

수수의 항산화성분 및 항산화활성에 미치는 재배지역의 영향

우관식[†] · 이재생 · 강종래 · 고지연 · 송석보 · 오병근 · 서명철 · 광도연 · 남민희

농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부

Effects of Cultivated Area on Antioxidant Compounds and Antioxidant Activities of Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Koan Sik Woo[†], Jae Saeng Lee, Jong Rae Kang, Jee Yeon Ko, Seuk Bo Song, Byeong Geun Oh, Myung Chul Seo, Do Yeon Kwak, and Min Hee Nam

Dept. of Functional Crop, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Gyeongnam 627-803, Korea

Abstract

Effects of cultivated area on antioxidant compounds and antioxidant activities of sorghum were determined. The cultivated areas were Miryang (plain area of interior), Wonju (mountainous territory), and Sinan (coastal area), and the cultivated varieties were Hwanggeumchal-susu (HGCS), Daepung-susu (DPS), Whinchal-susu (WCS), Tojong-susu (TJS), and Mae-susu (MS). The highest total polyphenol contents of methanolic extracts were 19.64 and 19.32 mg gallic acid equivalent (GE)/g in un-hulled MS and DPS on the cultivated Wonju. The highest total flavonoid content was 7.54 mg catechin equivalent (CE)/g in un-hulled DPS on cultivated Wonju. Generally, antioxidant compound contents of sorghum on cultivated Wonju were higher than those of Miryang and Sinan. Further, un-hulled HGCS, DPS, and MS were higher than un-hulled WCS and TJS. The DPPH and ABTS radical scavenging activities of the methanolic extracts of sorghum did not significantly change with the cultivated areas, whereas there were significant changes with cultivated varieties. The radical scavenging activities of un-hulled HGCS, DPS, and MS with red or dark brown seed coats were higher than those of un-hulled WCS and TJS with white seed coats.

Key words: sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench), cultivated environment, polyphenol, antioxidant activity

서 론

수수(*Sorghum bicolor* L. Moench, sorghum)는 외떡잎식물 벼목 화본과의 한해살이풀(1)로 열대아프리카가 원산지인 건조지대에서 가장 많이 재배되고 용도에 따라서 곡용수수(grain sorghum), 단수수(sorgo), 소경수수(장목수수; broom-corn)가 재배되고 있으며, 아시아, 아프리카 및 중미 지역에서 재배되고 있는 주요 식량자원이다(2). 수수는 쌀, 보리, 밀, 옥수수에 이어 중요한 잡곡으로 식이섬유, phenolic compounds 등의 유효성분이 다량 함유되어 있으며(3), phenolic compounds의 대부분은 flavonoid로 알려져 있고(1) 최근 수수의 생리적 기능성에 관한 연구들이 보고되고 있다. 수수의 polyphenol 추출물은 강한 항돌연변이성(4)을 가지는 것으로 보고되었으며, 수수의 항산화활성(5)과 콜레스테롤 생합성 관련 효소인 HMG-Co A reductase 활성을 억제(6)시키는 것으로 보고하였다.

작물의 재배환경에 대한 연구로는 재배환경에 따른 보리

의 β -glucan 함량에 관한 연구(7)에서 β -glucan 함량은 재배지역에 따라 큰 차이가 없는 것으로 보고하였으며, 쌀의 이화학적 특성에 관한 연구(8)에서 품종별 아밀로그래프 특성이 차이가 있는 것으로 보고하였다. 또한 검정콩에 함유된 안토시아닌의 함량을 재배지역(9) 및 고도(10)에 따라 함량변이가 있음이 보고된 바 있다. 본 연구에서는 내륙평야지인 경남 밀양과 산간지인 강원 원주, 해안지인 전남 신안에서 5개의 수수를 재배하여 수확된 수수의 항산화성분 및 항산화활성을 검정하여 우수한 활성을 가진 수수 재배를 위한 각 지역에 적합한 수수 품종을 추천하기 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료의 재배조건

본 연구에 사용된 수수는 황금찰수수, 대풍수수, 흰찰수수, 토종수수 및 메수수 등 5종으로 시험 장소는 내륙평야지

[†]Corresponding author. E-mail: wooks@korea.kr
Phone: 82-55-350-1269, Fax: 82-55-352-3059

Table 1. Seeding, planting, earing and harvest times of sorghum with the cultivated areas

