J Korean Soc Food Sci Nutr
45(7), 980~989(2016)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2016.45.7.980

국내 재배 아마란스 어린잎의 영양성분 비교

장혜림[1] · 유 민[2] · 남진식[1,3]
[1]수원여자대학교 식품분석연구센터
[2]계명대학교 생명과학전공
[3]수원여자대학교 식품영양과

Comparison of Nutritional Compositions between Amaranth Baby-Leaves Cultivated in Korea

Hye-Lim Jang[1], Min Yoo[2], and Jin-Sik Nam[1,3]
[1]*Food Analysis Research Center and* [3]*Department of Food and Nutrition, Suwon Women's University*
[2]*Major in Biological Sciences, Keimyung University*

ABSTRACT In the present study, we compared and investigated the nutritional compositions of *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus* baby-leaves cultivated in Korea. Baby-leaves of two amaranthes consisted of more than 92% moisture, and *A. cruentus* contained a higher amount of moisture than *A. hypochondriacus*. Meanwhile, *A. hypochondriacus* contained higher levels of crude ash, crude protein, crude lipid, carbohydrates, and dietary fiber than *A. cruentus*. The major free sugars of the two amaranth baby-leaves were fructose and glucose. Fructose content of *A. hypochondriacus* was higher than that of *A. cruentus*, and glucose content of *A. cruentus* was higher than that of *A. hypochondriacus*. Acetic acid, malic acid, and fumaric acid were detected in two amaranth leaves, but succinic acid was not detected. Two amaranth leaves contained 17 amino acids except for methionine, proline, and tyrosine, and leaves contained the highest glutamic acid contents. In addition, *A. cruentus* and *A. hypochondriacus* leaves contained high contents of taurine and γ-aminobutyric acid and showed various biological activities. The major mineral and fatty acid of the two amaranth leaves were potassium and linolenic acid (C18:3), respectively. The β-carotene contents of *A. cruentus* and *A. hypochondriacus* leaves were 478.72 μg/100 g and 474.12 μg/100 g, respectively. In vitamin B complex, B_2, B_3, and B_5 were detected in the two amaranth leaves whereas vitamins B_1, B_6, and B_{12} were not detected. *A. hypochondriacus* contained higher amounts of vitamin C and E than those of *A. cruentus*. Overall, amaranth leaves contained high amounts of nutritional components. Therefore, amaranth leaves are expected to be useful for the development of a functional food. Moreover, these results will provide fundamental data for advancing sitological value, breeding new cultivars, and promoting leafy vegetable usage.

Key words: amaranth, *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hypochondriacus*, nutritional compositions, functional foods

서 론

아마란스는 쌍떡잎식물 중심자목 비름과에 속하는 한해살이풀로 지구상에 약 60여 종이 존재한다. 타 작물보다 수분 요구량이 적어 건조하고 척박한 토양에서도 재배할 수 있으며 병충해가 적다. 페루 Inca 시대와 멕시코 Aztec 시대의 주요 작물로 이용되었으며(1), 우리나라에서는 1998년부터 시험 재배 등을 통해 국내에 도입하기 위한 연구를 진행하였고, 2000년대 후반부터 본격적인 아마란스의 품종 육성 및 재배기술 개발에 착수하기 시작하였다. 최근에는 아마란스의 우수한 영양성에 관심이 집중됨에 따라 전국 각지에서 재배되고 있는 추세이나 아직 재배가 대중화되어 있지는 않은 실정이다(1-2).

아마란스는 종실과 잎을 모두 사용할 수 있으며, 이 중 종실은 다량의 전분이 함유되어 있다(2). 전분의 입자 크기가 매우 작고 냉·해동에 대한 안정성이 우수하여 후레이크, 시리얼 등 다양한 가공제품으로 이용되고 있으며(3,4), 단백질 함량 또한 13~17%로 높아 우수한 단백질 급원으로 사용된다(5-7). 한편 아마란스의 잎은 중남미를 중심으로 시금치 대용 또는 쌈 채소로 소비되고 있으며, 샐러드의 재료로 이용되거나 샌드위치나 빵과 함께 섭취된다. 그러나 주로 해외에서만 사용될 뿐만 아니라 쓰임새가 다양하지 않아 국내에서는 활용도가 낮은 편이다.

미국작물학회에 등록된 아마란스의 계통분류에 따르면 *Amaranthus cruentus*는 엠마우스에 위치한 로데일 연구소에서 선발한 Montana-3 계통으로 꽃은 연녹색, 종자는 백

Received 29 February 2016; Accepted 23 April 2016
Corresponding author: Jin-Sik Nam, Department of Food and Nutrition, Suwon Women's University, Hwaseong, Gyeonggi 18333, Korea
E-mail: jsnam@swc.ac.kr, Phone: +82-31-290-8216

색을 띠며, 키가 균일하고 수량성이 높다고 알려져 있다. *Amaranthus hypochondriacus*는 네브라스카 농업연구소에서 선발한 계통으로 꽃은 적색, 종자는 황색을 띠는 조숙성의 작물이라 보고되어 있다(8).

현재까지 아마란스에 관한 대부분의 연구는 종실을 중심으로 이루어졌다. 재배지역과 품종에 따른 생육특성, 항산화활성 및 총페놀 함량 변화를 조사하였으며(1), 아마란스로부터 분리한 전분의 특성에 대해 보고하였다(2,4,6,9,10). 아마란스 단백질의 아미노산 함량 및 생물가(11), 아마란스 종실의 콜레스테롤 저하 효과(12,13), 아마란스 종실로부터 분리한 펩타이드의 항균 및 항고혈압 효과(14,15) 등 종실의 영양성과 기능성, 생리활성이 대부분을 차지한다. 그러나 잎에 관한 연구는 잎 추출물의 phytochemical 성분과 항산화, 항균 활성, 총페놀 함량 등 기능성, 생리활성만이 보고되고 있으며(16-18), 일반성분 및 영양성분에 관한 연구는 극히 미미하다.

이에 따라 본 연구에서는 아마란스 잎의 식품학적 가치를 향상하고, 기능성 쌈 채소로의 육성과 활용에 기초자료를 제공하고자 국내에서 재배된 아마란스 *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus* 잎의 영양성분을 비교 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 시약

본 연구에서 사용된 아마란스 잎은 2015년 농촌진흥청 국립식량과학원 고령지농업연구센터(강원도 평창 소재)에서 분양받은 두 종류의 아마란스 종자(*A. cruentus*, *A. hypochondriacus*)를 경기도 김포시에 위치한 농장에서 파종하여 재배하였으며, 약 50 cm 정도 자란 어린잎을 채취하여 일정한 크기로 잘라 -70°C에 보관하면서 실험에 사용하였다. 실험에 사용된 유리당 standard(fructose, glucose, sucrose, maltose, lactose), 유기산 standard(malic acid, acetic acid, succinic acid, fumaric acid), 구성아미노산 standard solution, taurine, GABA(γ-amino butyric acid), 표준지방산 methyl ester, β-carotene, vitamin B_1, B_2, B_3, B_5, B_6, B_{12}, ascorbic acid 및 α, β, γ, δ-tocopherol은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)로부터 구입하였으며, 무기질 정량을 위한 standard는 AccuStandard(New Haven, CT, USA)로부터 구입하였다. 그 외 시약과 용매는 분석용 특급시약(Samchun Co., Pyeongtaek, Korea)을 사용하였다.

