

국내산과 외국산 퀴노아의 식품성분 비교

†심 기 현

숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 조교수

A Comparison of Food Components between Korean and Imported Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

†Ki Hyeon Sim

Assistant Professor, Major in Traditional Culinary Culture, Graduate School of Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

Abstract

The purpose of this study was to compare differences in the main food components between Korean and imported quinoa from Peru, the U.S., and Thailand. Proximate composition of Korean quinoa showed highest crude protein and crude ash, while Korean quinoa had lowest moisture. Total amino acid content was higher in Korean quinoa than in imported quinoa. Fatty acid content was highest in quinoa cultivated in the U.S. and Wonju. Quinoa cultivated in Wonju was rich in palmitic acid, lignoceric acid, linoleic acid, eicosadienoic acid, erucic acid, and nervonic acid. Mineral content was higher in Korean quinoa than in imported quinoa. Quinoa cultivated in Wonju showed highest contents of P, Mg, Zn, while quinoa cultivated in Hongcheon showed the highest content of Na. Citric acid was found the major organic acid in quinoa. Citric acid content was highest in quinoa imported from the U.S. and lowest in quinoa cultivated in Hongcheon. Among free sugar, raffinose and glucose contents were highest in quinoa cultivated in Hongcheon. The results of this study show Korean quinoa has high contents of protein, amino acids, fatty acids, minerals and free sugar, offering essential amino acids in an excellent balance.

Key words: Korean quinoa, proximate composition, amino acid, fatty acid, mineral, free sugar, organic acid

서 론

퀴노아(*Chenopodium quinoa* Willd.)는 남미 안데스 산맥에 위치한 페루와 볼리비아가 원산지로서 약 7,000년 전부터 재배되어 온 고대작물이다(INIA & FAO 2015). 퀴노아는 고산지대에 척박한 환경에서도 적응력이 높을 뿐만 아니라, 영양적 가치도 우수하여 유엔식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)에서는 미래의 식량 부족으로 인한 기아와 영양 문제를 해결하여 식량안전에 기여할 수 있는 작물로서 2013년을 '세계 퀴노아의 해(International Year of Quinoa)'로 지정하였다(Ruiz 등 2014; Bazile 등 2016; FAO 2019). 최근에는 퀴노아 원산지인 남미뿐만 아니라, 전 세계 70 개국 이상에서 퀴노아를 재배하고 있다(Bazile 등

2016; FAO 2019). 특히 아시아에서는 히말라야와 인도 북부의 평야지역에서 퀴노아의 대량 생산에 성공하면서 현재는 키르기스스탄, 타지키스탄, 이란, 이라크, 부탄, 스리랑카, 태국, 일본, 중국 등의 여러 아시아 국가에서 퀴노아 재배에 성공하였다(Bhargava 등 2006; Nsimba 등 2008; Hirose 등 2010; Carciochi 등 2014; Yao 등 2014; Iqbal M 2015; Bazile 등 2016; Kansomjet 등 2017; Ren 등 2017). 국내에서도 퀴노아의 수요가 급증하면서 강원도 평창, 원주, 홍천 등지에서 처음 재배하기 시작하여 현재는 홍천을 중심으로 대량 생산하고 있다(Yang & Hong 2016; Hankyung Newspaper 2017).

퀴노아는 다른 곡류에 비해 상대적으로 탄수화물은 적으면서 단백질, 지방, 비타민, 무기질, 식이섬유 등의 영양소는 풍부한 편이다(Navruz-Varli & Sanlier 2016; Seol & Sim 2017;

† Corresponding author: Ki Hyeon Sim, Assistant Professor, Major in Traditional Culinary Culture, Graduate School of Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea. Tel: +82-2-2077-7475, Fax: +82-2-2077-7475, E-mail: santaro@sm.ac.kr

Vilcacundo & Hernandez-Ledesma 2017). 특히 퀴노아는 필수 아미노산의 균형이 매우 우수한 편으로 곡류나 두류에서 부족하기 쉬운 라이신과 메티오닌, 트립토판 등의 필수 아미노산을 다량 함유하고 있어 우유의 카제인과 비슷할 수준이다 (Navruz-Varli & Sanlier 2016; Vilcacundo & Hernandez-Ledesma 2017). 또한 퀴노아는 다른 곡류에 비해서 비타민 A, E, B₂, B₆, C, 엽산, 칼슘, 마그네슘, 인, 칼륨, 철분, 구리, 아연 등의 비타민과 무기질의 함량도 높은 편이다(Dini 등 2004; Konishi 등 2004; Kim AN 2016; Navruz-Varli & Sanlier 2016). 이 외에도 퀴노아에는 사포닌(saponins), 피토스테롤(phytosterols), 페놀산(phenolic acids), 플라보노이드(flavonoids) 등의 생리활성물질이 들어있는데, 대부분은 페놀산과 캄페롤(kaempferol), 퀘르세틴(querctetin)으로 구성된 플라보노이드로서 항산화, 항당뇨, 항비만, 항염, 항균, 항암 등의 다양한 효능들이 보고되었다(Zhu 등 2001; Lee JH 2007; Dini 등 2010; Carciochi 등 2014; Carciochi 등 2015; Tang 등 2015; Navruz-Varli & Sanlier 2016; Park 등 2017; Vilcacundo & Hernandez-Ledesma 2017). 또한 퀴노아는 글루텐 프리 식품으로 밀가루 알레르기가 있는 셀리악병 환자들에게도 좋은 식품이다(Jacobsen SE 2003; Nowak 등 2015).

이와 같이 퀴노아의 우수한 영양적 가치와 다양한 생리활성들이 알려지면서 퀴노아에 관한 많은 연구들이 보고되었으나, 대부분은 원산지인 남미를 중심으로 한 외국산 퀴노아에 대한 연구들로서 국내산 퀴노아에 대한 연구는 상대적으로 매우 적은 편이다. 특히 퀴노아는 유전적 다양성으로 전통적 품종과는 다른 여러 변종들이 생산지별로 다양하게 나타나고, 토양에 따라서 영양성분을 비롯한 생리활성물질들의 함량도 달라지기 때문에 생산지별로 퀴노아의 영양성분과 생리활성물질을 비교하는 것이 중요하다(Lee JH 2007; Miranda 등 2012; Bazile 등 2016; Kansomjet 등 2017). 아시아에서도 일본(Nsimba 등 2008; Hirose 등 2010)과 중국(Yao 등 2014; Ren 등 2017), 태국(Kansomjet 등 2017)에서 생산된 퀴노아의 영양성분과 생리활성에 관한 연구들이 점차 보고되고 있으나, 국내산 퀴노아에 대한 연구는 퀴노아가 처음 도입되던 시기의 충청도 홍성과 강원도 평창, 원주, 홍천에서 생산된 퀴노아 연구들과 본 연구의 저자가 강원도 원주산 퀴노아를 대상으로 일부 영양성분과 생리활성을 분석한 연구 외에는 거의 보고된 바가 없다(Kim AN 2016; Yang & Hong 2016; Park 등 2017; Lee & Sim 2018). 따라서 국내산 퀴노아의 생산과 보급을 늘리기 위해서는 국내산과 외국산 퀴노아의 주요 식품성분과 다양한 생리활성물질들의 함량 및 활성까지 분석한 기초 연구들을 통해 영양상의 장점을 강조하고 단점을 강화하는 것이 필요하다. 이에 본 연구는 국내산 퀴노아에 대한 기초연구로서 퀴노아의 원산지인 남미 페루산

퀴노아와 식품으로 이용률이 높은 미국산 퀴노아, 우리와 같이 최근 재배에 성공한 태국산과 현재 국내에서 생산 중인 강원도 홍천산과 원주산 퀴노아의 주요 식품성분을 분석하여 그 차이를 비교하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

외국산과 국내산 퀴노아의 식품성분을 비교하기 위해서 2017년에 생산된 퀴노아를 실험재료로 사용하였다. 이중 페루산과 미국산 퀴노아는 해외 온라인몰에서 구입하였고, 태국산 퀴노아는 현지 로컬 마켓에서 구입하였으며, 국내산 퀴노아는 강원도 원주와 홍천에서 생산된 것을 각각 산지 농장에서 구입하여 실험재료로 사용하였다.