Variety ¹⁾	Location ²⁾	Seeding	Planting	Earing	Harvest
HGCS	Miryang	5. 15	5. 31	7. 16	9. 3
	Wonju	5. 15	6. 1	7. 21	9. 8
	Sinan	5. 15	6. 3	7. 23	9. 10
DPS	Miryang	5. 15	5. 31	7. 19	9. 6
	Wonju	5. 15	6. 1	7. 25	9. 12
	Sinan	5. 15	6. 3	7. 26	9. 13
WCS	Miryang	5. 15	5. 31	7. 27	9. 14
	Wonju	5. 15	6. 1	7. 27	9. 14
	Sinan	5. 15	6. 3	7. 29	9. 16
TJS	Miryang	5. 15	5. 31	7. 16	9. 3
	Wonju	5. 15	6. 1	7. 19	9. 6
	Sinan	5. 15	6. 3	7. 19	9. 6
MS	Miryang	5. 15	5. 31	7. 21	9. 8
	Wonju	5. 15	6. 1	7. 27	9. 14
	Sinan	5. 15	6. 3	7. 28	9. 15

¹⁾HGCS: Hwanggeumchal-susu, DPS: Daepung-susu, WCS: Whinchal-susu, TJS: Tojong-susu, MS: Mae-susu.

²⁾Miryang: 35° 29' 42" N, 128° 44' 27" E, altitude above sea level 13 m, Wonju: 37° 13' 59" N, 128° 05' 08" E, altitude above sea level 330 m, Sinan: 35° 05' 05" N, 126° 17' 41" E, altitude above sea level 15 m.

인 경남 밀양과 산간지인 강원 원주, 해안지인 전남 신안에 재배하였다. 파종은 2010년 5월 15일 파종하여 5월 31일(밀양)과 6월 1일(원주), 3일(신안)에 정식하였으며, 재식본수는 1본으로 하였고 재식거리는 120×20 cm로 하였다. 시료의 수확 시기는 출수 후 50일이 되는 9월 초중순에 수확을 하였으며, 각각의 시료의 파종기, 정식기, 출수기, 수확기에 대한 특성은 Table 1과 같다. 재배기간 동안의 기상은 밀양, 원주, 신안의 평균기온은 각각 24.8, 24.4 및 23.5°C로 나타났

으며, 강수량은 각각 860.3, 907.4 및 878.2 mm로 나타났고 일조시간은 각각 645.2, 500.8 및 653.3시간으로 나타났다. 지역별로 재배하여 수확한 수수 종자의 상태는 Fig. 1과 같이 재배지역에 따라 외관상으로 차이를 보이는 것으로 나타났으며, 원주에서 재배한 수수가 외관상 우수한 품질을 보였다.

메탄올 추출물의 제조

항산화성분 및 항산화활성 측정을 위한 전처리는 종자상태의 시료(조곡)와 시험용 도정기(Ssang Yong Machine Ind., Inchon, Korea)를 이용하여 종자의 왕겨 부분을 벗겨낸 시료(정곡) 등 두 종류를 사용하였으며, 분석 직전에 Vibrating sample mill(CMT Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 분쇄하여 분석용 시료로 사용하였다. 항산화활성 측정에 있어 추출물의 수율은 중요한 요소로 작용하며, 항산화성분의 추출은 용매에 대한 용해도 차이로 인해 차이가 있을 수 있다(11). Zielinski와 Kozłowska(12)는 메탄올을 사용하였을 경우 그 추출물의 높은 항산화활성과 항산화성분 함량을 보고하여 본 연구에서 메탄올을 추출용매로 사용하였다. 분쇄된 수수 5 g을 취하여 80% 메탄올 50 mL을 첨가하여 24시간 동안 진탕추출(SK-71 Shaker, JEIO Tech, Kimpo, Korea)을 2회 실시한 다음 여과하여 감압농축기(Eyela N-1000, Tokyo, Japan)로 40°C에서 용매를 완전히 제거하였다. 여기에 80% 메탄올을 이용하여 재용해한 후 50 mL로 정용하여 -20°C 냉동고에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였고 수수 추출물은 10 mg/mL의 농도로 희석하여 사용하였으며, 최종적으로 항산화성분의 함량과 라디칼 소거활성을 시료 g당 성분 표준품의 당량으로 환산하여 표기하였다.