일반성분 분석 및 식이섬유 함량 측정

일반성분 및 식이섬유 함량은 AOAC법(19)에 따라 측정하였다. 일반성분 중 수분 함량은 105°C dry oven(OF-22, Jeio Tech, Daejeon, Korea)을 이용한 상압가열건조법, 조회분은 550°C 회화로(JSMF-140T, JSR Inc. Laboratory, Ringwood North, Australia)를 이용한 직접회화법으로 측정하였으며, 조단백은 Kjeldahl 분해법에 따라 단백질추출장치(2300 Kjeltec Analyzer Unit, Foss Tecator AB, Hoganas, Sweden)를 이용하여 측정하였다. 조지방은 조지방추출장치(Soxtec 1043, Foss Tecator AB)를 사용하여 Soxhlet 추출법으로 측정하였으며, 조섬유는 조섬유자동추출기(Fiwe 6, Velp Scientifica, Usmate, Italy)를 사용하여 산·염기 분해법으로 측정하였다. 탄수화물은 시료 전체를 100%로 하고 수분, 조회분, 조단백, 조지방 함량(%)을 감한 값으로 나타내었다. 식이섬유 함량은 dietary fiber extraction equipment(Fibertec™ System, 1023 Filtration Module, Foss Tecator Co., Hillerod, Danmark)를 이용한 효소중량법(enzymatic-gravimetric method)으로 측정하였으며, 불용성 식이섬유(insoluble dietary fiber, IDF)와 수용성 식이섬유(soluble dietary fiber, SDF)의 함량을 합산하여 나타내었다.

유리당 함량 측정

유리당 함량 측정용 시료는 시료 5 g을 5배(v/w)의 증류수와 함께 마쇄한 후 8,000 rpm에서 20분 동안 원심분리(Supra-21K, Hanil, Incheon, Korea) 하여 상등액을 25 mL로 정용하였다. 일정량을 0.45 μm membrane filter (Millipore, Bedford, MA, USA)로 여과하여 분석시료로 사용하였으며, carbohydrate analysis column(4.6×250 mm, Waters Co., Milford, MA, USA)이 연결된 HPLC system (Agilent 1100 series, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)으로 분석하였다. 이동상은 80% acetonitrile, 유속은 분당 1.0 mL였으며 10 μL의 시료를 주입하여 RI detector(Agilent 1100 series, Agilent Technologies)로 검출하였다.

유기산 함량 측정

유기산 함량 측정용 시료는 시료 5 g을 10배(v/w)의 증류수와 함께 마쇄한 후 8,000 rpm에서 20분 동안 원심분리(Hanil) 하여 상등액을 50 mL로 정용하였다. 일정량을 0.45 μm membrane filter(Millipore)로 여과하여 분석시료로 사용하였으며, Shodex Rs Pak KC-811 column(8.0×300 mm, Shodex, Tokyo, Japan)이 연결된 HPLC system (Agilent 1200 series, Agilent Technologies)으로 분석하였다. 이동상은 0.1% H_3PO_4, 유속은 분당 1.0 mL였으며, 20 μL의 시료를 주입하여 210 nm에서 UV detector(Agilent 1200 series, Agilent Technologies)로 검출하였다.

아미노산 함량 측정

구성아미노산은 가수분해하여 얻은 시료를 사용하여 분석하였다. 즉 시료 0.08 g에 6 N HCl 10 mL를 넣고 vortex로 잘 혼합하였다. N_2 gas로 탈기과정을 거쳤으며, 110°C dry oven에서 22시간 동안 가수분해하여 가수분해산물을 얻었다. 가수분해산물은 여과 및 세척 과정을 거쳐 감압농축

기(R-210, Buchi, Flawil, Switzerland)로 농축하였으며, 이를 dilution buffer 10 mL를 포함한 증류수 50 mL를 넣어 용해시켰고, 0.45 μm membrane filter(Millipore)로 여과하였다. 아미노산의 정량은 표준물질인 hydrolysate A.A 18종이 녹아있는 STD solution 0.5 g을 0.2 N Na-citrate loading buffer(pH 2.2)에 용해하여 기기에 주입하였으며, peak 면적으로 계산하였다. 분석기기는 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Pharmacia Biotech, Stockholm, Sweden)를 사용하였으며, column은 cation exchange resin(11±2 μm)을 사용하였다. 유속과 buffer는 각각 ninhydrin 25.0 mL/h와 pH 3.20~6.45로 하였으며, 20 μL의 시료를 주입하여 440 nm와 570 nm에서 검출하였다. Tryptophan은 시료 0.2 g에 4.2 N NaOH 10 mL를 넣고 vortex로 잘 혼합하여 분석하였다. N_2 gas로 탈기과정을 거쳤으며, 110°C dry oven에서 22시간 동안 방치하였다. 이를 6 N HCl 5 mL를 포함한 증류수로 50 mL까지 채워 중화시킨 후 0.45 μm membrane filter(Millipore)로 여과하였다. 표준용액은 tryptophan(Wako, Osaka, Japan)을 물에 녹여 사용하였으며, C_{18} 3.9×150 mm column(Waters Co.)을 이용하여 Agilent 1200 series HPLC(Agilent Technologies)로 분석하였다. 유속과 buffer는 각각 1.0 mL/min과 0.0085 M $NaOA_C$(pH 4.0) : MeOH=95:5로 하였으며, 20 μL의 시료를 주입하여 280 nm에서 검출하였다. Taurine과 GABA는 시료 5 g을 10배(v/w)의 증류수와 함께 마쇄한 후 8,000 rpm에서 20분 동안 원심분리(Hanil) 하여 상등액을 50 mL로 정용하고, 일정량을 0.45 μm membrane filter(Millipore)로 여과하여 분석하였다. 분석기기 및 조건은 구성아미노산과 동일하였다.

