동시에 항산화 효과도 있다고 보고하였다(Shim 등 2004).

Table 1. Proximate composition in acorn powders

| Area Composition(%) | Acorn powders | | | | | |
|------------------------|---------------|-------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|---|
| | Buramsan | Cheongpyeong | Suraksan | Gyeryongsan | - | - |
| Moisture | 37.9 | 6.5 | 10.2 | 11.8~12.1 | 10.6 | 6.5~13.7 |
| Crude ash | 1.6 | 3.4 | 2.8 | 2.4~2.6 | 0.1 | 1.0~3.4 |
| Crude protein | 4.4 | 7.3 | 5.8 | 7.1~7.4 | 0.8 | 5.8~7.8 |
| Crude fat | 3.2 | 2.1 | 1.1 | 2.1~2.6 | 1.2 | 1.1~7.8 |
| Carbohydrate | - | - | - | 65.5~69.4 | 87.3 | 65.0~69.0 |
| Tannin | - | - | - | - | - | 4.6~9.3 |
| Fiber | - | - | - | 2.1~3.6 | - | 2.1~3.8 |
| References | - | Chae & Yu 1973 | Kim & Shin 1975 | Lee <i>et al.</i> 1992 | Shim <i>et al.</i> 2004 | Yook <i>et al.</i> 2002; Ryu HS 2010 |

Table 2. Mineral content of acorns

| Mineral (mg/100 g) | Acorn powders | References |
|--------------------|---------------|-------------------------|
| K | 40.58 | Shim <i>et al.</i> 2004 |
| P | 8.95 | |
| Ca | 8.64 | |
| Na | 3.94 | |
| Mg | 4.67 | |
| Fe | 1.41 | |

타닌은 Fe⁺⁺와 Cu⁺⁺와 같은 금속이온을 킬레이트하는 능력과 지질이 산화되는 것을 억제하고, 생성된 활성산소를 소거하여 항산화 효과를 보인다(Park & Koo 1984; Lopes 등 1999; Lee 등 2012). 선행연구(Seo 등 2000)에서는 타닌 성분의 항균, 항산화, 항종양작용 및 중금속 제거능과 같은 유용한 생리활성이 보고되고 있어 현대인의 식생활에서 중요한 성분으로 부각이 되고 있다고 강조하였다. 도토리에서는 타닌 성분으로는 gallic acid, digallic acid 및 gallotannin과 같은 성분이 함유되어 있으며, 높은 항산화 효능을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(Kim BN 1995; Lee 등 2013). 선행연구(Park & Koo 1984)에서 gallic acid의 함량은 시료 100 g에 대하여 도토리 분말에 83.38 mg, 도토리 전분에 4.97 mg, 도토리묵 건조 분말에 3.70~6.78 mg이 함유되어 있으며, 추출된 타닌 중의 gallic acid 함량은 도토리 분말은 3.04%, 전분은 0.90% 및 묵은 0.64~0.86%라고 보고하였다(Table 3). 선행연구(Lee 등 1992)를 보면, 충남 계룡산에서 채취한 도토리 가루의 타닌 함량은 4.6~6.8%로 보고되었으며, 도토리 추출물의 항산화 성분은 주로 gallic acid라고 강조하였다. 또한 다른 연구(Shin 등 1993; Kang 등 2004)에서는 도토리의 타닌 성분이 6~9%로 다른 전분질 식품과는 달리 강한 수렴작용이 있고, 떫은맛과 쓴맛을 가지고 있다고 보고하였다. 도토리의 떫은맛과 갈변 현상은 가수분해형 타닌(hydrolyzable)에 기인한 것이며, 이는 밤, 감 및 녹차 등에 함유된 폴리페놀 화합물의 일반적인 형태라고 보고되었다(Kang 등 2004). Yook 등(2002)은 연구에서 밤에 비해 도토리에서 폴리페놀 및 플라보노이드 총량이

