한작지(Korean J. Crop Sci.), 64(2): 137~143(2019)
DOI : https://doi.org/10.7740/kjcs.2019.64.2.137

ISSN 0252-9777(Print)
ISSN 2287-8432(Online)

Original Research Article

국내 육성 조와 기장 품종의 영양성분 특성

최지명[1] · 곽도연[2] · 최명은[3] · 송석보[3] · 박장환[4] · 고지연[5,†]

Nutritional Compositions of Varieties of Foxtail Millet and Proso Millet Developed in Korea

Ji-Myung Choi[1], Do-Yeon Kwak[2], Myeong-Eun Choe[3], Seuk-Bo Song[3], Chang-hwan Park[4], and Jee-Yeon Ko[5,†]

ABSTRACT Foxtail millet (*Setaria italica* L.) and proso millet (*Panicum miliaceum* L.) were not the major cereal crops in Korea. Although, they are attracting attention due to their nutritional excellence. This study focused on nutritional composition of Korean foxtail millet and proso millet varieties. The protein content of foxtail millet is lower than that of proso millet, and the fat content tends to be higher. Especially, Daname (foxtail millet) and Geumsilchal (proso millet) showed the highest protein content. Also, among these, Chohwangme (foxtail millet) and Manhongchal (proso millet) were the highest fat content, respectively. In the essential amino acids content results, these crops were rich in leucine, phenylalanine and valine. Also, lipids were composed of palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0), oleic acid (C18:1), linoleic acid (C18:2), linolenic acid (C18:3), arachidic acid (C20:0), gadoleic acid (C20:1), and behenic acid (C22:0). Especially, linoleic acid content was the highest.

Keywords : foxtail millet, proso millet, nutritional components, essential amino acids, fatty acid

조(foxtail millet, Setaria italica L. Beauv)와 기장(proso millet, *Panicum miliaceum* L.)은 진주조(pearl millet), 손가락조(finger millet) 등과 함께 화본과에 속하며, 소립종의 곡물을 통틀어 의미하는 밀렛류(millet)에 속한다(Lorenz and Dilsaver, 1980; Saleh *et al*., 2013). 조와 기장은 아시아, 아프리카 및 유럽의 일부 국가에서 재배되고 있으며, 쌀과 밀이 등장하기 훨씬 이전인 신석기 시대부터 인류의 주식으로 이용되어온 작물이다(Ravindran, 1991). 또한 다양한 기후 조건에도 재배가 가능 할뿐만 아니라 다른 작물이 잘 자라지 못하는 고온 및 건조한 조건 등에서도 적응성이 좋은 특성을 가지고 있다(Singh & Adedeji, 2017; Zhu 2014). 전 세계에서 생산되는 밀렛류의 약 90%는 개발도상국에서 소비되고 있으며 영양 공급원으로서 중요한 역할을 하는 작물이다(Devisetti *et al.*, 2014; Shahidi & Chandrasekara, 2013). 반면 우리나라에서 밀렛류는 쌀, 보리, 밀 등에 비해 생산량이 매우 적지만, 최근 건강 및 웰빙에 대한 관심이 높아지면서 혼반용으로 이용이 가능한 조와 기장의 수요가 증가하고 있다.

조는 약 70%가 전분으로 구성되어 있으며 전분의 성질에 따라 메조와 차조로 나뉘는데, 메조는 주로 노란색, 차조는 주로 녹색을 띤다. 기장은 도정하면 조와 모양이 비슷하지만 조보다 알곡이 굵고, 엽초에 흰털이 있다. 기장은 쌀에 비해 소화율이 다소 낮으나 다른 밀렛류에 비해 단백질 및 무기질 등이 풍부한 것으로 알려져 있으며, 지금까지 주로 찰성을 띄는 품종들이 개발되었다(Ha & Lee 2001; Lee *et al.*, 2017; Park *et al.*, 2015). 조와 기장의 영양성분

[1)]부산대학교 식품영양학과 농업연구관 (Senior Researcher, Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan 46241, Korea)
[2)]국립식량과학원 남부작물부 농업연구관 (Senior Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Milyang 50424, Korea)
[3)]국립식량과학원 남부작물부 농업연구사 (Researcher, Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Milyang 50424, Korea)
[4)]국립식량과학원 중부작물부 수확후이용과 농업연구관 (Senior Research Scientist, Department of Central Area Crop Science, NICS, RDA, Suwon 16429, Korea)
[5)]농촌진흥청 연구정책국 연구운영과 농업연구관 (Senior Research Scientist, Research Policy Bureau of Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea)

[†]Corresponding author: Jee-Yeon Ko; (Phone) +82-63-238-0750; (E-mail) kjeeyeon@korea.kr
<Received 11 April, 2019; Revised 11 June, 2019; Accepted 20 June, 2019>