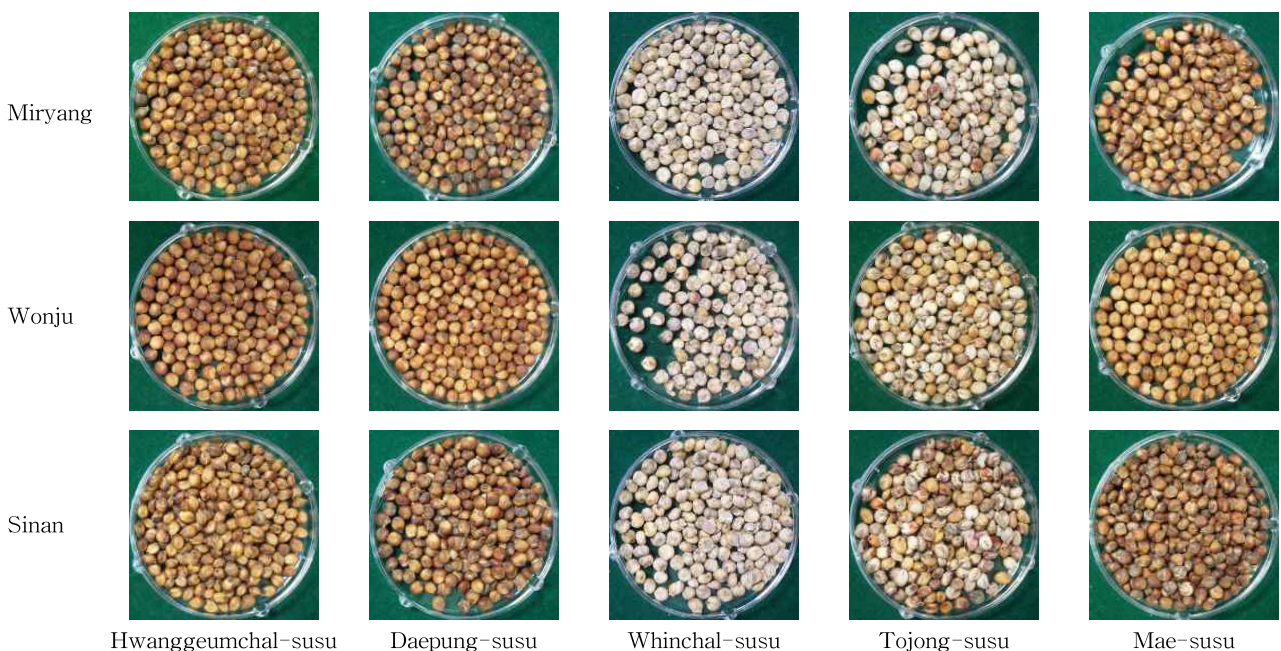


Fig. 1. Sorghum with the cultivated area.

메탄올 추출물의 항산화성분 분석

수수 80% 메탄올 추출물에 대한 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(13). 각 추출물 50 μ L에 2% Na_2CO_3 용액 1 mL를 가한 후 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 50 μ L를 가하였다. 30분 후, 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였고, 표준물질인 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하여 시료 g 중의 mg gallic acid equivalent(GE, dry basis)로 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 Jia 등(14)의 방법에 따라 추출물 250 μ L에 증류수 1 mL와 5% NaNO_2 75 μ L를 가한 다음, 5분 후 10% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 150 μ L를 가하여 6분 방치하고 1 N NaOH 500 μ L를 가하였다. 11분 후, 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질인 (+)-catechin(Sigma-Aldrich)을 사용하여 검량선을 작성하여 시료 g 중의 mg catechin equivalent(CE, dry basis)로 나타내었다.

메탄올 추출물의 항산화활성 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) radical의 소거활성을 측정하였으며(15), DPPH 및 ABTS radical의 소거활성은 mg TE(Trolox equivalent antioxidant capacity)/g sample로 표현하였다. DPPH radical의 소거활성은 0.2 mM DPPH용액(99.9% ethanol에 용해) 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도를 측정하였다. ABTS radical의 소거활성은 ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 물 흡광계수($\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 메탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 추출액 50 μ L를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다.

통계분석

모든 데이터는 3회 반복 측정하였으며, mean \pm SD로 표현하였다. 또한 얻어진 결과를 통계프로그램(Statistical Analysis System; version 9.2, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 각각의 변수에 대한 특성을 분석하였다.

결과 및 고찰

수수의 항산화성분에 미치는 재배환경의 영향

페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있는 물질로 다양한 구조와 분자량을 가지며 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl기가 단백질과 같은 거대분자와의 결합을 통해 항산

