

수수씨 종자와 새싹채소의 기능성분 분석*

전현식** · 전승호*** · 조영손****

Analysis of Functional Compounds on the Seeds of Sorghum (*Sorghum bicolor* Moench) and Their Sprouts

Chun, Hyun-Sik · Jeon, Seung-Ho · Cho, Young-Son

This study was done to examine antioxidant compounds, antioxidative activity and chemical properties in organically cultivated sorghum seed and their sprout, and to examine as a basic data for various application methods as an organic farming product of sorghum. The crude protein and mineral contents in the sprout had 2.5 and 1.6~9.87 folds more than sorghum seed, respectively. Total polyphenol content as antioxidant was more in the sprout showing 4,135 mg GAE g⁻¹ than the seed, whereas total flavonoid content was relatively higher in the seed showing 3.86 mg GAE g⁻¹. ABTS radical scavenging activity in the seed was observed by higher level as 15.78 mg TE g⁻¹. However, The sprouts with and without natural light were no significant difference. DPPH radical scavenging activity in the seed exhibited activity of 11 folds or more compared to that of the sprout. The highest activity was detected from the seeds and the sprouts in Donganmae. Although sorghum was no significant correlations among the varieties, it showed correlation with between the light-treated condition and antioxidation.

Key words : *antioxidant, light treatment, organic products sorghum sprouts*

I. 서 론

수수(*Sorghum bicolor* L.)는 아프리카가 원산지인 대표적인 C₄ 작물로 연 강우량이 400

* 이 논문은 2015년도 경남과학기술대학교 대학회계 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

** 경남과학기술대학교 농학·한약자원학부

*** 경남과학기술대학교 종자실용화연구소

**** Corresponding author, 경남과학기술대학교 농학·한약자원학부(choyoungson@daum.net)

mm 이하의 인도와 같은 아열대 지역과 반건조 지대를 중심으로 재배되어 온 작물로서 요구수량이 옥수수의 50%에 불과하며, 흡비력이 높고 비료 요구량이 적은 소비작물로 알려져 있다(Bennett *et al.*, 1990; Khosla *et al.*, 1995; Wiedenfeld and Matocha, 2010). 또한 수수는 식이섬유, phenolic compounds 등의 유효성분이 다량 함유되어 있으며, phenolic compounds는 플라보노이드, 탄닌, 페놀산 등으로 구성되어 있고 대부분 플라보노이드로 알려져 있다(Chae and Hong, 2006; Kim *et al.*, 2006).

최근 들어 수수의 생리적 기능성에 대한 연구가 활발하게 진행되면서 수수에 함유되어 있는 phenolic compounds는 강한 항돌연변이원성의 활성이 있는 것으로 보고되고 있으며(Grimmer *et al.*, 1992), 수수 추출물은 강력한 항산화활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Hahn *et al.*, 1984). 수수의 기능성에 대한 연구로는 메탄올 추출물을 분획한 후 항산화 및 항균활성을 검정한 연구(Kil *et al.*, 2009), 수수 안토시아닌의 항산화활성을 측정한 연구(Awika *et al.*, 2005), 수수에 함유되어 있는 페놀산, 플라보노이드 및 탄닌 등의 페놀성분에 대한 연구(Dykes and Rooney, 2006) 등에 관한 보고들이 있다.

최근 웰빙의식의 확산으로 인하여 1995년부터 새싹채소(sprouts), 샐러드(salad) 등의 신선편의식품 시장이 형성되기 시작하여 점차 확대되고 있는 것으로 알려져 있다(Soriano *et al.*, 2000). 특히, 새싹채소는 유럽과 호주 등지에서는 판매가 왕성하며, 시장규모도 200억 달러를 넘어섰다(Kuo *et al.*, 1988; Lee and Kim, 2008). 일본 또한 새싹채소 소비가 급증되고 있으며, 채소시장의 10~20%를 차지하고 있다(Lee and Kim, 2008). 국내에서도 새싹채소에 대한 수요와 관심이 급속도로 증가하고 있으며(Lee *et al.*, 2007), 알파파, 브로콜리, 메밀, 녹두, 겨자, 무 및 유채 등의 새싹채소(Park *et al.*, 2007)와 집에서 새싹채소를 재배할 수 있는 kit가 판매되고 있다.