높게 측정되었으며, 특히 과육보다는 내피부분에 더 많이 함유되었다고 강조하였다. 선행연구(Yokozawa 등 1998)에서는 허브로부터 추출한 타닌류와 플라보노이드류가 *in vitro* 항산화 실험에서 활성산소의 제거제로 작용함을 밝혀냈고, 플라보노이드류보다는 타닌류가 낮은 농도에서 활성산소의 제거 능력이 더 뛰어나 항산화능이 더 효과적이라고 보고하였다. 특히 타닌의 화학구조 중 galloyl group과 hydroxyl group을 많이 가질수록 활성이 증가된다고 보고되고 있다(Yook 등 2002). Nakayama 등(1993)의 연구에서는 H₂O₂에 의한 손상에 gallic acid를 주입 시 보호작용이 있어 gallic acid ester가 H₂O₂로 인해 유발되는 세포 손상에 대해 항산화제로서의 작용을 나타낸다고 보고하였으며, 항산화 성분인 gallic acid로 구성된 타닌이 superoxide radical 생성을 억제함에 따라 인체 내에서 Superoxide dismutase(SOD)의 활성이 증가되어 활성산소를 충분히 제거할 수 있다고 강조하고 있다(Yook 등 2002).

도토리 추출물과 지질대사

식생활의 패턴 변화로 인한 지방의 과잉섭취는 지질대사의 이상을 초래하여 조직의 지질 성분에 변화를 일으키며, 지방간, 고혈압 등의 심혈관계 질환뿐만 아니라, 유방암과 대장암 등을 일으키는 원인으로 작용한다(Sung 등 1997a; Chung 등 2011; Choi 등 2013; Kim & Choi 2015). 선행연구(Yook 등 2002; Lee 등 2013)에서는 도토리의 과육 및 내피가 흰쥐의 항산화능 및 항혈전능에 영향을 주는 것으로 보고되었으며, 고지방식이로 유도된 비만 쥐의 항산화 효소 활성에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Kang 등 2004). 선행연구(Yugarani 등 1993; Kang 등 2004)에서는 타닌이 흰쥐의 체내 증성지질 대사 및 합성에 관여한다고 보고하였으며, 또 다른 연구(Wursch P 1979)에서는 타닌이 흰쥐의 콜레스테롤 대사와 담즙산과의 결합에 미치는 영향을 보고한 바 있다. Kang 등(2004)은 연구에서 고지방 식이로 유도된 비만 흰쥐의 체내 지질패턴 및 항산화 효소 활성연구에서 도토리 가루를 20% 급여한 군에서 체중 감소 및 혈액 내 총 지질 함량을 낮추었으며, 혈청

Table 3. Contents of gallic acid, and tannin in acorn

| Samples | Gallic acid (mg/100 g) | Tannin (g/100 g) | Gallic acid (g/100 g tannin) | References |
|----------------------|------------------------|------------------|------------------------------|-----------------|
| Acorn powder | 83.38 | 2.74 | 3.04 | Park & Koo 1984 |
| Acorn starch | 4.97 | 0.55 | 0.90 | |
| Acorn starch gel I | 3.70 | 0.43 | 0.86 | |
| Acorn starch gel II | 4.09 | 0.61 | 0.67 | |
| Acorn starch gel III | 5.61 | 0.87 | 0.64 | |
| Acorn starch gel IV | 5.09 | 0.65 | 0.78 | |
| Acorn starch gel V | 6.78 | 0.96 | 0.71 | |

Table 4. Total cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol, and LDL-cholesterol in serum

| Groups | Total cholesterol (mg/dL) | Triglyceride (mg/dL) | HDL-cholesterol (mg/dL) | LDL-cholesterol (mg/dL) | References |
|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| High fat diet | 88.00±43.97 ¹⁾ | 48.33±5.79 | 9.25±1.89 ^{ab2)} | 58.44±30.41 | Kang <i>et al.</i> 2004 |
| High fat diet plus acorn powder 10% | 91.80±61.08 | 40.60±8.11 | 8.00±4.24 ^{ab} | 75.68±59.65 | |
| High fat diet plus acorn powder 20% | 78.00±21.31 | 38.20±8.29 | 11.00±4.06 ^a | 59.36±17.73 | |
| High fat diet plus acorn extract 0.2% | 58.20±12.22 | 41.40±8.47 | 8.00±2.83 ^{ab} | 41.92±11.35 | |
| High fat diet plus acorn extract 0.5% | 53.40±10.90 | 40.40±10.29 | 6.20±1.79 ^a | 39.12±11.03 | |
| <i>p</i> -value | NS | NS | 0.05 | NS | |

¹⁾ Mean±S.D.