화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다(16). 곡류에 함유되어 있는 항산화 물질 중 polyphenolic 화합물들은 우수한 항산화력을 가지는 것으로 알려져 있으며, 이는 free radical을 안정화시킬 수 있는 phenolic ring의 존재 때문인 것으로 보고되어져 있다(17). 또한 곡류의 flavonoid는 주로 anthocyanidins, flavonols, flavones, catechins 및 flavanones 등으로 구성되어 있으며, 그 구조에 따라 특정 flavonoid는 항산화 및 항균성 등 다양한 생리활성을 갖고 있는 것으로 보고되고 있다(17). 재배환경에 따른 수수 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과 Fig. 2와 같이 나타났다. 수수 조곡 추출물의 총 폴리페놀 함량(Fig. 2A)은 내륙평야지인 경남 밀양에서 재배한 황금찰수수, 대풍수수, 흰찰수수, 토종수수 및 메수수에서 각각 16.63, 16.73, 2.63, 6.01 및 12.84 mg GE/g으로 황금찰수수와 대풍수수가 유의적으로 높은 함량을 보였으며, 산간지인 강원 원주에서 재배한 수수는 각각 15.71, 19.32, 3.13, 9.88 및 19.64 mg GE/g으로 대풍수수와 메수수가 높은 함량을 나타내었고 해안지인 전남 신안에서 재배한 수수는 각각 9.30, 7.17, 2.70, 9.31 및 6.61 mg GE/g으로 황금찰수수가 유의적으로 높은 함량을 보였다. 정곡 추출물(Fig. 2B)의 경우 내륙평야지는

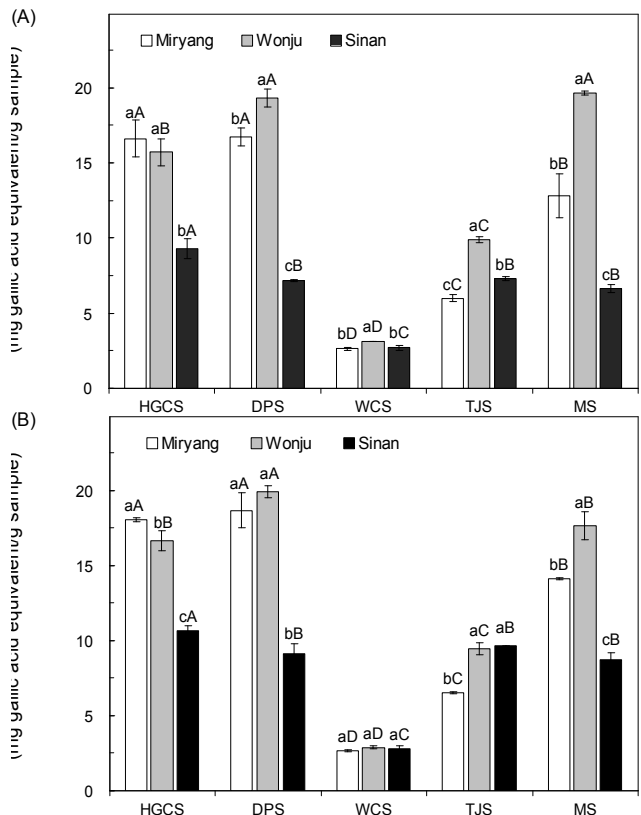


Fig. 2. Total polyphenol contents of un-hulled (A) and hulled sorghum (B) with the cultivated areas. Samples are the same as in Table 1. Mean values in the same column with different superscript capital letter at the same cultivated area of sorghum are significantly different ($p < 0.05$). Mean values in the same column with different superscript small letter of one variety are significantly different ($p < 0.05$).

황금찰수수(18.03 mg GE/g)와 대풍수수(18.67 mg GE/g)가, 산간지는 대풍수수(19.91 mg GE/g)가, 해안지는 황금찰수수(10.68 mg GE/g)가 유의적으로 높은 함량을 보였다.

총 플라보노이드 함량은 Fig. 3과 같이 수수 조곡 추출물의 총 플라보노이드 함량(Fig. 3A)은 내륙평야지인 경남 밀양에서 재배한 황금찰수수, 대풍수수, 흰찰수수, 토종수수 및 메수수에서 각각 5.91, 5.22, 2.18, 1.24 및 3.77 mg/g으로 황금찰수수와 대풍수수가 유의적으로 높은 함량을 보였으며, 산간지인 강원 원주에서 재배한 수수는 각각 5.25, 7.54, 2.28, 1.51 및 6.41 mg/g으로 대풍수수가 유의적으로 높은 함량을 나타내었고 해안지인 전남 신안에서 재배한 수수는 각각 2.81, 3.80, 2.96, 1.92 및 5.05 mg/g으로 메수수가 유의적으로 높은 함량을 보였다. 정곡 추출물(Fig. 3B)의 경우 내륙평야지는 황금찰수수(3.21 mg GE/g)와 대풍수수(3.52 mg GE/g)가, 산간지는 대풍수수(3.61 mg GE/g)와 메수수(3.29 mg GE/g)가, 해안지는 메수수(1.82 mg GE/g)가 유의적으로 높은 함량을 보였다. 전체적으로 총 폴리페놀 및 플라보노이드 등의 항산화성분 함량은 산간지인 강원 원주에서 재배한 수수가 높은 함량을 보였고 해안지인 전남 신안에서 재배한 수수가 유의적으로 낮은 함량을 보이는 것으로 나타

