

국내산 퀴노아의 조리방법에 따른 영양성분 비교

정근영 · *심기현*

숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 대학원생,
*숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 부교수

Comparison of the Nutritional Composition of Quinoa Seeds Cultivated in Korea Depending on Different Cooking Methods

Keun-Young Jeong and *Ki Hyeon Sim*

Master's Student, Major in Traditional Culinary Culture, Graduate School of Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea
*Associate 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 of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivated in Hongcheon after steaming, boiling, and roasting. Among the general components, crude protein, fat, and ash content were the highest in raw quinoa. Dry matter and carbohydrate content was the highest in steamed quinoa, while total dietary fiber content was highest in roasted quinoa. Total amino acid contents were the highest in boiled quinoa and lowest in steamed quinoa. Fatty acid content was highest in raw quinoa and lowest in boiled quinoa. The mineral (calcium, potassium, and phosphorus) and vitamin content was most enriched in raw quinoa, while iron, magnesium, zinc, and manganese were highest in boiled quinoa. For free sugars, the fructose and sucrose levels were highest in raw quinoa, while glucose level was highest in roasted quinoa. The water-soluble vitamin and free sugar contents were lowest in boiled quinoa. In summary, nutritional levels of vitamins vulnerable to heat and unsaturated fatty acids decreased after cooking with heat, while those of amino acids and saturated fatty acids increased after cooking with heat, although there were variables based on different cooking methods.

Key words: Korean quinoa, nutritional composition, steaming, boiling, roasting

서론

퀴노아(*Chenopodium quinoa* Willd.)는 영양적으로 우수하고 환경 적응력이 높아 자연환경이 척박한 남아메리카 안데스 지역의 주요 식량 자원으로 오래전부터 재배되어온 고대작물이다(INIA & FAO 2015). 유엔식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)에서는 퀴노아를 미래의 식량부족을 해결할 수 있는 작물로서 2013년을 '세계 퀴노아의 해'로 지정하였다(Ruiz 등 2014; Bazile 등 2016; FAO 2020). 현재 전 세계 70여 개국에서 퀴노아를 재배하고 있으며(Bazile 등 2016; FAO 2020), 아시아

전역에서 퀴노아 재배에 성공하여 생산지를 점차 확대하고 있다(Nsimba 등 2008; Hirose 등 2010; Carciocchi 등 2014; Iqbal MA 2015; Bazile 등 2016; Kansomjet 등 2017; Ren 등 2017). 국내에서는 강원도 평창, 홍천, 원주를 중심으로 퀴노아 재배를 시작하여 현재는 홍천에서 대량 생산을 통해 단체급식으로 유통망을 넓히고 있다(Yang & Hong 2016; Sedaily 2017).

퀴노아는 단백질, 지방, 비타민, 무기질, 식이섬유 등이 풍부하게 들어 있으며, 곡류나 두류에서 부족한 라이신, 메티오닌, 트립토판 등의 필수 아미노산이 다량 함유되어 있다(Navruz-Varli & Sanlier 2016; Vilcacundo & Hernández-Ledesma 2017).

† Corresponding author: Ki Hyeon Sim, Associate 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

또한 페놀산(phenolic acid)과 캠퍼롤(kaempferol), 퀘르세틴(quercetin) 등의 플라보노이드 성분들이 들어있어 항산화, 항암, 항염, 항비만, 항당뇨에 효과가 있는 영양적 가치가 우수한 식품이다(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 & Hernández-Ledesma 2017).

퀴노아는 다른 곡류와 비슷하게 삶고 찌고 볶는 등의 조리방법을 통해 섭취하게 되는데, 이들 조리방법은 대부분이 열처리 후에 영양성분 변화가 일어나며, 열처리가 없는 세척과정에서도 일부 무기질의 함량이 감소하는 것으로 알려져 있다(INIAP 1986). 특히 열에 민감한 비타민과 플라보노이드는 조리 후에 손실될 가능성이 높은 편으로 퀴노아뿐만 아니라, 다른 식품에서도 조리 후에 영양성분이 변화하는 것을 확인할 수 있다. Lombard 등(2005)은 양파를 끓는 물에 삶으면 flavonol 함량이 18% 감소하는 것으로 보고하였고, Prodanov 등(2004)은 렌틸콩과 병아리콩의 비타민 함량이 조리 후에 감소하는 것으로 보고하였으며, USDA(2007)는 콩을 2시간 이상 조리 시 엽산의 50%가 감소하는 것으로 보고하였다. 퀴노아의 조리방법별 영양성분 변화에 관한 연구에서 Goh와 Lee(2017)는 열처리 과정을 거친 퀴노아의 전분 소화율이 생 퀴노아에 비해 약 2배 높은 편이지만, 다른 조리방법에 비해 삶기의 일반성분 감소가 약간 높은 것으로 보고하였다. 이와 같이 기존 연구들은 열처리 과정이 포함된 조리방법이 열에 약한 영양성분을 파괴하거나 분해하여 감소시키는 것으로 보고하였으나, 최근 연구들은 기존 학설과 상반되는 결과를 많이 보고하고 있다. 열처리가 식품 내부의 비효소적 갈변반응을 촉진하여 새로운 항산화 물질을 생성하고(Manzocco 등 2000; van Boekel 등 2010; Jo & Surh 2016), 탄수화물이나 단백질과 같은 고분자 물질과 결합한 생리활성물질들을 유리형으로 전환하여 생체 접근율과 이용률을 높이는 것으로 보고하였다(Dewanto 등 2002; Xu 등 2007; Kim 등 2013a; Cortez-García 등 2015; Jo & Surh 2016).

퀴노아의 우수한 영양과 효능이 알려지면서 전 세계적으로 퀴노아 관련 연구들이 많이 보고되고 있으나, 국내에서는 국내산과 외국산 퀴노아의 영양성분을 비교한 저자의 연구(Sim KH 2019)를 비롯해서 대부분이 퀴노아 생산지별 영양성분과 생리활성을 비교한 연구들이다(Yang & Hong 2016; Park 등 2017). 퀴노아의 조리 시 영양성분 변화에 대한 연구로는 일부 조리과정에서 퀴노아의 이화학적 특성을 분석한 Kim AN(2016)과 퀴노아의 열처리 과정에서 일반성분 및 생리활성을 분석한 Goh & Lee(2017)의 연구들이 보고된 바가 있으나, 다양한 조리과정에서 퀴노아의 영양성분

변화를 비교한 연구는 거의 보고된 적이 없다.

