

지역농산물의 회분 및 무기질 함량 비교

지수현 · 강정화 · 조경숙 · 이선경 · 김행란* · 최용민* · †이유석

전라남도농업기술원, *농촌진흥청 국립농업과학원

Comparison of Ash and Mineral Contents in Local Agricultural Products

Soo-Hyun Ji, Jeong-Hwa Kang, Gyeong-Suk Jo, Sun-kyung Lee, Haeng-Ran Kim*,
Young-min Choi* and †You-Seok Lee

Jellanamdo Agricultural Research and Extension Services, Naju 58213, Korea

**Dept. of Agrofood Resoures, NAAS, RDA, Wanju 55365, Korea*

Abstract

The purpose of this study was to investigate ash and mineral contents of agricultural products that are widely and specifically grown in Korea, including 23 fruits, 11 cereals and specialty crops, and 11 leaves and vegetables. Pre-treatment of mineral was performed by microwave method. Mineral contents were analyzed by Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) and Inductively Coupled Plasma Spectrophotometry Mass (ICP-MS). Ash contents ranged from 0.20 to 0.69 g/100 g in fruits, 1.62 to 3.80 g/100 g in cereals, and 0.28 to 2.93 g/100 g in leaves and vegetables. Among the 45 samples, the highest contents of ash were found in quinoa (average 3.80 g/100 g), the highest contents of calcium (Ca) were found in Hansan ramie leaves (average 894.79 mg/100 g), the highest contents of phosphorus (P) were found in yellow amaranth(average 661.88 mg/100 g), the highest contents of potassium (K) were found in quinoa (average 1,455.38 mg/100 g), the highest contents of magnesium (Mg) were found in red amaranth (average 434.02 mg/100 g), the highest contents of molybdenum (Mo) were found in moringa (average 482.50 µg/100 g), and the highest contents of selenium (Se) were found in apple mango(average 23.67 µg/100 g).

Key words: ash, mineral, agricultural products, ICP-OES, ICP-MS

서 론

무기질은 에너지원은 아니지만, 생물체의 구성 성분으로 매우 중요한 영양 성분이다. 식품이나 생물체에 함유되어 있는 원소 가운데 C, H, O, N을 제외한 다른 원소를 통틀어 무기질이라고 하며, 식품을 태운 후 재로 남으므로 회분(ash)이라고도 정의한다. 각종 무기질은 식품이나 생체 내에서 다양한 역할을 하는데, 대표적인 무기질의 기능은 체조직 형성과 pH 조절을 통한 완충작용이다. 무기질 중 몇 가지 종류는 골격과 치아와 같은 단단한 체조직의 구성 성분으로 조직에 견고성을 주며, 일부는 체내 생리작용을 하는 물질들의 구성성분이 되

기도 한다. 요오드를 함유한 갑상선 분비 물질인 티록신, 아연을 함유한 인슐린, 황과 코발트를 각각 함유한 비타민 B₁과 B₁₂, 철을 함유한 헤모글로빈 등이 그 예이다. 무기질의 완충작용은 체내에서 산 또는 알칼리가 가해졌을 때 pH 변화를 막아 중성으로 일정하게 유지하려는 작용을 말한다. 산-알칼리 평형에 관여하는 알칼리 원소는 나트륨, 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등이고, 산을 형성하는 원소는 염소, 인, 황 등이 있다(Cho 등 2008; Choi 등 2016).

이렇게 인간이 살아가는 데 있어 반드시 필요한 성분인 무기질은 그 중요성에도 불구하고 연구가 미비한 실정인데, Hwang 등(1997)은 약초 중의 무기질 함량을, Kim 등(2004)은 현미와

† Corresponding author: You-Seok Lee, Jellanamdo Agricultural Research and Extension Services, Naju 58213, Korea. Tel: +82-61-330-2517, Fax: +82-61-336-4076, E-mail: majorfood@korea.kr

백미의 무기질 함량, Kim 등(2007)은 한국인 상용 과일과 채소의 계절별 무기질 함량 변화, Kim 등(2012)은 유통 음료, 액상차 및 액상커피의 다량 무기질 함량을 연구한 바 있다.

국가표준식품성분표는 식품산업진흥법 제 19조에 의해 농촌진흥청에서 발간되며, 국가 영양정책 입안 및 수행과 국민 식량자원 개발 연구, 식생활 개선 연구와 지도, 단체급식이나 가정의 식단 작성에 이르기까지 기초자료로 매우 널리 활용된다(Rural Development Administration(RDA) 1991). 이 밖에도 임상연구, 역학연구, 식이요법, 식품개발, 영양교육, 환자 교육 등 모든 인체 영양분야에서 필수적인 기초자료로 이용되고 있으며, 현재 총 22개 식품군으로 2,757종의 식품에 대한 영양소 데이터베이스를 제공하고 있다(Choe 등 2001; Rural Development Administration 2011).