났고 품종에 따라서는 황금찰수수와 대풍수수, 메수수가 높은 항산화성분 함량을 보이는 것으로 나타났다. Seo 등(18)의 보고에서 수수 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 15.03 mg/g extract residue로 보고하였으며, hull, bran 및 grain 등 수수의 도정부위별 메탄올 추출물의 총 polyphenol 함량은 각각 30.57, 61.47 및 3.40 mg/g sample로 보고하였다(19). 또한 Wang 등(20)은 수수의 물, 70% 아세톤 및 메탄올 추출물에서 총 폴리페놀 함량은 26.26, 19.20 및 43.47 mg GAE/g extract로 보고하였다. 또한 Lee 등(21)의 보고에 의하면 충북 괴산에서 생산된 붉은색을 띠는 수수를 80% 에탄올로 80°C에서 1시간씩 3회 환류추출 하여 용매를 제거하고 추출물의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정된 결과 각각 2.83 및 2.08 mg/g으로 보고하였다. 수수의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 등의 항산화성분 함량이 본 실험결과와 문헌 보고와 차이를 보이는 것은 품종, 도정유무, 재배시기, 재배지역, 추출방법 및 추출용매 등의 차이로 인한 것으로 생각된다.

수수의 항산화활성에 미치는 재배환경의 영향

천연물의 항산화활성은 활성 radical에 전자를 공여하고 식품 중의 지방질 산화를 억제하는 특성을 가지고 있고 인체 내에서는 활성 radical에 의한 노화를 억제시키는 역할을 하고 있으며, radical 소거작용은 인체의 질병과 노화를 방지하는데 대단히 중요한 역할을 한다(22). Ascorbic acid, tocopherol, polyhydroxy 방향족화합물, 방향족 아민 등에 의해서 환원되어 짙은 자색이 탈색됨으로써 항산화 물질의 전자공여능을 측정할 때 사용되고 있는 DPPH radical 소거활성법(23)과 혈장에서 ABTS radical의 흡광도가 항산화제에 의해 억제되는 것에 기초하여 개발된 ABTS radical 소거활성법(24)을 표준물질인 Trolox와 비교하여 mg TE/g sample로 나타낸 결과 Fig. 4 및 5와 같이 나타났다. 재배환경에 따른 수수 조곡 메탄올 추출물의 DPPH radical 소거활성(Fig. 4A)은 내륙평야지인 경남 밀양에서 재배한 황금찰수수, 대풍수수, 흰찰수수, 토종수수 및 메수수에서 각각 269.95, 269.68, 65.01, 272.59 및 277.20 mg TE/g으로 황금찰수수, 대풍수수, 토종수수 및 메수수가 유의적으로 높은 활성을 보였으며, 산간지인 강원 원주에서 재배한 수수는 각각 270.99, 269.76, 101.94, 276.99 및 272.70 mg TE/g으로 황금찰수수, 대풍수수, 토종수수 및 메수수가 높은 활성을 나타내었고 해안지인 전남 신안에서 재배한 수수는 각각 270.92, 255.64, 87.56, 268.08 및 237.46 mg TE/g으로 황금찰수수와 토종수수가 유의적으로 높은 활성을 나타내었다. 정곡 추출물(Fig. 4B)의 경우 내륙평야지는 각각 275.70, 274.88, 76.95, 280.29 및 280.50 mg TE/g으로 황금찰수수, 대풍수수, 토종수수 및 메수수가, 산간지는 각각 278.26, 278.33, 79.74, 279.13 및 274.48 mg TE/g으로 황금찰수수, 대풍수수, 토종수수 및 메수수가, 해안지는 각각 275.95, 264.43, 104.33, 272.16 및 252.00 mg TE/g으로 황금찰수수, 토종수수 및 메수수가 유

