

볶음 오크라 종자의 주요 기능성분 분석

안윤균^{1*} · 장기창^{2**} · 김천환³

¹국립원예특작과학원 채소과, ²국립식량과학원 신소재개발과,
³국립원예특작과학원 온난화대응농업연구센터

Analysis of Functional Components in Roasted Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) Seeds

Yul Kyun Ahn^{1*}, Ki Chang Jang^{2**}, and Shun Hwan Kim³

¹Vegetable Reserch Division, National Istitute of Horticulture & Herbal Science,
Rural Development Administration, Suwon 441-440, Korea

²Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science,
Rural Development Administration, Miryang 627-803, Korea

³Agricultural Research Center for Climate Change, National Istitute of Horticulture & Herbal Science,
Rural Development Administration, Jeju 690-150, Korea

Abstract. This study was conducted to investigate the general characteristics of raw okra seeds and the functional components of roasted okra seeds. The number of okra seed per pod was 78 in 'Greensod' and 88 in 'Beny'. The weight of okra seed per pod of 'Greensod' and 'Beny' were 4.4 g and 6.3 g, respectively. Free amino acid contents of the stir-fry and fresh okra seeds were measured as 2.69 mg · g⁻¹ and 0.31 mg · g⁻¹. Total polyphenolic compound content of the stir-fry okra seeds was estimated as 12.61 mg CGA · g⁻¹, compared to 2.54 mg CGA · g⁻¹ fresh okra seeds. Thus, free amino acid and total polyphenolic compound contents in the stir-fry okra seeds were higher than fresh one, Antioxidant activities, such as DPPH and ABTS radical scavenging in the stir-fry okra seeds was the higher than fresh okra seeds.

Key words : antioxidant activity, free amino acid, okra, pod, polyphenolic compound, seed

서 론

오크라(*Abelmoschus esculentus* L. Moench)는 열대 및 아열대 지역에서 많이 재배되는 채소로서, 아직 우리나라에는 거의 재배되고 있지 않지만 국민 식생활이 다양화 되고 기능성 채소로 알려져 있어 앞으로 재배될 가능성이 많은 채소이다. 오크라는 외국에서 lady's finger 혹은 '덜 익은 연한 열매'를 뜻하는 Gumbo라고도 알려져 있으며, 무궁화 속(*Hibiscus*)에 속하는 종이다(Tindall, 1983). 오크라는 일년생 혹은 다년생 식물로 생육온도만 적합하면 꼬투리를 계속 수확하는 무한화서로 자라며 노지재배의 경우 높이가 2m에 달하고 생육적온은 25°C 정도이다(Ikeorgu 등, 1989; Lamont, 1999; Olasantan, 1999, 2001; Olasantan와 Bello, 2004). 우리나라에서는 종자를 과종하여 일년생 식물로 재배할 수 있고 제주지

역의 경우 하우스재배가 가능하다고 보고되어 있다(Ahn 등, 2011). 우리가 보통 식용으로 하는 부위는 오크라의 덜 성숙된 꼬투리로 품종에 따라 차이는 있으나 꼬투리 길이가 10cm 이하 정도일 때가 적절하다. 꼬투리가 너무 비대하게 되면 딱딱해져 식용으로 하기 어렵고 이와 같이 식용이 어려운 오크라 꼬투리는 가축의 사료로 이용되기도 하며(Crossley와 Hilditch, 1951). 덜 성숙한 꼬투리는 샐러드, 피클 또는 다른 재료를 첨가하여 볶거나 튀겨서 이용하며, 종자는 기름을 추출하는 재료로 이용하기도 한다(Lamont, 1999). 본 연구는 수확시기가 지난 오크라 꼬투리를 이용함에 있어 오크라의 종자를 볶았을 때의 기능성 성분 함량을 분석하여 볶음차 등으로의 이용 시 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용한 오크라 품종은 '그린소드'와 '베니'이다(Fig. 1). 오크라 종자의 수량은 꼬투리가 성숙되었

*Corresponding author: aykyun@korea.kr

Received January 31, 2013; Revised February 28, 2013;

Accepted March 7, 2013

**These authors contributed equally to this work.



Fig. 1. Morphological characteristics of 'Greensod' (A) and 'Beny' (B) variety of okra.

