J East Asian Soc Dietary Life
24(2): 217~223 (2014)

로스팅 온도에 따른 녹두의 항산화 활성 변화 및 일반 성분 분석

김윤태[1] · 이명숙[2] · 김애정[3,†]

[1]한국관광대학교 외식경영과, [2]성신여자대학교 식품영양학과, [3]경기대학교 대체의학과

Changes in Antioxidative Activities and General Composition of Mung Beans according to Roasting Temperature

Youn-Tae Kim[1], Myoungsook Lee[2] and Ae-Jung Kim[3,†]

[1]Dept. of Restaurant Management, Korea Tourism College, Kyounggi 467-745, Korea
[2]Dept. of Food and Nutrition, SungShin Women's University, Seoul 142-732, Korea
[3]Dept. of Alternative Medicine, Kyonggi University, Seoul 120-702, Korea

Abstract

This study was performed to determine the optimal roasting temperature of mung beans for enhancement of antioxidative activities. Mung beans were roasted various roasting temperatures (90~120℃ for 20 minutes), after which physicochemical compositions were determined. Variations in pH from 6.1 to 6.3, and reducing sugar content was highest in raw mung beans. Moisture decreased with increasing roasting temperature, whereas crude fat, crude ash, crude protein and carbohydrate contents showed no significant differences according to roasting temperature. The highest total phenol and flavonoid contents were under roasting conditions of 110℃ for 20 minutes. The highest DPPH radical, ABTS radical, and xanthine oxidase inhibitory activities were under conditions of 110℃ for 20 minutes. From these results, optimal roasting temperature of mung beans as a functional food resource was 110.

Key words : Mung beans, roasting temperature, anti-oxidative activity, nitrite scavenging activity

서 론

최근 식생활의 서구화에 따라 동물성 식품 섭취 증가로 각종 만성퇴행성 질환을 줄이고자 하는 노력의 일환으로 자연 건강식의 개발과 기능성을 갖는 식품에 대한 요구가 커지고 있다. 특히 천연식품으로부터 유래하는 생리활성을 나타내는 기능성 물질에 대한 연구가 최대의 관심사가 되고 있다. 천연식품이 함유하고 있는 항산화제는 산소를 제거하거나 흡수하는 것이 아니라, free radical과 반응함으로써 특정 비타민류와 필수 아미노산 등의 손실을 최소화 하거나, 유지제품의 산패를 지연 또는 방지하는 목적으로 사용된다(Lee *et al* 2005). 현재는 tocopherol과 L-ascorbic acid가 천연 항산화제로 선호되고 있는데, 그 중 tocopherol은 안전성이 높으나 단독으로는 산화반응 저지 능력이 낮으며(Halliwell *et al* 1998), 가격이 비싸다는 단점이 있다. 일반적으로 많이 사용하는 합성 항산화제로는 BHA(Butylated hydroxyanisole), BHT (Butylated hydroxytoluene) 등이 있으나, 이들 페놀계 합성 항산화제의 안전성에 대하여 논란이 제기되어 현재에는 그 사용량이 법적으로 규제되어 있다(Brannen AL 1975, Chan *et al* 1993, Ito *et al* 1983). 이에 따라 항산화 효과가 높으면서 안전하고 경제적인 식물기원의 천연 항산화제 발굴의 필요성이 증대되고 있는 실정이다.

우리들이 일상적으로 섭취하고 있는 식용 식물에는 비타민, minerals, polyphenol 류 등 건강 유지에 중요한 광합성 대사산물이 포함되어 있으며(Kang *et al* 1995), 이러한 식용식물을 대상으로 주로 항산화 활성이 보고되고 있다(Lee & Lee 1990, Park *et al* 1994, Yoon *et al* 1990). 천연 식물에서부터 분리한 천연항산화제는 화장품과 의약품 등에 널리 이용되고 있어 (Choi *et al* 1992, Jamal & Ibrahim 1994, Kim *et al* 1995), 식용이나 약용식물 등의 천연 생리 활성물질에 대한 연구는 특히 기능성 식품의 개발 측면에서 그 의미가 크다고 할 수 있다.

