

국내산 및 중국산 도토리 가루의 성분분석에 관한 연구

정미정 · 허성일 · 왕명현*

강원대학교 생명공학부

Comparative Studies for Component Analysis in Acorn Powders from Korea and China

Mee-Jung Jung, Seong-Il Heo, and Myeong-Hyeon Wang*

School of Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon, Kangwon-do, 200-701, Korea

Abstract – This study was examined the chemical components and total phenol content in acorn powders of Korea and China. Korea acorn powder produced from consists of 6.85% crude protein, 3.57% crude fat and 3.33% crude ash. China acorn powder consists of 1.83% crude protein, 0.41% crude fat and 0.40% crude ash. The composition of unsaturated fatty acid of Korea acorn powder was slightly lower than China acorn powder, but there was no significant difference. The amino acid content of Korea acorn powder was higher than that of China acorn powder. Total phenol content of that Korea acorn powder was 20 mg/g, and that China acorn powder was 3.2 mg/g.

Key words – arcons, total phenol content, amino acid content

도토리는 우리나라 전국의 산야에서 자생하는 떡갈나무, 갈참나무, 물참나무, 상수리나무 등의 참나무과(Fagaceae)의 열매이며, 약 28종이 분포되어 있다.^{1,2)} 우리나라에서는 도토리를 주로 목을 만들어 이용해 왔으나, 세계 여러 나라에서는 빵, 떡 등뿐만 아니라 의약 및 다양한 산업의 재료로 이용하고 있다.^{3,4)} 도토리에 관한 연구는 도토리의 성분, 도토리 전분의 제조 및 도토리의 떫은 맛 성분인 tannin의 제거방법, 도토리 전분 및 도토리목에 대한 연구가 있으며, 도토리의 영양에 대한 실험과 도토리 gallic acid의 항산화 활성 및 동물 사육에 의한 영양 평가에 관한 보고가 있다.⁵⁻⁸⁾ 또한 강원도 근교에서 자생하는 도토리를 이용하여 도토리 가루에 대한 무기질 함량 및 구성당 등 일반성분에 관한 분석과 각 용매별로 추출한 추출물에 대한 항산화 활성을 평가하였다.⁹⁾

한편, 세계무역기구(WHO) 체계라는 국제무역질서 속에서 다양한 원자재 및 식품들이 우리나라로 수입되고 있으며, 특히 1992년 한·중 수교 이후 중국으로부터 값싼 식품들이 우리나라로 수입되고 있다. 최근, 이용 용도가 크게 다양화되지 못하고 있음에도 불구하고 도토리는 수요량이 급증하고 있다. 그러나 공급 측면에서는 다양한 품종의 참

나무가 전국의 산야에 산재되어 있으나 도토리의 국내 생산량이 계속 감소하고 있고, 수요가 공급을 충족하지 못하는 상황이다.¹⁰⁾ 이에 대해 수입산, 주로 중국산 도토리와 도토리 가루가 유입되어 시장에 판매되고 있으나 이들에 대한 정확한 기능 및 성분 분석에 관한 정보가 입증되지 못한 것이 현실이다.

따라서 본 논문은 국내산 및 중국산 도토리의 총 단백질 및 지방 등 일반 성분 및 총 페놀 함량의 차이를 비교해 식품으로 사용 시 활용 자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료 – 국내산 도토리는 강원도 춘천시 근교에서 채집한 도토리를 풍건하고 탈피 미분하여 시료로 사용하였으며, 중국산 도토리는 시중에 판매되고 있는 중국산 도토리 가루를 구입하여 시료로 사용하였다.