을 때 무작위로 10개를 수확하여 꼬투리 당 종자 수와 무게를 측정하여 조사하였다. 기능성 성분분석에는 '그린소드' 종자를 사용하였으며, 용도 다양화를 위한 차 제조는 성숙된 오크라 종자를 분리하여 150°C 이상 되는 팬이나 다른 기구를 이용하여 종자를 8분에서 15분 정도 볶은 후, 충분히 식힌 다음 분쇄기로 분쇄하여 기능성 물질 분석재료로 사용하였다(Fig. 2).

2. 유리아미노산 함량 측정

각 시료 0.1g에 증류수 1ml을 넣고 초음파로 5시간 동안 추출한 후 원심분리 및 0.2µm 필터로 여과하여 추출액을 제조하였다. 유도체화를 위해 70µL AccQ-Tag Ultra borate buffer와 10µL 추출액, 그리고 20µL AccQ-Tag Ultra reagent를 5초 동안 교반하고 55°C에서 10분간 반응시킨 후 UPLC로 분석하였다. 컬럼은 AccQ-Tag Ultra 2.1 × 100mm를 사용하였으며, 주입량은 2µL, 이동상은 AccQ Tag eluent A(A, 3차증류수로 20배 희석), AccQ Tag eluent B(B), 0.54분 0.1% B, 5.74분 9.1% B, 7.74분 21.2% B, 8.04분 59.6% B, 8.64분 59.6% B, 8.73분 0.1% B, 9.50분 0.1% B로 전개하였으며, 유속은 0.7mL/min, 컬럼온도 50, 검출은 PDA 260nm에서 하였다. Histidine과 serine 등 18개 아미노산이 들어있는 혼

합 아미노산 표준용액을 시료와 동일한 방법으로 유도체화하여 UPLC로 분석하고 피크 면적으로 표준곡선을 선정하여 추출물에 들어있는 유리아미노산 함량을 측정하였다(Seo 등, 2011).

3. 총 폴리페놀성 화합물 함량 측정

총 폴리페놀성 화합물 함량은 folin-Ciocalteu 시약이 시료의 폴리페놀성 물질에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다. 먼저 시료 1g에 80% 메탄올 20mL을 넣고 30°C에서 24시간 추출한 후 원심분리 및 여과하였다. 추출물 100µL에 2% Na₂CO₃ 용액 2mL를 가한 후, 3분 방치하여 50% folin-Ciocalteu reagent 100µL를 첨가하고 30분 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다. Chlorogenic acid를 표준물질로 검량선을 작성한 후 g중의 mg CGA로 표시하였다(Choi 등, 2006).

4. 항산화 활성 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazil, Sigma Co, USA) scavenging activity 검정 방법으로 항산화 활성을 측정하였다. 각 시료 1g에 80% 메탄올 20mL을 넣고 30°C에서 24시간 추출하여 원심분리 및 여과한 후, 추출액을 50°C에서 감압농축 및 동결건조하고 80% 메탄올로 희석하여 농도 별로 시료를 제조하였다. 농도 별 추출물 50µL에 0.15mM DPPH 200µL을 첨가하고 30분간 암조건에서 반응시킨 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료대신 80% 메탄올을 넣고 측정하였다(Hatano 등, 1988).

DPPH radical scavenging 활성(%)

$$= (A_0 - A) / A_0 \times 100$$

A₀: 시료가 첨가되지 않은 반응용액의 흡광도

A: 시료가 첨가된 반응용액의 흡광도

동일한 농도 별 시료를 이용하여 ABTS[2,2-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium] 항산화 활성을 검정하였다. 먼저 7mM ABTS와 2.45mM

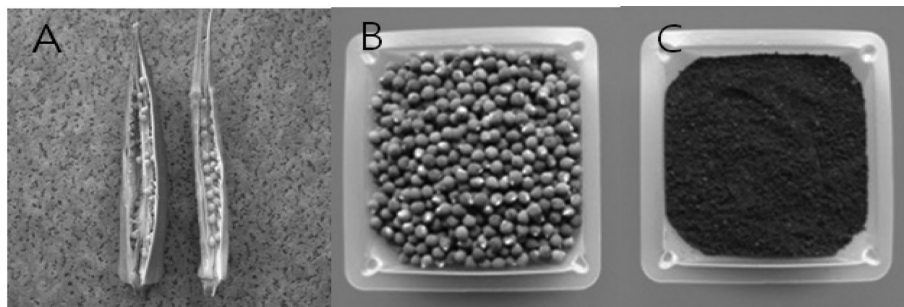


Fig. 2. Pods (A), seeds (B) and stir-fry seeds (C) of okra.