새싹채소는 일반 채소보다 크기는 작지만 발아에 의한 다양한 생리작용에 의하여 5~10배의 영양소를 지닌 것으로 알려져 있으며(Khalil *et al.*, 2007), 아미노산, 탄수화물, 미네랄, 비타민 및 폴리페놀 등 건강 기능성 생리활성물질의 함량이 높아 건강기능성 식품으로 인정받고 있다(Badshah *et al.*, 1991; Cevallos-Casals and Cisneros-Zevallos, 2010; Choi *et al.*, 1996; Feng, 1997; Lee *et al.*, 2012). 또한 농약 없이 재배할 수 있는 환경친화적 청정채소이며, 세포벽이 얇아 함유된 영양소 배출이 용이하여 인체 흡수가 빠른 장점이 있다(EI-Adawy, 2002; Khalil *et al.*, 2007).

따라서 본 연구는 유기농 수수의 곡물과 새싹채소의 주요 기능성 성분인 항산화성분 및 항산화 활성, 일반성분을 알아봄으로써, 수수의 유기농 농산물로서 다양한 활용방안에 대한 기초자료로 얻고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 새싹채소 재배

본 실험에 사용한 수수품종은 유기농으로 인증을 받은 황금찰(cv. Hwanggeumchal, HGC), 남풍찰(cv. Nampungchal, NPC), 소담찰(cv. Sodamchal, SDC) 및 동안매(cv. Donganmae, DAM)로 농업법인 '귀농생태마을'에서 구입한 종자를 흐르는 물에 세척 후, 불림통에 넣고 실온에서 5시간 동안 침종하여 플라스틱 재배용기에 넣고 20~24℃의 재배실에서 재배하였다. 재배수는 3시간 간격으로 15분씩 살수하여 6일간 재배하였으며, 재배과정 중 자연광을 받은 처리구(유광 새싹채소)와 암실에서 재배한 처리구(무광 새싹채소)를 구분하여 재배를 실시하였다.

2. 시료 분쇄 및 일반성분 분석

수확한 새싹채소는 동결건조기(FD8512, IIShin Lab. Co. Ltd., Korea)로 동결 건조하였다. 건조된 시료는 핀밀분쇄(DK201, Sejung Tech, Daegu, Korea)를 이용하여 4,600 rpm으로 분쇄하여 일정량의 시료를 취하였다. 일반성분은 AOAC 방법(1995)에 따라 분석하였다. 총 질소는 함량은 Kjeldahl 분석기(2100 Kjeldahl Analyzer Unit, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 이용하여 정량 분석하였다. 무기성분은 건식법으로 측정하였는데, 시료 1 g을 550 ℃에서 회화한 후 0.5 N HNO₃을 넣고 GF/C(90 mm, Cat No. 1822 090, Whatman International Ltd., Maidstone, England) 여과지로 여과한 다음 0.5 N HNO₃ 50 ml로 정용하여 Inductively Coupled Plasma Spectrometer (ICP, Thermo Jarrell Ash, Franklin, MA, USA)로 분석하였다. 색도측정은 색차계(Color Difference Meter) (CCM-3500, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 Huter의 CIE L, a, b 값을 측정하였다.

3. 총 polyphenol 및 flavonoid 함량 분석

시료는 80% 메탄올로 2시간 동안 3회 진탕추출(SK-71 Shaker, JEIO Tech, Kimpo, Korea)한 다음 여과하여 감압농축(Eyela N-1000, Tokyo, Japan) 하여 추출하였다. 추출물에 대한 총 polyphenol 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent로 폴리페놀성 화합물을 발색시켜서 분석하였다(Dewanto *et al.*, 2002). 즉, 각 추출물 50 µl에 2% Na₂CO₃ 용액 1 ml를 가한 후 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 50 µl를 가하였다. 30분 후 발색된 반응액을 750 nm에서 흡광도 값으로 측정하였다. 표준물질인 gallic acid (Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였으며 회귀식은 $y=0.003x$ ($R^2=0.989$)를 이

용하여, g 중의 mg gallic acid (건조조건)로 총 polyphenol 값을 표현하였다. 총 flavonoid 함량은 Dewanto 등(2002)의 방법에 따라 추출물 250 μ l에 증류수 1 ml와 5% NaNO₂ 75 μ l를 가한 다음, 5분 후 10% ALCL₃ 6H₂O 150 μ l 가하여 6분 방치하고 1 N NaOH 500 μ l를 추가하였다. 이어서 11분 후, 510 nm에서 반응액의 흡광도 값을 측정하였다. 표준물질인 (+)-catechin (Sigma-Aldrich)을 사용하여 검량선을 작성하였고, 회귀식 $y=0.005x$ ($R^2=0.998$)를 이용하여 시료 g 중의 mg catechin (건조조건)으로 총 flavonoid 함량을 표현하였다.