최근 국민 소득이 높아지고 웰빙과 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 3대 영양소 외에 비타민, 무기질 등의 미량영양소가 필수성분으로 주목받게 되었고, 이에 따라 미량성분 및 특수성분은 활용도 제고를 위하여 더 세분화 된 영양성분표로 분리하여 발간되고 있다. 그 중 무기질/지방산 성분표(Rural Development Administration 2010)는 무기질 7개 성분(Fe, Mg, Mn, Zn, Co, Cu, Mo)과 지방산 23개 성분을 수록하고 있으며, 10개의 식품군으로 구분하여 총 180종의 식품에 대한 함량을 제공하고 있다. 이는 현재 국가표준식품성분표 제8개정판에 수록된 2,757종 식품에 비하면 미미한 수준이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 많이 재배되거나, 특수하게 재배되는 농식품 자원에 함유되어 있는 회분 및 무기질 11종(Ca, Fe, Mg, P, K, Na, Zn, Cu, Mn, Se, Mo)의 함량을 분석하여 우리나라 농식품 자원의 회분 및 무기질 함량 기초 데이터를 마련하고, 향후 국가표준식품성분표의 발간에 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서 사용된 시료는 9개 도 농업기술원(경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주)에서 외래도입 작목과 지리적 표시제 및 지역특화작목을 수요 조사하고, 생산량, 생산시기, 도별 안배를 고려하여 선정하였다. 키위 등을 포함한 과일류 23종, 삼채 등을 포함한 잎 및 채소류 11종, 곡류 및 특용작물 11종을 국립농업과학원 기능성식품과에서 균질화 과정을 거쳐 동결하여 제공 받았으며, 제공받은 시료는 -20℃ 냉동고에서 보관하면서 분석에 사용하였다.

2. 시약 및 기구

무기질(Ca, Fe, Mg, P, K, Na, Zn, Cu, Mn, Se, Mo) 표준품은

AccuStandard사의 ICP-MS용 standard 100 µg/mL를 각각 구입하고, 5% 질산에 희석하여 사용하였다. 시료의 분해에 사용한 질산 및 과산화수소는 EP-S(Electronic grade, Dong Woo Fine Chem., Seoul, Korea)를 사용하였고, 분해 후 여과를 위하여 사용한 filter paper(NO. 41, Ashless, Diameter 150mm)는 Whatman 제품이었다.

시료의 분해 장치는 Microwave Digestion System(MARS-6, CEM, NC, USA)을 이용하였고, 칼슘, 철, 마그네슘, 인, 칼륨, 나트륨, 아연, 구리, 망간은 ICP-OES(Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer, 730DV, Perkin Elmer, USA)를, 셀레늄 및 몰리브덴은 ICP-MS(Inductively Coupled Plasma Spectrophotometry Mass, 7500 Series, Agilent Technology, USA)를 이용하여 측정하였다.

3. 회분 분석

회분 분석은 식품공전의 회분 시험법에 준하여 행하였다(Korean Food and Drug Administration 2013). 향량이 된 도가니에 시료 3 g을 넣고 약 2시간 예비탄화시킨 후, 600℃ 회화로에서 백색~회백색 회분이 얻어질 때까지 계속하여 가열하였다. 회화가 끝난 후 그대로 식혀 온도가 약 150℃로 되었을 때 데시게이터에 옮겨 식히고 실온으로 되면 곧 칭량하여 회분량을 산출하였다.

4. 무기성분 전 처리 및 분석

무기성분 분석에 사용한 시료는 식품공전 미량성분시험법의 습식분해 마이크로웨이브법에 준하여 전 처리하였다(Korean Food and Drug Administration 2013). 시료 약 1~5 g(일반시료 1 g, 과일 등 수분이 많은 시료 5 g)을 microwave digestion tube에 넣고 질산 8 mL와 과산화수소 2 mL를 가한 후 Microwave Digestion System을 상온에서 90℃까지 온도를 올린 후 10분 분해, 150℃까지 올린 후 10분 분해, 190℃까지 온도를 올린 후 30분 동안 분해하였다. 서서히 온도를 낮춰 50℃가 되면 용액화 된 시료를 50 mL 정용플라스크에 옮겨 증류수로 정용하고, filter paper로 여과하여 11종의 무기질 분석 시료로 사용하였다. 11종의 무기질 중 칼슘, 철, 마그네슘, 인, 칼륨, 나트륨, 아연, 구리, 망간은 ICP-OES를 이용하여 측정하였으며, 이때 측정된 무기질의 파장은 칼슘 317.933 nm, 철 238.204 nm, 마그네슘 285.213 nm, 인 213.617 nm, 칼륨 766.490 nm, 나트륨 589.592 nm, 아연 206.200 nm, 구리 327.393 nm, 망간 257.610 nm이었다. 셀레늄과 몰리브덴은 Microwave Digestion System에서 분해된 시료를 ICP-MS를 이용하여 측정하였고, 그 조건은 Table 1과 같다.