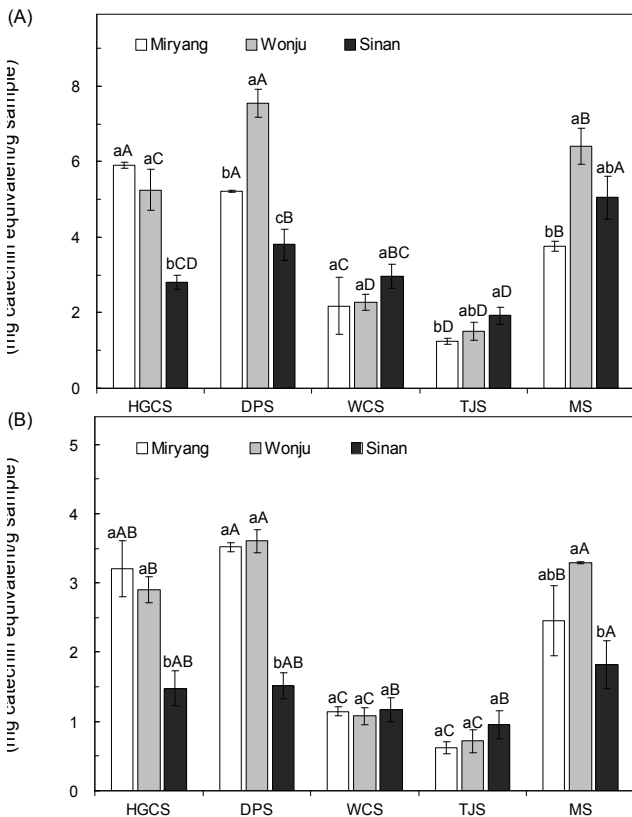


Fig. 3. Total flavonoid contents of un-hulled (A) and hulled sorghum (B) with the cultivated areas. Samples are the same as in Table 1. Mean values in the same column with different superscript capital letter at the same cultivated area of sorghum are significantly different (p<0.05). Mean values in the same column with different superscript small letter of one variety are significantly different (p<0.05).

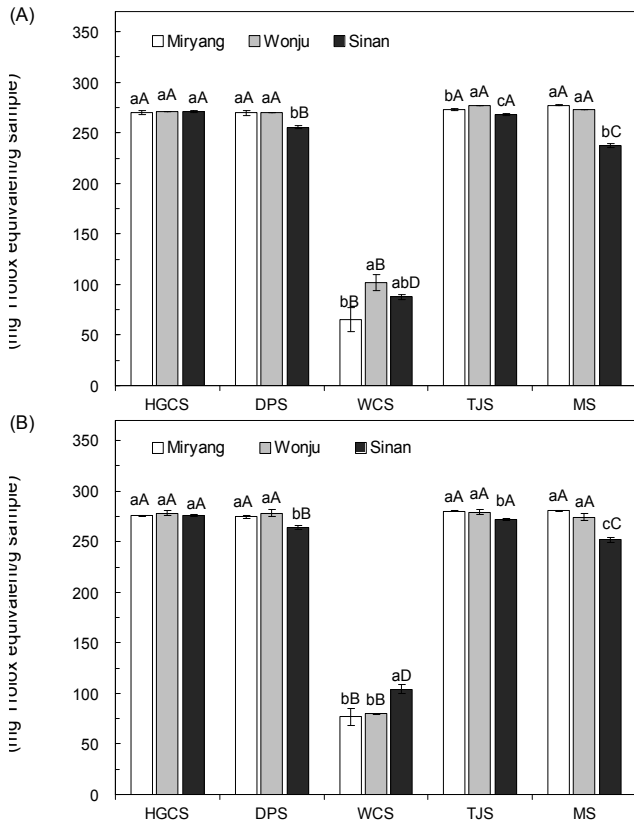


Fig. 4. DPPH radical scavenging activity on methanolic extracts of un-hulled (A) and hulled sorghum (B) with the cultivated areas. Samples are the same as in Table 1. Mean values in the same column with different superscript capital letter at the same cultivated area of sorghum are significantly different ($p < 0.05$). Mean values in the same column with different superscript small letter of one variety are significantly different ($p < 0.05$).

의적으로 높은 활성을 나타내었다.

수수 조곡 추출물의 ABTS radical 소거활성(Fig. 5A)은 내륙평야지인 경남 밀양에서 재배한 황금찰수수, 대풍수수, 흰찰수수, 토종수수 및 메수수에서 각각 307.24, 306.96, 219.68, 306.78 및 306.77 mg TE/g으로 황금찰수수, 대풍수수, 토종수수 및 메수수가 유의적으로 높은 활성을 보였으며, 산간지인 강원 원주에서 재배한 수수는 각각 307.49, 306.68, 237.88, 307.33 및 307.30 mg TE/g으로 황금찰수수, 대풍수수, 토종수수 및 메수수가 높은 활성을 나타내었고 해안지인 전남 신안에서 재배한 수수는 각각 307.25, 307.11, 259.09, 307.18 및 307.10 mg TE/g으로 황금찰수수와 토종수수가 유의적으로 높은 활성을 나타내었다. 정곡 추출물(Fig. 5B)의 경우 내륙평야지는 각각 306.16, 306.92, 194.07, 307.08 및 306.96 mg TE/g으로 황금찰수수, 대풍수수, 토종수수 및 메수수가, 산간지는 각각 307.28, 307.28, 243.62, 307.30 및 307.32 mg TE/g으로 황금찰수수, 대풍수수, 토종수수 및 메수수가, 해안지는 각각 307.17, 307.12, 253.37, 307.18 및 306.97 mg TE/g으로 황금찰수수, 토종수수 및 메수수가 유의적으로 높은 활성을 나타내었다. Lee 등(21)의 보고에 의하면 충북 괴산에서 생산된 붉은 종피 수수를 80% 에탄올로