potassium persulfate를 제조하고 두 시약을 1:1 비율로 섞고 4~8시간 냉장 보관(호일포장, radical 생성단계)한 후 흡광도가 0.7 ± 0.05 의 값이 될 때까지 EtOH로 희석한다. 추출물 100 μ L에 ABTS + 900 μ L을 첨가하고 1분간 실온에 방치한 후 734nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 시료대신 80% 메탄올을 넣고 측정하였다. 계산식은 DPPH와 동일하게 계산하였다(Pellegrini 등, 1999; Choi 등, 2005).

5. 통계분석

모든 실험은 3회 반복 실시하였으며 그 결과를 Sigma plot 2001(SPSS Inc., Chicago. IL)을 이용하여 평균 \pm 표준편차로 나타내었다(Seo 등, 2011).

결과 및 고찰

1. 오크라 종자의 수량

오크라 종자의 수량에 있어서 ‘그린소드’는 꼬투리 당 오크라 종자 수가 ‘그린소드’가 평균 78개였고 과실 당 종자무게는 4.4g이었으며, 종자의 1,000립 중은 56g이었다. ‘베니’는 평균 종자 수가 88개였고 과실 당 종자무게는 6.3g이었으며, 종자의 1,000립 중은 71g이었다 (Table 1). 오크라의 꼬투리에는 많은 양의 종자가 들어 있었는데 ‘베니’ 품종이 ‘그린소드’ 품종에 비해 종자가 많았다. 그러나 전체적인 오크라의 10a당 생산성은 ‘그린소드’가 높다는 보고(Ahn 등, 2011)가 있어 본 연구결과와는 차이가 있었다.

2. 유리아미노산 함량

생체 상태의 오크라 종자와 볶은 오크라 종자의 유리 아미노산 함량은 Table 2에 나타내었다. 생체에 비해 볶은 오크라 종자가 아미노산 종류에 따라 3.9배에서 21.1배까지의 높은 함량을 나타내었다. 생체 오크라 종자는 아미노산 중 aspartic acid가 0.057mg \cdot g⁻¹으로 가장 높은 함량을 보였고, 볶은 오크라 종자에서는 glutamic acid가 0.548mg \cdot g⁻¹으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 신경안정 물질인 GABA도 볶은 오크라 종자는 아미노산 중 0.062mg \cdot g⁻¹으로 생체의 0.008mg \cdot g⁻¹에 비해 7.9배 높은 함량을 보였다. 유리아미노산 전체 함량에서

Table 1. Number of seeds and seed weight of okra fruit.

Cultivar	No. of seeds/pod	Seed weight (g)/pod	Seed weight (mg)
Greensod	78 \pm 5.0 ^z	4.4 \pm 0.2	56 \pm 2.7
Beny	88 \pm 16.7	6.3 \pm 1.7	71 \pm 7.8

^zData represent mean values \pm S.D. with 10 replicates.

Table 2. Contents of free amino acid of okra seeds in stir-fry or fresh status.