4. ABTS 및 DPPH 라디칼 소거활성 측정

추출물에 대한 항산화활성은 ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) 및 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) 라디칼의 소거활성을 측정하였다(Lee and Lee, 2006). ABTS 라디칼의 소거활성은 ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 몰흡광계수($\epsilon = 3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)를 이용하여 메탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS용액 1 ml에 추출액 50 μ l를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였으며, 표준물질로서 Trolox (Sigma-Aldrich)를 동량 첨가하였고 mg TE (Trolox equivalent antioxidant capacity) g⁻¹로 표현하였다. DPPH 라디칼의 소거활성은 0.2 mM DPPH 용액(99.9% methanol에 용해) 0.8 ml에 시료 0.2 ml를 첨가한 후 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였으며, 표준물질로서 Trolox (Sigma-Aldrich)를 동량 첨가하였고 mg TE g⁻¹로 표현하였다.

5. 통계분석

수집된 데이터는 SAS프로그램(V. 9.2, Cary, NC, USA)의 PROC ANOVA procedure를 이용하여 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test, DMRT)을 통해 평균값을 5% 유의수준에서 비교하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 수수 새싹채소의 색도

수수 새싹채소의 유기농 채소로써의 품위와 관련이 있는 색도를 알아보기 위하여 동결 건조 후 분쇄한 시료(종자, 새싹채소)를 색차계로 비교한 결과는 Table 1과 같다. 먼저 밝기

를 나타내는 L값은 무광 새싹채소에서 평균 79.6으로 가장 밝았으며, 유광 새싹채소에서 가장 낮은 평균값을 나타냈다. 품종에서는 무광 새싹채소 ‘소담찰’이 가장 높은 80.7을 나타내었고, 모든 처리구에서 ‘동안메’가 낮은 값이 보였다. a값은 종자에서 가장 높은 평균 6.86으로 나타났으며, ‘황금찰’ 종자가 7.99의 높은 적색 강도를 나타냈고, 유광 새싹채소에서는 평균 -4.93 값의 높은 녹색 강도를 나타냈다. b값에서는 유광 새싹채소에서 평균 19.33으로 높은 황색의 강도 나타나며, 종자에서 가장 낮은 평균 10.5 값이 나타났다. 수수의 안토시안(Awika et al., 2005)과 관련이 있는 a값은 종자에서 가장 높은 값으로 나타났으며, 이러한 결과는 항산화 활성과 관련이 있을 것으로 생각된다.

Table 1. Changes of Hunter values depending on treatments in sorghum samples

Treatments		Hunter values		
		L (lightness)	a (red-greenness)	b (yellow-blueness)
Seeds	HGC	74.4 ^{e**}	7.99 ^a	11.79 ^f
	NPC	72.6 ^d	6.83 ^b	11.98 ^f
	SDC	71.4 ^c	6.97 ^b	9.91 ^g
	DAM	70.5 ^f	5.66 ^c	8.31 ^h
Light sprouts	HGC	72.2 ^d	-5.47 ^j	20.14 ^a
	NPC	70.4 ^f	-5.06 ⁱ	18.76 ^b
	SDC	70.6 ^f	-3.96 ^b	17.99 ^c
	DAM	69.2 ^g	-5.22 ^{ji}	20.41 ^a
No light sprouts	HGC	79.0 ^c	3.51 ^d	15.74 ^e
	NPC	79.8 ^b	0.17 ^f	16.78 ^d
	SDC	80.7 ^a	1.42 ^e	15.61 ^e
	DAM	78.7 ^c	-0.56 ^g	15.83 ^e

* HGC, Hwanggeumchal; NPC, Nampungchal; SDC, Sodamchal; DAM, Donganmae.

** Means with same letters are not significantly different in DMRT (p<0.05).

2. 수수 새싹채소의 일반성분

광 유무에 따른 수수 새싹채소과 종자의 일반성분을 알아보기 위하여 단백질함량 및 회분, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 함량을 분석하였다(Table 2). 수수 새싹의 조단백질 함량은 유광 새싹채소가 평균 20.89 g 100g⁻¹으로 높았으며, 무광 새싹채소는 평균 17.64 g 100g⁻¹이었다. 품종별 비교에서는 유광 새싹채소의 ‘동안메’에서 가장 높은 26.88 g 100g⁻¹, ‘동안메’ 종자에서 가장 낮은 6.70 g 100g⁻¹으로 각각 조사되었다. 조회분 함량에서도 유광 새싹

채소에서 평균 5.23 g 100g⁻¹으로 가장 높게 나타났으며, 종자에서는 평균 1.89 g 100g⁻¹으로 낮게 나타났다. 품종에서는 ‘남풍찰’에서 새싹채소와 종자에서 모두 가장 높은 함량이 나타났다. 무기성분의 경우는 나트륨을 제외한 칼륨, 칼슘 및 마그네슘 함량이 유광 새싹채소에서 각각 672, 53.3 및 59.2 mg 100g⁻¹으로 모두 높은 값으로 나타났으며 나트륨에서는 무광 새싹채소에서 평균 52.0 mg 100g⁻¹으로 높은 값이 나타났다.