본 연구에서는 퀴노아와 같은 곡류의 조리방법으로 가장 많이 이용하는 찌기(steaming), 삶기(boiling), 볶기(roasting) 등으로 강원도 홍천산 퀴노아를 조리한 후에 영양성분 변화를 비교하여 국내산 퀴노아에 맞는 최적의 조리방법을 개발하기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 퀴노아 조리

국내산 퀴노아의 조리방법별 영양성분 변화를 분석하기 위해서 국내산 퀴노아 중에 대량 생산이 가능한 강원도 홍천에서 2018년 8월에 생산된 퀴노아를 산지 농장에서 2019년 3월에 구입하여 실험재료로 사용하였다. 또한 퀴노아와 같은 곡류의 조리방법 중에 가장 많이 사용하는 찌기, 삶기, 볶기 조리방법을 선택하여 증숙, 자숙, 볶음 퀴노아로 명명하였고, 대조군으로 조리하지 않은 생 퀴노아를 선택하여 비교하였다. 각 조리방법별 조리시간과 조리온도는 Goh & Lee(2017) 및 Kim AN(2016)의 연구를 기초로 하여 여러 차례의 예비실험을 통하여 본 연구에 맞게 조정하였다. 모든 시료는 증류수에 3회 세척하여 물기를 제거한 다음 퀴노아 중량의 10배에 해당하는 증류수를 넣고 실온에서 10분간 침지시킨 후에 물기를 충분히 제거하여 각각의 조리방법에 맞게 조리하였다.

증숙 퀴노아는 전기스팀쿠커(Food steamer, HD9132, Philips, Seoul, Korea)를 이용하여 퀴노아를 30분간 찌 후에 실온에서 냉각하였고, 자숙 퀴노아는 퀴노아 중량의 5배 증류수를 넣고 끓는 물에 7분간 삶아 실온에서 냉각하였다. 또한 볶음 퀴노아는 퀴노아를 실온에서 3시간 자연 건조한 상태로 회전볶음기(MK-300, JC Company, Seoul, Korea)를 이용하여 180℃에서 7분간 볶아 실온에서 냉각하였다. 모든 시료는 조리 후에 동결건조하여 -72℃ 냉동고에 보관하면서 실험재료로 사용하였다.

2. 일반성분 및 총 식이섬유 분석

일반성분은 식품공전(MFDS 2019)의 방법을 참고하여 다음과 같이 분석하였다. 수분 함량은 105℃에서 상압가열건조법으로 분석하였고, 조단백질 함량은 Kjeltex System(Kjeltex Auto 2400/2460, Foss Tecator AB, Hoganas, Sweden)를 사용하여 Kjeldahl 분해법으로 분석하였다. 조지방 함량은 조지방 추출기(Soxhlet Avanti 2050, FOSS Co., Hillerod, Denmark)를 사용하여 Soxhlet 추출법으로 분석하였고, 조회분 함량은 550~600℃의 전기회화로(LEF-105S, Daihan LabTech,

Namyangju, Korea)를 사용하여 직접 회화법으로 분석하였다. 탄수화물 함량은 식품의 전체 중량(100 g)에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 등의 함량을 감산하여 산출하였다.

총 식이섬유(total dietary fiber, TDF) 함량은 식이섬유 추출장치(Fibertec 1023 System E, FOSS, Hillerod, Denmark)를 사용하여 효소 중량법으로 분석하였다. 시료 1 g에 0.08 M phosphate buffer(pH 6.0) 50 mL와 α -amylase(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.1 mL를 넣어 95°C에서 15분간 반응시킨 후에 실온에 냉각하여 pH 7.5로 조절한 다음 protease(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.1 mL를 넣고 60°C에서 30분간 교반하였다. 다시 실온에 냉각하여 pH 4.5로 조절한 후에 amyloglucosidase(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.1 mL를 넣고 30분간 교반하여 전분과 단백질의 효소적 가수분해를 하였다. 전분과 단백질을 제거한 시료에 60°C 에탄올을 넣고 실온에서 약 1시간 방치하여 식이섬유를 가라앉힌 후에 crucible로 여과하였다. 남은 잔사는 78% 에탄올, 95% 에탄올, 아세톤 순으로 세척하여 건조한 다음 중량을 측정하여 아래의 계산식으로 총 식이섬유의 함량을 산출하였다. 조리방법별로 수분 함량이 다르기 때문에 동일한 기준으로 영양성분 함량을 비교하기 위해서 모든 영양성분은 수분보정을 거쳐 건물 기준(dry matter basis)으로 환산하여 비교하였다.

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

3. 아미노산 분석

아미노산은 식품공전(MFDS 2019)의 방법을 참고하여 이온 교환 크로마토그래피 방법으로 분석하였다. 시료 0.3 g에 6 N 염산 5 mL를 혼합한 후에 질소가스를 넣어 110°C에서 22시간 가수분해를 하였다. 시료는 감압건조 후에 0.02 N 염산 10 mL로 정용하였다. 시료액은 0.45 μ m syringe filter를 사용하여 여과한 후에 아미노산 분석기(L-8800, Hitachi, Tokyo, Japan)에 넣고 양이온교환수지 칼럼(Ion exchange 2622 PF column, 4.6 mm×60 mm, Hitachi, Tokyo, Japan)을 사용하여 분석하였다. 이동상은 pH-1, 2, 3, 4, RG(Wako Chemical, Osaka, Japan)와 ninhydrin reagent(Wako Chemical, Osaka, Japan)를 사용하여 농도 구배법으로 분석하였으며, 시료 주입량은 20 μ L, 칼럼 온도는 57~62°C, 반응 코일 온도는 135°C, buffer와 reagent의 유속은 0.4 mL/min과 0.35 mL/min으로 하여 570 nm와 440 nm 파장에서 분석하였다. 모든 아미노산 함량은 수분보정을 거쳐 건물 기준으로 환산

하여 비교하였다.

