한작지(Korean J. Crop Sci.), 59(1): 16~21(2014)

ISSN 0252-9777(Print)
ISSN 2287-8432(Online)
DOI : http://dx.doi.org/10.7740/kjcs.2014.59.1.016

안데스 작물 '아마란스'의 재배지역과 품종에 따른 생육특성, 항산화활성 및 총페놀함량 변화

홍수영*† · 조광수* · 진용익* · 윤영호* · 김수정* · 남정환* · 정진철* · 권오근** · 손황배*

*농촌진흥청 국립식량과학원 고령지농업연구센터,
**농촌진흥청 국립원예특작과학원

Comparison of Growth Characteristics, Antioxidant Activity and Total Phenolic Contents of *Amaranthus* Species according to the Different Cultivation Regions and Varieties in South Korea

Su-Young Hong*†, Kwang-Soo Cho*, Yong-Ik Jin*, Young-Ho Yeon*, Su-Jeong Kim*, Jeong-Hwan Nam*, Jin-Cheol Jeong*, Oh-Keun Kwon**, and Hwang-Bee Sohn*

**Highland Agriculture Research Center, NICS, RDA, Pyeongchang 232-955, Korea*
***National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 440-706, Korea*

ABSTRACT Yield, growth characteristics, free radical-scavenging capacities, total phenolic contents and free amino acids contents were determined in *Amaranthus* species grown in Korea. And this study was aimed to investigate the functional properties of *Amaranthus* in two regions(Gangneung and Daegwallyeong). Yield ranged from 125 to 465 kg $10a^{-1}$ and RRC 1027 was the highest yield. *Amaranthus* seed size was very small, average seed weight(1,000 seeds) varied 0.42~0.82 g, especially Kerala Red was the most light weight. In DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) radical scavenging activity, there is no significantly different between growing regions but colored Kerala Red was the highest among varieties. The total amount of phenolic compounds varied from 994 to 1,732 mg/kg. Among amino acids of seeds, the contents were in order of glutamic acid(30.5 mg 100 g^{-1}) > aspartic acid (26.1 mg 100 g^{-1}) > arginine(24.3 mg 100 g^{-1}). The present study shows that South Korea is suitable for the cultivation of *Amaranthus*. Common grains lack glutamic acid, aspartic acid and arginine we need for optimal health, but *Amaranthus* contains these amino acids. *Amaranthus* is great potential to develop new crop. But for measurement of antioxidant activity, in addition to DPPH method we are looking the other way.

Keywords : *Amaranthus*, yield, antioxidant activity, total phenolic content, amino acid

아마란스(*Amaranthus* ssp L.)는 비름과에 속하는 일년생 식물로 지구상에 대략 60여종이 있으나 단지 몇 종만이 종실용으로 재배되고 있다. 아마란스의 종류는 재배종과 야생종으로 구분되며 재배종에는 *A. cruentus*, *A. hypochondriacus*, *A. caudatus*, *A. tricolor* 등이 있다. 식용으로 이용되는 아마란스의 원산지는 중남미가 원산지로 페루의 Inca 시대와 멕시코의 Aztec 시대의 주식작물이었다. 아마란스는 C4 식물에 속하는 유일한 쌍떡잎식물로 생육기간 중 타 작물보다 수분 요구량이 적어 건조지역에서 잘 자라며 타 작물에 비해 건물수량이 높다. 아마란스는 분류학상 곡류로 분류되어 있지 않지만 그 쓰임새가 곡물과 비슷하여 아곡류(pseudo-cereal)로 불려지고 있다. 이 아마란스 종실은 주식은 물론 씨리얼 바, 후레이크 등 다양한 가공제품으로 남미, 유럽 등에서 이용되고 있다. 또한 아마란스 전분 입자의 크기는 쌀 전분 입자 보다 더 작으며 전분 중 가장 작아 다양한 용도로 이용이 가능하여 제과·제빵용 혼합분, 국수, 비스켓, 씨리얼 등에 혼합하여 이용되고 있다(Choi *et al*., 2000, Kim, 2003, Lee *et al*. 1999). 그 외에도 스쿠알렌, 토코트리에놀, 비 발효성 식이섬유, 인지질, 렉틴 기타 항산화 성분 등 다수의 유용한 기능성분을 포함하고 있다(He *et al*. 2002, Lee *et al*. 1996). 아마란스의 단백질 함량은 15~18%로 높으며 그 소화율은 90% 정도이다. 또한 biological value가 75로