Table 2. Changes of mineral components depending on treatments in sorghum samples

Treatments		Crude protein	Crude ash	K	Ca	Mg	Na
	 g/100g mg/100g			
Seeds	HGC*	9.04	1.88	203	5.91	59.8	6.67
	NPC	8.40	2.04	213	5.71	52.3	6.18
	SDC	8.69	1.76	187	4.70	51.2	7.61
	DAM	6.70	1.86	189	5.31	59.2	7.41
Light sprouts	HGC	22.68	4.99	645	49.9	58.8	15.2
	NPC	16.38	6.07	709	50.6	54.7	26.8
	SDC	17.61	4.76	661	44.8	55.3	19.4
	DAM	26.88	5.20	673	68.0	67.9	19.8
No light sprouts	HGC	18.01	3.93	470	34.4	57.0	39.9
	NPC	17.49	5.07	689	34.4	61.2	63.7
	SDC	13.64	4.75	661	36.2	61.3	61.0
	DAM	21.40	4.71	501	50.2	58.7	43.5

* HGC, Hwanggeumchal; NPC, Nampungchal; SDC, Sodamchal; DAM, Donganmae.

이러한 결과는 Chi 등(2005)이 보고한 암실에서 재배한 콩나물에 비해 광질을 처리한 녹색콩나물에서 조단백은 2배, 비타민은 수십 배가 증가한다는 보고와 같이, 수수의 새싹채소에서도 유광 새싹채소는 종자에 비해 조단백이 2.5배 증가한 것으로 나타났으나, 암실에서는 재배된 무광의 새싹채소에 비해 1.18배 증가한 것으로 나타났다. 또한, 무기성분에서도 종자에 비해 새싹채소에서 1.6~9.87배의 증가를 보이는 것으로 나타나, 영양학적으로도 수수 새싹채소로서 이용 시 다양한 방안으로 활용성이 높을 것으로 생각된다.

3. 수수 새싹채소의 총 polyphenol 및 flavonoid 함량 분석

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 물질로 다양한 구조와 분자량을 가지며 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl기가 단백질과 같은 거대분자와 결합을 통해 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다(Droge, 2001; Halliwell et al., 1995; Rice-Evans et al., 1997). 수수 새싹채소와 종자의 총 polyphenol 함량을 측정한 결과 유광 새싹채소에서 평균 4,135 mg GAE g⁻¹으로 높았으며, 그중 ‘소담찰’과 ‘동안매’에서 42.81, 43.00 mg GAE g⁻¹으로 특히 높은 함량을 나타내었다(Fig. 1, A). 다음으로 무광 새싹채소에서 평균 26.66 mg GAE g⁻¹으로 나타났고 종자에서 평균 14.46 mg GAE g⁻¹으로 유광 새싹채소의 약 2.9배의 차이가 나타났다.