Free amino acid	Seeds (stir-fry)	Seeds (fresh)	Ratio (stir-fry/fresh)
His	0.079 \pm 0.009 ^z	0.000 \pm 0.000	-
Ser	0.183 \pm 0.024	0.020 \pm 0.003	9.1 times
Arg	0.171 \pm 0.015	0.011 \pm 0.002	15.3 times
Gly	0.139 \pm 0.009	0.013 \pm 0.002	10.7 times
Asp	0.252 \pm 0.026	0.057 \pm 0.004	4.4 times
Glu	0.548 \pm 0.048	0.026 \pm 0.001	21.1 times
Thr	0.098 \pm 0.008	0.008 \pm 0.001	11.8 times
Ala	0.186 \pm 0.011	0.028 \pm 0.003	6.8 times
GABA	0.062 \pm 0.005	0.008 \pm 0.000	7.9 times
Pro	0.147 \pm 0.010	0.038 \pm 0.004	3.9 times
Cys	0.080 \pm 0.004	0.007 \pm 0.001	11.1 times
Lys	0.000 \pm 0.000	0.000 \pm 0.000	-
Tyr	0.150 \pm 0.009	0.017 \pm 0.002	9.0 times
Met	0.066 \pm 0.006	0.005 \pm 0.000	13.4 times
Val	0.132 \pm 0.011	0.016 \pm 0.003	8.4 times
Ile	0.101 \pm 0.008	0.010 \pm 0.001	9.9 times
Leu	0.177 \pm 0.012	0.022 \pm 0.003	8.1 times
Phe	0.120 \pm 0.008	0.023 \pm 0.002	5.2 times
Total	2.692 \pm 0.152	0.309 \pm 0.021	8.7 times

^zData represent mean values \pm S.D. with 3 replicates.

는 볶은 오크라 종자가 2.69mg \cdot g⁻¹으로 생체 종자의 0.31mg \cdot g⁻¹에 비해 8.7배나 높은 함량을 나타내었다.

3. 총 폴리페놀성 화합물 함량

80% 메탄올로 추출한 오크라 종자의 총 폴리페놀성 화합물 함량은 Table 3에서 보는 바와 같이 먼저 표준곡선을 도출하기 위해 chlorogenic acid로 농도를 달리하여 (12.5, 25, 50, 100, 200, 400, 1,000mg \cdot mL⁻¹) 흡광도를 측정한 후 검량선과 결정계수(r²)를 구하였다(y = 0.000231x + 0.008562, r² = 0.9976). 생체와 볶은 오크라 종자의 총 폴리페놀성 화합물 함량은 각각 2.54과 12.61mg CGA \cdot g⁻¹으로 볶은 오크라 종자가 5배 높은 함량을 나타내어 유리 아미노산과 동일한 경향을 보였다.

4. 항산화 활성 측정

볶은 오크라 종자와 생의 오크라 종자 추출물의 항산화 활성을 비교한 결과 50% 억제농도가 ABTS의 경우

Table 3. Contents of total polyphenolic compound of okra seeds in stir-fry or fresh status.

Classification	Content of total polyphenol (mg CGA \cdot g ⁻¹)
Seeds (stir-fry)	12.61 \pm 0.20 ^z
Seeds (fresh)	2.54 \pm 0.02
Comparison (stir-fry/fresh)	5.00 times

^zData represent mean values \pm S.D. with 3 replicates.

Table 4. Radical scavenging activities of okra seeds in stir-fry or fresh status.

Classification	Radical-scavenging activity (IC ₅₀ , µg · mL ⁻¹)	
	DPPH	ABTS
Seeds (stir-fry)	946.3 ± 32.5 ^a	442.2 ± 26.5
Seeds (fresh)	> 2,000	917.9 ± 35.9
Comparison (stir-fry/fresh)	-	2.1 times

^aData represent mean values ± S.D. with 3 replicates.

442.2µg · mL⁻¹와 917.9µg · mL⁻¹으로 2.1배의 활성 차이를 나타내었으며, DPPH의 경우는 946.3µg · mL⁻¹와 2,000µg · mL⁻¹ 이상으로 나타나 상대적인 비교는 할 수 없지만 볶은 오크라 종자가 월등히 높은 항산화 활성을 나타내었다(Table 4).

‘베니’ 품종의 경우는 기능성 분석 실험결과를 나타내지는 못했지만 종자를 볶았을 때 기능성 성분이 증가되는 것을 관찰할 수 있었다. 볶은 오크라 종자로 만든 오크라 차의 맛은 커피와 유사하여, 기능성 차로서 소비자들의 관심을 얻을 수 있을 것으로 예상된다. 이상의 결과로 보아 수확시기가 지나 식용으로 부적합한 오크라는 종자를 볶아 기능성 차로 개발한다면 재배농가의 소득을 높이는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 오크라 종자를 볶았을 때의 기능성을 성분 분석하여 용도 다양화를 위한 볶음차로의 이용 가능성을 검토하기 위하여 수행하였다. 꼬투리 당 오크라 종자의 수는 ‘그린소드’ 품종이 78개, ‘베니’ 품종이 88개 이었고, 과일 당 종자무게는 각각 4.4g과 6.3g이었다. 볶은 오크라 종자의 유리아미노산 함량은 2.69mg · g⁻¹으로 생체종자의 0.31mg · g⁻¹에 비해 8.7배나 높은 함량을 나타내었다. 총 페놀성 화합물 함량은 볶은 오크라 종자가 12.61mg CGA로 서 생체 상태보다 5배 높은 함량을 나타내었다. 오크라 종자의 항산화 활성은 DPPH 및 ABTS의 경우 볶은 오크라 종자가 생체 상태의 오크라 종자 보다 약 2배 이상 월등히 높게 나타내었다.