무기질 함량 측정

무기질 함량은 Jang 등(20)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 0.5 g에 산 혼합액(HNO_3/H_2O_2, 9:1) 10 mL를 teflon bottle에 담은 후 이를 전처리 시험용액으로 하였으며, microwave digestion system(Ethos TC Digestion Labstation 5000, Milestone Inc., Monroe, CT, USA)을 이용하여 최고 1,800 W로 총 30분간 산분해를 시행하였다. 전처리 과정을 거친 시료용액은 여과지(Whatman No. 5A, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)로 여과하여 Se를 제외한 Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na, Zn을 Inductively coupled plasma spectrometer(ICP-OES, Perkin Elmer Co., Shelton, CT, USA)로 분석하였으며, 조건은 refected power 1.4 kW, flow gas argon, plasma flow 10 L/min, auxiliary gas flow rate 0.2 L/min, nebulizer gas flow rate 0.55 L/min으로 하였다. 원소별 측정 파장은 Ca(317.926 nm), Cu(327.393 nm), Fe(238.204 nm), K(766.490 nm), Mg(279.553 nm), Na(589.592 nm), Zn(206.200 nm)이었다. Se는 Inductively coupled plasma-mass spectrometer (ICP-Mass, Perkin Elmer Co.)로 분석하였으며, refected power 1.4 kW, lens voltage 9.6 V, plasma flow 18 L/min, auxiliary gas flow rate 1.5 L/min, nebulizer gas flow rate 0.92 L/min, dwelling time 100 m/s의 조건으로 측정값(mass) 78을 질량 값으로 분석하였다.

지방산 함량 및 조성 분석

지방산 함량 및 조성은 AOAC법(19)에 따라 시료 10 g을 취하여 에테르로 추출하여 얻은 추출지방 약 25 mg에 0.5 N NaOH-methanol 2 mL를 가하여 알칼리염을 만든 후 14% BF_3-methanol 용액 2 mL를 첨가하고 가열하여 지방산 에스테르를 얻었다. 얻어진 지방산 에스테르를 이소옥탄에 녹여 Na_2SO_4로 탈수시켰으며 이를 지방산 분석시료로 사용하였다. 지방산 조성은 gas chromatography(GC, Agilent 6890N/5975 MSD series, Avondale, PA, USA)를 사용하여 분석하였으며, column은 SPTM 2560 column(100×0.25 mm, Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)을 사용하였다. 시료 주입구 온도는 250°C, 검출기(FID, flame ionization detector) 온도는 285°C, 이동상 기체 He의 유속은 0.75 mL/min이었으며, column 온도는 170°C에서 15분간 유지하고 180°C까지 1°C/min의 속도로 상승시켜 15분간 유지, 245°C까지 3°C/min의 속도로 상승시켜 13분간 유지하였다. 한편 검출기에서 분석된 데이터는 각 지방산의 메틸에스테르에 관한 결과이므로 해당 지방산으로 전환하기 위해 FID 전환계수(FID conversion factor, Ri)를 이용하여 다음과 같은 식에 의해 산출하였다.

$$FAi\ (\%)=[(Pi\times fi)/Ri]\times[100/\sum(Pj\times fj/Rj)]$$

Pi, Pj: 지방산 피크면적
Ri, Rj: 각 지방산 표준물질에서 구한 FID 전환계수
fi, fj: 각 지방산 메틸에스테르로부터 지방산으로의 전환계수

베타카로틴 함량 측정

베타카로틴 함량은 AOAC법(19)에 따라 알칼리 비누화법으로 측정하였다. 약 1 g의 시료를 취하여 에탄올 30 mL와 10% pyrogallol·ethanol 용액 1 mL를 가하여 잘 혼합하였다. 여기에 KOH 용액 3 mL를 넣고 환류 냉각기를 장치한 후 끓는 물에서 30분간 가열·검화시켰다. 실온으로 급랭시킨 다음 증류수 30 mL를 가해 석유에테르 층을 분액하고 증류수로 페놀프탈레인 지시약이 정색되지 않을 때까지 세척하였다. 석유에테르 층에 Na_2SO_4를 가해 탈수시킨 다음 감압농축기(Buchi)로 증류하였다. 이때 얻어진 잔류물에 n-hexane 용액 20 mL를 가해 용해시켰으며, 이를 시험용액으로 하였다. Nova-Pak silica column(3.9×150 mm, Waters Co.)이 연결된 Agilent 1100 series HPLC(Agilent Technologies)를 사용하였으며, 이동상은 n-hexane과 isopropyl alcohol을 99:1(v/v)로 섞어 사용하였다. 유속은 분당 1.0 mL였으며, 450 nm에서 UV detector(Agilent

Technologies)로 검출하였다. 온도는 30°C, 시료는 20 μL를 주입하였으며, 표준품을 이용하여 작성한 검량선을 통해 베타카로틴 함량을 산출하였다.

비타민 B_1, B_2, B_3, B_5, B_6, B_{12} 함량 측정

약 1 g의 시료를 취하여 75 mM ammonium formate(pH 7.0) 20 mL를 넣고 1시간 동안 추출하였다. 추출액을 3,000 rpm에서 15분간 원심분리(Hanil) 하여 상등액을 0.45 μm membrane filter(Millipore)로 여과하였으며, 여과액을 HPLC-MS/MS(Agilent 1200 series, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다. Column은 Luna C_{18} column(3.0×150 mm, Phenomenex, Torrance, CA, USA)을 사용하였으며, 이동상 A는 증류수를 포함한 5 mM ammonium formate, 이동상 B는 methanol을 포함한 5 mM ammonium formate를 사용하였다. 이동상은 기울기용리 시스템(gradient system)에 따라 0분(10% B), 0~8분(45% B), 8~15분(10% B)으로 흘렸으며, 유속 0.3 mL/min, 온도 35°C로 설정하여 298 nm에서 UV detector (Agilent Technologies)로 검출하였다.

비타민 C 함량 측정

시료 약 5 g을 취하여 50 mL mass flask에 넣고 5% metaphosphoric acid 용액 30 mL를 가하였다. 이를 40분간 추출하여 50 mL로 정용하였으며, 0.45 μm membrane filter (Millipore)로 여과하여 여과액을 분석시료로 사용하였다. Shiseido Capcell Pak C_{18} column(4.6×250 mm, Shiseido, Tokyo, Japan)이 연결된 Agilent 1200 series HPLC(Agilent Technologies)로 분석하였으며, 이동상은 0.05 M의 KH_2PO_4와 acetonitrile이 99:1(v/v)로 섞인 용액을 사용하였다. 유속 0.9 mL/min의 조건으로 시료 20 μL를 주입하여 254 nm에서 검출하였다.

비타민 E 함량 측정

비타민 E 함량 측정을 위한 분석시료의 전처리는 베타카로틴 함량 분석을 위한 시료 전처리와 동일하게 하였으며, 분석조건은 다음과 같다. Agilent 1100 series HPLC (Agilent Technologies)를 사용하였으며, column은 Nova-Pak silica column(Waters Co.)을 사용하였다. 이동상은 n-hexane과 isopropyl alcohol을 99:1(v/v)로 섞어 사용하였으며, 유속은 분당 0.5 mL로 하여 450 nm에서 UV detector(Agilent Technologies)로 검출하였다.