²⁾ Value within a column with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

HDL-cholesterol 함량을 높였다고 보고하였다(Table 4). 또한 도토리 급여 시 간 조직 내 총 지질 함량을 낮추었으며, 중성 지방의 함량을 낮추어 체내 지질 대사에 관여한다고 보고하였다(Kang 등 2004). 선행연구(Yook 등 2002)에서는 밤과 도토리의 과육보다는 내피를 포함한 식이에서 총콜레스테롤 수준이 더 낮았고, 식이 내 시료의 함유 수준이 높을수록 혈장과 간의 중성지방 수준을 저하시키는 효과가 크다고 보고하였다. Sung 등(1997a)은 고지방을 섭취한 흰쥐의 체내 지질 대사에서 도토리 추출물 투여 시 혈중 총 지질 함량이 유의적으로 감소한 것은 중성지질보다 총 지질 함량 감소에 기인된 것으로 도토리 추출물의 성분이 체내 콜레스테롤 대사에 영향을 미친 것으로 보고하였다. 또한 고지방식으로 인해 낮아진 혈중 HDL-cholesterol 수준은 도토리 추출물 투여로 정상 수준으로 회복되었으며, 고지방 섭취로 상승된 동맥경화지수가 도토리 추출물 투여로 낮아졌다고 보고하였다(Sung 등 1997a). 또 다른 연구(Lee 등 2013)에서는 도토리 분말 수용액이 생체 내에서 항산화 효능을 발휘하여 노화에 따른 세포 내 물질의 산화적 손상을 완화시키고, 그로 인해 개체의 수명 연장까지 일으킨다고 보고하였다.

도토리 추출물과 심혈관계 질환

Sung 등(1997b)의 연구에서는 고지혈증을 유발한 쥐에 도

토리 추출물을 섭취시킨 결과, 고지방식으로 인해 낮아진 glutathione peroxidase 활성을 촉진시켰으며, 증가된 glutathione S-transferase와 catalase 활성을 정상수준으로 회복시킴으로써 항산화 효소의 활성 변화를 유도 및 지질과산화물의 함량이 감소되었고, 간 손상도 억제되었다고 보고하였다. 인체 내에서 혈액은 응고와 용해작용이 항상 평형을 이루고 있어 정상적인 상태에서는 출혈이나 혈전 등에 의해 흐름이 방해 받지 않지만, 혈소판과 피브리노로부터 혈전을 형성하면 협심증, 뇌혈전 및 동맥경화와 같은 순환계질환을 일으키는 원인이 된다(Yook 등 2002). 혈소판 응집은 TXA₂과 PGI₂량에 의해 조절되는데, TXA₂과 PGI₂의 균형에 의해 혈소판 응집이 조절된다. Yook 등(2002)의 연구에서는 밤과 도토리의 식이 섭취가 체내 지질수준을 저하 및 지질과산화물 생성 억제작용이 뛰어나며, 항혈전 효과로 인해 고혈압성 질환을 포함한 혈액 순환기계 질환 예방 및 치료에 효과적으로 사용할 수 있을 것이라고 보고하였다(Table 5). 또한 식이성 폴리페놀 화합물(특히 타닌)과 지방대사에 대한 Matsumoto 등(1998)의 연구에 의하면, 폴리페놀 화합물(타닌)이 혈청 총콜레스테롤 및 LDL-cholesterol 농도를 저하시켜 고지혈증 및 심장 순환계질환을 예방한다고 보고하였다. 이는 타닌과 담즙산이 결합하여 장관 내에서 담즙산의 재흡수를 방해하여 분변으로 담즙산을 배설시킴으로써 체내 콜레스테롤 농도를 감소시켜 심혈관계 질환을 예방할 수 있다고 주장하고 있다(Yook 등 2002).