2. 일반성분 분석

일반성분은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2012)의 방법을 참고하여 다음과 같이 분석하였다. 수분 함량은 적외선 수분측정장치(MB45 Moisture Analyzer, Ohaus Co., Zurich, Switzerland)를 이용하여 측정하였고, 조단백질 함량은 Kjeltac System(Kjeltac Auto 2400/2460, Foss Tecator AB, Hoganas, Sweden)을 이용한 Kjeldahl법으로 분석하였다. 조지방 함량은 자동 조지방 추출 장치(Soxhlet Avanti 2050, FOSS Co., Hillerod, Denmark)를 이용한 Soxhlet법으로 분석하였고, 조회분 함량은 전기회화로(LEF-105S, Daihan LabTech, Namyangu, Korea)를 이용하여 550~600℃에서 직접회화법으로 측정하였다. 탄수화물 함량은 차감법으로 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량을 제외한 값으로 산출하였다. 총 식이섬유 함량은 식이섬유 추출장치(Fibertec 1023 System E, FOSS, Hillerod, Denmark)를 이용하여 효소-중량법으로 분석하였다. 시료 1 g에 0.08 M phosphate buffer(pH 6.0) 50 mL를 혼합한 후에 α -amylase(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), protease(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), amyloglucosidase(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 등의 효소를 각각 1 mL씩 넣고 전분과 단백질의 효소적 가수분해를 하여 시료 중의 전분과 단백질을 제거하였다. 효소처리 과정을 거친 시료에 60℃의 에탄올을 넣고 실온에서 약 1시간 동안 방치하여 식이섬유를 침전시킨 후에 crucible로 여과하였다. 남은 잔사를 78% 에탄올과 95% 에탄올, 아세톤 순으로 차례로 세척하여 건조한 후에 무게를 측정하여 총 식이섬유 함량을 아래의 계산식으로 산출하였다. 수분을 제외한 모든 일반성분은 수분보정을 거쳐 건물량 기준으로 환산하여 비교하였다.

$$\text{TDF (\%)} = \frac{(\text{Residue weight} - \text{Ash weight} - \text{Protein weight} - \text{Blank})}{\text{Sample weight}} \times 100$$

3. 아미노산 분석

아미노산 분석은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2018)의 방법을 참고하여 이온 교환 크로마토그래피 방법으로 분석하였다. 시료 0.3 g에 6 N 염산 5 mL를 넣고 질소가스로 주입하여 110°C에서 22시간 동안 가수분해시켰다. 가수분해가 끝난 시료는 55-58°C에서 감압건조 후에 0.02 N 염산 10 mL로 정용하였고, 0.45 µm syringe filter로 여과한 시료액을 아미노산 분석기(L-8800, Hitachi, Tokyo, Japan)에 주입하여 다음과 같은 조건으로 분석하였다. 컬럼은 양이온교환수지 칼럼(Ion exchange 2622 PF column, 4.6 mm × 60 mm, Hitachi, Tokyo, Japan)을 사용하였고, 이동상은 pH-1, 2, 3, 4, RG(Wako Chemical, Osaka, Japan)와 ninhydrin reagent (Wako Chemical, Osaka, Japan)를 사용하여 농도 구배법으로 분석하였다. 이때 시료 주입량은 20 µL, 컬럼 온도는 57-62°C, 반응코일 온도는 135°C, buffer의 유속은 0.4 mL/min, reagent의 유속은 0.35 mL/min로 하여 570 nm와 440 nm 파장에서 측정하여 각 아미노산을 정량 분석하였다. 모든 아미노산 성분은 수분보정을 거쳐 dry weight basis 기준으로 환산하여 비교하였다.

4. 지방산 분석

지방산 분석은 Garces & Mancha(1993)의 방법을 참고하여 지방산을 가수분해하여 지방산 메틸 에스테르(fatty acid methyl esters, FAMES)를 추출하는 전처리 과정을 거쳤다. 시료에 클로로포름과 메탄올 2:1 혼합액을 넣어 지방을 추출한 후에 메탄올과 염산 5:1 혼합액으로 메틸화시킨 후에 헥산으로 지방산 메틸 에스테르를 추출하여 지방산 분석에 사용하였다. 지방산 분석은 gas chromatography(Agilent 7890A, Agilent Technologies, Wilmington, NC, USA)를 사용하여 분석하였고, 분석조건은 다음과 같다. 컬럼은 DB-23(60 m × 0.25 mm, 0.25 µm, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)을 사용하였고, 오븐의 온도는 처음에 50°C에서 1분간 유지한 후에 130°C까지 1분당 15°C씩 상승시켰다가 170°C까지 1분당 8°C씩 상승시킨 다음 215°C까지 1분당 2°C씩 상승시켜 10분간 온도를 유지하였다. 주입구는 slit ratio를 50:1로 한 split mode로 하였고, 온도는 250°C, 시료 주입량은 1 µL, carrier gas는 헬륨을 1 mL/min로 흘려주었다. 검출기는 flame ionization detector(FID)를 사용하였고, 온도는 250°C로 하였다. 지방산 조성은 각각의 지방산 표준물질의 크로마토그램과 retention time을 비교하여 확인하였다. 모든 지방산 성분은 수분보정

을 거쳐 dry weight basis 기준으로 환산하여 비교하였다.

5. 무기질 분석

무기질 분석은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety Korean 2018)과 Lee YR(2018) 방법을 참고하여 마이크로웨이브법으로 전처리한 후에 무기질을 함량을 분석하였다. 시료 0.1 g에 2% 질산용액 3 mL와 증류수를 넣고 30분간 방치한 후에 microwave(C900, Ctrl-M Scientific, Cerritos, CA, USA)에서 100°C 및 1,300 W 조건에서 5분간, 140°C 및 1,200 W 조건에서 10분간, 160°C 및 1,200 W 조건에서 10분간, 200°C 및 1,200 W 조건에서 20분간 차례로 가열분해하였다. 가열분해가 끝난 시료는 50 mL 메스플라스크에 옮겨 증류수로 정용한 다음 혼합 표준용액으로 분해하여 표준용액으로 사용하였다. 무기질은 ICP-OES(Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer, Optima 8300, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 이용하여 분석하였고, 이때 기기의 분석조건으로 radio frequency power 1,300 W, plasma gas flow 12 L/min, auxiliary gas flow rate 0.2 L/min, nebulizer gas flow 0.65 L/min으로 하였다. 또한 무기질 종류별 선택 파장은 Calcium (Ca) 317.933 nm, Potassium (K) 766.490 nm; Phosphorous (P) 213.618 nm, Iron (Fe) 238.204 nm, Magnesium (Mg) 285.213 nm, Zinc (Zn) 213.857 nm, Manganese (Mn) 259.373 nm, Sodium (Na) 589.592 nm, Copper (Cu) 327.393 nm로 하였다. 모든 무기성분은 수분보정을 거쳐 dry weight basis 기준으로 환산하여 비교하였다.

6. 유기산 분석

유기산 함량은 Sung 등(2008)의 방법으로 시료 200 mg에 증류수 10 mL를 혼합하여 0.2 µm membrane filter(Whatman Co., Kent, England)로 여과한 후에 HPLC(Ultimate 3000 series, Thermo Scientific Dionex, Sunnyvale, CA, USA)를 사용하여 다음의 조건으로 분석하였다. 이때 컬럼은 Aminex HPX-87H (300 × 7.8 mm, Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA, USA)를 사용하였고, 검출기는 RI detector(RefractoMAX, ERC Inc., Saitama, Japan)를 사용하여 210 nm에서 검출하였다. 이동상은 0.01 N 황산(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), 유속은 0.5 mL/min, 오븐 온도는 40°C, 시료 주입량은 10 µL의 조건으로 30분간 분석하였다. 각각의 농도별 표준곡선을 작성하여 peak의 면적으로 시료의 개별 유기산 농도를 분석하였다. 또한 모든 유기산 성분은 수분보정을 거쳐 dry weight basis 기준으로 환산하여 비교하였다.

7. 유리당 분석

유리당 함량은 Kim 등(2017)의 방법을 참고하여 분석하였다.

시료 200 mg에 증류수 10 mL를 혼합하여 0.2 μ m membrane filter(Whatman Co., Kent, England)로 여과한 후에 HPLC (Ultimate 3000 series, Thermo Scientific Dionex, Sunnyvale, CA, USA)를 사용하여 다음의 조건으로 분석하였다. 이때 칼럼은 Sugar-pak(300 \times 6.5 mm, Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였고, 검출기는 RI detector(Shodex RI-101, Showa Denko, Tokyo, Japan)를 사용하였으며, 기기의 오븐 온도는 70°C로 유지하였다. 이동상은 3차 증류수, 유속은 0.5 mL/min, 시료 주입량은 10 μ L의 조건으로 22분간 분석하였다. 각각의 농도별 표준곡선을 작성하여 peak의 면적으로 시료의 개별 유리당 함량을 분석하였다. 또한 모든 유리당 성분은 수분보정을 거쳐 dry weight basis 기준으로 환산하여 비교하였다.