통계처리

본 실험의 결과는 3회 이상의 반복으로 수행된 평균과 표준편차로 나타내었으며, 각 실험 결과에 대한 통계분석은 SPSS(Ver. 10.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 사용하였다. 두 종류 아마란스 영양성분의 유의적인 차이는 $P<0.05$, $P<0.01$, $P<0.001$ 수준에서 t-test로 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

국내에서 재배된 아마란스(*A. cruentus*, *A. hypochondriacus*) 두 종류의 일반성분은 Table 1과 같다. 아마란스 두 종류 모두 수분이 92% 이상으로 일반성분 중 대부분을 차지하였으며, *A. hypochondriacus*보다 *A. cruentus*의 수분이 더 많은 것으로 확인되었다. 반면 *A. hypochondriacus*의 조회분, 조단백, 조지방 및 탄수화물 함량이 각각 1.84%, 2.26%, 0.31%, 2.75%로 *A. cruentus*보다 높았으며, 특히 조회분과 조지방 함량에서 유의적인 차이를 보였다. *A. cruentus*의 조섬유 함량은 1.53%로 *A. hypochondriacus*보다 더 높았으나 유의적인 차이는 없었으며, *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus*의 식이섬유 함량은 각각 2.63%, 3.05%로 *A. hypochondriacus*에서 더 높았다. 조섬유는 산과 알칼리를 이용하여 일정 시간 동안 분해과정을 거쳐 측정되기 때문에 다량의 비소화성 다당류가 손실된다(21). 이에 따라 cellulose는 50~90%, hemicellulose는 20%, lignin은 10~40%만이 조섬유로 측정된다고 보고되어 있다(22). 이상의 결과 조섬유와 식이섬유 함량의 차이와 조섬유 함량보다 식이섬유 함량이 더 높게 측정된 것은 조섬유 함량 측정 시 손실된 비소화성 다당류 때문으로 판단된다. de Ruiz와 Bressani(7)에 따르면 *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus* 종실의 수분 함량은 10~12%로 측정되었다고 보고하여 종실과 잎의 수분 함량에 큰 차이를 보였으며, 종실의 조섬유는 약 2%로 잎과 비슷하였으나 단백질은 14~15%로 본 실험에서 측정된 잎의 단백질 함량보다 5~7배 높은 것으로 확인되었다. 따라서 종실과 잎의 일반성분은 각 성분에 따라 차이가 큰 것으로 생각된다.

유리당 함량

아마란스 두 종류의 유리당 함량은 Table 2와 같다. 아마란스 두 종류 중 *A. hypochondriacus*의 fructose 함량은 92.69 mg/100 g으로 *A. cruentus*보다 높았으나, glucose

Table 1. Proximate composition and dietary fiber of *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus*

Components (% fresh weight)	*Amaranthus cruentus*	*Amaranthus hypochondriacus*	t-value
Moisture	93.56±0.32[1)]	92.85±0.03	0.786
Crude ash	1.74±0.02	1.84±0.01	-6.091**
Crude protein	1.98±0.02	2.26±0.24	-1.992
Crude lipid	0.13±0.01	0.31±0.00	-31.177***
Crude fiber	1.53±0.42	1.31±0.27	0.752
Carbohydrate	2.59±0.31	2.75±0.20	-0.712
Dietary fiber	2.63±0.22	3.05±0.50	-1.312

[1)]Mean±SD (n=3).
**$P<0.01$, ***$P<0.001$: Significantly different between *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus* by t-test.

Table 2. Free sugar contents of *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus*

Free sugars (mg/100 g fresh weight)	*Amaranthus cruentus*	*Amaranthus hypochondriacus*	t-value
Fructose	74.53±15.11[1)]	92.69±9.69	-1.752
Glucose	90.81±25.73	79.02±4.05	0.784
Sucrose	ND[2)]	ND	–
Maltose	ND	ND	–
Lactose	ND	ND	–

[1)]Mean±SD (n=3). [2)]ND: not detected.

함량은 79.02 mg/100 g으로 *A. cruentus*보다 낮았다. 그러나 각 아마란스의 유리당 함량에는 유의적인 차이가 없었다. 또한, 아마란스 잎에는 대부분 fructose와 glucose가 검출되었으나 sucrose, maltose 및 lactose는 검출되지 않았다. Wills 등(23)은 다양한 Chinese vegetable의 유리당 함량을 측정한 결과 fructose와 glucose가 주요 유리당이라고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였으며, Cho 등(24)도 돌산갓의 주요 유리당이 glucose라고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. 그러나 다양한 쌈잎채소의 유리당 함량을 측정한 Park 등(25)은 glucose, fructose, sucrose 및 maltose가 고루 함유되어 있었다고 보고하여 본 연구 결과와 차이를 보였다. Anderson(26)에 의하면 유리당 함량은 재배실의 온도 및 햇빛의 강도 등 재배환경에 따라 수용성 탄수화물의 함량이 달라진다고 한다. 따라서 유리당 함량과 조성은 재배환경뿐만 아니라 각 식물체의 종류에 따라 차이를 보이는 것으로 생각된다.

유기산 함량

아마란스 두 종류의 유기산 함량은 Table 3에 나타내었다. *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus* 모두 succinic acid가 검출되지 않았으며, acetic acid, malic acid 및 fumaric acid만이 검출되었다. Acetic acid 함량은 *A. cruentus*, *A. hypochondriacus* 각각 23.23 mg/100 g, 24.53 mg/100 g으로 유의적인 차이를 보이지 않았으나 malic acid와 fumaric acid는 100 g당 각각 298.67 mg과 255.94 mg, 2.58 mg과 4.25 mg으로 유의적인 차이를 보였다. Malic acid는 *A. cruentus*에서 약 1.2배 더 높았으며, fumaric acid는 *A. hypochondriacus*에서 약 1.6배 정도 더 높았다. Park 등(27)은 돌산 갓의 비휘발성 유기산 함량과 조성을 측정한 결과 가장 많이 함유된 유기산이 malic acid였다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였으며, Kim 등(28)은 다양한 햇순나물의 유기산 함량을 측정한 결과 oxalic acid, tartaric acid 및 succinic acid가 햇순나물의 주된 유기산으로 검출되었다고 보고하여 본 연구 결과와 차이를 보였다. 또한, 갯기름나물의 유기산은 oxalic acid, malic acid, acetic acid, citric acid, succinic acid의 총 5가지가 검출되었으며(29), 세발나물의 유기산 또한 oxalic acid, malic acid, acetic acid, citric acid, lactic acid의 총 5가지로 검출되어(30) 아마란스보다 다른 녹황색 채소에서 더욱 다양한 유기산을 함유하고 있는 것으로 확인되었다. 구연산(citric acid), 주석산(tartaric acid) 및 사과산(malic acid)과 같은 유기산에서 해리된 음이온은 상쾌한 맛과 감칠맛의 신맛을 나타내며(31), 유기산의 종류와 조성에 따라 신맛의 강도가 달라진다(32). 일반적으로 citric, tartaric, malic, lactic, acetic acid 순으로 신맛이 증가하여 citric acid가 가장 낮은 산미를, acetic acid가 가장 높은 산미를 나타낸다고 보고되어 있다(33). 이에 따라 유기산은 식물체의 종류에 따라 함량과 조성이 다를 것으로 생각되며, malic acid의 함량에 따른 두 종류의 아마란스 어린잎의 신맛 또한 차이가 있을 것으로 판단된다.