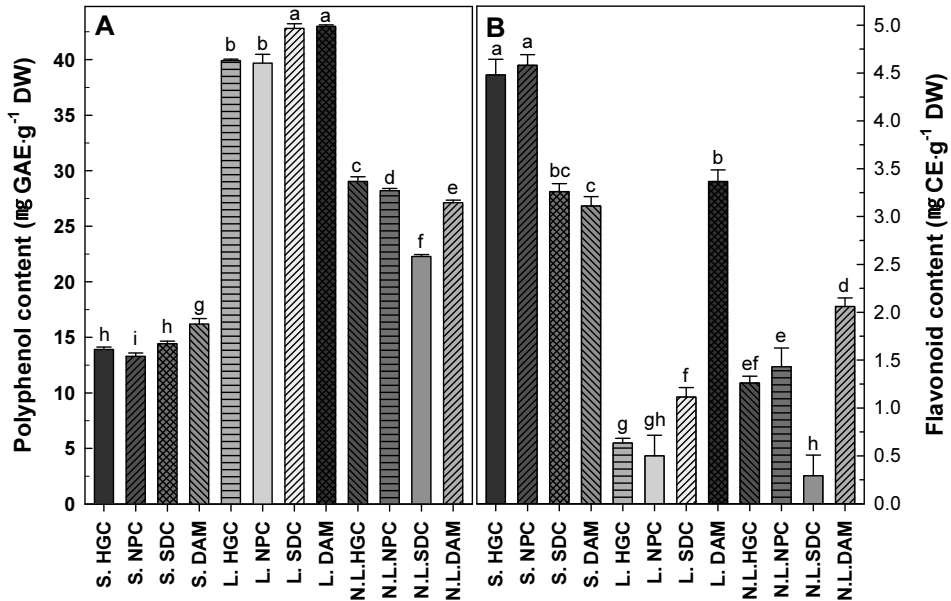


Fig. 1. Examination of antioxidant components in sorghum samples (A: polyphenol content; B: flavonoid content). Means with same letters are not significantly different in DMRT ($p < 0.05$). Expressed as mg gallic acid equivalent (GAE) per g of dried weight. S., Seeds; L., Light; N.L., No light; HGC, Hwanggeumchal; NPC, Nam-pungchal; SDC, Sodamchal; DAM, Donganmae.

Flavonoid는 주로 anthocyanidins, falvonols, flavones, catechins 및 flavanones 등으로 구성되어 있으며, 그 구조에 따라 특정 flavonoid는 항산화 및 항균성 등 다양한 생리활성을 갖고 있는 것으로 보고되고 있다(Middleton and Kandaswami, 1994). Flavonoid 함량은 종자에

서 평균 3.86 mg GAE g⁻¹으로 함유량이 높은 것으로 조사되었으며, ‘황금찰’과 ‘남풍찰’ 종자에서 각각 4.48, 4.58 mg GAE g⁻¹으로 함유량이 높은 것으로 나타났다(Fig. 1, B). 다음으로 ‘동안메’의 유광 새싹채소에 336 mg GAE g⁻¹으로 나타났다. 무광 새싹채소에서도 ‘동안메’가 가장 높은 2.06 mg GAE g⁻¹으로 나타났다.

위의 결과에서 수수는 종자보다 새싹채소에 총 polyphenol 함량이 높은 것으로 나타났으나, flavonoid 함량은 종자에서 대부분의 품종이 높게 나타났다. ‘동안메’ 품종은 종자보다 새싹채소 특히, 유광 새싹채소에서 높은 항산화성분이 나타나는 것으로 조사되었다. Ko 등 (2011)에 의하면 ‘황금찰’은 발아과정 중 감소하는 경향을 보였고, ‘흰찰’은 발아시료에서 높은 함량이 나타나 곡류가 발아 될 때, 폴리페놀화합물의 함량 변화는 종류에 따라 다소 차이가 있는 보고와 유사한 결과가 나타났다. 이 중 ‘동안메’는 모든 처리에서 높은 함량이 나타나고 특히, 유광 새싹채소에서 종자의 2.9배 이상의 높은 함량이 나타나, 천연 항산화제로서 좋은 원료가 될 것으로 사료된다.

4. 수수 새싹채소의 항산화활성

천연물의 항산화활성은 활성 라디칼에 전자를 공여하고 식품 중의 지방질 산화를 억제하는 특성을 가지고 있다. 인체 내에서는 활성 라디칼에 의한 노화를 억제시키는 역할을 하고 있으며, 라디칼 소거작용은 인체의 질병과 노화를 방지하는데 대단히 중요한 역할을 한다(Kim et al., 2001). 혈장에서 ABTS 라디칼의 흡광도가 항산화제에 의해 억제되는 것에 기초하여 개발된 ABTS 라디칼 소거활성법 (Kim et al., 2009)과 ascorbic acid, tocopherol, polyhydroxy 방향족화합물, 방향족 아민 등에 의해서 환원되어 짙은 자색이 탈색됨으로써 항산화물질의 전자공여능을 측정할 때 사용되고 있는 DPPH 라디칼 소거활성법(Nieva et al., 2000)을 표준물질인 Trolox와 비교하여 mg TE (Trolox equivalent antioxidant capacity) g⁻¹으로 나타낸 결과는 Fig. 2와 같다.