†Corresponding author: (Phone) +82-33-330-1830 (E-mail) suyoung@korea.kr
<Received 15 March, 2013; Revised 30 March, 2013; Accepted 24 January, 2014>

우유 72와 비슷하며 균형잡힌 아미노산 구성을 갖고 있다(National Research Council, 1984). 아마란스는 영양의 질적인 면과 기능성 면에서 뛰어나 대체작물로 주목받고 있다(Barba de la Rosa *et al*. 2009). 아마란스는 종자 뿐만 아니라 잎이나 새싹에서도 쿼서틴, 루틴, 플라보노이드 등 다양한 기능성 물질이 존재하는 것으로 알려져 있다(Cho *et al*., 2008, Gins *et al*., 2010).

현재 국내에서는 아마란스를 관상용으로 재배하는 곳이 있으나 아직 재배가 일반화 되어 있지 않다. 그러나 아마란스는 국민의 기대에 부합할 만한 충분한 영양성분과 기능성을 갖고 있다고 판단된다. 이에 우리나라 환경에 맞는 유망작물로 발굴하고 신수요를 창출할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 지대별로 아마란스를 파종하여 각각의 생육특성과 수량을 비교하였으며 수확된 계통의 항산화활성, 총폴리페놀 함량 그리고 유리아미노산의 조성을 분석하였다. 이를 통해 우리나라의 지역에 적합한 품종을 선발하고, 고부가가치 기능성 작물로의 발전가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

아마란스의 재배 및 생육조사

아마란스 4종을 2010년 4월 30일 플러그묘상에 파종(Pyeongchang, Korea)하여 온실에서 20℃로 관리하였다. 육묘 관리 30일 후 강릉(해발 40 m), 대관령(해발 800 m)에 각각 5월 26일과 29일에 정식하였다. 정식거리는 80 cm × 15 cm로 식재하였다. 정식 후 30일, 60일과 90일 후의 초장, 경태를 조사하고 수확(강릉 8월 26일, 대관령 9월 4일) 후 종자를 정선하였다. 그리고 건조된 종자를 이용하여 항산화활성, 총 페놀함량 및 유리아미노산을 분석하였다.

추출

건조된 종자를 믹서에 갈아 분말로 준비한 시료 2 g을 50 ml 튜브에 넣고 80% MeOH 40 ml를 가해 20℃에서 110 rpm 정도로 12시간 동안 진탕 후 No. 2 여과지로 여과하여 여과액을 암상태로 냉장보관하면서 분석하였다.

DPPH 라디칼 소거능을 이용한 항산화활성 측정

항산화활성 측정은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) 법을 이용하였다(Jin *et al*., 2010). 0.4 mM DPPH(Sigma, USA) 용액을 만들어 여과한 후 냉암소에 보관하면서 사용하였다. 조제한 DPPH용액에 에탄올을 넣어 10초간 강하게 진탕한 후 분광광도계의 흡광도 값이 0.95 이상이 되도록 에탄올 양을 조절하였다. 에탄올 양이 정해지면 시료용액 0.2 ml를 취하여 적당량의 에탄올과 DPPH용액 0.8 ml를 가하여 vortex를 이용 10초간 강하게 진탕한 후 10분간 방치하고 분광광도계(X-ma 2000, Human corporation, Korea)로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 대조구로서 시료용액 대신 에탄올을 이용하였으며 항산화 표준품으로는 L-ascorbic acid(Sigma, China)를 사용하였다.