8. 통계분석

본 연구의 모든 실험결과는 SPSS for Window 24.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 평균과 표준편차로 나타내었으며, 유의성 검정은 일원분산분석(One-way ANOVA)과 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 시료 간의 차이를 분석하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 국내산과 외국산 퀴노아의 일반성분 함량

국내산과 외국산 퀴노아의 일반성분 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분함량을 제외한 모든 일반성분 함량은 건물량으로 환산하여 비교하였다. 퀴노아의 일반성분 중에 수분은 7.91~11.25%, 조단백질은 13.70~16.11%, 조지방은 5.62~8.85%, 조회분은 2.38~3.10%, 탄수화물은 73.06~76.58%, 총 식이섬유는 10.28~12.96% 범위를 가진 것으로 나타났다. 퀴

노아의 수분함량은 페루산과 태국산이 11.25 \pm 0.35%와 11.14 \pm 0.68%로 가장 많았고, 원주산과 홍천산이 7.91 \pm 0.14%와 8.32 \pm 0.52%로 가장 적은 것으로 나타났다($p < 0.01$). 그러나 미국산 퀴노아의 수분함량(8.81 \pm 0.20%)은 다른 외국산 퀴노아와 달리 국내산 퀴노아처럼 적었다. 퀴노아의 조단백질 함량은 홍천산과 원주산이 각각 16.11 \pm 0.41%와 16.07 \pm 0.40%로 가장 많았는데, 조단백질 함량이 가장 적었던 미국산(13.70 \pm 0.47%)을 제외하고는 국내산과 외국산 퀴노아 간의 조단백질 함량 차이는 없는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 퀴노아의 조지방 함량은 페루산이 8.85 \pm 0.47%로 가장 많았고, 태국산이 5.62 \pm 0.47%로 가장 적었다($p < 0.01$). 특히 홍천산의 조지방 함량은 7.90 \pm 0.68%로 페루산(8.85 \pm 0.47%) 및 미국산(8.05 \pm 0.44%)과 조지방 함량이 비슷한 것으로 나타났으나, 원주산(6.31 \pm 0.20%)은 조지방 함량이 가장 적었던 태국산(5.62 \pm 0.47%)과 비슷하게 조지방 함량이 적은 것으로 나타났다. 조회분 함량은 원주산 퀴노아가 3.10 \pm 0.15%로 미국산(2.55 \pm 0.01%), 페루산(2.46 \pm 0.11%), 태국산(2.38 \pm 0.32%)과 비교해서 상대적으로 많은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 탄수화물 함량은 태국산 퀴노아가 76.58 \pm 1.44%로 가장 많았고, 페루산 퀴노아가 73.06 \pm 0.35%로 가장 적었다. 총 식이섬유 함량은 홍천산 퀴노아가 12.96 \pm 0.35%로 가장 많았고, 태국산 퀴노아가 10.28 \pm 0.36%로 가장 적었다. 탄수화물과 총 식이섬유 함량은 퀴노아 생산지별로 차이가 없는 것으로 나타났다.

퀴노아의 일반성분 함량에 관한 선행연구 보고에 따르면, 수분 8.20~13.10%, 조단백질 9.10~15.70%, 조지방 4.00~7.60%, 조회분 2.00~7.70%, 탄수화물 48.50~69.80%, 총 식이섬유 8.80~14.10% 등으로 일반성분의 함량 차이가 비교적 넓은 편이다(Nowak 등 2015). 특히 퀴노아는 품종과 생산지에 따라서 일반성분 함량 차이가 많이 나는 것을 확인할 수 있

Table 1. Proximate composition between Korean and imported quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Proximate composition (%)	Cultivation areas					F (p)
	KHQ ²⁾	KWQ	UQ	PQ	TQ	
Moisture (ww) ¹⁾	8.32 \pm 0.52 ^a	7.91 \pm 0.14 ^a	8.81 \pm 0.20 ^a	11.25 \pm 0.35 ^b	11.14 \pm 0.68 ^b	27.866 (0.001)**
Crude protein (dw)	16.11 \pm 0.41 ^b	16.07 \pm 0.40 ^b	13.70 \pm 0.47 ^a	15.08 \pm 0.01 ^b	15.44 \pm 0.64 ^b	10.017 (0.013)*
Crude lipid (dw)	7.90 \pm 0.68 ^b	6.31 \pm 0.20 ^a	8.05 \pm 0.44 ^b	8.85 \pm 0.47 ^b	5.62 \pm 0.47 ^a	15.597 (0.005)**
Crude ash (dw)	2.76 \pm 0.14 ^{ab}	3.10 \pm 0.15 ^b	2.55 \pm 0.01 ^a	2.46 \pm 0.11 ^a	2.38 \pm 0.32 ^a	5.314 (0.048)*
Carbohydrate (dw)	73.23 \pm 1.23	74.53 \pm 0.35	75.71 \pm 0.04	73.06 \pm 0.35	76.58 \pm 1.44	5.167 (0.050)
Total dietary fiber (dw)	12.96 \pm 0.35	10.86 \pm 0.62	11.19 \pm 0.46	12.48 \pm 1.36	10.28 \pm 0.36	4.734 (0.059)

¹⁾ ww: wet weight, dw: dry weight.

²⁾ KHQ: Hongcheon quinoa, KWQ: Wonju quinoa, UQ: United States quinoa, PQ: Peruvian quinoa, TQ: Thailand quinoa.

Each value represents mean \pm SD (n=3). Values with different letters^(a-b) within the same row differ significantly ($p < 0.05$) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

는데, 퀴노아는 광범위한 유전적 다양성으로 원산지의 품종과는 다른 여러 변종들이 생산지별로 다양하게 나타나고 있기 때문에 영양성분과 다양한 생리활성물질들의 함량도 산지에 따라서 달라진다(Jacobsen SE 2003; Miranda 등 2012; Nowak 등 2015; Bazile 등 2016; Kansomjet 등 2017).

본 연구결과에서도 강원도 원주에서 생산된 퀴노아의 일반성분 함량은 수분이 7.91%, 조단백질이 16.07%, 조지방이 6.31%, 조회분이 3.10%, 탄수화물이 74.53%, 총 식이섬유가 10.86%인 것으로 나타났으나, 강원도 홍천에서 생산된 퀴노아의 일반성분 함량은 수분이 8.32%, 조단백질 16.11%, 조지방 7.90%, 조회분 2.76%, 탄수화물 73.23%, 총 식이섬유 12.96%로서 같은 나라에서 생산되어도 생산지에 따라서 일반성분 함량에 약간의 차이가 나는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 국내산 퀴노아 뿐만 아니라, 외국산 퀴노아에서도 확인할 수 있는데, 칠레의 여러 지역에서 생산된 퀴노아의 일반성분 함량을 분석한 Miranda 등(2011)의 연구에서 칠레 남부와 중부, 북부에서 생산된 퀴노아 간에도 단백질 함량이 3.25~4.78% 차이가 나는 것으로 나타났다. 따라서 같은 나라에서 생산된 퀴노아라고 할지라도 생산지에 따라서 여러 가지 원인에 의해 식품성분간의 함량 차이가 나타나며, 이중 단백질은 생산지에 질소비료의 시비 수준이 달라지면서 함량 차이가 나는 것으로 생각된다(Koziol MJ 1992; Lee JH 2007; Hirose 등 2010; Miranda 등 2011).

2. 국내산과 외국산 퀴노아의 아미노산 조성 및 함량

국내산과 외국산 퀴노아의 아미노산을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 아미노산의 총 함량은 원주산 115.78±1.80 mg/g, 홍천산 107.16±1.79 mg/g, 페루산 100.49±0.65 mg/g, 태국산 87.15±1.50 mg/g, 미국산 87.05±0.60 mg/g 순으로 아미노산의 총 함량이 적은 것으로 나타났다($p<0.001$). 전반적으로 국내산이 외국산 퀴노아에 비해 단백질 함량뿐만 아니라, 아미노산 총 함량도 높은 것을 확인하였다.