콩과 작물인 두류는 훌륭한 단백질 급원으로서 특히 대두의 경우, 된장, 간장, 청국장 등의 전통장류의 원료로 사용되는 등, 이의 쓰임새가 다양한 반면 지방 함량이 낮고, 전분 함량이 높은 녹두는 주로 쌀과 함께 부식 소재로 쓰이거나, 숙주나물과 빈대떡의 원료로 사용되는 정도로 쓰임새가 제한적이다. 현재 녹두에 대한 연구 또한 매우 제한적으로서, 항

† **Corresponding author :** Ae-Jung Kim, Tel : +82-2-390-5044, Fax : +82-2-313-4131, E-mail : aj5249@naver.com

비만, 항산화, 소화촉진, 혈압강하 작용 및 소염작용 효과(Kim *et al* 2005, Kim *et al* 2008, Wi *et al* 2012), 녹두 종피에 함유된 녹두 특유의 생리 활성물질인 vitexin과 isovitexin의 항산화 효과, 항염증 효과, 항비만 효과, 항균 효과(Kim *et al* 2010) 등이 발표되어 있으나, 비슷한 종의 대두에 비해 그 연구는 극히 미미하다고 할 수 있다.

원료에 로스팅 처리를 할 경우, 분해, 합성, 축합 등의 반응에 의해 수용성 고형분 함량의 증가를 비롯하여 다양한 성분의 변화가 일어나게 된다(Suh & Chun 1981). 특히 환원성 당과 질소화합물은 로스팅에 의해 갈색화 반응의 촉진과 향기성분의 생성이 수반되며, 식품에서 생성된 갈변 물질은 지질의 산패에 대하여 강한 항산화 활성을 가지게 된다. 인삼의 경우, 볶음처리 하였을 때 수용성 고형분, 갈변물질, 조산성 다당체의 함량의 증가와 DPPH에 의한 수소공여능이 증가되었다는 보고가 있다(Park *et al* 1993).

따라서 본 연구에서는 녹두의 유용성분 활성을 높여, 이의 활용도를 증대시키기 위한 방안의 하나로 녹두를 온도별로 로스팅 처리 하였고, 이에 따른 추출물의 항산화 활성을 측정하여 녹두의 다양한 활용 방안을 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

시료는 생협 초록마을(Seoul, Korea)에서 2013년도에 구입하여 온도별로 로스팅 하였다. 추출에 사용한 시약은 1급을, 나머지 시약은 특급을 사용하였다.

2. 시료의 제조

녹두는 Roaster(Proaster THCR-01, Taewhan Automation Industry Co., Kyounggi, Korea)를 이용하여 300 g씩 로스팅 하였다. 이 때 로스팅 온도 범위는 커피 로스팅 조건의 문헌(Kim *et al* 2007, Nam *et al* 2009) 고찰과 수차례 예비 실험을 통해 90℃, 100℃, 110℃, 120℃로, 로스팅 시간은 온도별로 각 20분간 로스팅 하였다(Fig. 1). 로스팅이 끝난 녹두는 로스터기에 장착된 공기 냉각기로 실온에서 충분히 식힌 후에 분쇄기(FM-860T, Hanil Electric, Seoul, Korea)로 분말화하고, 50 mesh(0.3 mm)를 통과시킨 후 통과된 입자들을 분석 시료로 사용하였고, 추출 전까지 원 웨이 벨브(one-way valve)를 부착한 봉투에 담고 밀봉하여 포장한 후, 서늘하고 어두운 곳에 보관하면서 시료로 사용하였다. 대조군으로 로스팅 하지 않은 생녹두를 사용하였다.

3. pH 측정

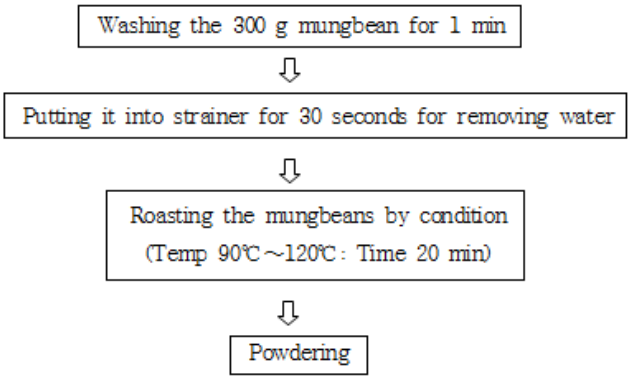

Fig. 1. Diagram for the preparation of the mung bean powder.