Table 3. Organic acid contents of *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus*

Organic acids (mg/100 g fresh weight)	*Amaranthus cruentus*	*Amaranthus hypochondriacus*	t-value
Acetic acid	23.23±2.84[1)]	24.53±3.80	-0.472
Malic acid	298.67±13.68	255.94±6.64	4.867**
Succinic acid	ND[2)]	ND	–
Fumaric acid	2.58±0.18	4.25±0.66	-4.251*

[1)]Mean±SD (n=3). [2)]ND: not detected.
*P<0.05, **P<0.01: Significantly different between *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus* by t-test.

아미노산 함량

아마란스 두 종류의 아미노산 함량은 Table 4와 같다. Methionine과 proline, tyrosine을 제외한 총 17가지 아미노산이 검출되었으며, *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus* 모두 필수 아미노산 함량보다 비필수 아미노산의 함량이 더 높았다. 아마란스 잎의 모든 아미노산 함량에는 유의적인 차이가 없었으나 *A. cruentus*의 필수 아미노산, 비필수 아미노산, 총아미노산의 함량이 *A. hypochondriacus*보다 높았으며, 총아미노산에 대한 필수 아미노산의 비율은 *A. hypochondriacus*가 39.28%로 *A. cruentus*보다 높았다. 두 종류의 아마란스 잎에서 가장 많은 함량을 차지한 아미노산은 glutamic acid로 확인되었으며, *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus*의 glutamic acid는 각각 338.03 mg/100 g, 257.65 mg/100 g으로 측정되었다. Ockerman과 Crespo 등(34)에 따르면 아미노산은 향미성분으로 조리 시 방출되어 향미를 증진시키기도 하고, 그 자체가 식품에 특징적인 맛을 부여하기도 한다고 한다. Glycine, alanine, threonine 및 serine은 단맛을, leucine, isoleucine, methionine, phenylalanine, lysine, valine 및 arginine은 쓴맛을 나타낸다고 하였으며, aspartic acid와 glutamic acid는 감칠맛을 나타낸다고 하였다(35). 이에 따라 아마란스 두 종류 모두 glutamic acid가 가장 많이 함유되어 있는 것으로 보아 아마란스 잎은 감칠맛의 정미성이 있을 것으로 생각된다. 또한, 아마란스 잎에는 필수 아미노산 및 비필수 아미노산을

Table 4. Amino acid contents of *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus*

Amino acids (mg/100 g fresh weight)		*Amaranthus cruentus*	*Amaranthus hypochondriacus*	t-value
Essential amino acid	Threonine	121.16±33.10[1)]	92.98±30.22	1.089
	Valine	149.40±28.82	130.12±27.86	0.833
	Methionine	ND[2)]	ND	–
	Isoleucine	116.63±22.63	112.89±44.75	0.129
	Leucine	170.80±16.16	146.23±24.89	1.434
	Phenylalanine	116.70±39.89	109.75±45.70	0.198
	Lysine	168.27±18.73	120.12±28.95	2.419
	Tryptophan	22.69±4.85	20.34±1.25	0.815
Total essential amino acid		865.65±46.62	732.44±112.66	1.892
Nonessential amino acid	Aspartic acid	259.05±35.71	222.06±6.59	1.765
	Serine	124.26±29.40	108.89±24.16	0.699
	Glutamic acid	338.03±81.43	257.65±38.49	1.546
	Proline	ND	ND	–
	Glycine	168.89±28.79	102.77±35.90	2.489
	Alanine	108.27±47.14	98.25±12.05	0.357
	Cystine	28.53±18.11	43.17±8.45	-1.269
	Tyrosine	ND	ND	–
	Histidine	68.65±16.96	80.24±20.90	-0.746
	Arginine	129.16±47.19	96.23±25.56	1.063
Total non essential amino acid		1,224.84±182.57	1,009.25±42.07	1.993
Extra amino acid	Taurine	88.41±53.13	79.54±16.84	0.276
	GABA	28.27±13.28	43.57±1.33	-1.985
Total extra amino acid		116.68±56.56	123.11±18.17	-0.187
Total amino acid		2,207.17±231.98	1,864.80±86.87	2.394
Total EAA[3)]/ Total AA[4)] (%)		39.22	39.28	–

[1)]Mean±SD (n=3). [2)]ND: not detected.
[3)]Total EAA: total essential amino acid. [4)]Total AA: total amino acid.

제외한 기타 아미노산 중 taurine과 GABA가 다량 함유되어 있었다. *A. cruentus*의 taurine과 GABA의 함량은 각각 88.41 mg/100 g, 28.27 mg/100 g으로 측정되었으며, *A. hypochondriacus*의 taurine과 GABA의 함량은 각각 79.54 mg/100 g, 43.57 mg/100 g으로 측정되었다. 즉 taurine은 *A. cruentus*에서, GABA는 *A. hypochondriacus*에서 더 높게 측정되었다. Taurine은 혈중 콜레스테롤 및 중성지방 농도를 낮추고 뇌와 성장 발달, 망막 기능, 심장보호, 간 기능 보호 등의 매우 다양한 기능을 가진 물질이며(36,37), GABA는 혈압저하 및 이뇨작용 외에 뇌의 산소공급량을 증가시킴으로써 뇌세포의 대사기능을 촉진하는 물질이다. 또한, 인간의 뇌하수체 전엽에서 나오는 인체 성장호르몬을 증가시킨다(38,39). Park 등(40)은 한국인이 상용하는 식물성 식품의 taurine 함량을 조사한 결과 곡류뿐만 아니라 감자 및 전분류, 두류, 견과류를 비롯한 채소류에서 대부분 taurine이 검출되지 않거나 매우 낮은 농도로 존재한다고 보고하였다. 따라서 아마란스 잎의 경우 taurine은 물론 GABA의 생리활성 작용을 이용할 수 있는 기능성 쌈 채소로의 역할이 기대된다.

무기질 함량

아마란스의 무기질 함량은 Table 5에 나타내었다. *A.*

Table 5. Mineral contents of *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus*

Minerals (mg/100 g fresh weight)	*Amaranthus cruentus*	*Amaranthus hypochondriacus*	t-value
Ca	77.29±9.68[1)]	98.74±1.12	-3.814*
Cu	ND[2)]	ND	–
Fe	1.54±0.04	1.88±0.09	-5.926**
K	603.77±7.81	655.23±1.69	-11.160***
Mg	62.43±1.57	90.46±5.15	-9.015**
Na	14.78±0.33	15.58±0.93	-1.421
Zn	0.29±0.02	0.36±0.01	-4.811**
Se	Trace	Trace	–

[1)]Mean±SD (n=3). [2)]ND: not detected.
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001: Significantly different between *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus* by t-test.