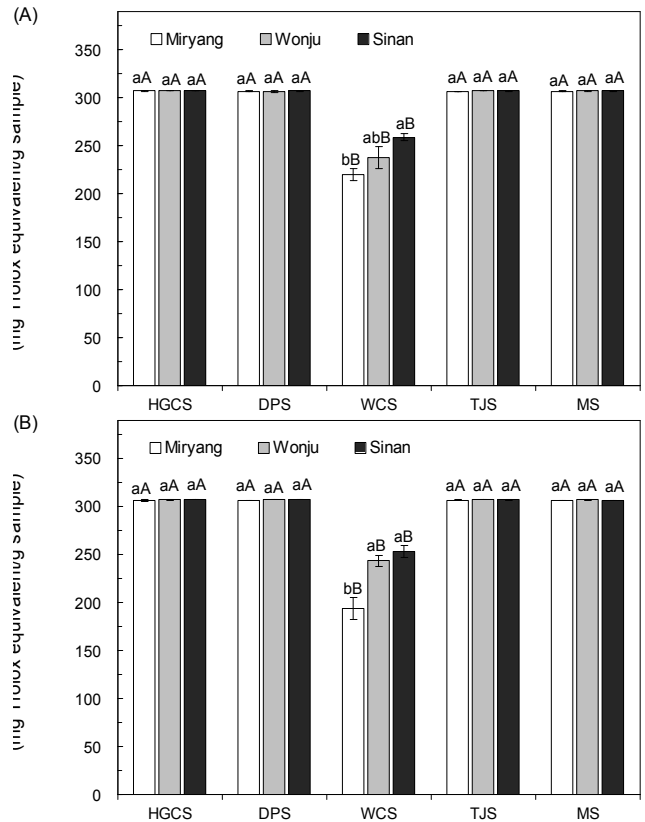


Fig. 5. ABTS radical scavenging activity on methanolic extracts of un-hulled (A) and hulled sorghum (B) with the cultivated areas. Samples are the same as in Table 1. Mean values in the same column with different superscript capital letter at the same cultivated area of sorghum are significantly different ($p < 0.05$). Mean values in the same column with different superscript small letter of one variety are significantly different ($p < 0.05$).

80°C에서 1시간씩 3회 환류추출 하여 용매를 제거하고 추출물의 DPPH 및 ABTS radical 소거활성을 측정된 결과 각각 62.60% 및 264.20 mg AA eq/g으로 보고하여 다른 잡곡에 비해 높은 radical 소거활성을 보이는 것으로 보고하였다. 전체적으로 DPPH 및 ABTS radical 등의 radical 소거활성을 측정된 결과 재배지역별로 큰 차이를 보이지 않았으며, 품종에 따라서는 유색의 종피를 가진 황금찰수수, 대풍수수, 토종수수, 메수수가 높은 radical 소거활성을 보였고 흰색을 띠는 흰찰수수가 다른 품종에 비해 낮은 활성을 보이는 것으로 나타났다. 이러한 이유는 radical 소거활성은 페놀류나 플라보노이드 물질에 기인하여 항산화활성을 나타내는 것으로 보고되어 있어(25) 흰찰수수에 비해 항산화성분의 함량이 높은 유색의 종피색을 지닌 수수에서 높은 항산화활성을 보이는 것으로 판단된다. 전체적으로 항산화성분의 함량과 항산화활성은 재배지역과 품종과 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다.

요 약

재배지역에 따른 수수 품종 선정을 위한 기초자료로 활용

하고자 내륙평야지인 경남 밀양과 산간지인 강원 원주, 해안지인 전남 신안에서 5개의 수수를 재배하여 수확된 수수를 메탄올로 추출하여 항산화성분 함량 분석 및 항산화활성을 검정하였다. 재배환경에 따른 수수 종자 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 강원 원주에서 재배한 메수수과 대풍수수가 19.64 및 19.32 mg/g으로 가장 높은 함량을 보였고 경남 밀양에서 재배한 흰찰수수가 2.63 mg/g으로 가장 낮게 나타났다. 총 플라보노이드 함량은 강원 원주에서 재배한 대풍수수가 7.54 mg/g으로 가장 높게 나타났고 경남 밀양에서 재배한 흰찰수수가 1.24 mg/g으로 가장 낮았다. 대체적으로 항산화성분의 함량은 산간지인 강원 원주에서 재배한 수수가 높은 함량을 보였고 품종에 따라서는 황금찰수수와 대풍수수, 메수수가 높은 항산화성분 함량을 보이는 것으로 나타났다. 재배환경에 따른 수수 종자 상태의 메탄올 추출물의 DPPH 및 ABTS radical 소거활성을 측정된 결과 대체적으로 radical 소거활성은 재배지역별로 큰 차이를 보이지 않았으며, 품종에 따라서는 유색의 종피를 가진 황금찰수수, 대풍수수, 토종수수, 메수수가 높은 radical 소거활성을 보였다. 전체적으로 항산화성분의 함량과 항산화활성은 재배지역과 품종과 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다.