일반성분 분석 – 일반성분 분석은 시료를 test mill (Brammer, Germany)로 분쇄하여 단백질, 지방, 회분, 아미노산 함량 및 지방산 조성을 검토하였다. 조단백질 분석은 Kjeldahl 분해법에¹¹⁾ 따라 Kjeltec 2400 auto analyzer (Foss Tecator, Huddinge, Sweden)로, 조지방 함량은 Soxtherm automatic system (Gerhardt, Hoffmannstre, Germany)로 분석을 하였다. 조회분은 550°C에서 백색에서 회백색의 회

*교신저자(E-mail): mhwang@kangwon.ac.kr
(FAX): 033-241-6480

분이 얻어질 때까지 회화하여 정량하였다.

지방산 분석 - 지방산의 분석은 Rafael & Mancha¹²⁾의 방법에 따라 0.5 g의 분말시료에 methanol:heptane:benzene:2,2-dimethoxypropane:H₂SO₄ (37:36:20:5:2, v/v/v/v)로 조제된 용액을 가하고 80°C로 가열하여 digestion 및 lipid transmethylation이 동시에 이루어 질 수 있도록 하였다. 가열이 끝난 single phase는 상온에서 냉각 후 fatty acid methyl esters (FAMES)를 함유하고 있는 상등액을 취하여 capillary GC에 주입하였다. 지방산 분석에 사용된 GC system은 HP 6890 system FID (HP Co., USA)이었고, HP-Innowax capillary column (Cross-linked polyethylene glycol, 0.25 (μm × 30 m)을 사용하였다. 분석 조건으로는 initial temperature 150°C, final temperature 280°C로서 분당 4°C씩 증가되도록 하였고, carrier gas로서 N₂를 분당 1.0 mL을 흘려주었다. 분석이 진행되는 동안 inlet과 detector의 온도는 각각 250°C 및 300°C가 유지되도록 하였다. 표준 FAME mix (C14-C22)는 Supelco사 (Bellefonte, USA) 제품을 사용하였다.

아미노산 분석 - 아미노산 함량을 검토하기 위하여 시료 0.3 g에 5 mL의 6N HCl을 가하고 N₂ gas로 치환시킨 후 110°C에서 24 시간 HCl로 가수분해 후 No. 2 여과지로 여과하여 100 mL volume flask에 옮겨 넣고 Milli-Q water로 정용하였다. 이들 중 분자량이 큰 화합물을 제거시키기 위하여 0.1% TFA (solution I), methanol (80:20, solution II), methanol (70:30, solution III)으로 sep-pak C18을 활성화시킨 후 시료용액을 통과시켜 분석시료로 사용하였고 아미노산의 정량분석은 Amino acid Auto-analyzer (Hitachi L-8800, Japan)을 이용하였다. 아미노산 함량의 계산을 위하여 아미노산의 표준용액은 Ajnomoto-Takara사 (Japan) 제품을 구입하여 사용하였다.

총 페놀함량 - 국내산 및 중국산 도토리 가루의 총 페놀 함량을 측정하기 위하여 Folin-Ciocalteu방법을¹³⁾ 이용하였다. 동결 건조된 시료 2 g을 80% Methanol 50 mL을 가하여 shaking bath에서 24 시간 동안 추출한 후 Watman No.42 여과지를 이용하여 추출 시료용액을 얻었다. 추출 시료용액 1 mL에 3차 증류수 3 mL을 첨가한 후 Folin & Ciocalteu's phenol reagent 1 mL을 넣고 5 분간 27°C의 shaking bath에서 혼합하였다. 혼합한 용액을 Na₂CO₃ 포화용액 1 mL을 넣어 다시 혼합한 다음 1 시간 동안 방치시킨 후 640 nm에서 분광광도계로 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 gallic acid를 이용하여 작성된 표준곡선을 이용하여 각각의 검량선을 작성하여 총 페놀 함량을 계산하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량 - 국내산 및 중국산 도토리 가루의 일반성분을 분석한 결과는 Table I과 같다. 국내산 도토리 가루의

Table I. Comparison of proximate compositions in acorn powders of Korea and China

Composition	Acorn powders	
	Korea	China
Proximate composition		
Crude ash	3.38	0.40
Crude protein	6.85	1.83
Crude fat	3.57	0.41