총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 Folin-Cioalteu's phenol 시약을 이용한 비색법에 따라 분석하였다(Jin *et al*., 2010). 추출된 시료 1 ml에 2% Na_2CO_3(Sigma, USA) 용액 1 ml를 놓고 3분간 방치한 후 50% Folin-Cioalteu's phenol(Sigma, USA) 시약 0.2 ml를 넣고 30분간 방치하였다. Gallic acid(Sigma, China)를 이용하여 검량선을 미리 작성하고 준비된 시료를 분광광도계(X-ma 2000, Human corporation, Korea)로 760 nm에서 흡광도를 측정하여 정량분석 하였다.

유리아미노산 분석

Jin 등(2010)의 방법에 따라 아마란스 종실의 유리 아미노산 분석을 위하여 건조된 종자분말 시료 0.5 g에 3% TCA(trichloro acetic acid)(Sigma, Germany)를 10 mL을 넣고 vortex로 교반 후 상온에서 1시간 진탕하였다. 15,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 0.45 μm Millipore (Milles'HV billerica USA)에 여과시킨 후에 시료당 20 μl 씩 아미노산 자동분석기(L-8900, Hitachi, Japan)에 주입하였다. 아미노산 분리를 위한 이온교환 칼럼(#2622SC PF, Hitachi, Japan)을 이용하였고 이때 컬럼의 온도는 50℃, reactor의 온도는 135℃였다.

통계분석

통계분석은 SAS 9.2 프로그램(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

생육특성 및 수량

이번 연구에 아마란스는 *A. cruentus*(Amont, Kerala Red, RRC 1027) 3종과 *A. hypochondriacus*(Plainsman) 1종을 이용하였다. 종피색을 보면 Amont, Plainsman, RRC 1027은 노란색이었으며 Kerala Red는 검정색이었다(Table 1). 재배지역인 강릉과 대관령의 재배기간 중 적산온도와 강수량은 Table 2와 같다. 정식부터 수확기까지의 적산온도는 강릉 1,952.1℃, 대관령 1,734.9℃였으며 강수량은 강릉

691.8 mm, 대관령 724.0 mm였다(Table 2).

강릉, 대관령 2개 지역에 아마란스 4품종을 수확한 후 조사한 천립중과 수량은 Table 3과 같다. 천립중은 0.42~0.82 g으로 곡물종자 중에서 아주 작았다. 특히 Kerala Red 품종은 평균 천립중이 0.44 g으로 가장 가벼웠다. 천립중의 경우 재배지역보다는 품종간 유의차를 보였다. 수량은 125~

Table 1. Description of the *Amaranthus* samples.

Scientific name	Varieties	Seed color	Origin
Amaranthus cruentus	Amont	Yellow	USA, Mon.
A. hypochondriacus	Plainsman	Yellow	USA, Neb.
A. cruentus	Kerala Red	Black	India, Kerala
A. cruentus	RRC 1027	Yellow	USA, Pen.

Table 2. Changes of accumulated temperature and precipitation in planting regions during the growth period in *Amaranthus*.

Days after planting	Accumulated temperature (℃)		Precipitation (mm)	
	Gangneung	Daegwallyeong	Gangneung	Daegwallyeong
1~30 days	478.0	406.2	93.7	85.7
31~60 days	752.1	703.2	399.7	538.3
61~harvesting date	722.0	625.5	198.4	100.0

Table 3. Average seed weight(1,000 seeds) and yield by regional groups and varieties of *Amaranthus*.