Table 5. Bleeding and clotting times, and TXB₂, and PGF_{1α} concentrations in plasma

| Groups | Bleeding time (sec) | Clotting time (sec) | TXB ₂ (pg/mL plasma) | PGF _{1α} (pg/mL plasma) |
|--|--------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Acorn flesh powder 5% | 155.0±15.3 ¹⁾ | 79.3±2.1 | 637.4±154.3 | 222.6±32.6 |
| Acorn flesh powder 10% | 168.3±25.9 | 94.7±11.7 | 716.3±190.2 | 231.6±88.6 |
| Acorn flesh powder with inner skin 5% | 137.7±13.8 | 91.2±8.7 | 1,193.7±288.2 | 198.5±12.1 |
| Acorn flesh powder with inner skin 10% | 146.4±22.0 | 104.7±23.5 | 915.1±323.1 | 264.5±70.6 |
| References | | | Yook <i>et al.</i> 2002 | |

¹⁾ Mean±SE

도토리 추출물과 치매 및 면역능

치매는 신경전달물질인 acetylcholine(ACh)의 감소와 신경 세포의 사멸을 원인으로 보고 있다(William RM 1997; Oh 등 2004; Lee 등 2005). Lee 등 (2005)의 연구에서는 도토리의 급여가 기억·학습장애를 유발시킨 치매모델 마우스 뇌 조직에서 신경전달물질인 acetylcholine의 합성을 증가시키고, acetylcholine 분해에 관련된 acetylcholinesterase(AChE) 효소 활성을 유의적으로 감소시켰으며, 카테콜아민계 신경전달물질의 파괴에 관계하는 MAO-B효소의 활성이 현저하게 억제시켜 신경전달 물질의 감소와 세포사멸 등을 원인으로 발생하는 치매예방에 큰 도움이 될 것으로 기대된다고 보고하였다.

최근의 연구결과(Ryu HS 2010)에서는 도토리 추출물(체중 kg당 500 mg/kg B.W.)의 경구 투여가 염증성 사이토카인(interlukine과 interferon)인 IL-1 β , IL-2, IL-6, IFN- γ , IL-10의 생성을 증가시키는 것으로 나타나, 도토리 추출물이 개체의 면역능 향상에도 기여함이 보고되었다(Table 6). Ji 등(1997)은 연구에서 도토리 가루를 비롯한 다양한 천연식품들이 항산화뿐만 아니라, 면역증진에 우수한 천연식품이라고 강조하였다.

Table 6. Cytokine (IL-1 β , IL-2, IL-6, IFN- γ , and IL-10) production by activated peritoneal macrophages of mice orally administered with water extracts of acorn for 4 weeks

| Production (pg/mL) | Without mitogen | LPS treated (mitogen) | References |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------|
| Interlukine-1 β | 184.32 \pm 1.04 ¹⁾ | 437.40 \pm 19.14 | |
| Interlukine-2 | 51.44 \pm 22.60 | 78.75 \pm 2.63 | |
| Interlukine-6 | 446.22 \pm 74.91 | 953.60 \pm 87.64 | Ryu HS 2010 |
| Interferon- γ | 118.76 \pm 3.18 | 386.77 \pm 3.22 | |
| Interlukine-10 | 1,220.56 \pm 70.59 | 1,275.46 \pm 51.08 | |

¹⁾ Mean \pm S.D.

결론 및 요약

본 연구 조사 결과, 도토리의 경우 도토리 분말을 이용한 식품으로서의 사용은 많이 이루어지고 있지만, 도토리 추출물이 인체 내 대사에 미치는 영향에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이었다. 이에 도토리가 함유한 성분들이 인체 내에 미치는 영향에 대한 연구는 지속적으로 진행되어야 할 것이다. 최근까지 연구된 도토리 추출물이 동물 체내에 미치는 연구를 살펴본 결과, 도토리에는 다양한 폴리페놀 성분(타닌)과 항산화성분이 함유되어 있어 체내의 지질대사에 영향을 주며, 심혈관계 질환이나 치매 예방 및 면역능력 향상과 연관성이 있

다는 것을 알 수 있었다. 앞으로 도토리에 함유된 성분과 질병과의 연관성 연구가 지속적으로 연구되어야 하며, 이를 통해 기능성 식품산업에 도토리 추출물이나 도토리 가공품의 이용 가능성을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