개별 아미노산의 조성과 함량을 분석한 결과에서는 산지에 상관없이 모두 구성 아미노산인 글루탐산(glutamic acid)이 가장 많이 들어있는 것으로 나타났는데, 원주산이 20.08±0.30 mg/g으로 가장 많았고, 미국산이 13.71±0.03 mg/g으로 가장 적었다($p<0.001$). 퀴노아에 글루탐산 다음으로 많이 들어있는 아미노산은 아르기닌(arginine)으로 원주산이 13.26±0.07 mg/g으로 가장 많았고, 미국산과 태국산이 각각 9.50±0.22 mg/g과 9.84±0.31 mg/g으로 가장 적었다($p<0.001$). 또한 퀴노아에 아르기닌 다음으로 많이 들어있는 아미노산은 아스파르트산(aspartic acid)으로 원주산이 12.07±0.20 mg/g으로 가장 많았고, 태국산이 9.46±0.08 mg/g으로 가장 적었다($p<0.01$). 그러나 홍천산 퀴노아의 아미노산을 분석한 Kim

AN(2016)과 미국 USDA(2005)의 식품성분을 분석한 James LEA(2009)의 연구에서는 글루탐산 다음으로 아스파르트산이 더 많은 것으로 보고하여 글루탐산 다음으로 아르기닌이 많은 것으로 보고한 본 연구의 결과와 약간의 차이를 보였다. 그러나 대부분의 선행연구에서는 개별 아미노산별로 약간의 차이는 있지만, 글루탐산 다음으로 아르기닌과 아스파르트산 순으로 아미노산 함량이 많은 것을 확인하였다(Dini 등 1992; Koziol MJ 1992; Repo-Carrasco-Valencia 2010; Miranda 등 2011; Miranda 등 2012).

국내산과 외국산 퀴노아의 필수 아미노산을 분석한 결과, 퀴노아에 들어있는 필수 아미노산은 국내산과 외국산 간에 약간의 차이가 있었으나, 루이신(leucine), 라이신(lysine), 페닐알라닌(phenylalanine), 트레오닌(threonine), 발린(valine), 히스티딘(histidine), 아이소류이신(isoleucine), 메티오닌(methionine) 순으로 필수 아미노산 함량이 많았다. 특히 한국인의 주식인 쌀과 서양인의 주식인 밀에 부족한 제한 아미노산인 라이신은 페루산 퀴노아가 7.31±0.25 mg/g으로 가장 많은 것으로 나타났으나, 원주산과 홍천산도 각각 7.26±0.10 mg/g과 7.20±0.18 mg/g으로 페루산과 라이신 함량에 차이가 거의 없음을 확인할 수 있었다($p<0.001$). 라이신과 함께 쌀에 부족한 제한 아미노산인 트레오닌은 원주산(4.92±0.05 mg/g)과 홍천산(4.81±0.05 mg/g), 페루산(4.81±0.15 mg/g) 등이 미국산(4.06±0.04 mg/g)과 태국산(3.91±0.10 mg/g)에 비해 많은 것으로 나타났다($p<0.001$). 또한 콩과 밀에 부족한 제한 아미노산인 메티오닌은 홍천산이 0.80±0.28 mg/g으로 가장 많았고, 페루산이 0.62±0.02 mg/g으로 가장 적었으나, 퀴노아 생산지별로 메티오닌 함량 차이가 없는 것으로 나타났다. 이와 같이 국내산 퀴노아는 라이신을 제외하고 외국산 퀴노아보다 필수 아미노산 함량이 많은 것으로 나타났으며, 외국산인 페루산에 많았던 라이신도 국내산 퀴노아와 거의 차이가 없어서 국내산 퀴노아가 단백질과 아미노산의 총 함량뿐만 아니라, 필수 아미노산의 균형이 매우 우수한 것을 알 수 있었다. 또한 국내산과 외국산 퀴노아의 필수 아미노산들의 함량을 비교해보면, 원주산이 발린($p<0.001$), 이소류이신($p<0.001$), 류신($p<0.01$), 페닐알라닌($p<0.001$), 아르기닌($p<0.001$), 히스티딘($p<0.01$) 등의 함량이 가장 많은 것으로 나타났다. 따라서 필수 아미노산의 조성이나 함량이 우수한 국내산 퀴노아를 쌀이나 밀과 같은 곡류와 함께 섞어서 먹으면 체내 단백질 합성에 필요한 아미노산을 효율적으로 공급받아 식품 내의 단백질을 질을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다(Park & Kim 2000).

3. 국내산과 외국산 퀴노아의 지방산 조성 및 함량

국내산과 외국산 퀴노아의 지방산을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 퀴노아에는 팔미트산(palmitic acid, C16:0), 아라키

Table 2. Amino acid contents between Korean and imported quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Amino acid (mg/g dry weight basis)	Cultivation areas					F (p)
	KHQ ¹⁾	KWQ	UQ	PQ	TQ	
Nonessential amino acid						
Ala ²⁾	5.41±0.13 ^b	5.70±0.10 ^b	4.61±0.01 ^a	5.47±0.30 ^b	4.40±0.05 ^a	28.014 (0.001)**
Arg	12.07±0.18 ^c	13.26±0.07 ^d	9.50±0.22 ^a	11.24±0.42 ^b	9.84±0.31 ^a	68.854 (<0.001)***
Asp	11.19±0.23 ^b	12.07±0.20 ^c	9.71±0.03 ^a	10.88±0.48 ^b	9.46±0.08 ^a	35.178 (0.001)**
Glu	18.29±0.39 ^c	20.08±0.30 ^d	13.71±0.03 ^a	15.11±0.71 ^b	14.55±0.19 ^{ab}	94.041 (<0.001)***
Gly	7.98±0.19 ^c	8.07±0.10 ^c	5.96±0.03 ^a	7.19±0.22 ^b	6.13±0.10 ^a	92.354 (<0.001)***
Pro	5.25±0.09 ^c	5.64±0.07 ^d	4.25±0.05 ^a	4.91±0.09 ^b	4.30±0.08 ^a	119.224 (<0.001)***
Ser	6.82±0.16 ^c	7.12±0.07 ^c	5.62±0.02 ^a	6.44±0.22 ^b	5.57±0.07 ^a	58.494 (<0.001)***
Tyr	4.16±0.20 ^b	4.24±0.13 ^b	3.40±0.05 ^a	3.97±0.12 ^b	3.42±0.18 ^a	15.452 (0.005)**
Essential amino acid						
His	3.70±0.11 ^b	3.72±0.10 ^b	3.05±0.02 ^a	3.53±0.13 ^b	2.98±0.08 ^a	29.954 (0.001)**
Ile	2.82±0.07 ^b	2.97±0.04 ^c	2.42±0.01 ^a	2.78±0.07 ^b	2.40±0.04 ^a	57.093 (<0.001)***
Leu	7.69±0.27 ^{bc}	8.08±0.20 ^c	6.54±0.02 ^a	7.47±0.25 ^b	6.39±0.14 ^a	32.027 (0.001)**
Lys	7.20±0.18 ^c	7.26±0.10 ^c	6.11±0.00 ^b	7.31±0.25 ^c	5.57±0.10 ^a	54.731 (<0.001)***
Met	0.80±0.28	0.73±0.28	0.63±0.13	0.62±0.02	0.71±0.01	0.344 (0.838)
Phe	5.31±0.13 ^b	5.69±0.09 ^c	4.37±0.01 ^a	5.09±0.21 ^b	4.47±0.03 ^a	46.144 (<0.001)***
Thr	4.81±0.05 ^b	4.92±0.05 ^b	4.06±0.04 ^a	4.81±0.15 ^b	3.91±0.10 ^a	60.751 (<0.001)***
Val	3.67±0.10 ^b	3.89±0.06 ^c	3.16±0.02 ^a	3.68±0.06 ^b	3.06±0.06 ^a	56.868 (<0.001)***
Total	107.16±1.79 ^c	115.78±1.80 ^d	87.05±0.60 ^a	100.49±0.65 ^b	87.15±1.50 ^a	70.801 (<0.001)***

¹⁾ KHQ: Hongcheon quinoa, KWQ: Wonju quinoa, UQ: United States quinoa, PQ: Peruvian quinoa, TQ: Thailand quinoa.