ⓒ 본 학회지의 저작권은 한국작물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에 대한 국내의 연구동향을 살펴보면, 국내산 메조와 차조 전분의 이화학적 특성과 전분 호화액의 유동특성에 대한 연구(Kim *et al.*, 1987; Kim *et al.*, 1989), 단백질 특성에 관한 연구(Ha & Lee, 2001), 지질 및 지방산 조성에 관한 연구(Kim *et al.*, 2010) 등의 다양한 연구결과가 보고된바 있으나 국내육성 품종들에 대한 연구는 별로 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 조와 기장의 영양학적 가치를 평가하고, 신품종 개발에 기초자료를 제공하고자 지금까지 국내에서 육성된 조 및 기장의 주요 품종을 대상으로 영양성분을 검토하였다.

재료 및 방법

시험재료

본 연구에 사용된 조와 기장은 2015년도 국립식량과학원 밀양 시험포장에서 생산된 조 8품종(경관1호, 경관2호, 삼다메, 삼다찰, 조황메, 다황메, 단아메, 황미찰)과 기장 4품종(만홍찰, 이백찰, 황실찰, 금실찰)이었다.

조와 기장 모두 200구 트레이에 파종하여 모의 길이가 약 10 cm 정도로 자랐을 때 2015년 6월 15일에 흑색비닐 멀칭이 된 본 포장에 이식하였다. 조의 경우 60×10 cm 간격으로 주당 2본, 기장은 60×15 cm 간격으로 주당 2본씩 이식하였고, 비료는 N – P_2O_5 - K_2O를 9 - 7 - 8 kg/10a을 전량 기비로 시용하였다. 수확작업은 조의 경우 출수 후 50~60일, 기장은 45~55일에 이루어 졌으며, 수확된 시료는 현곡으로 제현 후 ball mill로 분쇄하여 분석시료로 사용하였다.

일반성분 분석

일반성분은 AOAC의 표준분석법으로 분석을 하였다. 수분 함량은 105°C 상압가열건조법, 조회분 함량은 550°C 직접회화법, 조지방 함량은 soxhlet 추출법으로 분석하였다. 조단백질 함량은 Dumas법으로 Rapid N를 이용하여 분석하였고, 탄수화물 함량은 100에서 수분, 조회분, 조지방, 조단백질 함량을 뺀 값을 적용하였다.

무기질 분석

무기질은 1 g의 시료를 회화시킨 후 0.25 N HNO_3를 가한 후 GF/C 여과지(제품 정보)로 여과시켜 25 mL로 정용하여 inductively coupled plasma spectrometer (ICP, Thermo Jarrel Ash, Franklin, MA, USA)로 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 칼륨(K), 나트륨(Na)의 함량을 분석하였다.

아미노산 분석

분쇄한 시료 100mg을 취하여 6 N HCl을 가하고 heating block(110±1°C)에서 24시간 동안 가수 분해시킨 후 glass filter로 여과한 여액을 회전진공농축기(EYLYA, Tokyo, Japan)로 HCl을 제거시켰다. 그 후 증류수로 3회 세척한 다음 감압 농축하여 sodium citrate buffer (pH 2.2) 2 mL로 용해한 후 0.22 μm membrane filter로 여과한 여액을 아미노산 자동 분석기(Biochrom 30, Biochrom, Cambridge, UK)로 분석하였다. 아미노산 분석에 사용된 column은 Ultrapac 11 cation exchange resin (11±2 μm, 220 mm; Pharmacia LKB Biochrom, Cambridge, UK)을 사용하였고, 0.2N Na-citrate buffer 용액(pH 3.2~10.0)의 flow rate는 40 mL/hr, ninhydrin 용액의 flow rate는 25 mL/hr, column 온도는 46°C, 반응온도는 88°C로 하였고, 분석시간은 44분으로 하였다.

지방산 분석

Soxhlet으로 추출된 지방에 methanol, toluene, sulfuric acid를 혼합한 반응시약 5 mL을 첨가하여 150°C water bath에서 1시간 반응시킨 다음 반응액을 상온까지 냉각시킨 후 증류수 5 mL을 넣고 층 분리시킨 후 fatty acid methyl esters를 함유하고 있는 상등액의 일정량을 취하여 gas chromatography (Agilent 7890A, Agilent Technologies, Wilmington, NC, USA) flame ionization detector로 분석을 하였으며, 이 때 사용된 컬럼은 HP-FFAP column (0.25 μm×30 m; Agilent Technologies, Wilmington, NC, USA)으로, oven의 온도는 150°C에서 230°C가 될 때까지 1분당 2.5°C씩 증가시켰다. 이때 inlet 온도는 250°C, detector 온도는 260°C로 하였으며, N_2를 carrier gas로 1 mL/min로 흘려주었으며 지방산 조성은 peak area의 상대적인 비로 나타냈다.