region	Varieties	Thousand seed weight (g)	Yield (kg/10a)
Gangneung	Amont	0.71±0.03 ab	193.8± 7.2 c
	Plainsman	0.66±0.01 b	174.3± 8.8 c
	Kerala Red	0.42±0.01 c	314.4±12.8 b
	RRC 1027	0.74±0.01 a	464.4±20.2 a
	Mean±SE	0.63±0.04 A	286.7±40.8 A
Daegwallyeong	Amont	0.75±0.00 b	125.1±12.7 b
	Plainsman	0.82±0.01 a	198.1±12.1 a
	Kerala Red	0.46±0.00 d	144.8±12.9 b
	RRC 1027	0.72±0.00 c	198.9±11.0 a
	Mean±SE	0.69±0.04 A	166.7±13.6 B

Mean values in the same column with different superscript capital letter are significantly different between growing regions ($p<0.05$). Mean values in the same column with different superscript small letter of one variety are significantly different between varieties ($p<0.05$).

Table 4. Changes of plant height and diameter by regional groups and varieties during the growth period in *Amaranthus*.

Region	Varieties	Plant height (cm)			Stem diameter (mm)		
		30 days[1)]	60 days[2)]	90 days[3)]	30 days	60 days	90 days
Gangneung	Amont	64.9±1.1 b	173.8±3.1 b	165.5±4.2 c	19.5±0.9 ab	21.1±2.1 b	22.1±1.7 b
	Plainsman	57.1±1.7 c	145.1±3.3 d	148.5±2.7 d	18.1±1.3 bc	21.0±1.7 b	23.0±1.3 b
	Kerala Red	51.2±1.4 d	154.2±2.1 c	186.1±5.1 b	16.4±0.6 c	19.7±1.0 b	22.9±1.7 b
	RRC 1027	68.4±0.8 a	184.1±1.2 a	220.7±5.6 a	21.0±0.8 a	29.5±3.1 a	30.7±3.7 a
	Mean±SE	60.4±1.2 A	164.3±2.7 A	180.2±4.7 A	18.8±0.5 A	22.8±1.1 A	24.7±1.1 A
Daegwallyeong	Amont	27.7±0.9 a	127.5±1.64 a	137.5±3.0 a	10.5±0.6 a	22.4±1.2 ab	23.1±1.4 a
	Plainsman	22.5±0.8 c	110.5±1.2 b	121.5±2.2 b	9.1±0.5 ab	18.4±1.4 c	18.9±1.6 b
	Kerala Red	23.5±0.9 bc	103.4±2.8 c	117.0±3.6 b	8.8±0.5 b	21.0±0.8 bc	22.2±1.5 ab
	RRC 1027	26.9±2.6 ab	129.5±2.0 a	133.5±3.5 a	9.7±0.7 ab	24.5±0.7 a	24.9±1.2 a
	Mean±SE	25.1±0.7 B	117.7±2.0 B	127.4±1.8 B	9.5±0.3 B	21.6±0.6 A	22.3±0.7 A

[1)]30 days after planting. [2)]60 days after planting [3)]90 days after planting.
Mean values in the same column with different superscript capital letter are significantly different between growing regions ($p<0.05$). Mean values in the same column with different superscript small letter of one variety are significantly different between varieties ($p<0.05$).

465 kg/10a로 품종과 재배지역에 따른 차이를 보였다. RRC 1027의 경우는 강릉과 대관령 두 지역 모두 가장 많은 수량을 보였다. 재배지역은 강릉이 대관령에 비하여 수량이 많았다. 이는 강릉의 온도가 대관령에 비하여 높았으며 생육성기인 정식 후 31~60일 사이의 강우량이 대관령에서 538 mm로 강릉에 비해 100 mm이상 많이 내려 수량에 영향을 미친 것으로 생각된다. National Research Council(1984)에 의하면 곡물용 아마란스의 경우 건조 상태에서 가장 잘 자란다고 보고하였다. 반면 채소용 아마란스는 생육최성기에 많은 양의 강우량을 필요로 하였다.