²⁾ Ala: alanine, Arg: arginine, Asp: aspartic acid, Glu: glutamic acid, Gly: glycine, Pro: proline, Ser: serine, Tyr: tyrosine, His: histidine, Ile: isoleucine, Leu: leucine, Lys: lysine, Met: methionine, Phe: phenylalanine, Thr: threonine, Val: valine. Each value represents mean±SD (n=3). Values with different letters^(a-d) within the same row differ significantly ($p<0.05$) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

드산(arachidic acid, C20:0), 베헨산(behenic acid, C22:0), 리그노세르산(lignoceric acid, C24:0) 등을 포함해서 포화지방산이 4종을 확인하였고, 올레산(oleic acid, C18:1), 리놀레산(linoleic acid, C18:2), 알파-리놀렌산(α -linolenic acid, C18:3), 에이코센산(eicosenoic acid, C20:1), 에이코사디에노산(eicosadienoic acid, C20:2), 에루식산(erucic acid, C22:1), 넬본산(nervonic acid, C24:1) 등을 포함해서 불포화지방산 7종을 확인하였다. 국내산과 외국산 퀴노아의 포화지방산과 불포화지방산 함량을 서로 비교해 보면, 국내산 퀴노아는 포화지방산이 5.19~6.32 mg/g, 불포화지방산이 39.67~47.97 mg/g으로 나타났고, 외국산 퀴노아는 포화지방산이 4.24~5.93 mg/g, 불포화지방산 29.57~45.51 mg/g으로 나타났다. 이중 원주산 퀴노아가 포화지방산과 불포화지방산 함량이 가장 많은 것으로 나타났고, 태국산 퀴노아가 포화지방산과 불포화지방산 함량이 가장 적은 것으로 나타났다($p<0.001$). 전반적으로 국내산 퀴노아가 외국산 퀴노아에 비해 포화지방산과 불포화지방산 함량이 모

두 높았고, 국내산 퀴노아와 외국산 퀴노아 모두 불포화지방산이 포화지방산보다 많이 들어 있었다.

국내산과 외국산 퀴노아의 포화지방산 조성을 살펴보면, 포화지방산 중에 팔미트산이 가장 많았고, 리그노세르산이 가장 적었다. 특히 팔미트산과 리그노세르산은 원주산이 5.63±0.01 mg/g과 0.19±0.00 mg/g으로 가장 많았으나, 팔미트산은 태국산이 3.68±0.04 mg/g으로 가장 적었고, 리그노세르산은 페루산과 태국산이 각각 0.14±0.00 mg/g과 0.14±0.01 mg/g으로 가장 적었다($p<0.001$). 아라키드산과 베헨산은 외국산 퀴노아인 미국산이 0.26±0.01 mg/g과 0.38±0.01 mg/g으로 가장 많았고, 흥천산이 0.14±0.01 mg/g과 0.27±0.01 mg/g으로 가장 적었다($p<0.001$). 에콰도르산 퀴노아의 지방산 조성에 대해 연구한 Altuna 등(2018)의 연구에서도 본 연구 결과와 같이 팔미트산의 함량이 가장 많은 것으로 보고하였다.

국내산과 외국산 퀴노아의 불포화지방산 중에 필수 지방산의 조성을 살펴보면, 리놀레산은 원주산이 33.08±0.44

Table 3. Fatty acid contents between Korean and imported quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Fatty acid (mg/g dry weight basis)	Cultivation areas					F (p)
	KHQ ¹⁾	KWQ	UQ	PQ	TQ	
Saturated fatty acid						
Palmitic acid (C16:0)	4.63±0.08 ^b	5.63±0.01 ^d	5.10±0.29 ^c	3.76±0.13 ^a	3.68±0.04 ^a	66.197 (<0.001) ^{***}
Arachidic acid (C20:0)	0.14±0.01 ^a	0.18±0.01 ^b	0.26±0.01 ^c	0.16±0.00 ^a	0.15±0.00 ^a	88.859 (<0.001) ^{***}
Behenic acid (C22:0)	0.27±0.01 ^a	0.32±0.01 ^b	0.38±0.01 ^c	0.27±0.00 ^a	0.27±0.00 ^a	54.556 (<0.001) ^{***}
Lignoceric acid (C24:0)	0.15±0.00 ^b	0.19±0.00 ^c	0.18±0.00 ^c	0.14±0.00 ^a	0.14±0.01 ^a	66.451 (<0.001) ^{***}
Total	5.19±0.07 ^b	6.32±0.01 ^c	5.93±0.32 ^c	4.34±0.13 ^a	4.24±0.04 ^a	68.288 (<0.001) ^{***}
Unsaturated fatty acid						
Oleic acid (C18:1)	6.68±0.03 ^a	9.61±0.05 ^c	13.39±0.77 ^d	7.94±0.13 ^b	7.73±0.03 ^b	113.139 (<0.001) ^{***}
Linoleic acid (C18:2)	28.12±0.10 ^c	33.08±0.44 ^d	25.51±1.60 ^b	18.92±0.66 ^a	18.30±0.29 ^a	118.562 (<0.001) ^{***}
α-linolenic acid (C18:3)	3.35±0.01 ^b	3.46±0.02 ^b	4.75±0.28 ^c	2.34±0.09 ^a	2.23±0.04 ^a	117.397 (<0.001) ^{***}
Eicosenoic acid (C20:1)	0.50±0.00 ^a	0.64±0.00 ^b	0.78±0.05 ^c	0.53±0.02 ^a	0.52±0.14 ^a	42.814 (<0.001) ^{***}
Eicosadienoic acid (C20:2)	0.08±0.00 ^b	0.09±0.00 ^c	0.06±0.01 ^b	0.05±0.00 ^a	0.05±0.00 ^a	22.783 (0.002) ^{**}
Erucic acid (C22:1)	0.69±0.00 ^b	0.75±0.03 ^b	0.73±0.04 ^b	0.58±0.03 ^a	0.56±0.01 ^a	20.562 (0.003) ^{**}
Nervonic acid (C24:1)	0.12±0.00 ^b	0.13±0.01 ^b	0.10±0.01 ^a	0.09±0.01 ^a	0.08±0.01 ^a	11.136 (0.011) [*]
Total	39.67±0.09 ^b	47.97±0.57 ^c	45.51±2.79 ^c	30.55±0.91 ^a	29.57±0.40 ^a	78.029 (<0.001) ^{***}

¹⁾ KHQ: Hongcheon quinoa, KWQ: Wonju quinoa, UQ: United States quinoa, PQ: Peruvian quinoa, TQ: Thailand quinoa.

Each value represents mean±SD (n=3). Values with different letters^(a-d) within the same row differ significantly ($p<0.05$) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

* $p<0.05$ ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

mg/g으로 가장 많았고, 알파-리놀렌산은 미국산이 4.75±0.28 mg/g으로 가장 많았다($p<0.001$). 그러나 리놀레산과 알파-리놀렌산 모두 태국산이 18.30±0.29 mg/g과 2.23±0.04 mg/g으로 가장 적었다($p<0.001$). 필수 지방산 외에 불포화지방산의 조성을 살펴보면, 오메가-9 지방산인 올레산과 에이코센산은 미국산이 13.39±0.77 mg/g과 0.78±0.05 mg/g으로 가장 많았고, 홍천산이 6.68±0.03 mg/g과 0.50±0.00 mg/g으로 가장 적었다($p<0.001$). 또한 오메가-9 지방산인 에루식산($p<0.01$)과 넢본산($p<0.05$)은 원주산이 0.75±0.03 mg/g과 0.13±0.01 mg/g으로 가장 많았고, 태국산이 0.56±0.01 mg/g과 0.08±0.01 mg/g으로 가장 적었다. 오메가-6 지방산인 에이코사디에노산은 원주산이 0.09±0.00 mg/g으로 가장 많았고, 태국산과 페루산이 동일하게 0.05±0.00 mg/g으로 가장 적었다($p<0.01$). 이와 같이 국내산 퀴노아는 외국산 퀴노아에 비해 전반적으로 불포화지방산과 포화지방산 함량뿐만 아니라, 필수 지방산 함량도 월등하게 많은 것으로 나타났다. 퀴노아의 지방산 조성에 관한 많은 선행연구들에서도 본 연구 결과와 동일하게 리놀레산, 올레산, 팔미트산, 알파-리놀렌산 순으로 지방산 함량이 많은 것을 보고하였다(Ruales & Nair 1993; Przybylski 등 1994; Peiretti 등 2013; Tang 등 2015; Pelligrini 등 2018). 특히 우리가 주식으로 먹는 쌀이나 밀에는 필수 지방산이 약간 부

족할 수 있어서 이들 곡류에 필수 지방산이 풍부한 퀴노아를 섞어 먹으면 체내 부족한 필수 지방산을 보충할 수 있을 것으로 보인다. 다만, 퀴노아는 불포화지방산 함량이 높아서 지방 산화에 취약할 가능성도 있지만 퀴노아 오일에는 α-tocopherol의 함량이 매우 높아 지방 산화를 효과적으로 억제하기 때문에(Matsuo M 2005; Escibano 등 2017; Altuna 등 2018) 퀴노아를 정기적으로 섭취하는 것이 건강을 유지하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