통계 분석

본 실험은 모두 3회 이상의 반복으로 수행하였으며, 각 실험 결과에 대한 통계분석은 SPSS (version 20; IBM Crop., Armonk, NY, USA) 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

품종별 조, 기장의 일반성분 및 무기질 함량

품종별 조와 기장의 일반 성분인 수분, 회분, 단백질, 지방, 탄수화물 함량은 Table 1에 나타냈다. 8가지 조 품종의 탄수화물, 단백질, 지방 함량을 살펴보면, 73.90~77.58%, 6.39~9.57%, 3.69~4.24%의 범위를 보였다. 기장 4품종의 탄수화물, 단백질, 지질 함량은 73.40~75.61%, 9.74~12.06%,

2.83~3.40%의 범위를 보였다. 조와 기장의 두 가지 작목에 대한 탄수화물, 단백질, 지방의 조성 비율 비교에서 다른 함량보다 특히 단백질 함량의 차이가 큰 것으로 나타났으며 전반적으로 기장의 단백질 함량이 조의 단백질 함량보다 높은 경향을 보였다. Devisetti *et al.* (2014)의 연구에서도 조 보다 기장의 단백질 함량이 높음을 보고하였으며, 지방 함량의 경우는 조가 기장보다 높은 것으로 보고되어 본 연구 결과와 일치하는 경향을 보였다. 또한 조와 기장의 단백질과 지방 함량은 밀렛류의 다른 작물인 손가락조, 식용피 보다는 높고, 진주조와는 유사한 경향을 보였다(FAO, 1995). 조와 기장은 쌀과 비교하여 탄수화물, 단백질, 지방의 3대 영양소가 골고루 함유되어 있으며, 밀과 비교해서는

Table 1. Proximate composition in foxtail millet and proso millet varieties. (Unit : %)

Variety	Water	Crude ash	Crude protein	Crude lipid	Carbohydrate
Foxtail millet					
Kyeongkwan1	10.86±0.12$^{bc,1)}$	1.41±0.04^{NS}	7.43±0.13^{c}	3.75±0.06^{ab}	76.54±0.27^{d}
Kyeongkwan2	11.27±0.11^{c}	1.47±0.06	8.59±0.06^{e}	3.77±0.17^{ab}	74.90±0.05^{b}
Samdamae	11.07±0.08^{bc}	1.20±0.07	7.28±0.08^{c}	3.69±0.15^{a}	76.75±0.09^{d}
Samdachal	10.90±0.05^{bc}	1.49±0.02	8.04±0.26^{d}	3.93±0.14^{b}	75.64±0.21^{c}
Chohwangmae	10.12±0.57^{a}	1.19±0.54	6.94±0.06^{b}	4.24±0.09^{c}	77.52±0.13^{e}
Dahwangmae	10.89±0.16^{bc}	1.32±0.07	6.39±0.13^{a}	3.83±0.01^{ab}	77.58±0.23^{e}
Danamae	11.27±0.08^{c}	1.43±0.10	9.57±0.19^{f}	3.82±0.12^{ab}	73.90±0.37^{a}
Hwangmichal	10.65±0.10^{b}	1.44±0.03	7.22±0.15^{c}	3.81±0.10^{ab}	76.87±0.14^{d}
Proso millet					
Manhongchal	10.13±0.59^{a}	1.35±0.13^{b}	10.21±0.08^{b}	3.40±0.01^{c}	74.91±0.48^{bc}
Ibaekchal	10.86±0.15^{b}	0.96±0.20^{a}	9.74±0.28^{a}	2.83±0.10^{a}	75.61±0.26^{c}
Hwangsilchal	10.84±0.04^{b}	0.98±0.04^{a}	10.40±0.29^{b}	3.10±0.12^{b}	74.68±0.36^{b}
Geumsilchal	10.20±0.34^{ab}	1.34±0.05^{b}	12.06±0.20^{c}	3.00±0.11^{ab}	73.40±0.50^{a}

[1)]Each values are presented as the mean ± S. D (n = 3). Statistical analyses ($P<0.05$) were conducted using Duncan's multiple range test.

Table 2. Major mineral composition of foxtail millet and proso millet varieties. (Unit : mg/100g)