5. 분석법 검증

Table 1. Operating conditions of ICP-MS

Parameter	Value
Selected isotopes(m/z)	Se ⁸² , Mo ⁹⁵
RF power(W)	1500
Plasma gas flow(L/min)	15.0
Auxiliary gas flow(L/min)	1.0
Carrier gas flow(L/min)	0.85
Makeup gas flow(L/min)	0.25
Nebulizer pump(rps)	0.10

본 연구에서 이용된 분석방법을 검증하기 위하여 직선성(linearity), 정확성(accuracy) 그리고 정밀성(precision)을 측정하였다(Codex Alimentarius Commission 1993; Jeon & Lee 2009). 직선성 확인을 위해 칼슘, 인, 칼륨, 나트륨 및 마그네슘은 표준용액을 1, 5, 25, 100 µg/mL의 농도로, 철, 아연, 구리 및 망간은 표준용액을 0.01, 0.05, 0.5, 5, 10 µg/mL 농도가 되도록 5% 질산으로 희석한 후 ICP-OES로 분석하여 검량선을 작성하였다. 셀레늄 및 몰리브덴은 표준용액을 1, 5, 10, 50 ng/mL의 농도로 조제하여 ICP-MS로 분석하여 직선성($R^2 > 0.98$)을 구하였다. 정확성과 정밀성은 시판되고 있는 SRM 1566b(oyster tissue)를 3회 반복 분석한 분석치(analysis value)와 NIST(National Institute of Standards and Technology)에서 제시한 인증값(reference value)을 비교하여 회수율(recovery)과 상대표

준편차(CV)로 나타내었다. 또한 내부품질관리시료(In house control)로 분유를 선정하고, 이를 10회 이상 분석하여 상대표준 편차가 10% 이내에 들어가는 10개의 분석치를 얻고, 이것을 기준으로 하여 통계적 평가에 의해 허용한계 95% 수준(2*SD)에서 경고한계(control line)를, 허용한계 99.7% 수준(3*SD)에서 조절한계(action line)를 설정하여 분석의 품질을 관리하였다(Chun 등 2005).

결과 및 고찰

1. 분석법 검증

칼슘, 인, 칼륨, 나트륨 및 마그네슘 표준용액 1, 5, 25, 100 µg/mL 농도 범위와 철, 아연, 구리 및 망간 표준용액 0.01, 0.05, 0.5, 5, 10 µg/mL 농도 범위에서 검량선을 작성한 결과, 상관계수(R^2)는 모두 0.999 이상으로 우수한 직선성을 나타내었다(Fig. 1). 셀레늄 및 몰리브덴은 표준용액 1, 5, 10, 50 ng/mL 농도 범위에서 각각 0.9998, 1.0000으로 나타나, 이 또한 우수한 직선성을 보여주었다. 측정값의 신뢰도를 판단하는 정확성은 표준참고물질 SRM 1566b를 반복 분석한 결과의 회수율(recovery)을 이용하여 검증하였으며, 그 값은 81.7~ 105.5%로 CODEX guideline에서 정한 허용회수율 80~110% 이내였다(Table 2). 측정값의 오차 정도를 판단하는 정밀도는 반복측정에 따른 변동계수(coefficient of variation, CV)를 이용하여 검증하였으며, 모두 6% 이내로 CODEX guideline에서 정한 허용치를 충족하였다

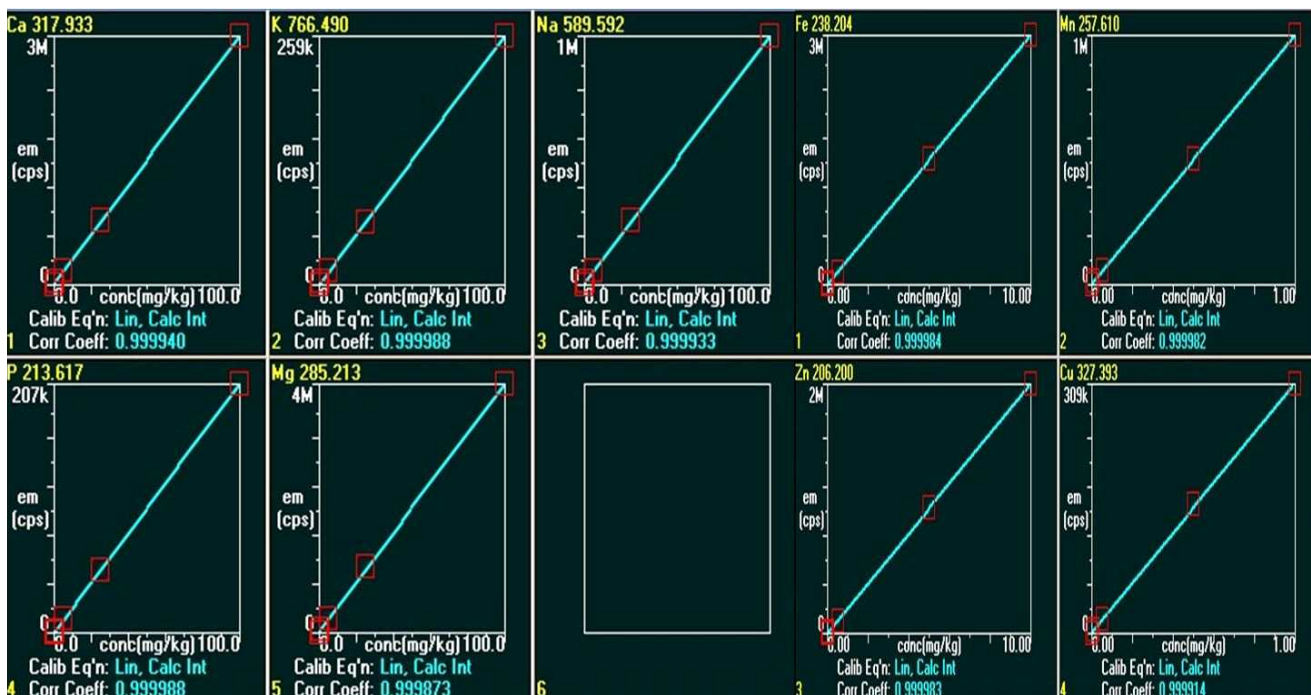


Fig. 1. Standard calibration curve of minerals using ICP-OES.

