

볶음 및 발아처리한 땅콩분말의 항산화 활성

이 연 리[†]

대전보건대학 식품영양과 부교수

Antioxidant Activity of Peanut Flours with Germination and Roasting

Youn Ri Lee[†]

Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Daejeon Health Sciences College, Daejeon 34504, Korea

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the antioxidant activity of roasted and germinated peanut flours. This study also aims to utilize it as a functional material to be applied to processed foods. The moisture, crude protein, crude fat and ash carbohydrate contents of the common peanut powder used in this study were 1.27, 25.63, 42.19, 2.38, 28.20 g / 100 g, respectively. The moisture content, crude protein, crude fat and ash carbohydrate in germinated peanut powder were 1.47, 25.86, 42.86, 2.25 and 26.66 g / 100 g, respectively. 26.52, 45.02, 2.33, 24.70, g / 100 g, and the dietary fiber content of peanut, roasted peanut and germinated peanut powder was 12.27, 13.05 and 14.22 g / 100g, respectively. The antioxidants and radical scavenging ability of polyphenols and flavonoids in peanut powder treated with germination and germination compared to ordinary peanuts. Resverasterol content was high in the germinated peanut powder. Especially, germinated peanut powder can act as a natural antioxidant.

Key words: roasted and germinated peanut flours, antioxidant activity, resversterol

서 론

활성산소종은 생명체가 산소를 이용하여 생겨나는 부산물로서 세포내에 지질 및 단백질과 반응하여 기능을 손상하는 것으로 알려져 있다(Halliwell & Gutteridge 1999). 체내에는 다양한 항산화 효소인 superoxide dismutase, catalase 존재하여 활성산소를 억제한다(Sies H 1999).

체내가 건강한 상태에서는 항산화 효소에 의해 적정 수준의 활성산소 농도를 유지하지만, 외부의 심한 스트레스나 환경오염, 서구적인 식생활은 체내 활성산소가 증가되기도 한다(Rees 등 2008). 체내에서 발생하는 산화적 스트레스를 방지하는 항산화 물질로는 비타민 C, 비타민 E, 플라보노이드와 같은 폴리페놀계열 화합물 등이 있는 것으로 알려져 있다(Halliwell & Gutteridge 1999, Rees 등 2008).

볶음은 전분의 호화, 단백질 변성, 갈변반응을 일으켜 곡물

내부의 활성물질이 잘 용출되어 색, 향 등 관능적인 요소에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Park 등 1993; Lee 등 2013). 또한, 발아는 발아하는 과정에서 다양한 영양성분 및 생리활성 성분들이 증가하는 것으로 알려져 있으며(Woo 등 2017), 식물종자에 관한 연구들이 많이 보고되고 있다(Colmenares de Ruiz & Bressani 1990; Lee 등 1994).

땅콩(*Arachis hypogaea* L.)은 콩과(Leguminosae)에 속하는 식물로 단백질과 지방이 다량 함유하고 있으며, 새싹땅콩에는 비타민 C, niacinamide, pyridoxine, thiamin resveratrol 성분이 있는 것으로 보고되고 있다(Lee 등 2003).

새싹과 관련된 연구로는 땅콩이 부위별 resveratrol 함량에 대한 연구(Kang 등 2010; Ko 등 2012; Kang 등 2014), 항암효과(Cal 등 2003; Aluyen 등 2012), 항염증(Das & Das 2007) 등의 연구가 이루어지고 있다.

따라서 본 연구는 볶음 및 발아 처리한 땅콩분말의 항산화

[†] Corresponding author: Youn Ri Lee, Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Daejeon Health Sciences College, Daejeon 34504, Korea. Tel: +82-42-670-9246, Fax: +82-42-670-9246, E-mail: leeyounri@hit.ac.kr

활성을 측정하여 기능성 소재로 활용하여 가공식품에 적용할 수 있는 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시료 및 시약

실험에 사용한 땅콩시료들은 대형마트에서 구매하였다. 실험에 사용한 시약 중 Folin-Ciocalteu's reagent, catechin, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid(ABTS), potassium persulfate, trolox, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)는 Sigma-Aldrich Co.(Sigma Co, St. Louis, MO, USA.)에서 구매하였다.