Variety	Ca	Mg	K	Na
Foxtail millet				
Kyeongkwan1	18.39±1.27^{d}	146.23±8.58^{bc}	312.17±13.61^{d}	17.29±4.36^{ab}
Kyeongkwan2	11.79±1.78^{ab}	165.49±12.39^{d}	303.09±14.39^{d}	16.15±4.56^{ab}
Samdamae	12.59±0.82^{ab}	144.38±1.11^{bc}	244.13±1.82^{a}	20.41±2.76^{b}
Samdachal	15.09±1.64^{c}	143.99±6.42^{bc}	281.43±14.98^{c}	18.35±2.05^{ab}
Chohwangmae	10.64±0.21^{a}	134.95±7.00^{b}	270.60±12.81^{c}	17.44±3.60^{ab}
Dahwangmae	10.40±1.65^{a}	104.02±16.28^{a}	236.29±29.66^{a}	13.47±2.53^{a}
Danamae	10.54±0.92^{a}	151.92±2.38^{c}	248.45±0.13^{ab}	17.97±3.36^{ab}
Hwangmichal	13.74±1.56^{bc}	142.28±11.10^{bc}	268.19±25.14^{bc}	17.70±2.94^{ab}
Proso millet				
Manhongchal	9.08±0.15^{a}	111.83±3.52^{c}	169.44±7.89^{c}	16.01±2.01^{NS}
Ibaekchal	13.02±1.34^{b}	100.72±7.41^{ab}	150.57±12.98^{a}	12.91±3.64
Hwangsilchal	7.02±1.61^{a}	97.04±0.63^{a}	161.42±0.50^{bc}	12.79±2.30
Geumsilchal	13.97±0.62^{b}	106.13±11.85^{ab}	151.95±3.66^{ab}	14.48±3.33

[1)]Each values are presented as the mean ± S. D (n = 3). Statistical analyses ($P<0.05$) were conducted using Duncan's multiple range test.

단백질 함량에서는 비슷하였으나 지방은 밀보다 훨씬 많아 영양적으로 우수한 것으로 보고되었다(Muthamilarasan *et al.*, 2016).

조의 단백질 함량을 품종별로 비교해보았을 때, 다황메의 단백질 함량은 6.39% 가장 낮았으며, 단아메은 9.57%로 단백질 함량이 가장 높았다. 지방 함량은 품종간 거의 비슷한 수준이었으나, 조황메가 4.24%로 가장 높게 나타났다. 기장은 이백찰이 단백질과 지방 함량 모두가 가장 낮게 나타났으며, 금실찰은 단백질 함량이 가장 높았고, 만홍찰은 지방함량이 가장 높음을 보였다.

조와 기장의 무기질 함량을 살펴볼 때 조의 총 무기질 함량은 기장보다 높은 것으로 나타났다(Table 2). 특히, 조의 K 함량은 236.29~312.17 mg/100g으로 기장(150.57~169.44 mg/100g)보다 약 1.5~2배 높은 것으로 나타났다. Ca 함량은 조가 10.40~18.39 mg/100g, 기장이 7.02~13.97 mg/100g으로 나타났는데, 이와 같은 결과는 기존의 연구보고(Muthamilarasan *et al.*, 2016) 보다 낮은 것으로 확인되었다. 품종별로 비교해보았을 때, 조는 품종간 무기질 함량 차이가 큰 것으로 나타났으며, Ca, K 함량은 각각 18.39 mg/100g, 312.17 mg/100g으로 경관 1호가 가장 높고, Mg 함량은 경관 2호가 165.49 mg/100g으로 가장 높았다. 반면, 다황메는 모든 무기질 함량이 가장 낮게 나타났다. 기장은 Ca 함량이 품종간 뚜렷한 차이를 보였는데, 황실찰(7.02 mg/100g)과 만홍찰(9.08 mg/100g)이 상대적으로 Ca 함량이 낮고, 이백찰(13.02 mg/100g)과 금실찰(13.97 mg/100g)이 높았다. 전반적인 무기질 함량은 회분 함량으로 판단 할 수 있는데, 조는 1.19~1.49%, 기장은 0.96~1.35%으로 다른 연구결과(Muthamilarasan *et al.*, 2016) 보다 최대 2배 정도 낮음을 알 수 있었다. 무기질 함량은 환경적 요인이 크게 좌우하기 때문에 재배지의 환경여건이 함량에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다(Kim *et al.*, 2007).

아미노산 조성

Table 3은 조 및 기장을 품종별로 histidine을 포함한 9종의 필수 아미노산 함량을 분석한 결과 이다. 필수 아미노산은 인체를 구성할 때 합성이 되지 않아 반드시 식이로 섭취해야만 하는 아미노산이다. 조의 필수 아미노산 조성은 leucine > phenylalanine > valine > isoleucine, threonine, tyrosine > histidine > lysine, methionine의 순서이었으며, 기장은 leucine > phenylalanine > valine > threonine > isoleucine > histidine, lysine, methionine, tyrosine의 순으로 조성이 높았다. 조와 기장 모두에서 leucine 함량이 가장 높은 것으로 나타났으며, 다음으로 phenylalanine과 valine 순으로 함량이 높았고, 다른 아미노산 함량은 조와 기장 간에 차이를 보이는 것으로 나타났다. 밀렛류는 밀과 단백질 함량이 비슷하지만 필수 아미노산 함량은 밀보다 높고, 모든 필수 아미노산을 고루 갖춘 작물로 알려져 있다(Muthamilarasan *et al.*, 2016). 본 연구 결과 조의 단백질 함량은 기장 보다 낮은 반면에 필수 아미노산의 함량이 높은 것으로 나타났다. 단백질 함량이 높은 기장은 필수 아미노산 대신 비필수