문 헌

- Kim KO, Kim HS, Ryu HS. 2006. Effect of *Sorghum bicolor* L. Moench (sorghum, su-su) water extracts on mouse immune cell activation. *J Korean Diet Assoc* 12: 82-88.
- Chang HG, Park YS. 2005. Effects of waxy and normal sorghum flours on sponge cake properties. *Food Engine Prog* 9: 199-207.
- Chae KY, Hong JS. 2006. Quality characteristics of Sulgidduk with different amounts of waxy sorghum flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 363-369.
- Grimmer HR, Parbhoo V, Mcgrath RM. 1992. Antimutagenicity of polyphenol-rich fractions from *Sorghum bicolor* grain. *J Sci Food Agr* 59: 251-256.
- Hahn DH, Rooney LW, Earp CF. 1984. Tannin and phenols of sorghum. *Cereal Foods World* 29: 776-779.
- Ha TY, Cho IJ, Lee SH. 1998. Screening of HMG Co A reductase inhibitory activity of ethanol and methanol extract from cereal and legumes. *Korean J Food Sci Technol* 30: 224-229.
- Kim HS, Park KG, Baek SB, Son YK, Lee CW, Kim JG, Kim JC, Nam JH. 2003. Genotype and environment effects on barley grain β -glucan content. Abstract page 240-241 presented at Annual Meeting of the Korean Society of Crop Science. Seoul, Korea.
- Kim KJ, Lim KH. 1987. Study on the physico-chemical properties of rice grains harvested from different regions. *Korean J Crop Sci* 32: 234-242.
- Yi MA, Kwon TW, Kim JS. 1997. Changes in isoflavone contents during maturation of soybean seed. *J Food Sci* 2: 255-258.
- Shin SO, Shin SH, Ha TJ, Lim SG, Choi KJ, Baek IY, Lee SC, Park KY. 2009. Soybean ecological response and seed quality according to altitude and seeding dates. *Korean J Crop Sci* 54: 143-158.
- Choi Y, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee J. 2003. The anti-oxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 723-727.
- Zielinski H, Kozłowska H. 2000. Antioxidant activity and total phenolics in selected grains and their different morphological fractions. *J Agric Food Chem* 48: 2008-2016.
- Dewanto V, Xianzhong W, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 4959-4964.
- Jia Z, Tang M, Wu J. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and they scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64: 555-559.
- Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem* 99: 381-387.
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Sci* 2: 152-159.
- Middleton E, Kandaswami C. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol* 48: 115-119.
- Seo MC, Ko JY, Song SB, Lee JS, Kang JR, Kwak DY, Oh BG, Yoon YN, Nam MH, Jeong HS, Woo KS. 2011. Antioxidant compounds and activities of foxtail millet, proso millet and sorghum with different pulverizing methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 790-797.
- Woo KS, Seo MC, Kang JR, Ko JY, Song SB, Lee JS, Oh BG, Park GD, Lee YH, Nam MH, Jeong HS. 2010. Antioxidant compounds and antioxidant activities of the methanolic extracts from milling fractions of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1695-1699.
- Wang CY, Ng CC, Lin HT, Shyu YT. 2011. Free radical-scavenging and tyrosinase-inhibiting activities of extracts from sorghum distillery residue. *J Biosci Bioengin* 111: 554-556.
- Lee HK, Hwang IG, Kim HY, Woo KS, Lee SH, Woo SH, Lee J, Jeong HS. 2010. Physicochemical characteristic and antioxidant activities of cereals and legumes in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1399-1404.
- Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33: 626-632.
- Nieva MM, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71: 109-114.
- Kim JE, Joo SI, Seo JH, Lee SP. 2009. Antioxidant and α -glucosidase inhibitory effect of tartary buckwheat extract obtained by the treatment of different solvents and enzymes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 989-995.
- Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 624-630.

(2011년 8월 17일 접수; 2011년 10월 18일 채택)