Table 2. Recovery and CV of standard reference material 1566b

Component	Analysis value	Reference value	Recovery (%)	Coefficient of variation (%)
Ash (g/100 g)	3.80±0.01	3.87±0.09	98.2	0.26
Ca (mg/100 g)	76.84±4.01	83.8± 2.0	91.7	5.22
Fe (mg/100 g)	16.81±0.26	20.58±0.68	81.7	1.55
Na (mg/100 g)	330.1±18.1	329.7± 5.3	100.1	5.50
K (mg/100 g)	655.2±15.5	652.0± 9.0	100.5	2.36
Mg (mg/100 g)	95.02±1.74	108.5± 2.3	87.6	2.88
Mn (mg/100 g)	1.78±0.03	1.85±0.02	96.2	1.69
Zn (mg/100 g)	150.17±2.42	142.4± 4.6	105.5	1.61
Cu (mg/100 g)	5.91±0.07	7.16±0.16	82.5	1.19
Se (µg/100 g)	215.96±9.73	206.0±1.50	104.9	4.51

(Table 2). 시료 분석을 위해 사용한 분석법은 국제적인 가이드 라인을 모두 충족하는 방법이었으며, 전 처리 및 분석 배치마다 내부품질관리시료(In house control)인 분유를 함께 처리하여 분석 결과를 관리하였고, 모든 분석 데이터가 조절한계(action line) 범위 안에 있어 신뢰성 높은 결과가 도출되었다(data not shown).

2. 과일류의 회분 및 무기질 함량

과일류는 품종별 키위 5종, 감 5종, 포도 3종, 아로니아 2종, 생산지별 사과 6종 및 감귤과 망고 각각 1종을 분석하였으며, 그 결과는 Table 3과 4에 나타내었다. 수분함량이 많은 과일의 회분은 0.20~0.69 g/100 g으로 조사되었고, 그 중 키위의 회분 함량이 0.62~0.69 g/100 g으로 다른 과일에 비해 다소 높았다. 칼슘은 아로니아 27.02~36.24 mg/100 g, 키위 17.32~26.35 mg/100 g으로 감, 사과, 포도보다 높았고, 마그네슘 또한 아로니아 16.01~19.88 mg/100 g, 키위 12.68~15.91 mg/100

Table 3. The contents of ash and macrominerals

Sample	Contents						
	Ash (g/100 g)	Ca (mg/100 g)	P (mg/100 g)	Na (mg/100 g)	K (mg/100 g)	Mg (mg/100 g)	
Haegeum	0.69±0.03	26.35±0.58	31.28±1.12	0.08±0.01	347.88±6.35	15.91±0.24	
Halla Gold	0.64±0.03	19.21±0.16	25.76±0.62	0.69±0.07	375.20±8.95	15.11±0.11	
Kiwi	Hongyang	0.63±0.01	25.25±0.41	25.65±0.23	0.57±0.04	301.62±12.14	14.80±0.39
	Zespri	0.62±0.01	17.32±0.23	20.89±0.50	0.81±0.02	324.83±6.51	12.68±0.11
	Hayward	0.63±0.02	20.78±0.84	24.27±1.05	0.44±0.00	346.65±5.34	15.07±0.14
Fuyu	0.26±0.02	5.01±0.49	22.55±0.91	0.06±0.01	211.13±6.54	5.99±0.46	
Dongcheol	0.36±0.03	5.72±0.23	24.38±0.06	0.18±0.10	239.81±4.60	6.82±0.17	
Persimmon	Koshuhyakume	0.40±0.01	6.31±0.35	13.31±0.28	0.00	156.11±6.85	4.71±0.11
	Daebong	0.39±0.01	5.26±0.16	15.00±0.29	0.22±0.02	179.59±6.07	5.62±0.08
	Bansi	0.33±0.01	7.01±0.05	15.12±0.28	0.00	180.11±1.42	5.91±0.03
Chungju	0.21±0.01	2.85±0.08	14.52±0.42	0.44±0.07	104.99±1.44	5.00±0.08	
Muju	0.23±0.01	2.85±0.01	8.58±0.05	0.00	111.16±6.66	2.42±0.04	
Apple Fuji	Yesan	0.27±0.02	3.78±0.26	14.49±0.30	0.71±0.05	150.06±6.30	3.09±0.12
	Miryang	0.28±0.01	2.39±0.07	9.42±0.10	0.82±0.02	147.94±5.34	2.84±0.05
	Yeongju	0.27±0.01	2.76±0.08	13.89±0.13	0.17±0.01	133.36±4.15	2.78±0.05
	Cheongsong	0.32±0.01	2.53±0.10	11.59±0.15	0.06±0.01	144.68±5.40	3.36±0.06