2. 볶음 및 발아 처리한 땅콩분말 추출물 제조

에탄올로 추출한 시료를 여과한 뒤 감압농축기(EYELA N-1000, Rikakikai Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 농축한 후 동결건조하고, DMSO에 녹여 -20°C 에 보관하며 실험에 사용하였다.

3. 볶음 및 발아 처리한 땅콩분말 일반성분 분석

볶음 및 발아 처리한 땅콩분말의 일반성분 함량은 AOAC (2000) 방법에 따라 측정하였다. 탄수화물은 전체 100%에서 수분, 조단백질, 조지방과 조회분 함량을 제외한 값으로 나타내었다.

4. 볶음 및 발아 처리한 땅콩분말 총 식이섬유소 함량 측정

불용성 식이섬유(Insoluble Dietary Fiber: IDF) 함량은 AOAC (2000) 법에 준하여 효소 증량법(enzymatic-gravimetric method)으로 측정하였다. 건조시료를 phosphate buffer에 현탁시킨 후, Termamyl solution을 첨가하여 수욕상에서 30분간 반응시켰다. 0.1 mL protease 용액을 가하여 60°C 에서 30분간 반응시킨 후 다시 냉각하여 amyloglucosidase을 가하였다. 60°C 에서 30분간 반응시켜 전분 및 단백질의 효소적 가수분해과정을 거쳐 감압여과하여 여액과 잔사를 분리한 후, 잔사는 증류수, 95% 에탄올 및 아세톤 순으로 세척하여 건조 후, 불용성 및 수용성식이섬유소 함량을 구하고 합산하여 총 식이섬유소 함량을 측정하였다.

5. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량 측정은 Folin-Ciocalteu 방법으로 측정하였다(Folin & Denis 1912). 추출물을 NaHCO_3 충분히 혼합한 후 Folin-Ciocalteu's 시약을 가하고 ELISA reader(Thermo Scientific Ltd, Lafayette, Co, USA)에서 흡광도를 측정하였다.

6. 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량 측정은 Zhishen 등의 방법에 따라 실험하였다(Zhishen 등 1999). 시료 추출물에 증류수를 첨가하고, NaNO_2 를 혼합한 후 암소에 방치하고 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 를 첨가한 뒤 암소에 방치한 뒤 1 M NaOH를 첨가한 후 잘 혼합하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다.

7. DPPH 라디칼 소거능을 통한 항산화력 측정

DPPH 라디칼에 대한 전자공여능은 Blois 등의 방법으로 측정하였다(Blois MS 1958). 희석된 시료에 DPPH 용액을 넣고 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 trolox를 사용하였으며, mg TEAC/g residue로 소거능을 나타내었다.

8. ABTS 라디칼 소거능을 통한 항산화력 측정

ABTS 라디칼 소거능은 Rees 등(2008)의 방법으로 측정하였다. 시료에 희석된 ABTS용액을 혼합하고, 30분간 암소에서 방치한 후 735 nm에서 흡광도를 측정하였다. Trolox를 이용하여 검량선을 작성하였고, 라디칼 소거능은 mg TEAC/g residue으로 나타내었다.

9. Resveratrol 함량 분석

Resveratrol 함량 분석은 Wang 등(2005)의 방법에 따라 측정하였다. 액체크로마토그래피(LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 UV-Vis 검출기를 이용하였다. 칼럼은 C18 column (200×4.6 mm id., 5 μm packed column, Thermo HypersilLtd., Cheshire, England)을 사용하였으며, 이동상 속도는 1.0 mL/min, 시료 주입량은 20 μL 로 하여 UV-Vis 검출기에서 검출하였다. 표준물질 resveratrol 용액 0.02 mg/mL 에탄올에 용해하여 사용하였다.

10. 통계분석

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 측정군의 평균과 표준편차를 산출하였다.