Table 3. Amino acid composition of foxtail millet and proso millet varieties. (Unit : mg/100g)

Variety	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Thre	Tyr	Val
Foxtail millet									
Kyeongkwan1	218.1±7.9$^{e,1)}$	347.1±12.3^{f}	1475.5±7.3^{g}	111.4±2.3^{ab}	182.5±7.2^{d}	605.01±4.2^{f}	313.9±0.7^{e}	249.7±20.3^{b}	521.5±7.2^{f}
Kyeongkwan2	178.7±1.9^{c}	301.0±4.2^{e}	1176.9±3.0^{d}	116.9±5.5^{b}	181.1±13.7^{d}	457.5±18.4^{d}	274.8±3.8^{bc}	314.1±25.5^{cd}	449.1±8.1^{e}
Samdamae	173.8±3.1^{c}	277.4±11.5^{cd}	1314.7±18.9^{f}	167.6±2.4^{c}	118.3±6.7^{b}	458.5±21.8^{d}	283.9±12.9^{c}	306.0±18.1^{c}	437.8±6.6^{de}
Samdachal	153.1±9.4^{a}	184.6±9.7^{a}	901.0±7.8^{a}	172.5±5.8^{c}	98.7±6.1^{a}	306.4±7.9^{a}	221.3±10.6^{a}	226.5±4.2^{b}	356.6±2.4^{a}
Chohwangmae	170.9±4.2^{c}	289.8±8.1^{de}	1330.2±19.2^{f}	165.4±0.8^{c}	130.8±2.1^{b}	484.3±2.3^{e}	287.5±7.5^{cd}	299.9±2.2^{c}	434.1±9.7^{d}
Dahwangmae	158.2±7.8^{ab}	244.1±11.0^{b}	1027.8±21.6^{b}	104.6±5.2^{a}	206.9±17.6^{e}	381.2±16.8^{b}	226.2±2.7^{a}	183.1±5.6^{a}	390.0±2.9^{b}
Danamae	168.1±3.5^{bc}	259.9±15.4^{bc}	1118.0±1.5^{c}	105.6±2.6^{a}	162.8±10.5^{c}	435.4±19.7^{cd}	260.7±10.7^{b}	230.6±8.5^{b}	418.6±4.0^{c}
Hwangmichal	197.6±6.1^{d}	287.6±7.1^{de}	1236.5±14.7^{e}	198.1±5.8^{d}	153.2±3.5^{c}	414.2±0.8^{c}	301.5±10.4^{de}	331.1±1.0^{d}	443.6±13.1^{de}
Proso millet									
Manhongchal	130.9±6.9^{b}	170.1±11.5^{a}	978.6±15.3^{c}	130.8±3.6^{b}	153.1±10.2^{a}	408.4±1.7^{c}	292.0±0.9^{c}	173.3±15.3^{b}	332.3±8.5^{c}
Ibaekchal	94.4±3.5^{a}	190.5±2.3^{b}	621.6±12.3^{a}	121.7±4.1^{a}	160.6±5.7^{a}	246.7±6.8^{a}	200.6±6.1^{a}	109.3±12.5^{a}	242.4±4.9^{a}
Hwangsilchal	148.0±3.3^{c}	203.7±9.5^{b}	1084.7±13.5^{d}	152.6±3.1^{d}	166.1±6.9^{a}	450.2±13.0^{d}	317.1±5.5^{d}	183.1±11.4^{b}	382.1±6.4^{d}
Geumsilchal	127.8±6.4^{b}	237.2±4.7^{c}	773.7±15.2^{b}	137.8±3.0^{c}	204.3±3.6^{b}	303.1±12.6^{b}	244.3±8.9^{b}	165.9±13.6^{b}	281.4±7.9^{b}

[1)]Each values are presented as the mean ± S. D (n = 3). Statistical analyses ($P < 0.05$) were conducted using Duncan's multiple range test.

아미노산의 함량이 높을 것으로 추정된다. 조와 기장이 많이 함유하고 있는 leucine은 isoleucine, valine과 함께 가지형 아미노산(banched chain amino acid)의 일종으로 대부분의 아미노산이 간에서 사용되는 것과는 달리 골격근에서 산화되어 근육의 에너지원으로 주로 사용되는 것으로 알려져 있다(Wagenmaker, 1992). 품종별로 아미노산 구성을 비교해 보았을 때, 조 품종 중에서 경관1호가 lysine, methionine, tyrosine을 제외한 나머지 필수 아미노산 함량이 가장 높게 나타났고, 삼다찰은 lysine과 tyrosine을 제외한 필수 아미노산의 함량이 가장 낮게 나타났다. 기장도 단백질 함량이 가장 낮은 것으로 확인된 이백찰의 필수 아미노산 함량이 가장 낮고, 황실찰이 필수 아미노산 함량이 가장 높은 품종으로 확인되었다. 이러한 함량 차는 필수 아미노산의 가장 큰 부분을 차지하고 있는 leucine에서 주로 기인한 것으로 확인되었다.