초장과 줄기의 길이와 굵기를 측정하여 지역과 품종에 따른 생육패턴을 조사하였다(Table 4). 모든 지역과 품종에 상관없이 31~60일 사이에 급속히 성장하였다. 초장의 경우 이 시기에 강릉은 평균 104 cm, 대관령은 92 cm의 성장을 보였다. 수확직전의 초장은 148.5~220.7 cm로 품종간의 차이는 크지 않았으나 4품종 모두 재배지역간에 유의차가 높았다. 강릉이 가장 컸으며 대관령이 가장 작게 나타났다. 줄기의 굵기는 지역간에 유의차가 없었으나 품종간에는 RRC 1027이 가장 두꺼웠다. Thanapornpoonpong 등(2007)이 Thailand에서 아마란스를 재배하였 때 초장은 38~102의 범위에 있었으나 56일 이후에 급격히 신장하였는데 이는 우리나라에서도 30일 이후 60일 경에 초장이 급속히 신장한 경우와 유사하였다.

항산화 활성 측정

수확한 아마란스 종실의 DPPH 라디컬 소거능을 이용한 항산화 활성을 측정한 결과 8.38~20.58% 범위에 있었으며 품종별로는 Kerala Red품종이 대관령에서 20.58%로 가장 높았고 RRC 1027은 강릉에서 8.38%로 가장 낮았다(Table 5). Woo 등(2011)의 연구에 의하면 수수의 항산화 활성은 재배지역과 품종에 따라 유의적인 차이를 보였는데 산간지대인 원주에서 재배한 것이 밀양에서 재배한 것보다 높았으며 또한 유색품종이 높게 나타났다. 그러나 아마란스는 지역별로는 대관령에서 약간 높은 활성을 보였으나 유의차는 없었고 검정색인 Kerala Red품종이 높게 나타났다. Kim 등(2003)은 아마란스 종피의 항산화활성을 측정한 결과 ethylacetate fraction에서 노란색 계통 4, 갈색계통 38, 그리고 검정색은 115를 기록하여 아마란스 또한 유색계통에서 항산화활성이 높은 것으로 확인되었다. 그러나 전반적으로 DPPH법을 이용한 항산화 활성이 낮은데 이는 DPPH법이 비용이 저렴하며 간단하게 실험할 수 있어 널리 이용되지만 DPPH가 pH, 빛 그리고 온도에 민감하게 반응하는 것으로 알려져 있으며 식물의 종류나 부위에 따라 다른 결과를 얻을 수 있어 아마란스를 이용하여 ABTS나 FRAP 등 다양한 방법으로 항산화활성을 평가할 필요가 있다(Jeong *et al*,, 2007 and Ku *et al*., 2009).

Table 5. DPPH radical scavenging rate and total phenolic compounds by regional groups and varieties of *Amranthus* seeds.

Region	Varieties	DPPH (%)	Total phenolic compounds (mg/kg)
Ascorbic acid		96.37±0.13	
Gangneung	Amont	15.13±0.37 a	1439.33±325.46 ab
	Plainsman	14.67±1.95 a	1053.87±51.90 b
	Kerala Red	17.34±0.37 a	1732.72±46.55 a
	RRC 1027	8.38±0.54 b	994.43±108.97 b
	Mean±SE	13.88±1.27 A	1305.09±135.49 A
Daegwallyeong	Amont	12.89±2.09 b	1005.92±43.86 a
	Plainsman	12.61±2.28 b	1667.52±218.18 a
	Kerala Red	20.58±0.15 a	1475.79±118.51 a
	RRC 1027	12.08±0.23 b	1721.23±535.43 a
	Mean±SE	14.72±1.50 A	1467.61±186.29 A

Mean values in the same column with different superscript capital letter are significantly different between growing regions ($p<0.05$). Mean values in the same column with different superscript small letter of one variety are significantly different between varieties ($p<0.05$).

Table 6. Comparison of free amino acids content in seed of *Amaranthus*. (mg $100g^{-1}$, D.W.)