로스팅 녹두를 1 g씩을 정확히 칭량하여 증류수 100 mL를 더한 후 10분 동안 추출한 액을 pH-meter(HORIBA, ModelF-12, Japan)를 이용해서 측정하였다.

4. 환원당 함량

로스팅 녹두의 환원당 함량은 dinitrosalicylic acid(DNS) 법으로 측정하였다(Miller GL 1959). DNS 시약은 dinitrosalicylic acid 10 g과 phenol 2 g을 1 L의 volumetric flask에 넣고, 1%의 sodium hydroxide 용액으로 1 L로 묽히면서 stirring시켜 충분히 용해시켜 사용하였다. 시료를 10배로 희석하여 여과(Whatman No. 2)시킨 여액 3 mL를 시험관에 넣고 DNS 시약 3 mL를 가하여 boiling bath에서 가열하면서 40%의 Rochell salt(potassium sodium tartarate $4H_2O$, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 1 mL를 가하였다. 5분 동안 가열한 후 시험관을 흐르는 수돗물에서 식힌 뒤 이것을 575 nm에서 흡광도를 측정하여 포도당으로 미리 정해진 검량선에서 환원당 함량을 산출하였다.

5. 일반 성분 함량

로스팅 녹두 시료의 일반 영양 성분은 A.O.A.C 법(1995)에 준하여 수분은 105℃ 상압 가열법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백은 kjeldahl 법, 회분 함량은 550℃ 회화법으로 분석하였으며, 탄수화물 함량은 시료 100 g 중에서 수분, 단백질, 지질, 조섬유소, 회분 함량을 감한 값으로 환산하였다.

6. 용매 추출

검색용 생리활성 물질은 건조 시료 100 g당 10배의 70% ethanol을 첨가한 후, 환류냉각관을 부착한 80℃의 heating mantle에서 3시간 추출시켜 여과(Whatman No.2)하여 얻었다. 이렇게 2, 3차 추출액을 얻어 모두 혼합한 후, rotatory

vacuum evaporator로 용매를 증발시킨 용액을 상압 가열 건조시켜 고형물 함량을 산출하였다(Jung *et al* 2000).

7. 총 페놀, 총 플라보노이드 함량

총 페놀 함량은 Folin-Denis 변법(1912), 총 플라보노이드 함량은 Davis 법(1947)에 의하여 측정하였다. 즉, 녹두 추출물 1 mL를 취하여 2%(w/v) Na2CO3 용액 1 mL를 가하여 3분간 방치한 후, 50% Folin-Ciocalteu 시약 0.2 mL를 가하여 반응시켜 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준 곡선을 통해 계산하였다. 총 플라보노이드는 추출물 0.5 mL에 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 에탄올 4.3 mL를 가하여 혼합하고, 실온에서 40분간 정치한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 quercetin을 표준물질로 하여 작성한 표준 곡선을 통해 계산하였다.

8. DPPH Radical 소거 활성

DPPH 법에 의한 free radical 소거 활성은 Naik *et al*(2004)의 방법을 변형하여 다음과 같이 검토하였다. 100 μg/mL 농도가 되게끔 시료를 4 mL의 methanol에 녹여 1.5×10^{-4} M DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 용액 1 mL를 첨가한 후, 30분간 실온에 방치하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 전자 공여 능력은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 표현하였다.

9. ABTS Radical 소거 활성

Park *et al*(2000)의 방법에 따라 96 well micro plate에 PBS 100 μL, 400 μg/mL 농도의 시료 20 μL를 넣고, 1 mM H_2O_2를 가하여 5분 방치한 후, 1.25 mM ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid, Sigma- Aldrich, St. Louis, MO, USA) 30 μL와 PBS에 녹인 1 Unit/mL peroxidase 30 μL를 첨가하여 37℃에서 10분간 반응시켜 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 표현하였다.

10. Xanthine Oxidase 저해 활성

Xanthine oxidase 저해 활성은 Noro *et al*(1983)의 방법을 응용하여 행하였다. 먼저 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5)를 제조 후, 이를 사용하여 2 mM xanthine 기질액을 제조하였다. 기질액 3 mL에 2% 농도의 시료를 0.3 mL, xanthine oxidase(0.5 Unit/mL) 0.1 mL를 가하여 37℃에서 5분간 반응시킨 후 20% TCA 1 mL를 가하여 반응을 정지시켰다. 이를 3,500 rpm으로 10분간 원심 분리하여 단백질 제거 후 생성된 uric acid를 292 nm에서 측정하였다. 이 때 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 표현하였다.