4. 지방산 분석

지방산은 지방산의 메틸 에스테르(fatty acid methyl esters, FAMES) 추출 과정을 거치는 식품공전(MFDS 2019)과 Garcés & Mancha(1993)의 방법을 참고하여 분석하였다. 시료에 클로로포름과 메탄올 2:1(v/v) 혼합용액을 사용하여 지방을 추출한 다음 메탄올과 염산 5:1(v/v) 혼합용액으로 메틸화를 통해 핵산으로 지방산 메틸 에스테르를 추출하는 전처리 과정을 거쳐 지방산을 분석하였다. 지방산 분석은 gas chromatography (Agilent 7890A, Agilent Technologies, Wilmington, NC, USA)와 DB-23(60 m×0.25 mm, 0.25 μ m, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) 칼럼을 사용하여 다음의 조건으로 분석하였다. 처음에는 50°C에서 1분 동안 온도를 유지하였다가 130°C까지 1분당 15°C씩 온도를 높였고, 다시 170°C까지 1분당 8°C씩 온도를 높인 후에 215°C까지 1분당 2°C씩 온도를 높여 10분 동안 온도를 유지하였다. 시료 주입량은 1 μ L, 온도는 250°C, 이동상은 헬륨을 1 mL/min으로 주입하였다. 검출기는 불꽃이온화검출기(flame ionization detector, FID)를 이용하여 250°C 온도로 분석하였다. 지방산 조성은 각각의 지방산 표준물질의 크로마토그램과 retention time을 비교하여 확인하였다. 모든 지방산 성분은 수분보정을 거쳐 건물 기준으로 환산하여 비교하였다.

5. 무기질 분석

무기질은 식품공전(MFDS 2019)의 방법을 참고하여 분석하였다. 시료 0.1 g에 2% 질산 3 mL와 증류수를 혼합하여 30분간 실온에 두었다가 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 차례대로 가열분해하는 과정을 거쳤다. 이러한 과정이 끝난 시료는 50 mL 메스플라스크에 담아 증류수로 정용한 후에 혼합 표준용액으로 분해하여 무기질 분석을 위한 표준용액으로 사용하였다. 무기질은 ICP-OES(Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer, Optima 8300, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)로 분석하였고, 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/min의 조건으로 분석하였다. 무기질의 종류별 파장은 칼슘(Ca) 317.933 nm, 칼륨(K) 766.490 nm; 인(P) 213.618 nm, 철(Fe) 238.204 nm, 마그네슘(Mg) 285.213 nm, 아연(Zn) 213.857 nm, 망간(Mn) 259.373 nm, 나트륨(Na) 589.592 nm 등으로 선택하였다. 모

든 지방산 함량은 수분보정을 거쳐 건물 기준으로 환산하여 비교하였다.

6. 비타민 분석

베타카로틴은 알칼리 비누화법으로 추출하여 HPLC(Agilent 1260, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다(Thomas 등 2001). 칼럼과 검출기는 Vydac 201TP C18(4.6 mm×250 mm, 5 µm, GRACE, Santa Clara, CA, USA)과 PDA detector(Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 452 nm 파장에서 분석하였다. 이동상 A는 메탄올, 부탄올, 증류수를 6:1:3(v/v/v) 비율로 혼합한 용액을 사용하였고, 이동상 B는 메탄올, 부탄올, 증류수를 89.5:10:0.5(v/v/v) 비율로 혼합한 용액을 사용하였으며, 유속은 1 mL/min, 주입량은 20 µL, 칼럼 온도는 40°C의 조건으로 분석하였다.

티아민과 니아신은 Kim 등(2014a)의 방법을 참고하여 HPLC(Nanospace SI-2, Shiseido, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 칼럼과 검출기는 Imtakt UK(4.6×150 mm, 3 µm, Unison UK-C18, Imtakt, Kyoto, Japan)와 PDA detector(Accela PDA 80 Hz Detector, Shiseido, Tokyo, Japan)를 사용하여 270 nm 파장에서 분석하였다. 이동상은 5 mM sodium 1-hexanesulfonate 용액(J.T. Baker Chemical Co., Phillipsburg, NJ, USA)과 60% 메탄올 혼합용액(Thermo Fisher Scientific, Seoul, Korea)을 사용하였고, 유속은 0.8 mL/min, 주입량은 20 µL, 칼럼 온도는 40°C 조건으로 분석하였다.

리보플라빈 분석은 AOAC(2005)의 형광광도법을 이용한 Jin 등(2016)의 방법을 참고하여 분석하였다. 시료에 0.1 N 염산(Junsei Chemical Co. Ltd., Tokyo, Japan) 50 mL를 넣은 후에 고압멸균기(SJ-220A100, Sejong Scientific Co., Bucheon, Korea)로 121°C에서 30분 동안 가열하였다가 냉각하였다. 시료에 0.5 N 수산화나트륨(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 넣어 pH 6.0으로 조정된 후에 0.1 N 염산으로 pH 4.5로 조정된 다음 100 mL로 정용하였다. 시료액을 Whatman No. 2 여과지로 여과한 후에 3% 과망간산칼륨(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.5 mL를 넣어 2분간 방치하였다가 3% 과산화수소(Junsei Chemical Co. Ltd., Tokyo, Japan) 0.5 mL를 넣어 침전물이 생기면 원심분리기(LABOGENE 1580R, GYROZEN Co. Ltd., Daejeon, Korea)로 침전물을 제거한 후에 시료와 표준용액을 각각 435 nm와 545 nm 파장에서 분석하였다. 모든 비타민 함량은 수분보정을 거쳐 건물 기준으로 환산하여 비교하였다.