References

- Chae SK, Yu TJ. 1973. Studies on the hydrolysis of tannin in food by fungal tannase. *Korean J Food Sci Technol* 5:17-22
- Choi KS, Shin KO, Kim YH, Yoo IS, Jeong H, Kim KS, Lee JS. 2013. The effect of *Prunus sargentii* R. seed oil on the lipid profile in serum in mice. *Korean J Food & Nutr* 26:670-677
- Choi SH, Bock JY, Nam SH, Bae JS, Choi WY. 1998. Effect of tannic substances from acorn (*Quercus acutissima* Carruthers) on the storage quality of rice wine. *Korean J Food Sci Technol* 30:1420-1425
- Chung HK, Shin MJ, Cha YJ, Lee KH. 2011. Effect of onion peel extracts on blood lipid profile and blood coagulation in high fat fed SD rats. *Korean J Food & Nutr* 24:442-450
- Chung MY, Nason J, Chung MG, Kim KJ, Park CW, Sun BY, Pak JH. 2002. Landscape-level spatial genetic structure in *Quercus acutissima* (Fagaceae). *Am J Bot* 89:1229-1236
- Ji WD, Jeong HC, Lee SJ, Chun YG. 1997. Antimicrobial activity and distilled components of garlic and giger. *J Agric Chem Biotechnol* 40:514-518
- Kang MH, Lee JH, Lee JS, Kim JH, Chung HK. 2004. Effect of acorn supplementation on lipid profiles and antioxidant enzyme activities in high fat diet-induced obese rats. *Korean J Nutr* 37:169-175
- Kim BN. 1995. A study on the literature review of acorn in Korea. *Korea J Soc Food Sci* 11:158-163
- Kim CS, Shin ET. 1975. Studies on the utilization of varieties of acorn in Korea. *Korean J Appl Microbiol Bioeng* 3:17-22
- Kim JO, Lee MJ. 1976. Studies on some physico-chemical properties of the acorn starch. *Korean J Food Sci Technol* 8:230-235
- Kim SH, Lee WK, Choi CS, Cho SM. 2012. Quality characteristics of muffins with added acorn jelly powder and acorn ethanol extract powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 369-375
- Kim YH, Choi KS. 2015. Effect of the *Erigeron annuus* in vitro antioxidant properties and extract on serum lipid in mice. *Korean J Food Nutr* 28:387-395