결과 및 고찰

1. 볶음 및 발아처리 땅콩분말의 일반성분 및 식이섬유소 함량

볶음 및 발아 처리한 땅콩분말의 일반성분 함량은 Table 1과 같다. 건조땅콩분말의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 탄수화물량은 각각 1.27, 25.63, 42.19, 2.38, 28.20 g/100 g으로 나타났다. 볶음땅콩분말의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분,

Table 1. General components and total dietary fiber of peanut flours with germination and roasting (g/100 g)

Components	Peanut	Roasted peanut	Peanut sprout
Moisture	1.27±0.05	1.47±0.05	1.42±0.06
Crude protein	25.63±0.95	25.86±0.50	26.52±0.26
Crude fat	42.19±0.10	42.86±0.53	45.02±0.47
Crude ash	2.38±0.18	2.25±0.04	2.33±0.09
Carbohydrate	28.02±1.12	26.66±0.42	24.70±0.25
Total dietary fiber	12.27±0.10	13.05±0.51	14.22±0.17

¹⁾ All values are means±S.D. of triplication.

²⁾ Carbohydrate: 100 - (moisture+crude protein+crude fat+crude ash)

탄수화물의 함량은 각각 1.47, 25.86, 42.86, 2.25, 26.66 g/100 g으로 나타났으며, 발아땅콩분말의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 탄수화물의 함량은 1.42, 26.52, 45.02, 2.33, 24.70 g/100 g으로 나타났다. 볶음 및 발아 처리한 땅콩분말에서 조단백질, 조지방, 조회분의 함량이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. Lee 등(2015), Song 등(2013)의 연구에 의하면 조회분, 조단백, 조지방 함량은 증가하는 것으로 보고하고 있다.

볶음 및 발아처리한 땅콩분말의 식이섬유소의 함량은 Table 1과 같다. 건조땅콩, 볶음땅콩, 발아땅콩 분말의 식이섬유소는 각각 12.27, 13.05, 14.22 g/100g으로 나타났다. 식이섬유소는 혈중에 콜레스테롤을 감소시키고, 혈당을 조절해 주는 효과를 준다고 알려져 있다(Schneeman BO 1998).

2. 볶음 및 발아처리 땅콩분말의 총 폴리페놀, 플라보노이드, resveratrol 함량

볶음 및 발아처리 땅콩분말의 총 폴리페놀, 플라보노이드, resveratrol 함량은 Table 2와 같다. 건조땅콩에 비해 볶음 및 발아 처리한 땅콩 분말에서 항산화 물질의 함량이 높게 나타났다. Woo 등(2017) 연구에 의하면 발아 조에서 페놀화합물의 함량이 증가하는 것으로 보고하였다. Song 등(2013), Ko 등(2012)의 연구에 의하면 볶음시간이 경과함에 따라 항산화 성물질의 함량이 증가하는 것으로 보고하였다. 곡류의 폴리페놀 화합물은 phenolic ring에 의해 라디칼을 안정화시킬 수 있는 것으로 알려져 있다(Middleton & Kandaswami 1994).

볶음 및 발아처리 땅콩분말의 resveratrol 함량은 각각 1.57, 2.55, 7.47ug/g으로 나타났으며 발아분말에서 resveratrol 함량은 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 새싹땅콩은 resveratrol이라는 천연 폴리페놀 물질이 함유되어 있다. Wang 등(2005)의 연구에 의하면 땅콩을 발아시킨 후 resveratrol 함량을 측정한 결과, 발아가 진행되는 동안 유의적으로 증가하였다고 보고하였다. Lee 등(2006)은 식물류의 항산화 활성은 부위에 따

Table 2. Total polyphenol, total flavonoid and resveratrol of peanut flours with germination and roasting

	Total polyphenol (mg/g)	Total flavonoid (mg/g)	Resveratrol (ug/g)
Peanut	1.90±0.03	0.82±0.04	1.57±0.04
Roasted peanut	2.42±0.03	3.29±0.07	2.55±0.02
Peanut sprout	3.32±0.07	2.83±0.09	7.47±0.37

라 다른 결과를 나타내고 있으며, 천연물에 함유되어 있는 페놀성 화합물은 항산화, 항균, 항암 등 다양한 생리활성효과가 있다고 보고되고 있으며, 특히 천연항산화제로써 작용할 수 있다고 보고하였다.