Varieties	Tau	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Ala	Cit	Val	Cys	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	b-Ala	g-ABA	Lys	His	Arg	Pro
Amont	1.33	19.49	1.03	3.43	26.02	2.36	4.14	2.74	4.27	0.65	2.44	2.25	1.76	3.40	1.87	0.37	0.38	3.77	3.20	18.68	2.20
Plainsman	1.29	33.79	2.21	3.96	29.80	3.75	6.27	2.70	4.69	0.62	2.17	2.20	2.00	4.56	2.42	0.31	0.97	3.70	3.49	43.46	2.07
Kerala Red	0.79	34.83	2.20	6.05	40.22	4.44	10.91	1.21	4.61	ND	5.41	2.03	2.03	3.77	2.38	0.35	2.16	6.81	4.43	23.90	1.79
RRC 1027	1.31	16.14	0.89	3.82	25.78	2.66	4.58	2.49	4.21	0.36	2.50	2.37	1.84	2.78	1.61	0.23	0.46	3.41	3.81	11.10	3.35
M	1.18	26.1	1.58	4.32	30.5	3.3	6.48	2.29	4.45	0.54	3.13	2.21	1.91	3.63	2.07	0.32	0.99	4.42	3.73	24.3	2.35
SE	0.13	4.82	0.36	0.59	3.38	0.48	1.55	0.36	0.12	0.08	0.76	0.07	0.06	0.37	0.20	0.03	0.41	0.80	0.26	6.91	0.34

ND : not detected.

총 폴리페놀 함량

각 품종별 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과(Table 5), 994.43~1,732.72 mg/kg 범위를 보였다. 지역별 총 폴리페놀 함량은 평균적으로 대관령이 약간 높았으나 유의차는 없었다. 품종별로는 강릉 재배시 Kerala Red 품종이 유의적으로 높은 함량을 보였으나 대관령에서는 품종간에도 유의차를 보이지 않았다. 총 폴리페놀 함량은 Asao와 Watanabe (2010)의 분석결과인 0.51 mg/g과 비교 시 높은 경향이었다. Amin 등(2006)은 *A. pamiculatus*등 4종을 이용하여 시금치처럼 채소로 이용하였을 때 계통에 따라서 항산화 활성과 페놀함량이 차이가 나는 것을 확인하였다. 또한 Paśko 등(2009)에 의하면 아마란스(*A. cruentus*)를 이용하여 알곡과 새싹의 항산화활성과 페놀함량을 비교하였을 때, 알곡보다 새싹의 항산화활성과 페놀함량이 높게 나타났다. 이는 아마란스를 알곡 뿐만 아니라 새싹 등 다른 방법으로 이용하였을 때도 항산화 활성 등 기능성 작물로 활용할 수 있을 것으로 전망하였다. Karaseva 등(2001)은 아마란스 페놀화합물의 이용성을 증진시키기 위해 순도가 높은 페놀을 다량으로 얻는 방법을 연구하기도 하였다. Repo-Carrasco-Valencia 등(2010)은 안데스 작물을 이용하여 페놀함량을 조사한 결과 이들 작물이 일반적인 곡물인 밀, 라이보다 적은 양을 나타냈으며 오트, 보리, 쌀과 비슷한 경향을 보였다. 그러나 비슷한 아곡류인 퀴노아(Quinoa)와 까니와(Kaniwa)에는 없는 betalains가 소량 검출되었다.