수수 종자와 새싹채소의 ABTS 라디칼 소거활성은 수수 종자에서 평균 15.78 mg TE g⁻¹으로 높게 나타났으며, 유광 새싹채소와 무광 새싹채소에서는 큰 차이가 없었다. 시험된 품종 중에서 가장 높았던 ‘동안메’로서 16.4 mg TE g⁻¹으로 나타났으며, 새싹채소에서는 유광 새싹채소에서의 ‘동안메’로 나타났다(Fig. 2, A). DPPH 라디칼 소거활성에서도 새싹채소와 종자 간의 뚜렷한 차이가 나타났으며, 종자에서 평균 15.79 mg TE g⁻¹으로 새싹채소보다 11배 이상 높은 활성을 보였다(Fig. 2, A). 가장 높은 활성은 ‘동안메’ 종자에서 17.93 mg TE g⁻¹으로 나타났고, 다음은 ‘소담찰’ 종자에서 나타났다. 새싹에서는 유광 새싹채소와 무광 새싹채소 모두 ‘동안메’에 가장 높은 활성이 나타났다.

이러한 결과는 항산화 활성에서 ‘동안메’ 종자에서 모두 높은 활성이 나타났으며, 앞의 항산화 성분에서도 ‘동안메’가 높은 활성이 나타났다. ‘동안메’ 품종을 활용한 항산화 식품

및 천연 항산화제 공급원의 이용이 더 유리 할 것으로 생각된다. 그리고 동안메를 이용할 때는 새싹채소보다 종자를 이용하는 것이 더 좋을 것으로 생각된다.

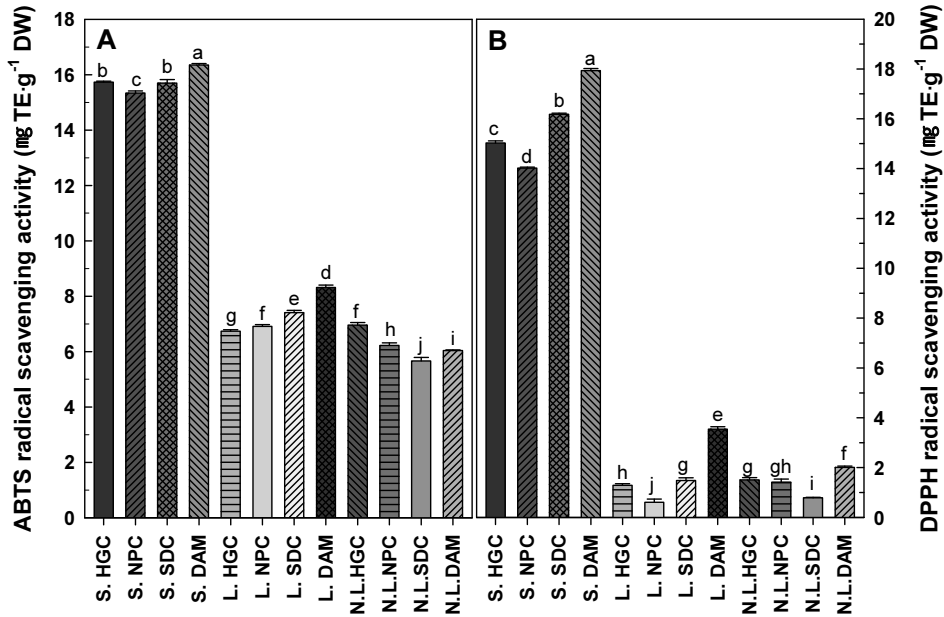


Fig. 2. Examination of antioxidant activity in sorghum sprouts (A: ABTS radical scavenging activity; B: DPPH radical scavenging activity). Means with same letters are not significantly different in DMRT ($p < 0.05$). Expressed as mg trolox equivalent (TE) per g of dried weight. S., Seeds; L., Light; N.L., No light; HGC, Hwanggeumchal; NPC, Nampungchal; SDC, Sodamchal; DAM, Donganmae.

5. 수수 품종 및 광처리와 항산화성분 및 활성 간의 상관관계

수수 품종 및 광처리와 항산화성분 및 활성과의 상관관계를 SAS program으로 분석한 결과는 Table 3과 같다. 먼저 품종과의 항산화성분 및 활성 간의 상관관계에서는 유의성이 없는 것으로 나타났으나, 광처리에 따른 상관관계에서는 높은 유의성이 있는 것으로 나타났다. Polyphenol 함량 간에 r 값은 0.466**로 정의 상관관계를 보였으며, flavonoid와 ABTS, DPPH radical 소거활성 간에는 각각 -0.720**, -0.908**, -0.863**로 높은 부의 상관관계가 나타났다. 이처럼 품종과 항산화 간에서는 상관관계를 보이지 않았으나, 종자, 새싹채소와 항산화간에는 매우 높은 유의성을 확인할 수 있었다.