3. 볶음 및 발아처리 땅콩분말의 라디칼 소거능

볶음 및 발아처리 땅콩분말의 총 폴리페놀 함량 및 플라보노이드 함량은 Table 2와 같다. 건조땅콩에 비해 볶음 및 발아 처리한 땅콩 분말에서 항산화 물질의 함량이 높게 나타났다. 볶음 후 항산화 활성이 증가하는 것은 메일야드 반응과 같은 갈변반응에 의한 것으로 알려져 있으며(Jing & Kitts 2004), 반응산물인 멜라노딘은 항산화 활성이 높은 물질로 알려져 있다(Kim 등 2008). 발아 후 항산화 활성이 증가하는 선행연구로 무순은 항산화 비타민, 식이섬유소 함량이 높아지고(Song MR 2001), 유채는 필수아미노산과 항산화 비타민 함량이 증가하며(Kim 등 1997), 또한 메밀은 식이섬유 및 루틴 같은 생리활성 물질들이 증가한다고 보고되었다(Kim 등 2005)

요약 및 결론

본 연구는 볶음 및 발아 처리한 땅콩분말의 항산화 활성을 측정하여 기능성소재로 활용하여 가공식품에 적용할 수 있는 기초자료로 활용하고자 한다. 건조땅콩분말의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 탄수화물량은 각각 1.27, 25.63, 42.19, 2.38, 28.20 g/100 g으로 나타났다. 볶음땅콩분말의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 탄수화물의 함량은 각각 1.47, 25.86, 42.86, 2.25, 26.66 g/100 g으로 나타났고, 발아땅콩분말의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 탄수화물의 함량은 1.42, 26.52, 45.02, 2.33, 24.70 g/100 g으로 나타났으며, 건조땅콩, 볶음땅

Table 3. DPPH and ABTS of peanut flours with germination and roasting

	DPPH (mg TEAC/g)	ABTS (mg TEAC/g)
Peanut	6.59±0.31	8.67±0.11
Roasted peanut	10.67±0.55	10.69±0.14
Peanut sprout	21.50±2.18	22.53±0.31

콩, 발아땅콩 분말의 식이섬유소는 각각 12.27, 13.05, 14.22 g/100 g으로 나타났다. 항산화 물질 및 라디칼소거능은 일반 땅콩에 비해 볶음 및 발아 처리한 땅콩 분말에서 폴리페놀, 플라보노이드, 레스베라스테롤 함량이 높게 나타났으며, 특히 resveratrol 함량은 발아땅콩분말에서 높게 나타났다. 천연물에 함유되어 있는 페놀성 화합물은 항균, 항산화, 항암 등 다양한 생리활성효과가 있으며, 특히 발아땅콩분말은 천연항산화제로써 작용할 수 있다고 생각된다.