유리아미노산 분석

아마란스는 균형잡힌 아미노산의 구성으로 bioactive properties가 높아 다양하게 이용될 수 있는 새로운 곡물로 인식되고 있다(Asao and Watanabe, 2010). 이에 아마란스의 재배적응성은 물론 국내에서 생산된 아마란스 알곡의 유리아미노산을 분석하였다(Table 6). 유리아미노산의 함량은 glutamic acid가 높았으며 Kerala Red 품종에서 40.22 mg/100 g으로 가장 높았다. Glutamic acid 다음으로 aspartic acid와 arginine 순이었다. 이는 녹두 종실의 유리아미노산의 함량 분석에서도 glutamic acid, aspartic acid, arginine 순으로 많이 함유되어 있었다는 결과와 비슷하였다(Jin *et al*., 2010). Gorinstein 등(2002)은 아마란스와 콩의 아미노산을 분석한 결과 아미노산의 양은 47.6 g과 60.3 g으로 아마란스가 적게 나왔으나 methionine, lysine, arginine의 양이 콩보다 아마란스에서 높았다. Písaříková 등(2005)가 아마란스와 계란간의 아미노산 함량을 비교한 결과를 보면 methionine, isoleucine, leucine 이 상대적으로 적을 양을 나타냈으며 glutamic acid, glycine, arginine, aspartic acid 순으로 함량이 많았다. 그러나 Delgado 등(1999)에 의하면 단백질 함량과 아미노산의 조성은 계통이나 재배조건에 따라 달라 질수 있다고 한다. 따라서 아마란스 또한 계통과 재배지역에 따른 영향을 받았을 것으로 추측되며 이에 관한 상관관계 구명이 필요하다.

적 요

본 연구는 강릉, 대관령에서 재배된 아마란스 품종별로 수량, 생육특성, 항산화활성, 총페놀함량 그리고 유리아미노산의 차이를 조사하고 국내 적응이 가능한지 살펴보고자 실시하였다. 수량은 125~465 kg $10a^{-1}$의 범위였으며 RRC 1027 품종이 가장 많았다. 천립중은 0.42~0.82 g으로 아주 작았고 특히 Kerala Red 품종이 가장 가벼웠다. DPPH를 이용한 항산화 활성 분석에서 지역별로는 강릉과 대관령 사이의 유의차는 없었으나 품종별로는 유색품종인 Kerala Red가 가장 높았다. 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과 994~1,732 mg kg^{-1}의 범위를 보였다. 종실의 유리아미노산 함량 분석 결과 glutamic acid 30.5 mg 100 g^{-1}, aspartic acid 26.1 mg 100^{-1}, arginine 24.3 mg 100 g^{-1} 순이었다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 국내에서 아마란스 재배는 수량 등에서도 안정적이었고 glutamic acid, aspartic acid, arginine 등 곡물에 부족할 수 있는 유리아미노산을 포함하고 있어 새로

운 작물로 개발 가능성이 높을 것으로 기대된다. 그러나 항산화활성능을 측정하기 위하여 DPPH 방법 이외에 다른 방법을 모색할 필요가 있을 것으로 생각된다.

인용문헌

Amin, I., Y. Norazaidah, and K. I. Emmy Hainida. 2006. Antioxidant activity and phenolic content of raw and blanched *Amaranthus* species. *Food Chemistry* 94:47-52.

Asao, M., and K. Watanabe. 2010. Functional and bioactive properties of quinoa and amaranth. *Food Sci Technol Res* 16:163-168.

Barba de la Rosa, A. P., I. S. Fomsgaard, B. Laursen, A. G. Mortensen, L. Olvera-Martínez, C. Silva-Sánches, A. Mendoza-Herrera, J. González-Castañeda, and A. De León-Rodríguez. 2009. Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) as an alternative crop for sustainable food production: Phenolic acids and flavonoids with potential impact on its nutraceutical quality. *J of Cereal Science* 49: 117-121.

Cho, H. Y., D. M. Son, J. M. Kim, B. S. Seo, S. Y. Yang, B. W. Kim, and B. G. Heo. 2008. Effects of LEDs on the germination, growth and physiological activities of amaranth sprouts. *Kor J Hort Sci Technol* 26:106-112.