7. 유기산과 유리당 분석

유기산 함량은 Sung 등(2008)의 방법을 참고하여 분석하였다. 시료 200 mg 에 증류수 10 mL 를 섞어 0.2 µm membrane

filter(Whatman Co., Kent, England)로 여과한 다음 HPLC(Ultimate 3000 series, Thermo Scientific Dionex, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 다음의 조건으로 분석하였다. 칼럼과 검출기는 Aminex HPX-87H(300×7.8 mm, Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA, USA)와 RI detector(RefractoMAX, ERC Inc., Saitama, Japan)를 사용하여 210 nm 파장에서 측정하였다. 이동상은 0.01 N 황산(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), 유속은 0.5 mL/min, 오븐 온도는 40°C, 시료 주입량은 10 µL 의 조건으로 30 분간 분석하였다. 각각의 농도별 표준곡선을 작성하여 peak 의 면적으로 시료의 개별 유기산 농도를 분석한 후에 수분보정을 거쳐 건물 기준으로 환산하여 비교하였다.

유리당 함량은 Kim 등(2017)의 방법을 참고하여 분석하였다. 시료 200 mg 에 증류수 10 mL 를 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. 칼럼은 Sugar-pak(300×6.5 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 3 차 증류수, 유속은 0.5 mL/min, 시료 주입량은 10 µL 의 조건으로 22 분간 분석하였다. 각각의 농도별 표준곡선을 작성하여 peak 의 면적으로 시료의 개별 유리당 함량을 분석한 후에 수분보정을 거쳐 건물 기준으로 환산하여 비교하였다.

8. 통계분석

모든 실험 결과는 SPSS program(Version 24.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 평균과 표준편차로 나타내었고, 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. 국내산 퀴노아의 조리방법별 일반성분 함량

국내산 퀴노아의 조리방법별 일반성분 함량을 분석한 결과는 Table 1 과 같이 건물 기준으로 환산하여 비교하였다. 각 조리방법별 퀴노아의 건물 함량은 91.51~98.55%, 조단백 함량은 12.84~14.04%, 조지방 함량은 1.34~1.99%, 조회분 함량은 1.95~2.43%, 탄수화물 함량은 76.94~84.14%, 총 식이섬유 함량은 7.91~11.47% 범위를 보였다. 이중 건물 함량과 탄수화물 함량에서는 증숙 퀴노아가 98.55%와 84.14%로 가장 높은 함량을 보인 반면에, 생 퀴노아가 91.51%와

Table 1. Chemical compositions of different cooked quinoa seeds cultivated in Korea

Chemical composition (% dry matter basis)	Cooking methods				F (p)
	Raw	Steamed	Boiled	Roasted	
Dry matter	91.51±0.16 ^a	98.55±0.05 ^c	98.45±0.05 ^c	97.82±0.10 ^b	3,633.439 (<0.001) ^{***}
Crude protein	14.04±0.60	12.84±0.30	13.71±0.50	13.48±0.68	2.664 (0.119)
Crude lipid	1.99±0.03 ^d	1.63±0.005 ^c	1.34±0.04 ^a	1.50±0.07 ^b	94.702 (<0.001) ^{***}
Crude ash	2.43±0.09	2.11±0.04	1.95±0.48	2.34±0.08	2.246 (0.160)
Carbohydrate	76.94±0.92 ^a	84.14±0.33 ^b	82.41±1.83 ^b	82.94±0.77 ^b	21.297 (<0.001) ^{***}
Total dietary fiber	8.84±0.85 ^a	10.55±0.13 ^b	7.91±0.90 ^a	11.47±0.71 ^b	15.268 (0.001) ^{**}

Each value represents mean±S.D. (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.

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

76.94%로 가장 낮은 함량을 가진 것으로 나타났다($p<0.001$). 조단백질 함량과 조회분 함량에서는 생 퀴노아가 14.04%와 2.43%로 가장 높은 함량을 보였고, 증숙 퀴노아와 자숙 퀴노아가 12.84%와 1.95%로 가장 낮은 함량을 보였으나, 조리방법별로 함량 차이가 없는 것으로 나타났다. 조지방($p<0.001$) 함량과 총 식이섬유($p<0.01$) 함량에서는 생 퀴노아와 볶음 퀴노아가 각각 1.99%와 11.47%로 가장 높은 함량을 가진 것으로 나타났고, 자숙 퀴노아가 1.34%와 7.91%로 가장 낮은 함량을 가진 것으로 나타났다.

퀴노아의 일반성분 함량 분석 결과에서는 전반적으로 생 퀴노아가 탄수화물과 총 식이섬유를 제외하고 높은 경향을 보인 반면에, 자숙 퀴노아는 낮은 경향을 보였다. 그러나 조단백질 함량과 조회분 함량에서는 조리방법에 따른 함량 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. Seol 등(2012)은 콩을 가열하면 열에 의해 단백질이 아미노산과 펩타이드로 분해되어 단백질 함량이 낮아지는 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 퀴노아의 단백질 함량이 조리방법별로 차이가 없는 것으로 나타났는데, 곡류 중에서 퀴노아의 단백질 함량이 높은 편이지만, 콩에 비해 높지 않기 때문에 Seol 등(2012)의 연구 결과와 차이를 보인 것으로 생각된다. 다만, 수분 함량에 영향을 받는 건물, 조지방, 탄수화물 함량은 조리방법에 따라 차이가 큰 것으로 나타났는데, 조리온도가 수분 함량에 영향을 주어 이들 성분들의 함량에도 변화를 준 것으로 생각된다. Cheigh 등(2012)은 조리과정에서 온도가 높을수록 감자의 수분 함량이 낮은 것으로 보고하였고, Jin 등(2016)도 고온에서 조리한 삶은 감자가 생 감자에 비해 낮은 수분 함량을 가진 것으로 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 특히 식품의 전체 중량에서 높은 비율을 차지하는 탄수화물 함량은 수분 함량에 영향을 받아 조리방법에 따라 차이가 큰 것으로 판단된다. 조지방의 경우는 생 퀴노아의 함량이 가장 높은 반면에 자숙 퀴노아의

함량이 가장 낮았는데, 퀴노아를 삶는 중에 조직이 연화되면서 조리수에 지방 성분이 빠져나와 감소한 것으로 생각된다. 또한 자숙 퀴노아에 이어 조지방 함량이 낮았던 볶음 퀴노아의 경우도 퀴노아를 볶는 과정에서 조직에서 지방 성분이 쉽게 빠져나와(Jang 등 2018) 함량이 감소한 것으로 사료된다.