Table 3. Continued

Sample	Contents						
	Ash (g/100 g)	Ca (mg/100 g)	P (mg/100 g)	Na (mg/100 g)	K (mg/100 g)	Mg (mg/100 g)	
Grape	Shine Muscat	0.43±0.01	6.10±0.44	20.08±0.52	0.87±0.08	227.81±4.88	8.23±0.13
	Campbell early	0.20±0.00	6.33±0.32	12.01±0.46	6.28±0.15	114.46±0.78	4.99±0.06
	M.B.A	0.38±0.02	4.43±0.05	15.20±0.36	0.00	209.80±4.71	5.82±0.07
Aronia	Nero	0.43±0.01	27.02±1.00	18.21±0.87	0.78±0.04	217.79±4.05	16.01±0.52
	Viking	0.55±0.01	36.24±0.63	27.86±1.82	0.36±0.01	177.18±6.44	19.88±0.21
Mango	Apple mango	0.21±0.00	8.22±0.07	12.07±0.26	0.04±0.01	148.22±3.47	8.01±0.19
Mandarin	Sangdojosaeng	0.30±0.01	10.66±0.18	12.00±0.19	0.48±0.02	154.21±6.93	9.42±0.10

All values represent mean±S.D.

Table 4. The contents of microminerals in fruits

Sample	Contents						
	Fe (mg/100 g)	Mn (mg/100 g)	Zn (mg/100 g)	Cu (mg/100 g)	Mo (µg/100 g)	Se (µg/100 g)	
Kiwi	Haegeum	0.20±0.00	0.06±0.00	0.09±0.00	0.07±0.00	1.93±0.01	0.40±0.06
	Halla Gold	0.27±0.01	0.08±0.00	0.19±0.02	0.10±0.00	0.16±0.01	1.54±0.26
	Hongyang	0.31±0.01	0.11±0.00	0.08±0.00	0.07±0.00	0.08±0.00	0.21±0.06
	Zespri	0.21±0.00	0.06±0.00	0.10±0.00	0.09±0.00	0.41±0.09	1.64±0.06
	Hayward	0.20±0.00	0.11±0.00	0.10±0.00	0.08±0.00	0.14±0.01	0.86±0.12
Persimmon	Fuyu	0.08±0.01	0.47±0.00	0.78±0.07	0.00	0.29±0.00	0.00
	Dongcheol	0.14±0.01	0.48±0.00	0.05±0.01	0.00	0.34±0.05	0.00
	Koshuyakume	0.14±0.02	1.66±0.03	0.03±0.00	0.02±0.00	0.44±0.03	0.00
	Daebong	0.10±0.00	0.38±0.00	0.03±0.00	0.02±0.00	0.23±0.01	0.00
	Bansi	0.09±0.00	0.19±0.00	0.04±0.00	0.00	1.21±0.02	0.18±0.04
Apple Fuji	Chungju	0.00	0.05±0.00	0.06±0.00	0.00	1.85±0.04	0.00
	Muju	0.08±0.01	0.03±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	0.26±0.03	0.00
	Yesan	0.08±0.00	0.02±0.00	0.03±0.00	0.03±0.00	0.80±0.08	0.00
	Miryang	0.09±0.00	0.04±0.00	0.03±0.00	0.01±0.00	3.17±0.11	0.00
	Yeongju	0.06±0.00	0.02±0.00	0.04±0.00	0.02±0.00	1.33±0.02	0.00
	Cheongsong	0.08±0.00	0.02±0.00	0.08±0.00	0.00	1.39±0.03	0.00
Grape	Shine Muscat	0.00	0.11±0.01	0.25±0.10	0.00±0.00	0.53±0.03	0.00
	Campbell early	0.00	0.03±0.00	0.17±0.01	0.05±0.00	0.14±0.03	0.72±0.10
	M.B.A	0.18±0.01	0.24±0.00	0.13±0.01	0.06±0.00	0.16±0.01	0.00
Aronia	Nero	0.35±0.02	1.44±0.01	0.13±0.01	0.00	1.06±0.04	0.00
	Viking	0.59±0.04	0.46±0.01	0.15±0.01	0.00	4.88±0.09	0.00
Mango	Apple mango	0.00	0.06±0.00	0.09±0.01	0.00	0.22±0.03	23.67±1.24
Mandarin	Sangdojosaeng	0.16±0.00	0.07±0.00	0.09±0.00	0.02±0.00	0.18±0.01	0.00

All values represent mean±S.D.

g으로 다른 과일보다 높은 것으로 조사되었다. 칼륨은 키위에서 301.62~375.20 mg/100 g으로 다른 과일류에 비해 높았고, 감, 포도 및 아로니아가 그 뒤를 이었다. 나트륨은 과일류에서 검출되지 않거나 모두 1 mg/100 g 이하였다. 미량 무기

질인 철도 키위류와 아로니아류가 다른 과일보다 조금 더 높았고, 셀레늄은 감, 사과, 포도 및 아로니아에서는 거의 검출되지 않았으나, 애플망고에서 23.67 µg/100 g으로 높게 나타났다. 키위에서는 0.40~1.64 µg/100 g이 미량 검출되었다.