11. 아질산염 소거 활성

단백질 Kato *et al*(1987)의 방법을 사용하여 아질산에 대한 소거 활성을 측정하였다. 1 mM 아질산나트륨 용액 1 mL에 시료 2 mL를 섞고, 0.1 N HCl(pH 1.2), 0.2 M 구연산 완충액(pH 3.0, pH 6.0)으로 각각 pH 1.2, pH 4.0, pH 6.0으로 보정한 다음, 반응 용액의 부피를 10 mL로 조정하였다. 이 용액을 37℃에서 1시간 동안 반응시키고, 시험관에 1 mL씩 취한 다음 2% 초산용액 5 mL를 첨가하고, 사용 직전에 조제한 griess 시약 0.4 mL를 가하여 잘 혼합한 후 15분간 방치하였다. 이를 540 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산의 백분율로 나타내었다. 대조구는 griess 시약 대신 증류수를 가하여 측정하였다.

12. 통계 처리

본 연구에서 얻어진 모든 측정치는 Mean±S.D.로 나타내었고, 각 실험군 간의 비교분석은 SPSS Program(SPSS Statistics ver. 20, USA)을 이용하여 ANOVA 분석 후, $p<0.05$에서 Duncan's multiple range test를 사용하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 추출 수율

추출 수율은 추출물 중의 고형물 함량을 시료 건물량에 대한 백분율로 나타내었다. 온도를 달리하여 로스팅한 녹두의 추출 수율은 Table 1과 같다. 실험 결과, 로스팅 온도가 올라갈수록 추출 수율이 증가하였다. 이는 로스팅으로 인해 녹두의 잔여 수분이 증발함으로써 로스팅 온도가 높은 군의 시료가 상대적으로 수분 함량이 낮아짐에 따라 발생한 차이로 생각되어진다.

2. pH 및 환원당 함량

Table 1. Yield from 70% ethanol extract of mung beans according to roasting temperature

Temp(℃)	Roasting time(min)	Yield(%)
0	0	9.03
90	20	9.36
100	20	9.89
110	20	10.19
120	20	10.44

로스팅 온도를 달리한 녹두의 pH 및 환원당 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. pH가 전체적으로 6.1에서 6.3사이로 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Park *et al*(2011)의 연구에서 커피 원두는 로스팅 시간과 온도가 증가함에 따라 커피의 유기산들의 분해로 인하여 pH가 증가된다고 보고되어 있다. 그러나 본 연구에서는 로스팅 온도에 따른 특별한 경향성은 나타나지 않았다. 이는 커피와 녹두의 유기산 성분 함량의 차이에 기인한 것으로 판단되어진다.

온도별로 로스팅한 녹두의 환원당 함량을 측정한 결과, 생 녹두의 환원당 함량이 3.14 mg/mL로 가장 높았으며, 로스팅 온도가 높아질수록 환원당 함량이 낮아지는 경향을 보여주었다. Kim & Park(2006)은 커피를 로스팅 함에 따라 단당류의 함량이 30% 이상 감소되었다고 보고하였고, 본 결과와 유사함을 알 수 있었다. 단당류의 함량 감소에 대한 이유는 단당류는 아미노산 및 단백질 분해물과 결합하여 MRPs (Maillard reaction product)을 형성하고, 반응에 소모된 만큼의 환원당이 감소하였기 때문으로 생각된다.

Table 2. The pH and reducing sugar contents of mung beans according to roasting temperature

Temp (℃)	Time (min)	pH	Reducing sugar contents (mg/mL)
0	0	6.2±0.1[1)NS2)]	3.14±0.12[a]
90	20	6.1±0.2	2.14±0.15[b]
100	20	6.2±0.1	0.86±0.11[c]
110	20	6.2±0.1	0.62±0.04[d]
120	20	6.3±0.1	0.71±0.06[cd]

1) Mean±S.D.(n=3).
2) Means with different letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test. NS : not significance.