본 연구의 총 식이섬유 함량을 측정한 결과에서는 볶음 퀴노아와 증숙 퀴노아가 동일한 수준으로 가장 높았고, 생 퀴노아와 자숙 퀴노아가 동일한 수준으로 가장 낮았다. 이와 관련해서 Varo 등(1984)은 가열조리 시 셀룰로오스 함량이 크게 증가하여 식이섬유 함량이 증가하는 것으로 보고하였는데, 전분의 열처리 과정에서 발생하는 갈변반응 생성물과 유리되어 나오는 셀룰로오스가 불용성 식이섬유로 측정되기 때문에 총 식이섬유 함량이 증가하는 것으로 주장하였다. 또한 Bressani R(1993)은 마른 씨앗을 물에 담거나 조리하는 과정에서 일어나는 화학적인 변성으로 단백질과 식이섬유 간의 복합체(protein-fiber complexes)가 형성되어 총 식이섬유 함량이 증가하는 것으로 보고하였다. 본 연구 결과에서도 갈변도가 가장 높았던 볶음 퀴노아의 총 식이섬유 함량이 가장 높은 것으로 나타났으며, 열처리 과정을 하지 않았던 생 퀴노아에 비해 수침 및 열처리 과정을 거친 증숙 퀴노아와 볶음 퀴노아의 총 식이섬유 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 다만, 증숙 퀴노아와 볶음 퀴노아와 같이 열처리 과정을 거친 자숙 퀴노아의 총 식이섬유 함량이 오히려 감소하는 것으로 나타났는데, Hefnawy TH(2011)의 연구에서도 삶은 렌틸콩 종자의 총 식이섬유 함량이 본 연구에서와 같이 감소하는 경향을 보여, 일부 전분 성분이 조리수에 빠져 나오면서 총 식이섬유 함량이 감소하는 것으로 판단된다.

2. 국내산 퀴노아의 조리방법별 아미노산 함량

국내산 퀴노아의 조리방법별 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 퀴노아의 조리방법에 따라서는 자숙

퀴노아(138.20 mg/g), 볶음 퀴노아(116.67 mg/g), 생 퀴노아(108.16 mg/g), 증숙 퀴노아(98.43 mg/g) 순으로 아미노산의 총 함량이 높은 것으로 나타났다($p<0.001$). 또한 아미노산을 비필수아미노산과 필수아미노산으로 나누어 각각의 아미노산 함량을 비교하였는데, 필수아미노산 중에서는 류신(leucine), 라이신(lysine), 페닐알라닌(phenylalanine), 트레오닌(threonine), 발린(valine), 히스티딘(histidine), 이소류신(isoleucine), 메티오닌(methionine) 순으로 아미노산의 함량이 높았고, 비필수아미노산 중에서는 글루탐산(glutamic acid), 아스파르트산(aspartic acid), 아르기닌(arginine), 글라이신(glycine), 알라닌(alanine), 세린(serine), 프롤린(proline), 티로신(tyrosine), 시스테인(cysteine) 순으로 아미노산 함량이 높았다. 특히 비필수아미노산과 필수아미노산 모두 자숙 퀴노아의 아미노산 함량이 88.23

mg/g과 49.97 mg/g으로 가장 높은 반면에, 증숙 퀴노아의 아미노산 함량은 63.06 mg/g과 35.37 mg/g으로 가장 낮았다($p<0.001$). 다만, 비필수아미노산 중에서 알라닌은 다른 아미노산과 달리 생 퀴노아의 함량이 4.60 mg/g으로 가장 낮은 것으로 나타났다($p<0.001$). 또한 필수아미노산 중에 메티오닌은 다른 아미노산과 달리 볶음 퀴노아의 함량이 0.89 mg/g으로 가장 높은 반면에, 생 퀴노아의 함량은 0.72 mg/g으로 가장 낮은 것으로 나타났으나, 아미노산 중에 가장 적은 양이 들어 있어 시료 간에 함량 차이는 없었다.

식품의 주요 영양소인 단백질은 가열조리 후에 파괴되지 않고 소화되기 쉬운 형태로 변화하여 소화 이용률을 높일 수 있다(Hefnawy TH 2011). 일부 선행연구(Koehler & Odell 1970; Jang 등 2018)에서는 환원당과 아미노기를 가

Table 2. Amino acid contents of different cooked quinoa seeds cultivated in Korea