키위는 회분뿐만 아니라, 칼륨, 칼슘, 인, 마그네슘과 같은 다량 무기질 함량이 다른 과일 보다 높았고, 키위 품종 중에서 해금이 다른 품종보다 조금 더 높은 것으로 조사되었다. 셀레늄은 항산화 기능을 갖는 무기질로 애플망고에서 다량 함유되어 있어 애플망고가 셀레늄의 좋은 급원식품이 될 것으로 사료되었다.

3. 곡류 및 특용작물의 회분 및 무기질 함량

곡류 5종, 특용작물 6종의 회분 및 무기질 함량을 분석하여 Table 5와 Table 6에 분석결과를 나타내었다. 특용작물의 회분함량 범위는 0.72~2.16 g/100 g, 곡류는 1.62~3.80 g/100 g으로 조사되었으며, 퀴노아의 회분 함량이 3.80 g/100 g으로

이번 연구에 사용한 농산물 중 가장 높은 수치를 보였다. 칼슘은 모링가에서 312.67 mg/100 g으로 가장 높은 값을 나타냈고, 다음으로 아마란스 붉은색이 287.42 mg/100 g, 노란색이 252.08 mg/100 g으로 비교적 높은 분석값을 보였다. 곡류는 다른 농산물에 비해 인의 함량이 360.01~661.88 mg/100 g으로 높게 조사되었는데, 그 중 아마란스 노란색과 붉은색이 각각 661.88 mg/100 g, 630.65 mg/100 g으로 가장 높았고, 퀴노아 504.27 mg/100 g, 울무 498.01 mg/100 g 순이었으며, 견과류인 잣도 473.98 mg/100 g으로 인의 함량이 높게 조사되었다. 칼륨은 퀴노아에서 1,455.38 mg/100 g, 마그네슘은 아마란스 붉은색에서 434.02 mg/100 g으로 이번 연구에 사용한 농산물 중 가장 높은 수치를 보였다. 아마란스는 철의 함량도

Table 5. The contents of ash and macrominerals in cereals and specialty crops

Sample	Contents					
	Ash (g/100 g)	Ca (mg/100 g)	P (mg/100 g)	Na (mg/100 g)	K (mg/100 g)	Mg (mg/100 g)
Oats	1.62±0.01	53.51±1.44	360.01±6.23	4.04±0.25	319.67±4.15	147.30±2.77
Quinoa	3.80±0.00	62.16±1.48	504.27±25.68	1.13±0.18	1455.38±26.74	218.65±7.79
Adlay	2.02±0.04	8.00±0.84	498.01±24.59	0.00	400.69±19.57	236.97±3.04
Amaranth, red	2.76±0.10	287.42±5.23	630.65±7.91	0.00	418.13±3.67	434.02±2.54
Amaranth, yellow	2.80±0.04	252.08±4.63	661.88±9.66	0.00	615.28±12.45	388.21±6.14
Pine nut	2.16±0.02	20.56±0.37	473.98±16.05	0.00	457.24±16.10	234.77±9.51
Omija	0.72±0.02	12.32±0.14	62.51±1.32	0.54±0.03	351.78±4.18	44.78±0.75
Gugija(<i>Lycii fructus</i>)	1.03±0.04	4.86±0.38	65.55±2.89	0.97±0.04	600.63±15.19	23.44±1.14
<i>Cornus officianalis</i>	1.33±0.02	56.80±1.62	31.64±0.36	2.04±0.05	618.98±5.20	22.00±0.03
Chinese artichoke	0.94±0.01	13.80±0.17	76.98±0.74	1.13±0.08	477.77±5.29	22.69±0.28
Moringa	1.88±0.10	312.67±4.37	101.01±1.42	5.64±0.20	556.03±8.93	67.21±1.12

All values represent mean±S.D.

Table 6. The contents of microminerals in cereals and specialty crops

Sample	Contents					
	Fe (mg/100 g)	Mn (mg/100 g)	Zn (mg/100 g)	Cu (mg/100 g)	Mo (µg/100 g)	Se (µg/100 g)
Oats	4.29±0.09	4.26±0.06	2.38±0.04	0.35±0.01	50.39±1.81	3.80±0.29
Quinoa	6.48±0.28	6.20±0.24	3.93±0.10	0.71±0.02	7.31±0.37	2.13±0.25
Adlay	5.74±0.14	2.13±0.01	4.62±0.11	0.37±0.01	122.15±1.38	3.69±0.63
Amaranth, red	9.21±0.23	3.17±0.05	2.98±0.09	0.48±0.01	90.80±2.20	4.68±0.41
Amaranth, yellow	9.79±0.07	2.79±0.05	3.21±0.08	0.49±0.01	87.61±1.18	5.03±0.96
Pine nut	6.90±0.06	17.75±0.48	7.46±0.07	1.46±0.03	10.67±0.23	12.08±2.20
Omija	0.43±0.00	0.64±0.01	0.27±0.02	0.12±0.00	6.39±0.15	0.38±0.14
Gugija(<i>Lycii fructus</i>), fruit	0.97±0.04	0.28±0.02	0.33±0.02	0.13±0.01	1.95±0.13	0.40±0.09
<i>Cornus officianalis</i>	0.35±0.00	0.08±0.00	0.19±0.01	0.04±0.00	4.24±0.09	0.00
Chinese artichoke	0.89±0.02	0.70±0.01	0.66±0.01	0.19±0.00	0.91±0.00	1.07±0.04
Moringa	2.46±0.09	0.44±0.01	0.37±0.01	0.09±0.00	482.50±13.13	0.45±0.07

All values represent mean±S.D.