4. 국내산과 외국산 퀴노아의 무기질 조성 및 함량

국내산과 외국산 퀴노아의 무기질을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 퀴노아 종자의 무기질 함량은 Ca 339.34~517.12 mg/kg, K 4,838.94~6,613.42 mg/kg, P 4,005.83~5,138.41 mg/kg, Fe 35.68~54.18 mg/kg, Mg 1,589.84~2,161.34 mg/kg, Zn 25.94~52.86 mg/kg, Mn 18.36~46.60 mg/kg, Na 2.52~64.98 mg/kg, Cu 386.65~518.63 mg/kg의 범위를 가진 것으로 나타났다. Ca과 K은 원주산과 홍천산 퀴노아가 각각 517.12± 88.52 mg/kg과 6,613.42±921.66 mg/kg으로 가장 많은 양이 들어있는 것으로 나타났고, 미국산과 페루산 퀴노아가 각각 339.34±15.04 mg/kg과 4,838.94±8.73 mg/kg으로 가장 적은 양이 들어있는 것으로 나타났으나, 생산지간에 무기질 함량 차이는 없었다.

Table 4. Mineral contents between Korean and imported quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Minerals contents (mg/kg dry weight basis)	Cultivation areas					F (p)
	KHQ ¹⁾	KWQ	UQ	PQ	TQ	
Ca	431.26±13.22	517.12±88.52	339.34±15.04	447.77±55.58	414.73±14.37	6.546 (0.099)
K	6,613.42±921.66	5,760.92±161.49	5,797.04±190.98	4,838.94±8.73	5,734.45±430.36	3.313 (0.111)
P	4,545.67±0.85 ^b	5,138.41±225.36 ^c	4,315.37±1.49 ^{ab}	4,343.88±171.07 ^{ab}	4,005.83±92.10 ^a	19.986 (0.003)**
Fe	52.63±1.40 ^b	51.04±2.21 ^b	50.80±2.77 ^b	35.68±1.27 ^a	54.18±2.97 ^b	22.471 (0.002)**
Mg	1,900.53±12.18 ^c	2,161.34±65.84 ^d	1,720.27±4.44 ^b	1,851.00±27.92 ^c	1,589.84±8.91 ^a	85.722 (<0.001)**
Zn	40.45±5.14 ^b	52.86±2.85 ^c	31.10±1.00 ^a	25.94±0.26 ^a	39.29±1.56 ^b	27.740 (0.001)**
Mn	33.02±0.99 ^c	28.20±2.58 ^{bc}	18.36±0.51 ^a	46.60±3.09 ^d	26.07±2.28 ^b	48.360 (<0.001)**
Na	64.98±2.65 ^c	32.03±10.23 ^b	10.38±0.56 ^a	2.52±0.20 ^a	11.38±0.94 ^a	56.443 (<0.001)**
Cu	466.19±19.93	445.79±98.79	386.65±42.64	518.63±41.47	417.89±62.77	1.416 (0.350)

¹⁾ KHQ: Hongcheon quinoa, KWQ: Wonju quinoa, UQ: United States quinoa, PQ: Peruvian quinoa, TQ: Thailand quinoa.

Each value represents mean±SD (n=3). Values with different letters^(a-d) within the same row differ significantly ($p<0.05$) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

그러나 P, Mg, Zn 등은 원주산이 5,138.41±225.36 mg/kg, 2,161.34±65.84 mg/kg, 52.86±2.85 mg/kg으로 가장 많았고, 태국산이 4,005.83±92.10 mg/kg, 1,589.84±8.91 mg/kg, 25.94±0.26 mg/kg으로 가장 적었으며, 국내산이 외국산 퀴노아에 비해 P($p<0.01$), Mg($p<0.001$), Zn($p<0.01$) 함량이 많은 것을 확인하였다. 또한 Na($p<0.001$)과 Fe($p<0.01$)은 홍천산과 태국산 퀴노아가 각각 64.98±2.65 mg/kg과 54.18±2.97 mg/kg으로 가장 많았고, 페루산 퀴노아가 각각 2.52±0.20 mg/kg와 35.68±1.27 mg/kg으로 가장 적었다. Mn과 Cu은 페루산이 46.60±3.09 mg/kg과 518.63±41.47 mg/kg으로 가장 많았고, 미국산이 18.36±0.51 mg/kg과 386.65±42.64 mg/kg으로 가장 적었으나, Mn($p<0.001$)의 함량만 생산지별로 차이가 있었다.

전반적인 무기질 함량은 회분 함량을 통해서도 확인할 수 있는데(Choi 등 2019), 국내산 퀴노아의 회분 함량은 2.76~3.10%로 외국산 퀴노아의 회분 함량인 2.38~2.55%에 비해 월등하게 많기 때문에 국내산 퀴노아가 외국산 퀴노아에 비해 무기질 함량이 우수한 것으로 판단된다. 특히 퀴노아는 우리가 주식으로 많이 먹는 쌀이나 보리, 밀, 옥수수 등에 비해서 Ca, K, Fe, Mg, Cu 등의 무기질이 함량이 3~26배 높은 것으로 알려졌는데, 이들 곡류에 퀴노아를 섞어서 먹는다면 효과적인 무기질 공급원이 될 것으로 사료된다(Kozioł MJ 1992; Konishi 등 2004; Vega-Galvez 등 2010). 다만, 퀴노아는 세척하는 과정에서 Ca, K, Fe, Mg, Mn, Na, Cu 등의 무기질이 손실될 수 있으나(INIAP 1986), 시중에 유통되고 있는 대부분의 퀴노아는 광택제를 사용하기 때문에 세척과정에서 무기질의 손실은 적을 것으로 예상된다.

5. 국내산과 외국산 퀴노아의 유기산과 유리당 함량

국내산과 외국산 퀴노아의 유기산과 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 퀴노아에는 유기산 중에 구연산(citric acid)이 들어있고, 유리당 중에 단당류인 포도당(glucose)과 이당류인 자당(sucrose), 삼당류인 라피노오스(raffinose), 사당류인 스타키오스(stachyose) 등이 들어있는 것을 확인하였다.

유기산인 구연산은 미국산이 275.61±39.45 mg/kg으로 가장 많았고, 홍천산이 106.90±4.46 mg/kg으로 가장 적었다($p<0.01$). 또한 본 연구결과에서는 퀴노아에 구연산 외에 다른 유기산은 거의 없는 것으로 나타났으나 퀴노아 가루의 유기산 함량을 분석한 Pellegrini 등(2018)은 퀴노아에는 구연산 뿐만 아니라, 숙신산(succinic acid), 말산(malic acid)과 옥살산(oxalic acid) 등의 유기산도 구성되어 있다고 보고하였다. 퀴노아의 유기산 조성이나 함량에 대한 과학적인 증거가 없기 때문에 단정 지을 수는 없지만 Chenopodiaceae 품종에 속하는 퀴노아(Mariyshyn 등 2016)에서도 이들 유기산이 검출되었기 때문에 품종에 따라서 유기산 조성 및 함량에 차이가 있을 것으로 사료된다.

유리당 중에 스타키오스 함량은 페루산이 1,419.07±81.40 mg/kg으로 가장 많았고, 원주산이 665.89±81.01 mg/kg으로 가장 적은 것으로 나타났다($p<0.01$). 또한 자당은 미국산이 23,733.79±1,245.14 mg/kg으로 가장 많았고, 태국산이 13,049.19±1,304.17 mg/kg으로 가장 적었다($p<0.001$). 그러나 홍천산은 포도당($p<0.01$)과 라피노오스($p<0.001$)의 함량이 각각 2,246.93±388.87 mg/kg과 2,813.71±16.45 mg/kg으로 외국산 퀴노아의

Table 5. Free sugar and organic acid contents between Korean and imported quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Composition	Cultivation areas (mg/kg dry weight basis)					F (p)
	KHQ ¹⁾	KWQ	UQ	PQ	TQ	
Organic acid						
Citric acid	106.90±4.46 ^a	132.66±1.44 ^{ab}	275.61±39.45 ^c	184.81±1.21 ^b	160.34±18.98 ^b	21.679 (0.002)**
Free sugar						
Glucose	2,246.93±388.87 ^b	1,936.77±9.79 ^b	589.85±159.26 ^a	537.53±128.27 ^a	773.60±4.06 ^a	34.047 (0.001)**
Sucrose	17,438.78±549.51 ^b	18,505.73±686.93 ^b	23,733.79±1,245.14 ^c	14,420.15±217.88 ^a	13,049.19±1,304.17 ^a	42.447 (<0.001)***
Raffinose	2,813.71±16.45 ^c	1,672.49±149.15 ^b	1,670.15±63.09 ^b	1,275.30±24.12 ^a	1,070.04±100.00 ^a	122.663 (<0.001)***
Stachyose	1,142.18±25.77 ^{bc}	665.89±81.01 ^a	1,014.60±25.39 ^b	1,419.07±81.40 ^c	1,320.18±202.45 ^c	15.638 (0.005)**

¹⁾ KHQ: Hongcheon quinoa, KWQ: Wonju quinoa, UQ: United States quinoa, PQ: Peruvian quinoa, TQ: Thailand quinoa.