경우 조단백질이 6.85%로 가장 많이 함유되어 있었고, 그 외 조지방 3.57%, 회분이 3.38 순으로 나타났다. 반면 중국산 도토리 가루의 일반성분의 함량은 조단백질 1.83%, 조지방 0.41%, 회분 0.4%로 국내산에 비해 상대적으로 탄수화물과 수분의 함량이 높음을 확인 할 수 있었다. 예전에 우리가 실험한 도토리 가루의 일반성분은 탄수화물 87.29%, 수분 10.57%, 조지방 1.18%, 조단백 0.84%, 회분이 0.12% 순으로 나타났으나,⁹⁾ Chae & Yu¹⁴⁾는 청평 근교에서 생산된 도토리 가루의 일반성분 분석한 결과 조단백 7.3%, 수분 6.5%, 회분 3.4%, 조지방 2.1% 순으로 나타나 국내산 도토리 가루의 일반성분 함량과 다소 유사함을 확인할 수 있었다.

지방산 조성 - 국내산과 중국산 도토리 가루에 함유되어 있는 지방산 조성을 gas chromatography로 분석한 결과는 Fig. 1과 같으며, 지방산 조성은 총 8종을 동정 확인하였다. 국내산 도토리 가루의 주요 지방산의 평균 함량은 oleic acid (18:1) 41.8%, linoleic acid (18:2) 28.0%, palmitic acid (16:0) 22.8%, linolenic acid (18:3) 4.3%, stearic acid (18:0) 1.8%, myristic acid (14:0) 1.4% 순으로 나타났다. 반면에 C20:0, C22:0은 탐지되지 않았다. 포화 지방산은 25.9%로 나타났으며, 그 중 palmitic acid 22.8%로, 전체 지방산중 불포화지방산이 74.1%로 나타났으며, 그 중 oleic acid 41.8%

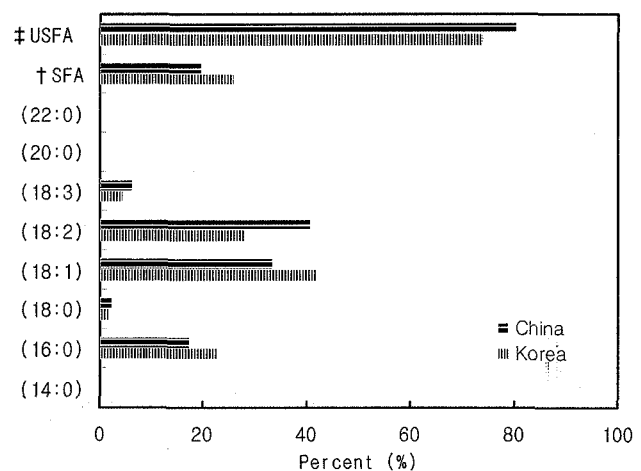
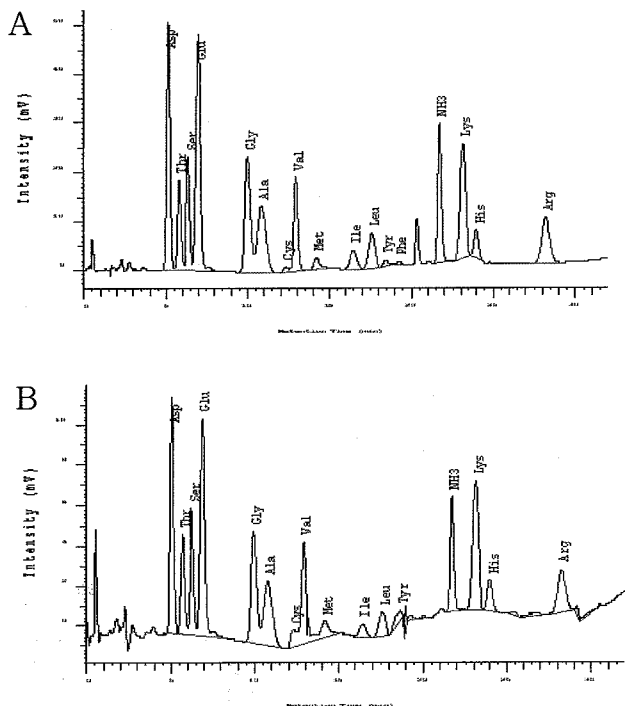


Fig. 1. Fatty acid compositions in acorn powders of Korea and China (unit).