높게 나타났는데, 노란색에서는 9.79 mg/100 g, 붉은색에서는 9.21 mg/100 g이었다. 잦은 미량 무기질인 망간, 아연, 구리, 셀레늄의 함량이 다른 농산물에 비해 월등히 높게 나타났고, 몰리브덴은 모링가에서 482.50 µg/100 g으로 높게 나타났다.

4. 잎 및 채소류의 회분 및 무기질 함량

잎 및 채소류는 총 11종을 분석하였으며, Table 7에 회분 및 다량 무기질 함량을, Table 8에 미량 무기질 함량을 나타내

었다. 회분 함량은 수분 함유량이 많은 차요테와 같은 채소에서 0.28~0.39 g/100 g으로 낮게 조사되었고, 구기자 잎(2.93 g/100 g)이나 한산모시 잎(2.71 g/100 g)과 같은 잎류에서는 높았다. 칼슘 함량 또한 한산모시 잎에서 894.79 mg/100 g으로 가장 높았고, 구기자 잎이 572.47 mg/100 g으로 그 뒤를 이었다. 구기자 잎의 칼슘 함량은 높은 반면에 구기자 순에서는 10.33 mg/100 g으로 낮게 나타났으나, 인은 구기자 순에서 102.34 mg/100 g으로 67.97 mg/100 g인 구기자 잎에 비해 높게

Table 7. The contents of ash and macrominerals in leaves and vegetables

Sample		Contents					
		Ash (g/100 g)	Ca (mg/100 g)	P (mg/100 g)	Na (mg/100 g)	K (mg/100 g)	Mg (mg/100 g)
<i>Allium hookeri</i>	Leaves	1.11±0.03	59.91±0.36	46.56±0.58	5.57±0.16	531.01±9.17	24.18±0.08
Gugija (<i>Lycii fructus</i>),	Leaves	2.93±0.02	572.47±25.68	67.97±3.33	7.89±0.09	689.82±30.98	302.54±10.05
	Shoot	1.70±0.00	10.33±0.66	102.34±4.25	1.95±0.07	550.92±11.37	70.02±2.02
Hansan ramie	Leaves	2.71±0.03	894.79±52.87	48.65±2.53	0.52±0.03	95.95±4.97	108.01±3.53
<i>Aster yomena</i>		1.23±0.02	67.51±0.55	59.85±0.50	0.60±0.03	576.06±10.88	27.53±0.78
Mustard greens		1.48±0.02	196.28±4.65	71.19±0.89	8.36±0.07	514.24±9.73	18.03±0.16
Chayote	White	0.39±0.01	21.49±1.19	22.24±0.35	0.00	175.56±5.57	15.51±0.56
	Green	0.28±0.01	22.59±0.83	17.84±0.67	0.00	135.55±7.76	13.18±0.72
Sweet potato	Shingunmi	1.06±0.01	20.26±0.38	54.24±1.94	2.96±0.10	469.66±13.50	22.36±0.32
	Shinyeulmi	0.65±0.01	15.65±0.48	52.44±1.28	47.47±0.69	236.75±3.00	27.11±0.20
Taro		1.12±0.01	23.73±1.36	52.96±3.70	3.96±0.10	612.30±24.08	26.55±0.78

All values represent mean±S.D.

Table 8. The contents of microminerals in leaves and vegetables

Sample		Contents					
		Fe (mg/100 g)	Mn (mg/100 g)	Zn (mg/100 g)	Cu (mg/100 g)	Mo (µg/100 g)	Se (µg/100 g)
<i>Allium hookeri</i>	Leaves	3.36±0.05	0.24±0.01	0.71±0.06	0.00	36.73±0.55	0.52±0.08
Gugija (<i>Lycii fructus</i>)	Leaves	2.32±0.11	16.74±1.02	0.35±0.01	0.20±0.00	7.65±0.32	1.67±0.48
	Shoot	1.58±0.13	1.09±0.02	0.06±0.01	0.26±0.01	16.37±0.75	1.85±0.13
Hansan ramie	Leaves	2.46±0.10	0.87±0.04	0.47±0.01	0.35±0.01	25.13±1.06	2.65±0.29
<i>Aster yomena</i>		1.26±0.04	0.69±0.01	0.40±0.01	0.15±0.00	1.90±0.06	0.00
Mustard greens		1.87±0.17	0.29±0.04	0.42±0.01	0.05±0.00	29.47±0.16	4.66±0.70
Chayote	White	0.19±0.01	0.10±0.00	0.11±0.01	0.02±0.00	4.72±0.02	0.00
	Green	0.22±0.01	0.07±0.00	0.12±0.01	0.02±0.00	4.22±0.13	0.78±0.10
Sweet potato	Shingunmi	0.40±0.00	0.31±0.03	0.17±0.02	0.09±0.01	6.36±0.08	0.00
	Shinyeulmi	0.45±0.01	0.37±0.00	0.18±0.02	0.12±0.00	1.47±0.00	0.00
Taro		0.75±0.02	1.00±0.02	2.21±0.08	0.12±0.00	10.97±0.60	0.39±0.11

All values represent mean±S.D.