*cruentus*와 *A. hypochondriacus*는 Ca, Fe, K, Mg, Na 및 Zn이 주로 함유되어 있었으며, Cu는 검출되지 않았고 Se은 미량으로 확인되었다. *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus*의 K 함량은 각각 603.77 mg/100 g, 655.23 mg/100 g으로 무기질 중 대부분을 차지하였으며, 검출되지 않은 무기질 및 미량으로 검출된 무기질을 제외한 모든 무기질은 *A. cruentus*보다 *A. hypochondriacus*에서 유의적으로 높았으나 Na은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 채소 *Amaranthus tricolor*의 무기질 함량을 측정한 결과 30종류 모두 K이 대부분을 차지한다는 Shukla 등(41)의 연구 결과와 일치하였으며, 비름과에 속하는 긴털비름(*Amaranthus hybridus*) 잎의 무기질 함량을 측정한 결과 Mg 함량이 대부분을 차지한다는 Akubugwo 등(42)의 연구와는 차이를 보였다. 또한, 아마란스의 잎 100 g에는 약 77~99 mg의 Ca이 함유되어 있었는데, 이는 Ca 함량이 100 g 기준 각각 40 mg, 64 mg인 시금치와 브로콜리와 비교했을 때(43) 비교적 높은 수준이었으며 그 차이는 약 13~59 mg인 것으로 조사되었다. 따라서 산·알칼리 균형 및 삼투압 조절에 관여하는 무기질 K과 신체를 구성하는 Ca의 함량이 높은 아마란스 잎은 우수한 무기질 급원이 될 수 있을 것으로 생각된다.

지방산 함량 및 조성

*A. cruentus*와 *A. hypochondriacus*의 지방산 함량과 조성은 Table 6과 같다. 두 아마란스 잎 모두 불포화 지방산이 대부분을 차지하였으며, 특히 불포화 지방산 중에서도 오메가-3 지방산인 linolenic acid 함량이 각각 132.87 mg/100 g, 99.62 mg/100 g으로 높은 비중을 차지하고 있었다. 오메가-3 지방산은 필수 지방산으로 혈중 중성지방과 콜레스테롤 함량을 낮추고 HDL-콜레스테롤 함량을 증가시킨다. 최근에는 오메가-3 지방산이 부족했을 때 초래되는 임상적 변화 및 생화학적 변화를 근거로 오메가-3 지방산의 영양학적 중요성이 더욱 부각되고 있다(44). 이에 따라 오메가-3 지방산인 linolenic acid가 풍부한 아마란스 잎의 영양학적 우수성이 기대된다. 한편 *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus*의 잎에는 palmitic acid 함량이 100 g당 각각 39.86 mg, 38.68 mg으로 함유되어 있었으며, 포화 지방산은 *A. hypochondriacus*의 잎이, 불포화 지방산은 *A. cruentus*의 잎이 더 많은 것으로 확인되었다. 그러나 포화 지방산, 불포화 지방산 모두 두 아마란스 잎에서 유의적인 차이는 보이지 않았으며, 포화 지방산에 대한 불포화 지방산의 비율이 *A. cruentus*의 잎에서 더 높았으나 이 또한 유의적인 차이는 없었다.

비타민 함량

*A. cruentus*와 *A. hypochondriacus* 잎의 β-carotene, 비타민 B군, 비타민 C 및 E 함량을 측정하였으며, 결과는 Table 7과 같다. β-Carotene은 카로티노이드계 색소로써 두 개의 β-ionone 핵을 가지고 있으며, 우리 몸속의 장과 간에서 비타민 A인 레티놀로 전환된다. 비타민 A는 항산화, 항암 및 노화 예방 효과가 있어 기능성 식품으로 잘 알려져 있으며(20), 망막에 필수적인 기능을 하는 등 인체에 유용한 역할을 한다. 그러나 비타민 A의 경우 오직 동물성 식품으로만 섭취할 수 있기 때문에 아마란스 잎의 비타민 A 함량은 β-carotene 함량을 측정하여 추정하였다. *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus* 잎의 β-carotene 함량은 각각 478.72 μg/100 g, 474.12 μg/100 g으로 β-carotene 6 μg이 레티놀 1 μg으로 전환되는 것을 고려했을 때 비타민 A 함량은 각각 79.79 μg, 79.02 μg으로 확인되었다. 즉 *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus* 잎은 비슷한 양의 β-carotene을 함유하고 있었으며, 이에 따른 레티놀의 기능을 유사하게 나타낼 것으로 판단된다. *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus* 잎의 비타민 B군 함량은 B_2, B_3 및 B_5만이 검출되었으며, B_1과 B_6 및 B_{12}은 검출되지 않았다. 두 아마란스 잎의 비타민 B_2 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았으나 비타민 B_3와 B_5는 유의적인 차이를 보였으며, B_3는 *A. cruentus* 잎에서 더 높았고 B_5는 *A. hypochondriacus*의 잎에서 더 높았다. *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus* 잎의 비타민 B는 B_2가 대부분을 차지하였으며, 그 함량은 각각 47.58

Table 6. Fatty acid components of *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus*

Fatty acids (mg/100 g fresh weight)	*Amaranthus cruentus*	*Amaranthus hypochondriacus*	t-value
Palmitic acid (C16:0)	39.86±1.03[1)]	38.68±1.55	1.104
Stearic acid (C18:0)	4.63±0.30	6.52±0.21	-9.057**
Oleic acid (C18:1)	9.78±0.87	9.59±0.66	0.296
Linoleic acid (C18:2, n-6)	37.35±1.00	48.91±0.71	-16.274***
Linolenic acid (C18:3, n-3)	132.87±2.07	99.62±4.18	12.345***
Behenic acid (C22:0)	0.27±0.02	2.10±0.08	-39.514***
Lignoceric acid (C24:0)	0.58±0.06	6.77±0.46	-23.212***
Total SFA[2)]	45.34±1.14	54.06±2.06	-6.414
Total UFA[3)]	180.00±1.80	158.13±3.62	9.370
Total UFA/ Total SFA	3.97±0.12	2.93±0.16	9.353

[1)]Mean±SD (n=3).
[2)]SFA: saturated fatty acid. [3)]UFA: unsaturated fatty acid.
**$P<0.01$, ***$P<0.001$: Significantly different between *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus* by t-test.

Table 7. Vitamin contents of *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus*

Vitamins	*Amaranthus cruentus*	*Amaranthus hypochondriacus*	t-value
β-Carotene (μg/100 g FW[1)])	478.72±41.11[2)]	474.12±51.50	0.121
B_1 (thiamin) (μg/100 g FW)	ND[3)]	ND	–
B_2 (riboflavin) (μg/100 g FW)	47.58±5.65	48.46±1.14	-0.264
B_3 (niacin) (μg/100 g FW)	7.90±0.71	4.63±0.98	4.682**
B_5 (pantothenic acid) (μg/100 g FW)	7.05±1.02	8.98±0.28	-3.171*
B_6 (pyridoxine) (μg/100 g FW)	ND	ND	–
B_{12} (cyanocobalamin) (μg/100 g FW)	ND	ND	–
C (ascorbic acid) (mg/100 g FW)	7.91±0.14	10.49±0.05	-29.406***
E (tocopherol) (mg/100 g FW)	0.92±0.07	1.35±0.09	-5.309**

[1)]FW: fresh weight. [2)]Mean±SD (n=3). [3)]ND: not detected.
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001: Significantly different between *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hypochondriacus* by t-test.