Amino acid (mg/g dry matter basis)	Cooking methods				F (p)
	Raw	Steamed	Boiled	Roasted	
Nonessential amino acid					
Ala ¹⁾	4.60±0.22 ^a	6.54±0.01 ^b	9.48±0.35 ^d	7.24±0.31 ^c	186.913 (<0.001) ^{***}
Arg	10.47±0.38 ^b	9.29±0.10 ^a	13.53±0.08 ^c	11.15±0.89 ^b	40.762 (<0.001) ^{***}
Asp	11.93±0.57 ^b	9.76±0.12 ^a	13.60±0.32 ^c	12.49±0.56 ^b	41.583 (<0.001) ^{***}
Glu	18.04±0.40 ^b	15.75±0.24 ^a	21.09±0.11 ^c	19.11±1.99 ^b	14.124 (0.001) ^{**}
Gly	7.69±0.26 ^a	6.87±0.03 ^a	9.19±0.10 ^c	7.88±0.45 ^b	40.575 (<0.001) ^{***}
Pro	5.48±0.16 ^b	4.59±0.07 ^a	6.54±0.11 ^d	5.71±0.10 ^b	147.776 (<0.001) ^{***}
Ser	6.37±0.24 ^b	5.73±0.05 ^a	8.19±0.18 ^c	6.60±0.29 ^b	74.361 (<0.001) ^{***}
Tyr	3.48±0.20 ^{ab}	3.16±0.05 ^a	4.65±0.17 ^c	3.67±0.39 ^b	22.651 (<0.001) ^{***}
Cys	1.52±0.05 ^a	1.38±0.08 ^a	1.96±0.12 ^b	1.47±0.11 ^a	22.226 (<0.001) ^{***}
Total nonessential amino acids	69.57±1.00 ^b	63.06±0.48 ^a	88.23±0.95 ^d	75.33±3.34 ^c	103.391 (<0.001) ^{***}
Essential amino acid					
His	3.78±0.14 ^b	3.34±0.05 ^a	4.68±0.17 ^c	4.00±0.20 ^b	41.417 (<0.001) ^{***}
Ile	3.64±0.19 ^a	3.45±0.08 ^a	4.99±0.11 ^c	4.06±0.24 ^b	50.322 (<0.001) ^{***}
Leu	8.31±0.38 ^a	7.69±0.11 ^a	11.14±0.26 ^c	9.04±0.61 ^b	45.906 (<0.001) ^{***}
Lys	7.17±0.38 ^b	6.38±0.05 ^a	8.89±0.23 ^c	7.42±0.36 ^b	40.519 (<0.001) ^{***}
Met	0.72±0.00	0.75±0.11	0.75±0.11	0.89±0.44	0.325 (0.807)
Phe	5.26±0.20 ^b	4.81±0.08 ^a	6.89±0.20 ^c	5.67±0.37 ^b	46.462 (<0.001) ^{***}
Thr	5.12±0.21 ^b	4.62±0.05 ^a	6.58±0.11 ^c	5.39±0.27 ^b	63.028 (<0.001) ^{***}
Val	4.60±0.22 ^a	4.33±0.03 ^a	6.05±0.04 ^c	4.88±0.19 ^b	81.521 (<0.001) ^{***}
Total essential amino acids	38.59±1.71 ^b	35.37±0.37 ^a	49.97±1.01 ^d	41.34±2.69 ^b	41.735 (<0.001) ^{***}
Total amino acids	108.16±2.71 ^b	98.43±0.85 ^a	138.20±1.95 ^d	116.67±6.02 ^c	71.529 (<0.001) ^{***}

¹⁾ Ala: alanine, Arg: arginine, Asp: aspartic acid, Glu: glutamic acid, Gly: glycine, Pro: proline, Ser: serine, Tyr: Tyrosine, Cys: Cystine, His: histidine, Ile: isoleucine, Leu: leucine, Lys: lysine, Met: methionine, Phe: phenylalanine, Thr: threonine, Val: valine. Each value represents mean±S.D. (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.

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

지는 화합물이 열에 의해 갈색물질을 생성하는 메일라드 반응(Maillard reaction)으로 가열조리 후에 아미노산 함량이 감소한다고 주장하였으나 본 연구에서 열처리 과정을 거친 자숙 퀴노아의 아미노산 함량이 가장 높은 것으로 나타나서 열처리가 아미노산 감소에 미치는 영향은 미비한 것으로 생각된다. 특히 볶음 퀴노아의 경우는 아미노산 함량이 가장 높았던 자숙 퀴노아 다음으로 아미노산 함량이 높았을 뿐만 아니라, 메티오닌의 함량도 가장 높았기 때문에 오히려 열처리가 퀴노아의 아미노산 함량을 높이는데 기여하는 것으로 판단된다.

Koh 등(1996)은 아미노산의 총 함량이 높으면서 아르기닌, 아스파르트산, 글루탐산 등의 아미노산이 많을수록 맛있는 쌀이라고 하였는데, 국내산 퀴노아에는 글루탐산, 아스파르트산, 아르기닌의 순으로 아미노산의 함량이 높아서 맛있는 쌀이 가져야 할 요건을 충족하고 있는 것으로 사료된다. 특히 자숙 퀴노아는 이들 아미노산의 함량이 가장 높을 뿐만 아니라, 쌀에 부족한 라이신의 함량도 가장 높기 때문에 퀴노아를 끓는 물에 삶아 죽으로 조리하여도 효율적으로 영양을 보충하면서 기호도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 다만, 증숙 퀴노아의 경우는 전체적으로 아미노산의 함량이 가장 낮은 것으로 나타나서 증숙 퀴노아의 아미노산 함량이 조리 후에 감소하는 원인에 대한 추가 연구가 필요

할 것으로 사료된다.

3. 국내산 퀴노아의 조리방법별 지방산 조성

국내산 퀴노아의 조리방법별 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 3과 같이 포화지방산과 불포화지방산으로 나누어 비교하였다. 퀴노아의 포화지방산은 팔미트산(palmitic acid, C16:0), 베헨산(behenic acid, C22:0), 스테아르산(stearic acid, C18:0), 리그노세르산(lignoceric acid, C24:0), 아라키드산(arachidic acid, C20:0) 순으로 지방산 함량이 많았고, 불포화지방산은 리놀레산(linoleic acid, C18:2), 올레산(oleic acid, C18:1), 알파-리놀렌산(α -linolenic acid, C18:3), 에루식산(erucic acid, C22:1), 에이코센산(eicosenoic acid, C20:1), 넬본산(nervonic acid, C24:1) 순으로 지방산 함량이 많았다. 조리방법별로 포화지방산의 함량을 비교한 결과에서 총 포화지방산은 생 퀴노아가 가장 높았고, 자숙 퀴노아가 가장 낮았다($p<0.05$). 그러나 각각의 포화지방산 조성을 분석한 결과에서는 생 퀴노아의 함량이 가장 높았던 팔미트산($p<0.05$)을 제외하고 볶음 퀴노아의 포화지방산 함량이 가장 높은 것으로 나타난 반면에, 자숙 퀴노아의 포화지방산 함량은 가장 낮았다. 또한 아라키드산($p<0.01$)과 리그노세르산($p<0.01$)은 볶음 퀴노아와 동일하게 생 퀴노아와 증숙 퀴노아의 함량이 가장 높았으나, 스테아르산은 조리방법에

Table 3. Fatty acid contents of different cooked quinoa seeds cultivated in Korea