지방산 조성

조, 기장의 품종별 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 4에 나타냈다. 총 4종의 포화지방산 palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0), arachidic acid (C20:0), behenic acid (C22:0)과 불포화 지방산 4종 oleic acid (C18:1), linoleic acid (C18:2), linolenic acid (C18:3), gadoleic acid (C20:1)으로 구성됨을 확인하였다. 품종별 조의 불포화지방산은 82.36~85.48%, 포화 지방산은 14.52~17.64%로 나타났고, 품종별 기장의 불포화지방산은 81.52~83.45%, 포화지방산은 16.41~19.89%로 나타나 전반적으로 조의 경우 기장보다 불포화지방산 함량이 상대적으로 낮고 포화지방산의 비율이 더 높음을 알 수 있었다(Fig. 1).

지방산별 조성을 살펴보면, 조와 기장 모두 linoleic acid의 함량이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 oleic acid의 함량이 높았다. 세 번째로는 palmitic acid의 함량이 높게 나타났는데 조(6.78~8.83% 범위)보다 기장(13.20~15.66%)이 약 2배 정도 더 높은 조성을 나타냈다. Cho *et al.* (2011)의 연구에서 곡류의 주요 구성 지방산은 palmitic acid, oleic acid, linoleic acid가 총 지방산의 약 89%를 차지하며, linoleic acid (44.5%) > palmitic acid (26.1%) > oleic acid (17.7%) 순으로 지방산 조성비가 큰 것으로 보고되었다. 또한 Bhandari & Lee (2013)의 연구에서도 조의 지방산 조성이 같은 경향을 보이는 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 palmitic acid의 함량이 oleic acid 함량보다 적게 나타나는 결과를 보였으며, 이것은 품종별 지방산 분포의 차이에 기인해 발생한 것으로 사료된다. 조와 기장 두 가지 곡류의 linoleic acid 조성을 비교해보면 조는 63.37~69.28%, 기장은 50.32~57.04%의 범위를 나타내 조가 기장보다 linolenic acid 조성이 약 10% 이상 더 높은 함량을 가지는 것을 확인하였다. 반면 oleic acid 함량을 비교해보면 조는 12.09~15.46%,

Table 4. Fatty acid composition of foxtail millet and proso millet varieties. (Unit: %)

Variety	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C22:0
Foxtail millet								
Kyeongkwan1	7.61±0.02$^{ab,1)}$	5.33±0.05^{abc}	13.12±0.19^{ab}	67.73±0.14^{bc}	3.11±0.12^{bc}	1.70±0.01^{a}	0.62±0.04^{bc}	0.78±0.01^{cd}
Kyeongkwan2	8.30±0.11^{bc}	4.75±0.01^{a}	12.09±0.01^{a}	69.28±0.11^{c}	2.62±0.02^{a}	1.69±0.00^{a}	0.54±0.01^{ab}	0.73±0.00^{bc}
Samdamae	7.12±0.07^{a}	5.85±0.05^{c}	13.50±0.09^{ab}	67.14±0.22^{abc}	3.32±0.02^{cd}	1.77±0.02^{ab}	0.56±0.01^{ab}	0.75±0.00^{bcd}
Samdachal	8.83±1.08^{c}	5.49±0.62^{bc}	15.46±1.81^{c}	63.37±4.42^{a}	3.66±0.56^{de}	1.77±0.21^{ab}	0.60±0.06^{bc}	0.82±0.10^{d}
Chohwangmae	6.78±0.03^{a}	5.53±0.05^{bc}	14.59±0.07^{bc}	67.45±0.17^{abc}	2.72±0.02^{ab}	1.59±0.02^{a}	0.72±0.17^{c}	0.62±0.01^{a}
Dahwangmae	7.66±0.92^{ab}	7.26±0.90^{d}	14.76±1.83^{bc}	64.44±4.38^{ab}	2.64±0.33^{a}	1.96±0.25^{b}	0.57±0.07^{ab}	0.71±0.09^{bc}
Danamae	7.41±0.04^{ab}	7.59±0.05^{d}	13.72±0.20^{ab}	65.79±0.23^{abc}	2.41±0.05^{a}	1.96±0.01^{b}	0.45±0.00^{a}	0.68±0.00^{ab}
Hwangmichal	8.11±0.07^{bc}	4.87±0.03^{ab}	12.52±0.05^{a}	67.73±0.15^{bc}	3.82±0.02^{e}	1.58±0.01^{a}	0.57±0.01^{ab}	0.80±0.01^{cd}
Proso millet								
Manhongchal	14.63±1.49^{NS}	2.08±0.23^{ab}	27.74±2.07^{b}	52.54±4.01^{NS}	0.50±0.11^{a}	1.03±0.14^{NS}	0.74±0.12^{NS}	0.75±0.07^{NS}
Ibaekchal	14.63±2.15	1.78±0.17^{a}	23.02±2.68^{a}	57.04±4.60	0.85±0.15^{b}	0.83±0.10	0.72±0.13	0.88±0.02
Hwangsilchal	13.20±1.89	1.60±0.24^{a}	26.86±2.94^{ab}	55.00±5.29	0.59±0.02^{a}	0.85±0.15	0.99±0.19	0.77±0.13
Geumsilchal	15.66±3.96	2.44±0.35^{b}	31.10±0.36^{b}	50.32±9.18	0.58±0.19^{a}	1.03±0.29	0.90±0.24	0.77±0.16