3. 일반 성분 함량

온도별로 로스팅한 녹두의 일반 성분은 Table 3과 같다. 수분 함량은 로스팅 온도가 증가할수록 수분 함량이 유의적으로 감소하였으며, 생 녹두가 10.08%로 가장 수분 함량이 높게 나타났고, 120℃에서 로스팅한 녹두에서 8.21%로 가장 낮은 값을 보였다. 이는 높은 열에 의해 수분이 더 많이 증발한 결과이며, Lee *et al*(2013)의 연구에서 원두의 배전이 강할수록 수분 함량이 점차 감소하였다는 보고와 유사한 결과값을 보여주었다. 조단백질 함량은 각 군 간의 차이가 거의 나타나지 않았으며, 조회분, 조지방, 탄수화물의 함량은 로스팅 온도가 증가함에 따라 값이 크진 않지만, 함량이 다소 증가되어 시료 간에 유의적인 차이를 보였다. 이는 로스팅 온도가 높을수록 수분 함량이 감소되어, 상대적으로 고형분 함량이 늘어남에 따라 나타난 결과로 생각된다.

4. 총 페놀, 총 플라보노이드 함량

온도별로 로스팅한 녹두의 항산화 성분 변화를 알아보고자 총 페놀과 총 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 로스팅한 녹두의 총 페놀 함량은 대체로 로스팅 온도가 증가할수록 페놀 함량이 유의적으로 증가하였는데, 이러한 결과는 Maillard 반응에 의해 생성되는 갈색 반응 생성물인 melanoidin의 증가에 의한 것으로 판단된다(Do *et al* 1989). 다만 120℃ 군에서는 오히려 총 페놀 함량이 낮아지는 경향을 보여주었는데, 이는 과한 로스팅에 의해 오히려 페놀 성분의 분해가 유발된 것으로 판단된다. 그리고 고온에서의 로스팅은 저분자의 휘발성 페놀 성분들을 많이 생성시키기에는 로스팅 과정 중에 총 페놀 화합물의 농도가 다소 증가하다가 감소하는 경향으로 나타난다는 결과(Farah & Donangelo 2006)와 일치하는 결과를 보여주었다.

로스팅 녹두의 총 플라보노이드 함량은 로스팅 온도에 따른 경향성이 뚜렷하지 않았지만, 30 mg/g 안팎의 함량을 나타내었고, 120℃의 고온에서는 가장 낮은 함량(29.04 mg/g)

Table 3. General compositions of mung beans according to roasting temperature (%)

Temp(℃)	Time(min)	Moisture	Crude ash	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate
0	0	10.08±0.23[1)a2)]	5.02±0.01[c]	17.31±0.23[NS]	0.49±0.02[c]	67.10±0.15[b]
90	20	9.07±0.23[b]	5.12±0.01[bc]	17.25±0.40	0.50±0.01[cd]	68.06±0.05[a]
100	20	8.63±0.18[c]	5.43±0.38[ab]	17.27±0.06	0.53±0.01[bc]	68.14±0.34[a]
110	20	8.45±0.20[cd]	5.54±0.05[a]	17.30±0.16	0.55±0.02[ab]	68.16±0.05[a]
120	20	8.21±0.10[d]	5.69±0.01[a]	17.33±0.09	0.57±0.02[a]	68.20±0.35[a]

1) Mean±S.D.(n=3).
2) Means with different letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test. NS: not significance.

Table 4. Total phenol contents, total flavonoid contents of mung beans according to roasting temperature

Temp (℃)	Time (min)	Total phenol contents (mg/g)	Total flavonoid contents (mg/g)
0	0	275.63±9.87[1)d2)]	32.96±4.59[bc]
90	20	311.85±10.97[c]	33.42±6.40[b]
100	20	354.72±10.98[b]	32.98±13.20[bc]
110	20	359.43±13.99[a]	37.93±7.63[a]
120	20	225.34±10.11[e]	29.04±13.10[c]

1) Mean±S.D.(n=3).
2) Means with different letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

을 나타내었다. Kim & Park(2006)은 녹두의 총 플라보노이드 함량을 26~47 mg/g 으로 보고해 본 결과와 유사한 결과값을 보여주었다.

5. 항산화 활성

온도별로 로스팅한 녹두의 DPPH radical 소거 활성, ABTS radical 소거 활성 및 xanthine oxidase 저해 활성을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 로스팅 온도가 높아질수록 DPPH radical 소거 활성은 유의적으로 증가하였다. 그 중 110℃ 처리군이 10.81%로 가장 좋은 DPPH radical 소거 활성을 보였으나, 120℃ 구간에서는 활성이 오히려 감소되는 경향을 나타냈다.