- Kwon JH, Kim SJ, Lee JE, Lee SJ, Kim SK, Kim JS, Byun MW. 2002. Physicochemical and organoleptic properties of starch isolated from gamma irradiated acorn. *Korean J Food Sci Technol* 34:1007-1012
- Lee JM, Kim SH. 2008. Antioxidant properties of acorn hotwater extract using response surface methodology. *Korean J Food Preserv* 15:111-117
- Lee MH, Jeone JH, Oh MJ. 1992. Antioxidative activity of gallic acid in acorn extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 21:693-700
- Lee SH, Lee DI, Cho SY, Jung HJ, Cho SM, Park HJ, Lillehoj HS. 2005. Effects of acorn (*Quercus acutissima* Carr.) supplementation on the level of acetylcholine and its related enzyme activities in the brain of Demantia mouse model. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:738-742
- Lee SY, Lee JS, Park SK. 2013. Effects of acorn powder on lifespan and a resistance to oxidative stress in *Caenorhabditis elegans*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:670-674
- Lee WK, Kim SH, Choi CS, Cho SM. 2012. Study on the quality properties of hardtack added with acorn jelly powder and acorn ethanol extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:376-382
- Lopes GK, Schulman HM, Hermes-lima M. 1999. Polyphenol tannic acid inhibits hydroxy radical formation from fenton reaction by complexing ferrous ions. *Biochem Biophys Acta* 1472:142-152
- Matsumoto N, Okushio K, Hara Y. 1998. Effect of blacktea polyphenols on plasma lipids in cholesterol-fed rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 44:337-342
- Na HS, Kim K. 2002. Effect of soaking conditions on storage characteristics of acorn mook. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:221-224
- Na HS, Oh GS, Park JH, Kim Kim K, Kim SK. 2000. Granular properties of acorn flour at various soaking conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29:766-769
- Nakayama T, Hiramitsu M, Osawa T, Kawakishi S. 1993. The protectiverole of gallic acid esters in bacterial cytotoxicity and SOS responses induced by hydrogen peroxide. *Mutat Res* 303:29-34
- Oh HL, Yang KH, Park SY, Yoon JH, Shim EK, Lee KJ, Kim MR. 2012. Quality characteristics and antioxidative activities of acorn starch mook added spirulina and soy protein. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1515-1520
- Oh MH, Houghton PJ, Whang WK, Cho JH. 2004. Screening of Korean herbal medicines used to improve cognitive function for anti-cholinesterase activity. *Phytomedicine* 11:544-548
- Park JY, Koo SJ. 1984. A study on the tannin components and physical properties of acorn starch. -Gallic acid contents and viscosity- *Korean J Nutr* 17:41-49
- Ryu HS. 2010. Effects of water extract acorn on mouse immune cell activation *ex vivo*. *Korean J Food & Nutr* 23:135-140
- Seo JH, Jeong YJ, Shin SR, Kim KS. 2000. Effects of tannins from astringent persimmons in alcohol fermentation for persimmon vinegars. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29:407-411
- Shim TH, Jin YS, Sa JH, Shin IC, Heo SI, Wang MH. 2004. Studies for component analysis and antioxidative evaluation in acorn powders. *Korean J Food Sci Technol* 36:800-803
- Shin DH, Cho JS, Jung ST. 1993. Study on antioxidant effects of acorn (*Quercus acutissima* Carruthers) components- II. Antioxidant effect of acornic compound. *J Korean Oil Chem Soc* 10:103-109
- Sung IS, Kim MJ, Cho SY. 1997a. Effect of *Quercus acutissima* Carruthers extracts on the lipid metabolism. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26:327-333
- Sung IS, Park EM, Lee MK, Han EK, Jang JY, Cho SY. 1997b. Effect of acorn extracts on the antioxidative enzyme system. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26:494-500
- William RM. 1997. Oxidative stress hypothesis in Alzhemier's disease. *Free Radic Biol Med* 23:134-147
- Wursch P. 1979. Influence of tannin-rich Carob Pod fiber on the cholesterol metabolism in the rat. *J Nutr* 109:685-692
- Yang KH, Ahn JK, Kim HJ, Lee JY, You BR, Song JE, Oh HL, Kim NY, Kim MR. 2011. Properties of nutritional compositions and antioxidant activity of acorn crude starch by geographical origins. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:928-934
- Yang KH, Lee KJ, Kim MR. 2012a. Analysis of gel powders created from different acorn crude starches to determine country of origin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:816-822
- Yang KH, Lee KJ, Kim MR. 2012b. Gel properties of mook manufactured from acorns harvested in various countries according to storage period. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1168-1175
- Yang KH, You BR, Kim HJ, Lee JY, Kim MJ, Kim MR. 2011. Gelatinization properties of crude starches prepared from acorns harvested in various countries. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1279-1284
- Yokozawa T, Chen CP, Dong E, Tanaka T, Nonaka GI, Nishioka

- I. 1998. Study on the inhibitory effect of tannin and flavonoids against the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical. *Biochem Pharmacol* 56:213-222
- Yook GJ, Lee HJ, Kim MK. 2002. Effect of chestnut and acorn on lipid metabolism, antioxidative capacity and antithrombotic capacity in rats. *Korean J Nutr* 35:171-182
- Yugarani T, Tan BK, Das NP. 1993. The effects of tannic acid on serum lipid parameters and tissue lipid peroxides in the spontaneously hypertensive and Wistar Kyoto rats. *Planta Med* 59:28-31
- Zeng XL, Fu GM, Tian K, Sun JX, Xiong HB, Huang XZ, Jiang ZY. 2014. Acutissimanide, a new lignan with antioxidant activity isolated from the bark of *Quercus acutissima* Carruth. *Nat Prod Res* 28:1364-1370
- Zhang YY, Fang YM, Yu MK, Li XX, Xia T. 2013. Molecular characterization and genetic structure of *Quercus acutissima* germplasm in China using microsatellites. *Mol Biol Rep* 40:4083-4090
-

Received 7 December, 2015

Revised 12 February, 2016

Accepted 18 February, 2016