Table II. Comparison of amino acids in acorn powders of Korea and China (mg/100 g)

Amino acids	Acorn powders (mg/100 g)	
	Korea	China
Asp	249.6	55.0
Thr	291.9	78.3
Ser	178.9	49.3
Glu	520.5	118.3
Gly	387.6	88.7
Ala	292.5	66.3
Cys	9.9	8.0
Val	199.7	54.8
Met	36.8	23.6
Ile	83.4	14.2
Leu	168.9	28.9
Tyr	18.3	9.6
Phe	11.9	0.0
Lys	266.1	52.4
NH ₃	85.5	22.7
His	82.7	23.2
Arg	261.1	58.0
Pro	196.0	70.3
Total content	3341.3	821.5

**Fig. 2.** HPLC profiles of the amino acids in acorn powders of Korea (A) and China (B).

로 가장 높게 나타났다. 중국산 도토리 가루의 지방산의 평균 함량은 linoleic acid 40.8%, oleic acid 33.3%, palmitic acid 17.3%, linolenic acid 6.3%, stearic acid 2.3% 순으로 나타났다. 반면에 C14:0, C20:0, C22:0은 탐지되지 않았다. 포화 지방산은 19.6%로 나타났으며, 그 중 palmitic acid 17.3%로, 전체 지방산중 불포화지방산이 80.4%로 나타났으며, 그 중 linoleic acid 40.8%로 가장 높게 나타났다.

이와 같은 국내산 및 중국산 도토리 가루의 지방산 조성에 대한 결과는 예전에 우리가 보고한 국내산 도토리에 관한 지방산 분석 결과인 oleic acid (18:1) 31.87%, linoleic acid (18:2) 18.72%, linolenic acid (18:3) 16.67%, palmitic acid (16:0) 11.32%와 비교해 보았을 때 다소 많은 차이를 보였다.⁹⁾ 또한 이번 실험한 국산과 중국산의 지방산 함량을 비교해 보았을 때 중국산 도토리 가루가 국산 도토리 가루에 비해 6.3% 정도의 불포화 지방산을 함유하고 있음을 확인할 수 있었다.

아미노산 조성 - Table II와 Fig. 2에서 보는 바와 같이 국내산 및 중국산 도토리 가루의 구성 총 아미노산의 함량은 각각 33.4 mg/g과 8.21 mg/g이었으며, 전체적으로 glutamic acid의 함량이 가장 높았다. 국내산 도토리의 경우 glutamic acid 520.5 mg%, 중국산 도토리의 경우 glutamic acid 118.3 mg%로 나타났다. 그 밖의 아미노산에 있어 국내산 도토리 가루의 경우 glycine 387.6 mg%, alanine 292.5 mg%, threonine 291.9 mg%, lysine 266.1 mg%, arginine 261.1 mg% 등의 순으로 조성되어 있으며, 반면 중국산 도토리 가루의 경우 모든 아미노산의 함량이 국내산에 비해 매우 낮은 특징을 나타내었다.