[1)] Each values are presented as the mean ± S. D (n = 3). Statistical analyses ($P < 0.05$) were conducted using Duncan's multiple range test.

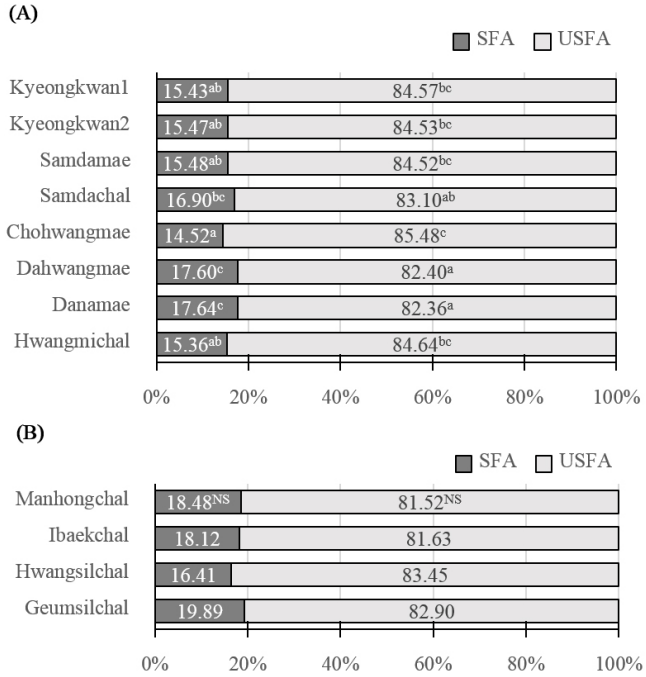

Fig. 1. Saturated (SFA) and unsaturated fatty acids (USFA) in foxtail millet (A) and proso millet (B) varieties. Each values are presented as the mean ± S. D (n = 3). Statistical analyses ($P<0.05$) were conducted using Duncan's multiple range test.

기장은 23.02~31.10%의 범위로 조가 기장에 비해 약 2배 정도 높은 oleic acid 함량을 보였다.

조 품종 중에서는 조황메가 불포화 지방산 함량이 가장 높았으며(85.48%) 단아메는 불포화 지방산 조성이 가장 낮은 품종(82.36%)으로 확인되었다. 기장은 포화지방산과 불포화지방산 함량 차이에 유의적 차이를 보이지 않았으며, 지방산 조성에서도 palmitic acid, oleic acid, linolenic acid에서만 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

지금까지 우리나라에서 육성된 조, 기장 품종에 대한 영양성분 자료가 미흡한 실정이다. 따라서 다른 재배 환경조건 및 연차간 재배된 조와 기장을 대상으로 영양성분의 변이에 관련한 연구를 지속적으로 수행한다면 신품종 육성의 기초자료를 제공하고 조와 기장을 비롯한 잡곡의 부가가치 향상에 기여할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 우리나라에서 육성된 조 8 품종과 기장 4 품종의 영양성분을 비교 분석한 결과이다. 조 품종의 탄수화물, 단백질, 지질 함량은 73.90~77.58%, 6.39~9.57%, 3.69~4.24% 범위로 나타났고, 기장은 73.40~75.61%, 9.74~12.06%, 2.83~3.40%로 나타나 조가 기장보다 단백질 함량은 낮고, 지방 함량은 높은 경향을 보였다. 조와 기장의 단백질 함량이 높은 품종은 단아메(조), 금실찰(기장)이고, 지방 함량이 높은 품종은 조황메(조), 만홍찰(기장)이었다. 전체 다량 무기질 함량은 조가 기장보다 높고, 측정 무기질 중 K 함량이 가장 높았다. 조 품종 중에서 경관 1호의 Ca, K 함량이 가장 높았고, 경관 2호는 Mg 함량이 높았다. 기장은 품종 간에 Ca 함량이 가장 뚜렷한 차이를 보였다. 필수 아미노산 함량은 조, 기장 모두 leucine, phenylalanine, valine이 가장 높았으며, 조가 기장 보다 단백질 함량이 낮은 반면에 전체적인 필수 아미노산의 함량이 높았다. 경관1호(조), 황실찰(기장)이 필수 아미노산 함량이 가장 높은 품종이었다. 조와 기장 모두 linoleic acid의 함량이 가장 높게 나타났다. 국내에서 육성된 조, 기장 품종에 대한 영양성분에 관련한 연구를 지속적으로 수행하여 신품종 육성 및 부가가치 향상을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ011365032017)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인용문헌(REFERENCES)