ABTS radical 소거 활성 역시 로스팅 온도가 높아질수록 활성이 유의적으로 증가하였다. 110℃ 처리군이 34.18%로 가장 우수한 활성을 보여주었으나, 120℃에서는 25.94%로 활성이 오히려 감소되는 경향을 나타냈다.

Xanthine oxidase는 퓨린 대사에 관여하여 xanthine 또는 hypoxanthine을 산화하여 요산을 생성하게 하는 효소이다. 이들 xanthine oxidase와 xanthine과 같은 기질과의 반응은 일반적인 라디칼 형성 반응으로 알려져 있다(Hong *et al* 2004). 로스팅한 녹두의 xanthine oxidase 저해 활성 역시 로스팅 온도가 높아질수록 활성이 유의적으로 증가하였다. 110℃ 처리군이 48.57%로 가장 우수한 활성을 보여주었으나, 역시 120℃ 구간에서는 29.48%로 활성이 감소되는 경향을 나타냈다.

이들 항산화 활성은 앞의 총 페놀 함량의 변화와 유사한 결과를 보여주는데, 페놀 성분이 항산화 활성에 영향을 미치는 주요 물질이므로 유사한 경향을 보여주는 것으로 보인다. 또한 이들 결과는 Castillo *et al*(2002)이 Colombia arabica 커피를 약함, 중간, 강함의 3단계로 로스팅하여 항산화 활성을 측정한 결과, 중간 정도 세기로 로스팅한 커피가 가장 뛰어난 항산화 활성을 보여주었다는 결과와 Nicoli *et al*(1997)이

Table 5. Antioxidative activity of mung beans according to roasting temperature

Temp (℃)	Time (min)	DPPH radical inhibition (%)	ABTS radical inhibition (%)	Xanthine oxidase inhibition (%)
0	0	6.21±0.10[1)e2)]	20.50±0.43[c]	23.47±5.83[e]
90	20	7.61±0.88[c]	21.95±2.27[b]	31.07±3.63[c]
100	20	9.86±0.72[b]	24.47±1.35[b]	36.53±8.53[b]
110	20	10.81±1.95[a]	34.18±0.77[a]	48.57±2.39[a]
120	20	6.62±1.94[d]	25.94±0.64[b]	29.48±5.47[d]

1) Mean±S.D.(n=3).
2) Means with different letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

중간 단계의 로스팅 커피가 가장 뛰어난 항산화 활성을 보여주었다는 연구 결과와도 일치하는 경향을 보여주었다.

6. 아질산염 소거 활성

온도별로 로스팅한 녹두의 아질산염 소거 활성을 pH별로 측정한 결과는 Table 6과 같다. 대체적으로 로스팅 온도가 높아질수록 활성이 증가되는 경향을 보여주었고, pH가 높아질수록 활성이 감소되는 경향을 보여주었다. pH 1.2에서 생 녹두는 19.89%, 120℃ 로스팅 녹두는 38.44%로, pH 4.0에서 생녹두는 10.27%, 120℃ 로스팅 녹두는 22.76%로, pH 6.0에서 생녹두는 6.06%, 120℃로 로스팅한 녹두는 14.31%로 나타나, 생녹두를 로스팅 처리할 경우, 아질산염 소거 활성이 증가됨을 알 수 있었다. 식품의 가공, 저장 및 조리 중에 용이하게 생성되는 Maillard 반응 생성물의 아질산염 소거능은 비교적 우수한 것으로 알려져 있는데(Kim *et al* 1990), 본 결과에서도 생

Table 6. Nitrite scavenging activity of mung beans according to roasting temperature

Temp (℃)	Time (min)	Nitrite scavenging activity (%)		
		pH 1.2	pH 4.0	pH 6.0
0	0	19.89±2.83[1)c2)]	10.27±3.22[e]	6.06±1.49[c]
90	20	32.67±6.17[b]	17.99±10.71[c]	14.28±2.30[a]
100	20	32.04±5.84[b]	15.22±1.63[d]	13.14±2.11[b]
110	20	32.16±2.16[b]	26.14±8.69[a]	14.21±4.30[a]
120	20	38.44±5.74[a]	22.76±4.56[b]	14.31±1.19[a]

1) Mean±S.D.(n=3).
2) Means with different letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

녹두에 비해 로스팅 처리한 군의 활성이 좋게 나온 결과와 일치하였다.