조사되었다. 칼륨은 구기자 잎, 구기자 순, 쑥부쟁이, 삼채 잎, 갓과 같은 잎채소에서 514.24~689.82 mg/100 g으로 높았고, 토란도 칼륨 함량(612.30 mg/100 g)이 높은 식품으로 확인되었다. 미량 무기질인 철은 삼채 잎에서 3.36 mg/100 g으로 가장 높았고, 망간은 구기자 잎에서 16.74 mg/100 g으로 월등히 높았다. 아연은 토란에서 2.21 mg/100 g, 몰리브덴은 삼채 잎에서 36.73 µg/100 g, 셀레늄은 갓에서 4.66 µg/100 g으로 잎 및 채소류에서 가장 높은 수치를 보였다.

요약 및 결론

본 연구는 국내에서 많이 재배되는 농산물과 특수하게 재배되는 농식품 자원(과일류 23종, 곡류 및 특용작물 11종, 잎 및 채소류 11종)을 선정하여 회분 및 무기질(Ca, Fe, Mg, P, K, Na, Zn, Cu, Mn, Se, Mo) 11종을 분석하였으며, 실험에 사용한 분석법을 검증하여 신뢰성 높은 결과를 도출하고자 하였다.

회분은 회화법에 따라 함량을 구하였고, 무기질은 마이크로웨이브로 전처리하여 ICP-OES 및 ICP-MS로 분석하였다. 회분 함량은 과일류에서 0.20~0.69 g/100 g, 곡류 및 특용작물에서 1.62~3.80 g/100 g, 잎 및 채소류에서 0.28~2.93 g/100 g으로 조사되었다. 지역농산물 45종 중 회분은 퀴노아에서 3.80 g/100 g으로 가장 높게 나타났고, 칼슘(Ca)은 한산모시 잎에서 894.79 mg/100 g, 인(P)은 아마란스 노란색에서 661.88 mg /100 g, 칼륨(K)은 퀴노아에서 1,455.38 mg/100 g, 마그네슘(Mg)은 아마란스 붉은색에서 434.02 mg/100 g, 몰리브덴(Mo)은 모링가에서 482.50 µg/100 g으로 가장 높게 나타났다. 애플망고는 셀레늄(Se)이 23.67 µg/100 g으로 높게 나타나 셀레늄의 좋은 급원식품이 될 것으로 사료되었으며, 갓은 망간(Mn), 아연(Zn), 구리(Cu)와 같은 미량 무기질이 풍부한 것으로 조사되었다. 회분 및 무기질의 분석에 직선성, 정확성 및 정밀성이 모두 확인되어 데이터의 신뢰성을 확보하였으며, 이에 따라 본 연구에서 분석된 자료가 국내에서 재배되는 지역 농산물의 회분 및 무기질 기초데이터로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(세부과제명: 지역농산물의 회분, 무기질 DB 구축, 과제번호: PJ01085007)의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

- Cho SH, Cho KR, Kang MS, Song MR, Ju NY. 2008. Food Science Kyomoonsa
- Choe JS, Chun HK, Park HJ. 2001. International composition of food composition table. *Korea J Community Living Sci* 12:119-135
- Choi HM, Kim JH, Lee JH, Kim CI, Song KH. 2016. The 21 Century Nutrition Kyomoonsa
- Chun JY, Martin JA, Chen L, Lee JS, Ye L, Eitenmiller RR. 2005. A differential assay of folic acid and total folate in foods containing enriched cereal-grain products to calculate µg dietary folate equivalents (µg DFE). *J Food Comp Anal* 19:182-187
- Codex Alimentarius Commission. 1993. Codex guidelines for the establishment of a regulatory programme for control of veterinary drug residues in foods. *CAC/GL* 16:1-46
- Hwang JB, Yang MO, Shin HK. 1997. Survey for approximate composition and mineral content of medicinal Herbs. *Korean J Food Sci Technol* 26:671-679
- Jeon GU, Lee JS. 2009. Comparison of extraction procedures for the determination of capsaicinoids in peppers. *Food Sci Biotechnol* 18:1515-1518
- Kim JH, Kim MJ, Oh HK, Chang MJ, Kim SH. 2007. Seasonal variation of mineral nutrients in korean common fruits and vegetables. *J East Asian Soc Dietary Life* 17:860-875
- Kim MS, Yang HR, Jeong YH. 2004. Mineral contents of brown and milled rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:443-446
- Kim SD, Moon HK, Park JS, Yang HR, Yi YJ, Han EJ, Lee YC, Shin GY, Kim JH, Chae YZ. 2012. The content of macrominerals in beverages, liquid teas, and liquid coffees. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1134-1143
- Korean Food and Drug administration (KFDA). 2013. Korean Food Standards Codex. 2nd ed. pp.6-77. Korea
- Rural Development Administration(RDA). 1991. Food Composition Table. 4th ed. pp.1-295. Korea
- Rural Development Administration (RDA). 2010. Table of Food Functional Composition Mineral, Fatty Acid. 1th ed. pp.1-179. Korea
- Rural Development Administration (RDA). 2011. Food Composition Table. 8th ed. pp.1-636. Korea

Received 10 October, 2016

Revised 25 October, 2016

Accepted 14 December, 2016