Bhandari, S. R. and Y. S. Lee. 2013. The contents of phytosterols, squalene, and vitamin E and the composition of fatty acids of Korean landrace *Setaria italica* and *Sorghum bicolor* seeds. Korean J. Plant Res. 26 : 663-672.

Cho, Y. S,, Y. N. Kim, S. Y. Kim, J. B. Kim, H. W. Kim, S. N. Kim, S. Y. Kim, H. J. Park, and J. H. Kim. 2011. Changes in fatty acid composition of grain after milling. Korean J. Environ. Agric. 30 : 409-413.

Devisetti, R., S. N. Yadahally, and S. Bhattacharya. 2014. Nutrients and antinutrients in foxtail and proso millet milled fractions: Evaluation of their flour functionality. LWT – Food Sci. Tech. 59 : 889-895.

FAO. 1995. Sorghum and millets in human nutrition. Rome: FAO.

Ha, Y. D. and S. P. Lee. 2001. Characteristics of proteins in Italian millet, sorghum and common millet. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 8 : 187-192.

Kim, M. T., J. H. Seo, H. S. Cho, K. Y. Seong, J. K. Lee, S. P. Eom, W. T. Jeon, J. Y. Lee. 2007. Annul variation of soil properties and yield of soybean in paddy field. J. Crop. Sci. 52 : 370-374.

Kim, N. S. and Y. J. Nam. 1989. Rheological properties of gelatinized millet starch dispersion. Korean J. Food Sci. Technol. 21 : 742-748.

Kim, N. S., H. M. Seog, Y. J., and Nam. 1987. Physicochemical properties of domestic millet starches. Korean J. Food Sci. Technol. 19 : 245-249.

Kim, S. M., Q. Zhang, X. Z. Yu, S. T. Yoon, S. J. Ji, and J. B. Kim. 2010. Fatty acid composition of foxtail millet (*Setaria italica* BEAUVOIS) seeds collected in South Korea. Korean J. Medicinal Crop Sci. 13 : 405-408.

Lee, K. H, H. J. Kim, M. J. Kim, J. Y. Ko, S. K. Lee, H. Y. Park, E. Y. Sim, D. H. Cho, S. K. Oh, and K. S. Woo. 2017. Physicochemical characteristics and antioxidant effects of cooked rice-added foxtail millet according to cooking method. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 48 : 442-445.

Lorenz, K. and W. Dilsaver. 1980. Proso millets, milling characteristics, proximate compositions, nutritive value of flours. Cereal Chem. 57 : 16-20.

Muthamilarasan, M., A, Dhaka, R. Yadav, and M. Prasad. 2016. Exploration of millet models for developing nutrient rich graminaceous crops. Plant Sci. 242 : 89-97.

Park, S. A., M. A. Choi, and M. L. Kim. 2015. Literary investigation of food-therapy using foxtail millet (*Setaria italica* L. Beavour) - Korean medicine literature in 1300's-1600's -. J. East Asian Soc. Dietary Life. 25 : 791-805.

Ravindran, G. 1991. Studies on millets: proximate composition, mineral composition, and phytate and oxalate contents. Food Chem. 39 : 99-107.

Saleh, A. S. M., Q. Zhang, J. Chen, and Q. Shen. 2013. Millet grains: Nutritional quality, processing, and potential health benefits. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 12 : 281-295.

Shahidi, F. and A. Chandrasekara. 2013. Millet grain phenolics and their role in disease risk reduction and health promotion: A review. J. Functional Foods 5 : 570-581.

Singh, M. and A. A. Adedeji. 2017. Characterization of hydro-thermal and acid modified proso millet starch. LWT- Food Sci. Technol. 79 : 21-26.

Wagenmakers, A. J. 1992. Amino acid metabolism, muscular fatigue and muscle wasting. Speculations on adaptations at high altitute. Int. J. Sport Med. 11 : S101-S113.

Zhu, F. 2014. Structure, physicochemical properties, and uses of millet starch. Food Res. Int. 64 : 200-211.