Fatty acid (mg/g dry matter basis)	Cooking methods				F (p)
	Raw	Steamed	Boiled	Roasted	
Saturated fatty acid					
Palmitic acid (C16:0)	6.13±0.19 ^b	5.77±0.03 ^b	4.28±1.13 ^a	6.02±0.01 ^b	6.820 (0.014)*
Stearic acid (C18:0)	0.30±0.02 ^b	0.31±0.00 ^b	0.25±0.05	0.32±0.00 ^b	4.046 (0.051)
Arachidic acid (C20:0)	0.20±0.01 ^b	0.19±0.00 ^b	0.14±0.03 ^a	0.20±0.00 ^b	9.832 (0.005)**
Behenic acid (C22:0)	0.39±0.03 ^b	0.41±0.00 ^b	0.32±0.04 ^a	0.42±0.00 ^b	9.867 (0.005)**
Lignoceric acid (C24:0)	0.23±0.02 ^b	0.24±0.00 ^b	0.19±0.02 ^a	0.24±0.00 ^b	9.551 (0.005)**
Total saturated fatty acids	7.24±0.17 ^b	6.91±0.02 ^b	5.17±1.27 ^a	7.21±0.01 ^b	7.085 (0.012)*
Unsaturated fatty acid					
Oleic acid (C18:1)	10.29±0.13 ^b	9.38±0.02 ^b	7.18±1.39 ^a	9.69±0.05 ^b	11.265 (0.003)**
Linoleic acid (C18:2)	33.66±0.71 ^b	31.06±0.33 ^b	23.77±3.84 ^a	31.54±0.26 ^b	14.471 (0.001)**
α -linolenic acid (C18:3)	3.77±0.07 ^b	3.46±0.04 ^b	2.55±0.48 ^a	3.45±0.04 ^b	14.091 (0.001)**
Eicosenoic acid (C20:1)	0.72±0.02 ^b	0.68±0.01 ^b	0.52±0.09 ^a	0.71±0.00 ^b	11.912 (0.003)**
Erucic acid (C22:1)	0.85±0.03 ^b	0.82±0.01 ^b	0.63±0.11 ^a	0.83±0.01 ^b	10.149 (0.004)**
Nervonic acid (C24:1)	0.14±0.01 ^b	0.17±0.00 ^b	0.12±0.03 ^a	0.18±0.00 ^b	13.685 (0.002)**
Total unsaturated fatty acids	49.43±0.70 ^b	45.56±0.41 ^b	34.78±5.92 ^a	46.40±0.36 ^b	13.685 (0.002)**

Each value represents mean±S.D. (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.

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

따라서 시료 간에 지방산 함량에 차이가 없는 것으로 나타났다. 조리방법별로 불포화지방산을 분석한 결과에서 총 불포화지방산은 포화지방산과 동일하게 생 퀴노아가 가장 높았고, 자숙 퀴노아가 가장 낮았다($p<0.01$). 또한 각각의 불포화지방산 조성을 분석한 결과에서도 볶음 퀴노아의 함량이 가장 높았던 널본산을 제외하고, 생 퀴노아의 지방산 함량이 가장 높은 반면에 자숙 퀴노아의 지방산 함량이 가장 낮았다($p<0.01$).

본 연구결과에서 퀴노아의 주요 지방산인 리놀레산, 올레산, 팔미트산, 알파-리놀레산은 가열조리 후에 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 이들 지방산의 감소량이 가장 높았던 자숙 퀴노아를 제외하고 나머지 지방산은 생 퀴노아와 함량 차이가 거의 없었다. 이러한 결과는 일반성분에서 조지방 함량이 가장 낮았던 삶은 퀴노아의 결과와 비슷한 경향을 보였다. 특히 볶음 퀴노아는 생 퀴노아에 비해 지방산 함량이 거의 감소하지 않았을 뿐만 아니라, 팔미트산을 제외한 대부분의 포화지방산은 오히려 함량이 증가한 것으로 나타나서 햄프씨드를 볶은 후에 포화지방산과 불포화지방산 함량이 증가한 것으로 보고한 Jang 등(2018)의 연구결과와 약간의 차이가 있었다. 그러나 종자를 볶는 것이 지방산 조성이나 함량에 영향이 없는 것으로 나타난 Durmaz & Gökmen(2010)의 연구와 커피의 생 원두를 볶은 후에 지방산 함량이 증가한 Ghim 등(2016)의 연구, 참깨를 볶았을 때에 지방산 함량이 증가한 Hama JR(2017)의 연구 등과 유사한 결과를 보여서 퀴노아를 볶는 것이 일부 포화지방산의 증가에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 다만, 열에 약한 불포화지방산은 삶기 후에 감소량이 높았으므로 가능한 불포화지방산은 가열온도와 가수량이 적은 조리법을 적용하여 조리하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

4. 국내산 퀴노아의 조리방법별 무기질 함량

국내산 퀴노아의 조리방법별 무기질 함량은 Table 4와 같다. 퀴노아의 조리방법별 무기질 함량은 칼륨, 인, 마그네슘, 칼슘, 나트륨, 철, 아연, 망간 순으로 높았는데, 칼슘 함량은 432.45~608.92 mg/kg, 칼륨 함량은 3,942.79~6,485.82 mg/kg, 인 함량은 3,749.72~4,448.29 mg/kg, 철 함량은 43.58~53.95 mg/kg, 마그네슘 함량은 1,624.44~1,918.47 mg/kg, 아연 함량은 31.90~42.38 mg/kg, 망간 함량은 20.81~28.75 mg/kg, 나트륨 함량은 54.21~106.14 mg/kg의 범위를 보였다. 조리방법별로 퀴노아의 무기질 함량을 분석한 결과에서는 칼슘($p<0.001$), 칼륨($p<0.001$), 인($p<0.001$) 등은 생 퀴노아의 함량이 가장 높았고, 철($p<0.01$), 마그네슘($p<0.001$), 아연($p<0.001$), 망간($p<0.001$) 등은 자숙 퀴노아의 함량이 가장 높았으며, 나트륨($p<0.001$)은 볶음 퀴노아의 함량이 가장 높았다. 특히 자숙 퀴노아의 함량이 가장 낮았던 칼륨과 나트륨을 제외하고 대부분은 증숙 퀴노아의 함량이 가장 낮았다.