Choi, C. R., J. J. Chio, S. R. Kim, J. H. Lee, and M. S. Shin. 2000. Comparisons of characteristics of amaranth starches isolated from five cultivars grown in Korea. Korean *J Food Sci Technol* 32:252-257.

Delgado, E., K. Mőller, and E. Pawelzik. 1999. Influence of nitrogen fertilization on protein quality of rye and oat grains. *Agribiol Res* 52:337-345.

Gins, M. S., M. P. Kolesnikov, P. F. Kononkov, and V. K. Gins. 2010. Characteristics of the accumulation of phenolic compounds in amaranth leaves under the effect of growth stimulators. *Russian Agricultural Sciences* 36:349-352.

Gorinstein, S., E. Pawelzik, E. Delgado-Licon, R. Haruenkit, M. Weisz, and S. Trakhtenberg. 2002. Characterisation of pseudocereal and cereal proteins by protein and amino acid analyses. *J Sci Food Agric* 82:886-891.

He, H. P., Y. Cai, M. Sun, and H. Corke. 2002. Extraction and purification of squalene from amaranthus grain. *J Agric Food Chem* 50:368-372.

Jeong, J. A., S. H. Kwon, and C. H. Lee. 2007. Screening for antioxidative activities of extracts from aeral and underground parts of some edible and medicinal ferns. Korea J. Plant Res. 20(2):185-192.

Jin, Y. I., S. Y. Hong, S. J. Kim, H. C. Ok, Y. J. Lee, J. H. Nam, Y. H. Yoon, J. C. Jeong, and S. A. Lee. 2010. Comparison of antioxidant activity and amino acid components of mungbean cultivars grown in highland area in Korea. *Korean J Environ Agric* 29:381-387.

Karaseva, A. N., V. V. Karlin, V. F. Mironov, and A. I. Konovalov. 2001. Phenolic compounds of *Amaranthus cruentus*. *Chemistry of Natural Compounds* 37:88.

Kim, S. R. 2003. Application of pseducereal Amaranth and its valuable components for development of new food products. *Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries*.

Ku, K. M., S. K. Kim, and Y. H. Kang. 2009. Antioxidant activity and functional components of corn silk(*Zea mays* L.). Korea J. Plant Res. 22(4):323-329.

Lee, J. H., H. I. Moon, J. I. Lee, C. W. Kang, and S. T. Lee. 1996. Isolation and identification of squalene and antineoplastic activity of its residue extract in amaranth. *Korean J Crop Sci* 41:450-455.

Lee, J. H., S. R. Kim, J. Y. Song, and M. S. Shin. 1999. Comparison on physicochemical properties of amaranth starch with other waxy cereal starches. Korean *J Food Sci Technol* 31:612-618.

National Research Council. 1984. Amaranth: Modern prospects for an ancient crop. *National Academy Press*, Washington D.C.

Paśko, P., H. Bartoń, P. Zagrodzki, S. Gorinstein, M. Fołta, and Z. Zachwieja. 2009. Antocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chemistry* 115:994-998.

Písaříková, B. K. and I. Herzig. 2005. Amino acid contents and biological value of protein in various amaranth species. Czech *J Anim Sci* 50:169-174.

Repo-Carrasco-Valencia, R., J. K. Hellstrőm, J. Pihlava, and P. H. Mattila. 2010. Flavonoids and other phenolic compounds in andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chemistry* 120: 128-133.

Thanapornpoonpong, S. N., W. Somsak, E. Pawelzik, and S. Vearasilp. 2007. Yield of amaranth (*Amaranthus* spp.) grown in an irrigated area of Northern Tiailand. http://www.tropentag.de/2007/abstracts.

Woo, K. S., J. S. Lee, J. R. Kang, J. Y. Ko, S. B. Song, B. G. Oh, M. C. Seo, K. Y. Kwak, and M. H. Nam. 2011. Effects of cultivated area on antioxidant compounds and antioxidant activities of Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *J Korean Soc Food Sci Nur* 40:1512-1517.