요 약

본 연구에서는 녹두 껍질에 주로 존재하는 유용성분의 활용도를 증대시키기 위한 방안의 하나로 녹두를 로스팅 처리하였고, 이때 로스팅 온도에 따른 추출물의 항산화 활성 변화를 측정하여, 녹두의 활용도를 높이기 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다. 녹두는 로스터기를 사용하여 볶았으며, 이때 로스팅 온도는 90℃, 100℃, 110℃, 120℃, 로스팅 시간은 20분간으로 하였다. 로스팅한 녹두는 분말화 하여 일반 성분을 분석하였고, 70% 에탄올로 추출한 시료는 항산화 생리활성 분석 시료로 사용하였다. 대조군으로 로스팅하지 않은 생녹두를 사용하였다. 생녹두를 포함한 온도별 로스팅 녹두 시료들의 pH는 6.1에서 6.3사이였다. 환원당 함량의 경우, 로스팅 온도가 높아질수록 환원당 함량이 낮아지는 경향을 보여, 생녹두(3.14 mg/mL)의 환원당 함량이 가장 높았다. 일반성분은 수분을 제외한 나머지 성분들이 로스팅 온도가 증가할수록 증가하는 경향을 보여주었다. 추출물의 추출 수율은 로스팅 온도가 올라갈수록 증가되었다. 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH 법, ABTS 법에 의한 free radical 소거능 및 xanthine oxidase 저해 활성은 로스팅 온도가 높아질수록 증가하다가 120℃ 조건에서는 오히려 감소하는 경향을 보여주었다. 결론적으로 녹두를 로스팅할 경우, 일정 수준까지의 열처리(110℃)는 항산화 생리활성이 증진되었으나, 그 보다 과한 열처리(120℃) 조건에서는 오히려 활성이 감소되었으므로, 녹두의 최적 로스팅 조건은 110℃에서 20분으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 기술산업화 사업에 의해 이루어진 것(81100331SB210)입니다.

본 논문은 농촌진흥청 아젠다(PJ907089)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

Reference

AOAC (1995) Official Methods Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC USA pp 210-219.

Brannen AL (1975) Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy toluene and butylated hydroxy anisole. *J Am Oil Chem Soc* 52: 59-63.

Castillo MD, Ames JM, Gordon MH (2002) Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. *J Agric Food Chem* 20: 3698-3703.

Chan KM, Decker EA, Means WJ (1993) Extraction and activity of camosine a naturally occurring antioxidant in beef muscle. *J Food Sci* 58: 1-4.

Choi U, Shin DH, Chang YS, Shin JL (1992) Screening of natural antioxidant from plants and their antioxidative effect. *Korean J Food Sci Technol* 24: 142-148.

Davis WB (1947) Determination of flavanones in citrus fruits. *Anal Chem* 19: 476-478.

Do JH, Kim KH, Jang JG, Yang JW (1989) Changes in color intensity and components during browning reaction of white ginseng water extract. *Korean J Food Sci Technol* 21: 480-485.

Farah A, Donangelo CM (2006) Phenolic compounds in coffee. *Braz J Plant Physiol* 18. 23-36.

Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-243.

Halliwell B, Hoult RJ, Blake DR (1998) Oxidants inflammation and anti-inflammatory drugs. *FASEB J* 2: 2867-2870.

Hong TG, Lee YR, Yim MH, Choung NH (2004) Physiological functionality and nitrite scavenging ability of fermentation extracts from pine needles. *Korean J Food Preserv* 11: 94-99.

Ito N, Fukushima S, Hasebawa A (1983) Carcinogenicity of BHA in F344 rats. *J Natl Cancer Inst* 70: 343-352.

Jamal NB, Ibrahim AW (1994) Citric acid and antimicrobial affect icrobiological stability and quality of tomato juice. *J Food Sci* 59: 130-134.

Jung GT, Ju IO, Choi JS, Hong JS (2000) The antioxidative, antimicrobial and nitrite scvenging effects of *Schizandra chinensis* Ruprecht(Omija) seed. *Korean J Food Sci Technol* 32: 928-935.

Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD (1995) Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extract. *Korean J Food Sci Technol* 27: 978-984.