Lee¹⁵⁾는 제빵, 제면시 반죽의 독특한 점탄성에 관여하는 결합은 수소결합, 아마이드기, 이황화기, -SH기 등이 있으며 이는 아미노산들의 결합과도 관계가 있다고 하였다. 국내산 도토리에 가장 많이 함유되어 있는 glutamic acid는 글루텐을 이루는 주 아미노산으로서 총 아미노산 중 약 15.58%를 차지하며, 중국산의 경우는 총 아미노산에 대한 14.4% glutamic acid로 국내산 보다 적게 함유되어 있는 것을 알 수 있다. 이 glutamic acid는 반죽 내에서 mono amide 상태인 glutamine으로 존재함으로써 다른 아미노산들과 수소결합을 이루어 반죽 형성에 큰 역할을 하는 것으로 알려져 있다.¹⁶⁾ 반죽 내 탄성에 영향을 미치는 또 다른 아미노산으로는 proline을 들 수 있다. Proline은 다른 아미노산과 직쇄구조를 형성할 수 없기 때문에 글루텐을 중첩된 구조 (folded structure)로 만들어 특이한 글루텐 구조를 형성하게 한다. Proline의 함량은 국내산 도토리 가루가 중국산 도토리 가루보다 높게 나타났는데, 국내산 도토리 가루의 경우 196.0 mg%로 함량을 보였다. 이밖에 중성 아미노산들도 탄력 형성에 영향을 주는 것으로 보고 되었다.¹⁵⁾ 이러한 결과로 볼 때 국내산 도토리 가루가 중국산에 비해 탄력성이 뛰어나

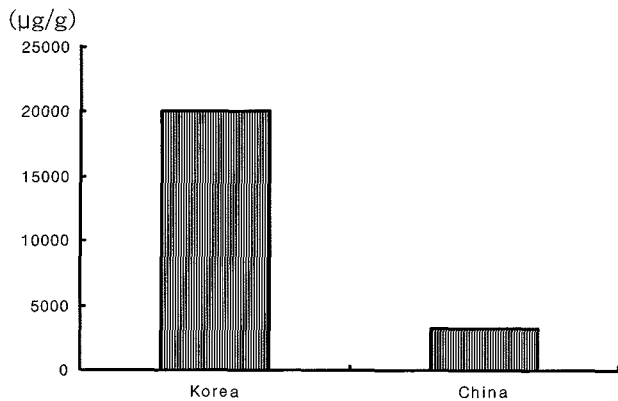


Fig. 3. Total phenol content of acorn powders of Korea and China ($\mu\text{g/g}$).

묵뿐만 아니라 빵이나 소면 등의 제품 개발에 유의함을 확인할 수 있었다.

총 페놀함량 - 총 페놀 함량과 항산화 효과와는 밀접한 관계가 있으므로,¹⁹⁾ gallic acid를 표준용액으로 하여 작성한 검정곡선으로부터 국내산 및 중국산 도토리 가루의 총 페놀 함량을 조사한 결과 Fig. 3과 같았다. 도토리의 가루에서는 Fig. 3에서 보이는 바와 같이 페놀성 물질이 존재하였으며, 총 페놀 함량은 국내산 도토리 가루의 경우 20 mg/g였으며, 중국산 도토리 가루는 3 mg/g으로 국내산 도토리 가루에서 높은 함량을 나타내었다. 식물계에 널리 분포되어 있는 페놀성 물질은 다양한 구조와 분자량을 가지며 이것들의 phenolic hydroxyl이 단백질처럼 거대분자와 결합을 하여 항산화, 항균, 항암 등의 생리기능을 가지는 것으로 보고되고 있다.^{18,19)} 따라서 국내산 도토리 가루는 기능성 물질로 유용하게 활용할 가능성이 있을 것으로 생각된다.