주제어 : 꼬투리, 오크라, 유리아미노산, 종자, 폴리페놀화합물, 항산화 능력

Literature Cited

Ahn, Y.K., S.H. Kim, K.C. Seong, and D.K. Moon. 2011. Development of optimal pruning method on okra (*Abelmos-*

chus esculentus L. Moench) production. J. Bio-Enviro. Control 20(1):58-61.

Choi, Y., S.M. Lee, J. Chun, H.B. Lee, and J. Lee. 2006. Influence of heat treatment of the antioxidant activities and polyphenolic compound of shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. Food Chem. 99:381-397.

Choi, Y.M., J.B. Ku, H.B. Chang, and J.S. Lee. 2005. Antioxidant activities and total phenolics of ethanol extracts from several edible mushrooms produced in Korea. Food Sci. Biotechnol. 14:700-703.

Crossley, A. and T.P. Hilditch. 1951. The fatty acids and glycerides of okra seed oil. J. Sci. Food Agri. 2:251-255.

Hatano T., H. Kagawa, T. Yasuhara, and T. Okuda. 1988. Two new flavonoids and other constituents in licorice root: Their relative astringency and radical scavenging effects. Chem. Pharm Bull. 36:1090-2097.

Ikeorgu, J.E.G., H.C. Ezumah, and T.A.T. Wahua. 1989. Productivity of species in cassava/maize/okra/egusi melon complex mixtures in Nigeria. Field Crops Res. 2:1-7.

Lamont, W. 1999. Okra a versatile vegetable crop. HortTechnology 9:179-184.

Olasantan, F.O. 1999. Nitrogen fertilization of okra (*Abelmoschus esculentus*) in an inter-cropping system with cassava (*Manihot esculenta*) and maize (*Zea mays*) in south-western Nigeria. J. Agricultural Sci., Cambridge 133:325-334.

Olasantan, F.O. 2001. Optimum plant populations for okra (*Abelmoschus esculentus*) in a mixture with cassava (*Manihot esculenta*) and its relevance to rainy season-based cropping systems in south-western Nigeria. J. Agricultural Sci., Cambridge 136:207-214.

Olasantan, F.O. and N.J. Bello. 2004. Optimum sowing dates for okra (*Abelmoschus esculentus*) in monoculture and mixture with cassava (*Manihot esculenta*) during the rainy season in the south-west of Nigeria. J. Agricultural Sci., Cambridge 142:49-58.

Pellegrini, R.R.N., A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, and C. Rice-Evans. 1999. Antioxidant activity applying improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biol. Med. 26:1231-1237.

Seo, W.D., J.Y. Kim, D.S. Park, S.I. Han, J.E. Ra, J.H. Lee, Y.C. Song, M.J. Park, H.W. Kang, S.K. Oh, and K.C. Jang. 2011. Relationship of radical scavenging activities and anthocyanin contents in the 12 colored rice varieties in Korea. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 54(5):693-699.

Seo, W.D., J.Y. Kim, D.S. Park, S.I. Han, K.C. Jang, K.J. Choi, S.Y. Kim, S.H. Oh, J.E. Ra, G.H. Yi, S.K. Park, W.H. Hwang, Y.C. Song, B.R. Park, and H.W. Kang. 2011. Comparative analysis of physicochemicals and antioxidative properties of new giant embryo mutant, YR23517Acp79, in rice (*Oryza sativa* L.). J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 54(5):700-709.

Tindall, H.D. 1983. Vegetables in the Tropics. McMillan AVI. p. 325-327.