Each value represents mean±SD (n=3). Values with different letters^(a-c) within the same row differ significantly ($p<0.05$) through one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test.

** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

포도당(537.53~773.60 mg/kg)과 라피노오스(1,070.04~1,670.15 mg/kg) 함량에 비해 최소 1.7배 이상 더 들어있는 것으로 나타났다. 본 연구결과에서는 퀴노아에 이당류인 자당이 많이 들어있는 것을 확인하였다. 퀴노아에 들어있는 유리당들의 조성은 조금씩 다르지만 대부분의 선행연구들에서는 본 연구결과와 같이 자당의 함량이 가장 많은 것으로 보고하여서 자당이 퀴노아의 주요 당 성분임을 확인하였다(Miranda 등 2012; Pellegrini 등 2018; Pereira 등 2019). 이와 같이 단맛이 강한 이당류인 자당이 퀴노아에 상대적으로 많이 들어있어서 퀴노아 특유의 쓴맛을 줄이는데 효과가 있을 것으로 생각된다. 특히 퀴노아에는 쓴맛을 가진 사포닌이나 페놀 화합물, 펩타이드 등이 들어있어 영양상의 여러 가지 장점에도 불구하고 쓴맛을 싫어하는 소비자들에게 제한 요소로 작용하기 때문에 쓴맛을 줄이기 위한 세척이나 도정, 발효, 발아 등의 가공과정을 거쳐서 시중에 판매하고 있다(Suarez-Estrella 등 2018). 이러한 퀴노아의 쓴맛을 줄이기 위해서 단맛을 지닌 품종을 개량하는 방법도 확대되고 있다(Ward SM 2000; Bhargava 등 2006; Spehar & Rocha 2010; Suarez-Estrella 등 2018). 이 외에도 발아는 곡물의 쓴맛을 덜 느끼게 해주는 당당류들이 많이 형성되기 때문에 퀴노아의 쓴맛을 줄이는 방법으로 많이 사용되고 있다(Marengo 등 2016; Suarez-Estrella 등 2018). 특히 국내산 퀴노아는 외국산 퀴노아에 비해 퀴노아 고유의 쓴맛을 줄여주는 단맛을 지닌 자당과 포도당이 많이 들어있어서 퀴노아의 기호도를 높이는데 긍정적인 효과를 낼 것으로 기대된다.

요약 및 결론

본 연구는 현재 국내에서 생산되고 있는 홍천산과 원주산

퀴노아의 생산과 소비를 늘리기 위해서 외국산 퀴노아 3종과 일반성분, 아미노산, 지방산, 무기질, 유리당, 유기산 등의 주요 식품성분들의 조성 and 함량을 비교하였다. 일반성분 분석 결과에서는 원주산 퀴노아가 조회분 함량이 가장 많았고, 홍천산 퀴노아가 조단백질 함량이 가장 많은 것으로 나타났다. 또한 페루산 퀴노아가 수분과 조지방 함량에서 가장 많았다. 태국산 퀴노아는 조지방과 조회분 함량에서 가장 적었고, 미국산 퀴노아는 조단백질 함량에서 가장 적은 것으로 나타났다. 아미노산 분석 결과에서는 원주산 퀴노아의 아미노산 총 함량이 가장 많은 것으로 나타났고, 제한 아미노산인 라이신은 페루산 퀴노아가 가장 많았지만, 트레오닌은 원주산 퀴노아가 가장 많은 것으로 나타났다. 또한 필수 아미노산 함량에서도 원주산 퀴노아가 발린, 이소류신, 류신, 페닐알라닌, 아르기닌, 히스티딘 등이 가장 많은 것으로 나타났다. 또한 지방산 분석 결과에서도 원주산 퀴노아가 포화지방산과 불포화지방산 함량에서 가장 많은 것으로 나타났고, 태국산 퀴노아가 포화지방산과 불포화지방산 함량에서 가장 적은 것으로 나타났다. 무기질 분석 결과에서는 P, Mg, Zn 등의 함량이 원주산 퀴노아가 가장 많았고, Na 함량은 홍천산 퀴노아가 가장 많아서 전반적으로 국내산 퀴노아가 외국산 퀴노아에 비해 무기질이 많은 것으로 나타났다. 다만, Fe는 태국산 퀴노아가 가장 많았고, Mn과 Cu는 페루산 퀴노아가 가장 많은 것으로 나타났다. 유기산과 유리당 분석 결과에서는 미국산 퀴노아가 구연산과 자당이 가장 많이 들어있는 것으로 나타났다. 홍천산 퀴노아는 구연산 함량은 가장 적었지만, 포도당과 라피노오스는 가장 많이 들어있는 것으로 나타났다. 또한 스타키오스는 페루산 퀴노아의 함량이 가장 많았으며, 원주산 퀴노아의 함량이 가장 적은 것으로 나타났다. 국내산 퀴노아와 외국산 퀴노아의 주요 식품성분을

비교한 결과, 전반적으로 국내산 퀴노아가 외국산 퀴노아와 비교해서 일반성분과 아미노산, 지방산, 무기질의 조성 및 함량 면에서 비교적 우수한 것으로 나타났다. 이번 연구를 통해서 국내산 퀴노아의 식품성분 조성과 함량이 우수한 것이 확인되었으나, 국내산 퀴노아의 비타민을 비롯한 생리활성물질에 관한 분석 자료가 많지 않으므로 이에 대한 국내산 퀴노아의 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

이 논문은 2017년도 대한민국 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2017R1C1B5076249)의 연구결과입니다.

References

- Altuna JL, Silva M, Alvarez M, Quinteros MF, Morales D, Carrillo W. 2018. Ecuadorian quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) fatty acids profile. *Asian J Pharm Clin Res* 11: 209-211
- Bazile D, Jacobsen SE, Vemiau A. 2016. The global expansion of quinoa: Trends and limits. *Front Plant Sci* 7:622
- Bhargava A, Shukla S, Ohri D. 2006. *Chenopodium quinoa*: An Indian perspective. *Ind Crops Prod* 23:73-87
- Carciochi RA, Manrique GD, Dimitrov K. 2014. Changes in phenolic composition and antioxidant activity during germination of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Int Food Res J* 21:767-773
- Carciochi RA, Manrique GD, Dimitrov K. 2015. Optimization of antioxidant phenolic compounds extraction from quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds. *J Food Sci Technol* 52:4396-4404
- Choi JM, Kwak DY, Choe ME, Song SB, Park CH, Ko JY. 2019. Nutritional compositions of varieties of foxtail millet and proso millet developed in Korea. *Korean J Crop Sci* 64:137-143
- Dini A, Rastrelli L, Saturnino P, Schettino O. 1992. A compositional study of *Chenopodium quinoa* seeds. *Food/Nahrung* 36:400-404
- Dini I, Tenore GC, Dini A. 2004. Phenolic constituents of kancolla seeds. *Food Chem* 84:163-168
- Dini I, Tenore GC, Dini A. 2010. Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. *LWT-Food Sci Technol* 43:447-451
- Escribano J, Cabanes J, Jimenez-Atienzar M, Ibanez-Tremolada M, Gomez-Pando LR, Garcia-Carmona F, Gandia-Herrero F. 2017. Characterization of betalains, saponins and antioxidant power in differently colored quinoa (*Chenopodium quinoa*) varieties. *Food Chem* 234:285-294
- FAO. 2019. Quinoa. Available from <http://www.fao.org/quinoa/en> [cited 23 July 2019]
- Garces R, Mancha M. 1993. One-step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues. *Anal Biochem* 211:139-143
- Hankyung Newspaper. 2017. Superfood Hongcheon quinoa, a new alternative to farming crops. Available from <https://www.hankyung.com/economy/article/201707189037a> [cited 23 July 2019]
- Hirose Y, Fujita T, Ishii T, Ueno N. 2010. Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seeds cultivated in Japan. *Food Chem* 119:1300-1306
- INIA, FAO. 2015. Catalogue of Commercial Varieties Quinoa in Peru. pp.1-71. Food and Agriculture Organization of the United Nations
- INIAP. 1986. Historia de las Dos Primeras Variedades de Quinoa. Unidad de Recursos Fitogenticos, Estacion Experimental "Santa Catalina". p.12. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
- Iqbal MA. 2015. An assessment of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) potential as a grain crop on marginal lands in Pakistan. *Am Eurasian J Agric Environ Sci* 15:16-23
- Jacobsen SE, Quispe H, Mujica A. 2000. Quinoa: An alternative crop for saline soils in the Andes. *IPC Program Report (CIP) 1999-2000*. pp.403-408
- Jacobsen SE. 2003. The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Rev Int* 19:167-177
- James LEA. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Adv Food Nutr Res* 58:1-31
- Kansomjet P, Thobunluepop P, Lertmongkol S, Sarobol E, Kaewsuwan P, Junhaeng P, Pipattanawong N, Ivan MT. 2017. Response of physiological characteristics, seed yield and seed quality of quinoa under difference of nitrogen fertilizer management. *Am J Plant Physiol* 12:20-27
- Kim AN. 2016. A study on the quinoa by different preparation methods and its application to food. Master's Thesis, Kyunghee Univ. Seoul. Korea