결 론

국내산 및 중국산 도토리 가루를 대상으로 일반성분, 지방산, 아미노산 및 총 페놀함량을 측정하였다. 국내산 도토리는 조단백질 6.85%, 조지방 3.57와 조회분 3.33%을 함유하고 있었으며, 중국산 도토리 가루의 경우 조단백질 1.83%, 조지방 0.41% 그리고 조회분 0.40%을 함유하고 있었다. 지방산 함량에 있어 중국산 도토리 가루가 불포화 지방산을 국내산 보다 다소 많이 함유하고 있었으나 지방산 분석에 있어서 거의 유사하였다. 아미노산 함량에서는 국내산이 중국산 도토리 가루에 비해 훨씬 많은 함량을 가지고 있었으며, 특히 반죽에 탄력성을 주는 glutamic acid의 함량이 매우 높았다. 총 페놀 함량에 있어서도 국내산이 중국산 도토리에 비해 페놀 함량이 높았다. 이와 같은 결과를 토대로 국내산 도토리 가루가 중국산에 비해 식품의 가공에서나 항산화 활성에 우수함을 다시금 확인할 수 있었다.

사 사

본 연구는 한국한술진흥재단 지방 우수 과학자 연구비에 의해 진행되었으며, 이에 감사드립니다.

인용문헌

- Kim, J. O. and Lee, M. J. (1976) Studies on some physico-chemical properties of the acorn starch. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **8**: 230-235.
- Park, J. Y. and Koo, S. J. (1984) A study on the tannin components and physical properties of acorn starch. *Korean J. Nutr.* **17**: 41-49.
- Hill, A. F. Economic botany (1937) Mcgraw-hill book Co., Inc., New York.
- Fernald, H. and Kinsey, A. (1937) *Edible wild plant of eastern north America*, Academic press, cornwall-on-Hudson, New York.
- Kim, B. N. (1995) A study on the literature review of acorn in Korea. *Korean J. Soc. Food Sci.* **11**: 158-163.
- Good rum, P. D. (1959) Acorn in the diet of wildlife south-eastern assn of game and fish commissioners, 13th annual conference.
- Duvendeck, J. P. J. (1962) *Wildlife management* 26.
- Beebe, C. W., Rogers, J. S. and Hannigan, N. V. (1955) *Leather chemists association*.
- Shim, T. H., Jin, Y. S., Sa, J. H., Shin, I. C., Heo, S. I., and Wang, M. H. (2004) Studies for component analysis and antioxidative evaluation in acorn powders. *Korean J. Food Sci. Technol.* **36**: 800-803.
- Cho, D. R. (1998) An Analysis of Demand and Supply for Acorn in Korea, *The Korean agricultural policy association*, **25**: 71-84.
- A. O. A. C. (1990) *Association of official analytical chemists. Official methods of analysis 15th ed.*, Washington D.C.
- Rafel, G. and Mancha, M. (1993) One-step lipid extraction and fatty acid methylester preparation from fresh plant tissues. *Analytical Biochemistry*. **211**: 139-143.
- Dewanto, V., Adom, X. W. K. K., and Liu, R. H. (2002) Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidative activity. *J. Agric. Food. Chem.* **50**: 3010-3015.
- Chae, S. K. and Yu, Y. J. (1973) Studies on the hydrolysis of tannin in food by fungal tannase. *Korean J. Food Sci. Technol.* **5**: 17-22.
- Lee, K. H. (1988) *Food chemistry*. Hyung Seol puplish. 92.
- Kim, C. T., Cho, S. J., Hwang, J. K., and Kim, C. J. (1997) Composition of amino acids, sugars and minerals of domestic wheat varieties. *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.* **26**: 229-235.
- Choi, H. J., Park, H. S., Son, J. H., Son, G. M., Bae, J. H., and

- Choi, C. (2004) Effect of polyphenol compound from Korean pear on lipid metabolism. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **33**: 299-304.
18. Park, C. S. (2005) Component and quality characteristics of powdered green tea cultivated in Hwagae area. *Kor. J. Food Preserv.* **12**: 36-42.
19. Lee, S. J., Park, D. W., Jang, H. G., Kim, C.Y., Park, Y. S., Kim, T.-C., and Heo, B. G. (2006) Total phenol content, electron donating ability, and tyrosinase inhibition activity of pear cut branch extract. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* **24**: 338-341.

(2007년 2월 28일 접수)