References

- Aluyen JK, Ton QN, Tran T, Yang AE, Gottlieb HB, Bellanger RA. 2012. Resveratrol: Potential as anticancer agent. *J Diet Suppl* 9:45-56
- AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC. 17th ed. International Association of Official Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA. pp.1-26
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Cal C, Garban H, Jazirehi A, Yeh C, Mizutani Y, Bonavida B. 2003. Resveratrol and cancer: Chemoprevention, apoptosis, and chemosensitizing activities. *Curr Med Chem* 3:77-93
- Colmenares de Ruiz AS, Bressani R. 1990. Effect of germination on the chemical composition and nutritive value of amaranth grain. *Cereal Chem* 67:519-522
- Das S, Das DK. 2007. Anti-inflammatory responses of resveratrol. *Inflammation Allergy Drug Targets* 6:168-173
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12:239-243
- Halliwell B, Gutteridge JMC. 1999. Free Radicals in Biology and Medicine. Oxford University Press, New York, NY, USA. pp.105-350
- Jing H, Kitts DD. 2004. Antioxidant activity of sugar-lysine Maillard reaction products in cell free and cell culture systems. *Arch Biochem Biophys* 429:154-163
- Kang HI, Kim JY, Kwon SJ, Park KW, Kang JS, Seo KI. 2010. Antioxidative effects of peanut sprout extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:941-946
- Kang LZ, Zeng XL, Ye ZW, Lin JF, Guo LQ. 2014. Compositional analysis of the fruiting body of transgenic *Flammulina velutipes* producing resveratrol. *Food Chem* 164:211-218
- Kim HY, Woo KS, Hwang IG, Lee YR, Jeong HS. 2008. Effects of heat treatments on the antioxidant activities of fruits and vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 40:166-170
- Kim IS, Han SH, Han KW. 1997. Study on the chemical change of amino acid and vitamin of rapeseed during germination. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26:1058-1062
- Kim YS, Kim JG, Kang IJ, Lee YS. 2005. Comparison of the chemical components of buckwheat seed and sprout. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:81-86
- Ko JY, Woo KS, Song SB, Seo HI, Kim HY, Kim JI, Lee JS, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS. 2012. Physicochemical characteristics of sorghum tea according to milling type and pan-fried time. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1546-1553
- Lee GY, Son YJ, Jeon YH, Kang HJ, Hwang IK. 2015. Changes in the physicochemical properties and sensory characteristics of burdock (*Arctium lappa*) during repeated steaming and drying procedures. *Korean J Food Sci Technol* 47:336-344
- Lee MH, Cho JH, Kim BK. 2013. Effect of roasting conditions on the antioxidant activities of *Cassia tora* L. *Korean J Food Sci Technol* 45:657-660
- Lee MH, Sohn HS, Choi WK, Oh SK, Kwon TB. 1994. Changes in physico-chemical properties and mineral contents during buckwheat germination. *Korean J Food Nutr* 7:267-273
- Lee MJ, Cheong YK, Kim HS, Park KH, Doo HS, Suh DY. 2003. Trans-resveratrol content of varieties and growth period in peanut. *Korean J Crop Sci* 48:429-433
- Lee SH, Jin YS, Heo SI, Shim TH, Sa JH, Choi DS, Wang MH. 2006. Composition analysis and antioxidative activity from different organs of *Cirsium setidens* Nakai. *Korean J Food Sci Technol* 38:571-576
- Middleton E, Kandaswami C. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol* 48:115-119
- Park MH, Kim KC, Kim JS. 1993. Changes in the physicochemical properties of ginseng by roasting. *Korean J Ginseng Sci* 17:228-231
- Rees MD, Kennett EC, Whitelock JM, Davies MJ. 2008. Oxidative damage to extracellular matrix and its role in human pathologies. *Free Radic Biol Med* 44:1973-2001
- Schneeman BO. 1998. Dietary fiber and gastrointestinal function. *Nutr Res* 18:625-632
- Sies H. 1999. Glutathione and its role in cellular functions. *Free Radic Biol Med* 27:916-921
- Song MR. 2001. Volatile flavor components of cultivated radish (*Raphanus sativus* L.) sprout. *Korea J Food Nutr* 14:20-27
- Song SB, Ko JY, Kim JI, Lee JS, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS, Woo KS. 2013. Changes in physicochemical

- characteristics and antioxidant activity of adzuki bean and adzuki bean tea depending on the variety and roasting time. *Korean J Food Sci Technol* 45:317-324
- Wang KH, Lai YH, Chang JC, Ko TF, Shyu SL, Chiou RY. 2005. Germination of peanut kernels to enhance resveratrol biosynthesis and prepare sprouts as a functional vegetable. *J Agric Food Chem* 53:242-246
- Woo KS, Kim MJ, Ko JY, Sim EY, Kim HJ, Lee SK, Park HY, Cho DH, Oh SK, Jeon YH, Lee CK. 2017. Pasting properties and antioxidant characteristics of germinated foxtail millet and proso millet with added cooked rice. *Korean J Food Nutr* 30:482-490
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64:555-559

Received 17 March, 2019

Revised 27 March, 2019

Accepted 28 March, 2019