μg/100 g, 48.46 μg/100 g이었다. 비타민 B_2는 각종 대사에 중요한 역할을 하는 조효소의 구성성분으로 소장에서 흡수되는 비타민이다. 결핍 시 구순·구각염, 설염 등의 증상이 나타난다. 식품성분표(43)에 따르면 비름의 비타민 B_2 함량은 생물 기준 100 g당 90 μg으로 보고되어 본 연구 결과와 차이를 보였으며, 탄자니아 지역에서 재배된 *A. cruentus* 잎의 비타민 함량을 측정한 결과 생물 기준 100 g당 1,531 μg의 비타민 B_2를 함유하고 있었다고 보고하여 본 연구 결과와 큰 차이를 보였다(45). 또한, *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus* 종실의 비타민 함량을 측정한 결과(7) *A. cruentus*는 비타민 B_1, B_2, B_3, B_7, B_9이 고루 검출되었으나 *A. hypochondriacus*는 B_1과 B_2만이 검출되어 품종에 따른 차이를 보였으며, 본 연구에서 검출된 잎보다 높은 함량을 차지하고 있었다. *A. hypochondriacus* 잎에는 *A. cruentus* 잎보다 더 많은 양의 비타민 C와 E를 함유하고 있었으며, 각각의 함량은 7.91 mg/100 g과 10.49 mg/100 g, 0.92 mg/100 g과 1.35 mg/100 g으로 측정되었다. 이는 나이지리아에서 판매되고 있는 *A. cruentus* 건조된 잎의 비타민 C 함량(44.5 mg/100 g)보다 약 4배 낮은 것으로 확인되었다(46). 이상의 결과 아마란스 잎의 비타민 함량은 재배지역에 따른 재배환경뿐만 아니라 품종에 따라 다른 것으로 판단되며, 특히 수확시기에 따른 잎의 크기와 분석시료로 사용된 시료의 상태에 따라 큰 차이를 보이는 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 아마란스 잎의 식품학적 가치를 향상시키고, 기능성 쌈 채소로의 육성과 활용에 기초자료를 제공하고자 국내에서 재배된 아마란스 *Amaranthus cruentus*와 *Amaranthus hypochondriacus* 어린잎의 영양성분을 비교·조사하였다. 아마란스 두 종류의 일반성분은 수분이 대부분을 차지하였으며, *A. hypochondriacus*보다 *A. cruentus*의 수분 함량이 더 높았다. 반면 *A. hypochondriacus* 잎의 조회분, 조단백, 조지방, 탄수화물 및 식이섬유 함량이 *A. cruentus* 잎보다 높았다. 아마란스 잎의 주요 유리당은 fructose와 glucose로 확인되었으며, fructose는 *A. hypochondriacus*의 잎에서, glucose는 *A. cruentus*의 잎에서 더 높게 측정되었다. 유기산은 succinic acid를 제외한 acetic, malic, fumaric acid가 검출되었으며, 아미노산은 methionine과 proline, tyrosine을 제외한 총 17가지가 함유되어 있는 것으로 확인되었다. 두 아마란스 잎 모두 필수 아미노산 함량보다 비필수 아미노산 함량이 더 높았으나 비필수 아미노산 중 glutamic acid의 함량이 가장 높게 함유되어 있어 이에 따른 감칠맛의 정미성이 있을 것으로 생각된다. 또한, 기타 아미노산으로 다양한 생리활성을 가진 taurine과 GABA(γ-amino butyric acid)가 다량 함유되어 있어 기능성 쌈 채소로의 역할이 기대된다. 아마란스 두 종류의 무기질은 K이 대부분을 차지하였으며, 모든 무기질은 *A. cruentus*보다 *A. hypochondriacus*에서 높았다. 아마란스 잎의 지방산은 대부분 불포화 지방산이었으며, 그중에서도 오메가-3 지방산인 linolenic acid 함량이 높은 비중을 차지하고 있었다. *A. cruentus*와 *A. hypochondriacus* 잎의 β-carotene 함량은 각각 478.72 μg/100 g, 474.12 μg/100 g으로 측정되었으며, 비타민 B군은 B_2, B_3, B_5만이 검출되었고 B_1, B_6, B_{12}는 검출되지 않았다. 또한 *A. hypochondriacus* 잎에는 *A. cruentus* 잎보다 더 많은 양의 항산화 비타민 C와 E를 함유하고 있었다. 이상의 결과로 아마란스 잎은 품종, 재배 지역 및 환경 등에 따라 각 함량에 차이는 있으나 다양한 영양성분을 함유하고 있는 것으로 조사되었으며, 이에 따라 기능성 쌈 채소로써의 이용성이 높을 것으로 기대된다.

REFERENCES

1. Hong SY, Cho KS, Jin YI, Yeon YH, Kim SJ, Nam JH, Jeong JC, Kwon OK, Sohn HB. 2014. Comparison of growth characteristics, antioxidant activity and total phenolic contents of *Amaranthus* species according to the different cultivation regions and varieties in South Korea. *Korean J Crop Sci* 59: 16-21.
2. Choi CR, Choi HJ, Kim SR, Lee JH, Shin MS. 2000. Comparisons of characteristics of amaranth starches isolated from five cultivars grown in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 32: 252-257.
3. Breene WM. 1991. Food uses of grain amaranth. *Cereal*