Kato H, Lee IE, Cheyen NV, Kim SB, Hayse F (1987) Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1339.

Kim HK, Kim YE, DO JR, Lee YC, Lee BY (1995) Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 27: 80-85.

Kim DK, Kim JB, Chon SU, Lee YS (2005) Antioxidant potentials and quantification of flavonoids in mungbean(*Vigna radiata* L.) seeds. *Koean J Plant Res* 8: 122-129.

Kim DW, Chon SU, Lee KD, Kim JB, Rim YS (2008) Variation of flavonoids contents in plant parts of mungbean. *Korean J Crop Sci* 53: 279-284.

Kim HK, Hwang SY, Yoon SB, Chun DS, Kong SK, Kang KO (2007) A study of the characteristics of different coffee beans by roasting and extracting condition. *Korea J Food & Nutr* 20:14-19.

Kim JP, Lee IS, Seo JJ, Jung MY, Kim YH, Yim NH, Bae KH (2010) Vitexin, orientin and other flavonoids from *Spirodela polyrhiza* inhibit adipogenesis in 3T3-L1 cells. *Phytother Res* 24: 1543-1548.

Kim KJ, Park SK (2006) Changes in major chemical constituents of green coffee beans during the roasting. *Korean J Food Sci Technol* 38: 153-158.

Kim SB, Do JR, Lee YW, Gu YS, Kim CN, Park YH (1990) Nitrite-scavenging effects of roasted-barley extracts according to processing conditions. *Korean J Food Sci Technol* 22: 748-752.

Lee YS, Joo EY, Kim NW (2005) Antioxidant activity of extracts from the *Lespedeza bicolor*. *Korean J Food Preserv* 12: 75-79.

Lee YK, Lee HS (1990) Effects of onion and ginger on the liquid peroxidation and fatty acid composition of mackerel during frozen storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 19: 321-329.

Lee MJ, Kim SE, Kim JH, Lee SW, Yeum DM (2013) A study of coffee bean characteristics and coffee flavors in relation to roasting. *Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 255-261.

Miller GL (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing suger. *Anal Chem* 31: 426-428.

Naik GH, Priyadarsini KI, Naik DB, Gangabhagirathi R, Mohan H (2004) Studies on the aqueous extract of *Terminalia chebula* as a potent antioxidant and a probable radioprotector. *Phytomedicine* 20: 530-538.

Nam HJ, Seo IW, Shin HS (2009) Influence of roasting conditions on polycyclic aromatic hydrocarbon contents in ground coffee bean. *Korea J Food Sci Technol* 41:362-368.

Noro T, Yasushi O, Toshio M, Akira U, Fukushima S (1983) Inhibitors of xanthine oxidase from the flowers and buds of *Daphne genkwa*. *Chem Pharm Bull* 31:3984-3987.

Nicoli MC, Anese M, Manzocco L, Lerici CR (1997) Antioxidant properties of coffee brews in relation to the roasting degree. *Lebensm-Wiss u-Technol* 30: 292-297.

Park PS, Lee BR, Lee MY (1994) Effect of onion juice on ethanol induced hepatic lipid peroxidation in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 23: 750-756.

Park MH, Kim KC, Kim JS (1993) Changes in the physicochemical properties of ginseng by roasting. *Korean J Ginseng Sci* 17:228-231.

Park JW, Kim SJ, Kim SH, Kim BH, Kang SG, Nam SH, Jung ST (2000) Determination of mineral and heavy metal contents of various salts. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1442-1445.

Park SJ, Moon SW, Lee J, Kim EJ, Kang BS (2011) Optimization of roasting conditions for coffee beans by response surface methodology. *Korean Soc of Food Preservation* 18: 178-183.

Suh CS, Chun JK (1981) Relationships among the roasting conditions, colors and extractable solid content of roasted barley. *Korean J Food Sci Technol* 13: 334-339.

Wi HR, Choi MJ, Choi SL, Kim AJ, Lee MS (2012) Effects of vitexin from mungbean on 3T3-LA adipocyte differentiation and regulation according to adipocytokine secretion. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1079-1085.

Yoon JY, Song MR, Lee SR (1990) Comparison of antithiamine activities of wild vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 20: 808-811.

접 수: 2013년 10월 3일
최종수정: 2014년 4월 2일
채 택: 2014년 4월 12일