- Kim MH, Song BM, Choi EY. 2017. Determination of growth, yield and carbohydrate content of *Allium hookeri* grown under shading treatment. *Korean J Med Crop Sci* 25:397-403
- Konishi Y, Hirano S, Tsuboi H, Wada M. 2004. Distribution of minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. *Biosci Biotechnol Biochem* 68:231-234
- Koziol MJ. 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J Food Compos Anal* 5:35-68
- Lee JH. 2007. New beneficial crops amaranth and quinoa for food nutritional source. *Food Indust Nutr* 12:29-36
- Lee MJ, Sim KH. 2018. Nutritional value and the kaempferol and quercetin contents of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) from different regions. *Korean J Food Sci Technol* 50:680-687
- Lee YR. 2018. Nutritional composition of rice bread with different rice flour. *Korean J Food Nutr* 31:435-440
- Marchyshyn SM, Shanayda MI, Kernychna IZ, Demydiak OL, Dahym IS, Berdey TS, Potishnyj IM. 2016. Qualitative composition and organic acids content in the above ground part of plants from families Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae and Chenopodiaceae. *Int J Medc Med Res* 2:19-22
- Marengo M, Carpen A, Bonomi F, Casiraghi MC, Meroni E, Quaglia L, Iametti S, Pagani MA, Marti A. 2016. Macromolecular and micronutrient profiles of sprouted chickpeas to be used for integrating cereal-based food. *Cereal Chem* 94:82-88
- Matsuo M. 2005. *In vivo* antioxidant activity of methanol extract from quinoa fermented with *Rhizopus oligosporus*. *J Nutr Sci Vitaminol* 51:449-452
- Ministry of Food and Drug Safety Korean. 2018. Food standards codex. Available from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263 [cited 19 February 2019]
- Miranda M, Vega-Galvez A, Martinez E, Lopez J, Rodriguez MJ, Henriquez K, Fuentes F. 2012. Genetic diversity and comparison of physicochemical and nutritional characteristics of six quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes cultivated in Chile. *Cienc Tecnol Aliment* 32:835-843
- Miranda M, Vega-Galvez A, Quispe-Fuentes I, Rodriguez MJ, Maureira H, Martinez EA. 2012. Nutritional aspects of six quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ecotypes from three geographical areas of Chile. *Chilean J Agric Res* 72:175-181
- Miranda M, Vega-Galvez A, Uribe E, Lopez J, Martinez E, Rodriguez MJ, Quispe I, Scala KD. 2011. Physico-chemical analysis, antioxidant capacity and vitamins of six ecotypes of chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Procedia Food Sci* 1:1439-1446
- Navruz-Varli S, Sanlier N. 2016. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J Cereal Sci* 69:371-376
- Nowak V, Du J, Charrondiere UR. 2015. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chem* 193:47-54
- Nsimba RY, Kikuzaki H, Konishi Y. 2008. Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. *Food Chem* 106:760-766
- Omary MB, Fong C, Rothschild J, Finney P. 2012. Effects of germination on the nutritional profile of gluten-free cereals and pseudocereals: A review. *Cereal Chem* 89:1-14
- Park JH, Lee YJ, Kim YH, Yoon KS. 2017. Antioxidant and antimicrobial activities of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds cultivated in Korea. *Prev Nutr Food Sci* 22:195-202
- Park TK, Kim EK. 2000. Living Nutrition of Modern Humans. pp.94-135. Kyomunsa Co. Ltd
- Peiretti PG, Gai F, Tassone S. 2013. Fatty acid profile and nutritive value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds and plants at different growth stages. *Anim Feed Sci Technol* 183:56-61
- Pellegrini M, Lucas-Gonzales R, Ricci A, Fontecha J, Fernandez-Lopez J, Perez-Alvarez JA, Viuda-Martos M. 2018. Chemical, fatty acid, polyphenolic profile, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. *Ind Crops Prod* 111:38-46
- Pereira E, Encina-Zelada C, Barros L, Gonzales-Barron U, Cadavez V, Ferreira CFRI. 2019. Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium quinoa* Willd (quinoa) grains: A good alternative to nutritious food. *Food Chem* 280:110-114
- Przybylski R, Chauhan GS, Eskin NAM. 1994. Characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa*) lipids. *Food Chem* 51:187-192
- Ren G, Zhu Y, Shi Z, Li J. 2017. Detection of lunasin in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and the in vitro evaluation of its antioxidant and anti-inflammatory activities. *J Sci Doof*

- Agric* 97:4110-4116
- Repo-Carrasco-Valencia R, Hellstrom JK, Pihlava JM, Mattila PH. 2010. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chem* 120:128-133
- Ruales J, Nair BM. 1993. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. *Food Chem* 48:131-136
- Ruiz KB, Biondi S, Osés R, Acuaa-Rodriguez IS, Antognoni F, Martinez-Mosqueira EA, Coulibaly A, Canahua-Murillo A, Pinto M, Zurita-Silva A, Bazile D, Jacobsen SE, Molina-Montenegro MA. 2014. Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. *Agron Sustain Dev* 34:349-359
- Seol H, Sim KH. 2017. Quality characteristics of noodles with added germinated black quinoa powder. *Korean J Food Nutr* 30:19-30
- Spehar CR, de Silva Rocha JE. 2010. Exploiting genotypic variability from low-altitude Brazilian savannah-adapted *Chenopodium quinoa*. *Euphytica* 175:13-21
- Suarez-Estrella D, Torri L, Pagani MA, Marti A. 2018. Quinoa bitterness: Causes and solutions for improving product acceptability. *J Sci Food Agric* 98:4033-4041
- Sung JM, Lim JH, Park KJ, Jeong JW. 2008. Effects of semi-dried red pepper with a different seed ratio on the quality of Kimchi. *Korean J Food Preserv* 15:427-436
- Tang Y, Li X, Zhang B, Chen PX, Liu R, Tsao R. 2015. Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. *Food Chem* 166:380-388
- Vega-Galvez A, Miranda M, Vergara J, Uribe E, Puente L, Martinez EA. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: A review. *J Sci Food Agric* 90:2541-2547
- Vilcacundo R, Hernandez-Ledesma B. 2017. Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Curr Opin Food Sci* 14:1-6
- Ward SM. 2000. Response to selection for reduced grain saponin content in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Field Crops Res* 68:157-163
- Yao Y, Yang X, Shi Z, Ren G. 2014. Anti-inflammatory activity of saponins from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages cells. *J Food Sci* 79:H1018-H1023
- Yang SJ, Hong JH. 2016. Physicochemical characteristics and biological activities of fermented quinoa according to fermentation times. *J Chitin Chitosan* 21:188-196
- Zhu N, Sheng S, Li D, Lavoie EJ, Karwe MV, Rosen RT, Ho CT. 2001. Antioxidative flavonoid glycosides from quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J Food Lipids* 8:37-44

Received 02 August, 2019

Revised 09 September, 2019

Accepted 24 September, 2019