Table 3. Correlation coefficient between antioxidant contents and sorghum sprouts by light treatments

	Polyphenol	Flavonoid	ABTS	DPPH
Cultivar	0.029 ^{NS}	0.118 ^{NS}	0.036 ^{NS}	0.106 ^{NS}
Treatment	0.446 ^{**}	-0.720 ^{**}	-0.908 ^{**}	-0.863 ^{**}

^{NS}: No significance difference

*: significance difference at 0.05 probabilities

** : significance difference at 0.05 probabilities

Ⅵ. 적 요

이 연구는 유기농 수수의 곡물과 새싹채소의 주요 기능성 성분인 항산화성분 및 항산화 활성, 일반성분을 알아봄으로써, 수수의 유기농 농산물로써의 다양한 활용방안에 대한 기초 자료로 알아보려고 실시하였다. 수수의 유광 새싹채소는 종자에 비해 조단백질 함량이 2.5배 증가한 것으로 나타났으며, 무기성분에서도 새싹채소에서 1.6~9.87배의 높은 것으로 나타났다. 항산화 성분 중 총 polyphenol 함량은 유광 새싹채소에서 평균 4,135 mg GAE g⁻¹으로 높았으나, flavonoid 함량은 종자에서 평균 3.86 mg GAE g⁻¹으로 함유량이 높은 것으로 조사되었다. ABTS 라디칼 소거활성은 종자에서 평균 15.78 mg TE g⁻¹으로 높게 나타났으며, 유광 새싹채소와 무광 새싹채소에서는 평균간 차이는 나타나지 않았다. DPPH 라디칼 소거활성에서는 종자에서 평균 15.79 mg TE g⁻¹으로 새싹채소에 비해 11배 이상의 높은 활성이 나타났다. 특히, ‘동안메’는 황금찰, 남풍찰 및 소담찰에 비해 종자와 새싹채소에서 가장 높은 활성이 나타내었다. 항산화성분 및 항산화활성은 품종과는 유의성이 없었으나, 광처리와는 매우 높은 유의성을 보였다. 따라서 유기농 항산화 식품 및 천연 항산화제 공급원의 이용시 종자(‘동안메’)를 이용하는 것이 좋은 것으로 생각된다. 그리고 수수 새싹채소의 영양학적인 유기농 식품으로써의 이용에 대한 추가연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

[Submitted, May. 11, 2017 ; Revised, May. 16, 2017 ; Accepted, May. 22, 2017]

References

1. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of official Analytical

- Chemists, Washington, DC, USA. 4:17, 32:21, 22, 32.
2. Awika, J. M., L. W. Rooney, and R. D. Waniska. 2005. Anthocyanins from black sorghum and their antioxidant properties. *Food Chem.* 90: 293-301.
 3. Badshah, A., A. Zed, and A. Sattar. 1991. Effect of soaking, germination and autoclaving on selected nutrients of rapeseed. *Pak. J. Sci. Ind. Res.* 34: 446-448.
 4. Bennett, W. F., B. B. Tucker, and A. B. Maunder. 1990. Modern grain sorghum production. Iowa state Univ. Press, Ames.
 5. Cevallos-Casals, B. A. and L. Cisneros-Zevallos. 2010. Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible species. *Food Chem.* 199: 1485-1490.
 6. Chae, K. Y. and J. S. Hong. 2006. Quality characteristics of sulgidduk with different amounts of waxy sorghum flour. *Kor. J. Food Cook. Sci.* 22: 363-369.
 7. Chi, H. Y., J. S. Roh, J. T. Kim, S. J. Lee, M. J. Kim, S. J. Hahn, and I. M. Chung. 2005. Light quality on nutritional composition and isoflavones content in soybean sprouts. *Kor. J. Crop Sci.* 50: 415-418.
 8. Choi, B. H., B. H. Hong, K. H. Kang, J. K. Kim, and S. H. Kim. 1996. Sinje seed learning. Hyangmunsa, Seoul. (in Korean)
 9. Dewanto, V., W. Xianzhong, and R. H. Liu. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 50: 4959-4964.
 10. Droge, W. 2001. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol. Rev.* 82: 47-95.
 11. Dykes, L. and L. W. Rooney. 2006. Sorghum and, millet phenols and antioxidants. *J. cereal Sci.* 44: 236-251.
 12. El-Adawy, T. A. 2002. Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Food Human Nut.* 57: 83-97.
 13. Feng, P. 1997. A summary of background information and food borne illness associated with the consumption of sprouts. Center for Food Safety and Applied Nutrition. Food and Drug Administration, Washington. D.C.
 14. Grimmer, H. R., V. Parbhoo, and R. M. McGrath. 1992. Antimutagenicity of polyphenol-rich fraction from *Sorghum bicolor* grain. *J. Sci. Food Agric.* 59: 251-256.
 15. Hahn, D. H., L. W. Rooney and C. F. Earp. 1984. Tannin and phenols of sorghum. *Cereal Foods World.* 29: 776-779.
 16. Halliwell, B., R. Aeschbach, J. Loliger, and O. I. Aruoma. 1995. The characterization of