Foods World 36: 426-430.
4. Baker LA, Rayas-Duarte P. 1998. Freeze-thaw stability of amaranth starch and the effects of salt and sugars. *Cereal Chem* 75: 301-307.
5. Koeppe SJ, Harris PL, Hanna MA, Rupnow JH, Walker CE, Cuppett SL. 1987. Physical properties and some nutritional characteristics of an extrusion product with defatted amaranth seeds and defatted maize gluten meal (80:20 ratio). *Cereal Chem* 64: 332-336.
6. Gamel TH, Linssen JP, Mesallem AS, Damir AA, Shekib LA. 2005. Effect of seed treatments on the chemical composition and properties of two amaranth species: starch and protein. *J Sci Food Agric* 85: 319-327.
7. de Ruiz ASC, Bressani R. 1990. Effect of germination on the chemical composition and nutritive value of amaranth grain. *Cereal Chem* 67: 519-522.
8. Baltensperger DD, Weber LE, Nelson LA. 1992. Registration of 'Plainsman' grain amaranth. *Crop Sci* 32: 1510-1511.
9. Resio AC, Aguerre RJ, Suárez C. 1999. Analysis of the sorptional characteristics of amaranth starch. *J Food Eng* 42: 51-57.
10. Kong X, Corke H, Bertoft E. 2009. Fine structure characterization of amylopectins from grain amaranth starch. *Carbohydr Res* 344: 1701-1708.
11. Písaříková B, Kráčmar S, Herzig I. 2005. Amino acid contents and biological value of protein in various amaranth species. *Czech J Anim Sci* 50: 169-174.
12. Mendonça S, Saldiva PH, Cruz RJ, Arêas JAG. 2009. Amaranth protein presents cholesterol-lowering effect. *Food Chem* 116: 738-742.
13. Plate AYA, Arêas JAG. 2002. Cholesterol-lowering effect of extruded amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) in hypercholesterolemic rabbits. *Food Chem* 76: 1-6.
14. Lipkin A, Anisimova V, Nikonorova A, Babakov A, Krause E, Bienert M, Grishin E, Egorov T. 2005. An antimicrobial peptide Ar-AMP from amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.) seeds. *Phytochemisty* 66: 2426-2431.
15. Tovar-Pérez EG, Guerrero-Legarreta I, Farrés-González A, Soriano-Santos J. 2009. Angiotensin Ⅰ-converting enzyme-inhibitory peptide fractions from albumin 1 and globulin as obtained of amaranth grain. *Food Chem* 116: 437-444.
16. Amin I, Norazaidah Y, Hainida KIE. 2006. Antioxidant activity and phenolic content of raw and blanched *Amaranthus* species. *Food Chem* 94: 47-52.
17. Paśko P, Bartoń H, Zagrodzki P, Gorinstein S, Fołta M, Zachwieja Z. 2009. Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chem* 115: 994-998.
18. Maiyo ZC, Ngure RM, Matasyoh JC, Chepkorir R. 2010. Phytochemical constituents and antimicrobial activity of leaf extracts of three *Amaranthus* plant species. *Afr J Biotechnol* 9: 3178-3182.
19. AOAC. 2005. *Official methods of analysis*. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
20. Jang HL, Lee JH, Hwang MJ, Choi Y, Kim H, Hwang J, Nam JS. 2015. Comparison of physicochemical properties and antioxidant activities between *Lentinula edodes* and new cultivar *Lentinula edodes* GNA01. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 1484-1491.
21. Park KY, Ha JO, Rhee SH. 1996. A study on the contents of dietary fibers and crude fiber in Kimchi ingredients and Kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 69-75.
22. Schaller D. 1978. Fiber content and structure in foods. *Am J Clin Nutr* 31: S99-S102.
23. Wills RBH, Wong AWK, Scriven FM, Greenfield H. 1984. Nutrient composition of Chinese vegetables. *J Agric Food Chem* 32: 413-416.
24. Cho YS, Park SK, Chun SS, Moon JS, Ha BS. 1993. Proximate, sugar and amino acid compositions of Dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*). *J Korean Soc Food Nutr* 22: 48-52.
25. Park SI, Kim TS, Park CG, Kang MH. 2012. Nutritional and sensory of green leafy vegetables cultivated from medicinal plant seed. *J East Asian Soc Diet Life* 22: 271-277.
26. Anderson JW. 1986. Dietary fiber in nutrition management of diabetes. In *Dietary Fiber: Basic and Clinical Aspects*. Vahouny GV, Kritchevsky D, eds. Plenum Press, New York, NY, USA. p 343-360.
27. Park SK, Cho YS, Park JR, Chun SS, Moon JS. 1993. Nonvolatile organic acids, mineral, fatty acids and fiber compositions in Dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*). *J Korean Soc Food Nutr* 22: 53-57.
28. Kim MH, Jang HL, Yoon KY. 2012. Changes in physicochemical properties of *Haetsun* vegetables by blanching. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 647-654.
29. Son HK, Kang ST, Jung HO, Lee JJ. 2013. Changes in physicochemical properties of *Peucedanum japonicum* Thunb. after blanching. *Korean J Food Preserv* 20: 628-635.
30. Lee JJ, Jung HO. 2012. Changes in physicochemical properties of *Spergularia marina Griseb* by blanching. *Korean J Food Preserv* 19: 866-872.
31. Kim YJ, Lee DH, Kim KI. 2012. The comparative study of components in Luwak coffee and Indonesian coffee. *J Korea Soc Coffee Ind* 1: 24-30.
32. Park SH, Lee JH. 2005. The correlation of physico-chemical characteristics of *Kimchi* with sourness and overall acceptability. *Korean J Food Cook Sci* 21: 103-109.
33. Shallenberger RS. 2012. Taste chemistry. In *Sour and Salty Organic Substances*. Rudolf H, Mori K, eds. Blackie Academy, London, UK. p 289-291.
34. Ockerman HW, Crespo FL. 1982. Physicochemical changes occurring during storage of precured beef blends at different temperatures and two levels of salt. *J Food Sci* 47: 849-851.
35. Komata Y. 1969. The taste and constituents of foods. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 3: 26.
36. Chesney RW. 1985. Taurine: its biological role and clinical implications. *Adv Pediatr* 32: 1-42.
37. Huxtable RJ. 1992. Physiological actions of taurine. *Physiol Rev* 72: 101-163.
38. Chang JS, Lee BS, Kim YG. 1992. Changes in γ-aminobutyric acid (GABA) and the main constituents by a treated conditions and of anaprobically treated green tea leaves. *Korean J Food Sci Technol* 24: 315-319.
39. Lee BH, Choi SH, Shin TJ, Hwang SH, Kang J, Kim HJ, Kim BJ, Nah SY. 2012. Effects of ginsenoside metabolites on $GABA_A$ receptor-mediated ion currents. *J Ginseng Res* 36: 55-60.
40. Park TS, Park JE, Chang JS, Son MW, Sohn KH. 1998. Taurine content in Korean foods of plant origin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 801-807.
41. Shukla S, Bhargava A, Chatterjee A, Srivastava J, Singh N, Singh SP. 2006. Mineral profile and variability in vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor*). *Plant Foods Hum Nutr* 61: 23-28.
42. Akubugwo IE, Obasi NA, Chinyere GC, Ugbogu AE. 2007. Nutritional and chemical value of *Amaranthus hybridus* L. leaves from Afikpo, Nigeria. *Afr J Biotechnol* 6: 2833-2839.
43. National Academy of Agricultural Science. 2011. *Food com-*

position table. 8th revision. Rural Development Administration, Suwon, Korea. p 198.
44. Lee HA, Yoo IJ, Lee BH. 1997. Research and development trends on omega-3 fatty acid fortified foodstuffs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 161-174.
45. Mosha TC, Pace RD, Adeyeye S, Mtebe K, Laswai H. 1995. Proximate composition and mineral content of selected Tanzanian vegetables and the effect of traditional processing on the retention of ascorbic acid, riboflavin and thiamine. *Plant Foods Hum Nutr* 48: 235-245.
46. Oboh G, Raddatz H, Henle T. 2008. Antioxidant properties of polar and non-polar extracts of some tropical green leafy vegetables. *J Sci Food Agric* 88: 2486-2492.