- antioxidants. *Food Chem. Toxicol.* 33: 601-607.
17. Khalil, A. W., A. Zed, F. Mahmmod, S. Tariq, A. B. Khattak, and H. Shah. 2007. Comparison of sprout quality characteristics of desi and kabuli type chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). *LWT* 40: 937-945.
 18. Khosla, R., N. Persaud, N. L. Powell, and, D. E. Brann. 1995. Water use sorghum on amarginal soil in eastern virginina. P: 433. In 1995 Agronomy abstracts. ASA Madison. WI.
 19. Kil, H. Y., E. S. Seong, B. K. Ghimire, I. M. Chung, S. S. Kwon, E. J. Goh, K. Heo, M. J. Kim, J. D. Lim, D. Lee, and C. Y. Yu. 2009. Antioxidant and antimicrobial activities of crude sorghum extract. *Food Chem.* 155: 1234-1239.
 20. Kim, K. O., H. S. Kim, and H. S. Ryu. 2006. Effect of *Sorghum bicolor* L. Moench (sorghum, su-su) water extracts on mouse immune cell activation. *J. Kor. Diet Assoc.* 12: 82-88.
 21. Kim, J. E., S. I. Joo, J. H. Seo, and S. P. Lee. 2009. Antioxidant and α -glucosidase inhibitory effect of tratary buckwheat extract obtained by the treatment of different solvents and enzymes. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 989-995.
 22. Kim, J. E., Y. S. Cho, and S. K. Sung. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 33: 626-632.
 23. Ko, J. Y., S. B. Song, J. S. Lee, J. R. Kang, M. C. Seo, B. G. Oh, D. Y. Kwak, M. H. Nam, H. S. Jeong, and K. S. Woo. 2011. Changes in chemical components of foxtail millet, proso millet, and sorghum with germination. *J. Kor. Soci. Food Sci. Nutr.* 40(8): 1128-1135.
 24. Kuo, T. M., J. F. VanMiddlesworth, and W. J. Wolf. 1988. Content of raffinose and oligosaccharides and sucrose in various plants. *J. Agri. Food Chem.* 36: 32-36.
 25. Lee, E. H. and C. J. Kim. 2008. Nutritional changes of buckwheat during germination. *K. J. Food Cul.* 23: 121-129.
 26. Lee, J. J., Y. M. Lee, H. D. Shin, Y. S. Jeong, and M. Y. Lee. 2007. Effects of vegetable sprout power mixture on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J. Kor. Soci. Food Sci. Nutr.* 36: 965-974.
 27. Lee, M. J., S. Y. Lim, J. K. Kim, and M. M. Oh. 2012. Heat shock treatments induce the accumulation of phytochemicals in Kale sprouts. *K. J. Hort. Sci. Tech.* 30: 209-518.
 28. Lee, S. M. and J. Lee. 2006. Tocopherol and tocotrienol contents of vegetable oils, margarines, butters, and peanut butters consumed in Korean diet. *Food Sci. Bio.* 15: 183-188.
 29. Middleton, E., and C. Kandaswami. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Tech.* 48: 115-119.

30. Nieva, M. M., A. R. Sampietro, and M. A. Vattuone. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J. Ethno.* 71: 109-114.
31. Park, K. J., J. H. Lim, J. H. Kim, J. W. Jeong, J. H. Jo, and S. W. Jeong. 2007. Reduction of microbial load on radish (*Raphanus sativus* L.) seeds by aqueous chlorine dioxide and hot water treatments. *K. J. Food Preser.* 14: 487-491.
32. Rice-Evans, C. A., N. J. Miller, and G. Paganga. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trend Plant Sci.* 2: 152-159.
33. Soriano, J. M., H. M. Rico, J. C. Manes, and J. Manes. 2000. Assessment of the microbiological quality and wash treatments of lettuce served in university restaurants. *Int J. Food Microbiol.* 58: 123-128.
34. Wiedenfeld, B. and J. Matocha. 2010. Planting date, row configuration and plant population effect on growth and yield of dryland sorghum in subtropical South Texas. *Archi. Agro. Soil Sci.* 56(1): 39-47.