무기질은 수침, 세척, 가열하는 대부분의 조리과정에서 손실되는 영양소이다(Chung 등 2016). 본 연구에서도 일부 무기질을 제외하고 무기질 함량이 조리 후에 감소하는 것으로 나타났다. 대부분의 선행연구(Oh MS 1996; Hefnawy TH 2011; Son 등 2013; Chung 등 2016)에서도 끓는 물에 삶거나 데친 후에 무기질의 함량이 감소하는 것으로 보고하였다. 퀴노아의 경우도 세척하는 과정에서 칼슘, 칼륨, 철, 마그네슘, 망간, 나트륨, 구리 등의 일부 무기질이 손실될 수 있지만(INIAP 1986), 시중에 판매되는 대부분의 퀴노아는 표면에 광택제를 사용하여 다른 식품에 비해 세척과정 후에 무기질의 함량 감소가 적은 편이다. 다만, 식품의 종류나 조리방법에 따라 조리 후에 무기질 함량에 약간의 차이가 있었

Table 4. Mineral contents of different cooked quinoa seeds cultivated in Korea

Minerals contents (mg/kg dry matter basis)	Cooking methods				F (p)
	Raw	Steamed	Boiled	Roasted	
Calcium (Ca)	608.92±1.14 ^d	432.45±19.99 ^a	472.34±10.92 ^b	534.70±7.61 ^c	123.286 (<0.001) ^{***}
Potassium (K)	6,485.82±283.55 ^d	4,864.88±309.29 ^b	3,942.79±167.91 ^a	5,915.64±114.45 ^c	70.236 (<0.001) ^{***}
Phosphorus (P)	4,448.29±174.68 ^c	3,749.72±160.05 ^a	4,364.70±26.75 ^c	4,098.60±53.66 ^b	19.892 (<0.001) ^{***}
Iron (Fe)	52.50±6.86 ^b	43.58±0.55 ^a	53.95±0.34 ^b	45.34±0.87 ^a	8.977 (0.006) ^{**}
Magnesium (Mg)	1,791.60±50.88 ^c	1,624.44±8.55 ^a	1,918.47±11.92 ^d	1,685.36±22.83 ^b	60.101 (<0.001) ^{***}
Zinc (Zn)	38.13±2.05 ^c	31.90±0.61 ^a	42.38±0.38 ^d	35.90±0.15 ^b	48.268 (<0.001) ^{***}
Manganese (Mn)	27.00±2.03 ^{bc}	20.81±1.29 ^a	28.75±0.54 ^c	25.61±0.74 ^b	48.268 (<0.001) ^{***}
Sodium (Na)	89.56±5.58 ^c	72.01±4.30 ^b	54.21±1.71 ^a	106.14±0.41 ^d	114.035 (<0.001) ^{***}

Each value represents mean±S.D. (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.

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

다. Ahn MS(2000)는 엽채류를 세척한 후에 칼슘, 나트륨, 마그네슘 등은 용출량이 높았지만, 망간, 칼륨, 구리 등은 용출량은 매우 적은 것으로 보고하였고, Oh MS(1996)는 구근류를 데쳤을 때에 칼륨이 가장 많이 용출되는 것으로 보고하였다. 또한 Chung 등(2016)은 채소를 가수량이 적은 저수분으로 조리했을 때에는 무기질의 잔존율이 높은 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 자숙 퀴노아가 생 퀴노아에 비해 칼륨과 나트륨이 가장 많이 감소하는 반면에 철, 마그네슘, 아연, 망간 등은 증가하는 경향을 보였다. 그러나 본 연구에서는 저수분 조리방법과 같이 기화열을 이용하여 적은 양의 수분으로 조리한 증숙 퀴노아의 무기질 함량이 전반적으로 가장 낮은 것으로 나타나서 퀴노아를 찌는 과정에서 무기질의 함량이 감소하는 원인에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

5. 국내산 퀴노아의 조리방법별 비타민 함량

국내산 퀴노아의 조리방법별 비타민 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 퀴노아의 조리방법별 비타민 함량은 니아신, 티아민, 리보플라빈, 베타카로틴 순으로 높았다. 퀴노아의 베타카로틴 함량은 19.73~56.28 µg/100 g, 티아민 함량은 0.26~0.51 mg/100 g, 리보플라빈 함량은 0.26~0.40 mg/100 g, 니아신 함량은 0.59~1.15 mg/100 g의 범위를 가진 것으로 나타났다. 조리방법별로 퀴노아의 비타민 함량을 분석한 결과에서 생 퀴노아의 함량이 가장 높은 것으로 나타났고, 볶음 퀴노아의 함량이 가장 낮았던 베타카로틴($p<0.001$)을 제외하고 자숙 퀴노아가 티아민($p<0.001$), 리보플라빈($p<0.01$), 니아신($p<0.001$) 등의 수용성 비타민의 함량이 가장 낮은 것으로 나타났다. 다만, 볶음 퀴노아는 생 퀴노아와 동일한 수준으로 리보플라빈의 함량이 높은 반면에 증숙 퀴노아는 자숙 퀴노아와 동일한 수준으로 리보플라빈의 함량이 낮았다.

본 연구에서는 가열조리 후에 모든 비타민의 함량이 감소하는 것을 확인하였다. Chung 등(2016)은 시금치, 양배추, 콩나물, 당근의 티아민, 리보플라빈, 니아신 함량과 잔존율

을 비교한 결과, 저수분 조리를 한 경우에는 수용성 비타민의 함량이 생 시료에 비해 거의 감소하지 않았지만, 삶기 등의 일반 조리를 한 경우에서 수용성 비타민이 급격히 감소하여 본 연구와 일치하는 결과를 보였다. 특히 티아민은 열에 불안정하여 100°C 이상 가열하면 파괴율이 높은 편이며, 비교적 산화와 열에 안정한 리보플라빈도 알칼리, 가시광선, 자외선 등에 의해 쉽게 분해되어 감소하게 된다(Park & Kim 2011; Chung 등 2016). 다만, 니아신은 열, 산, 알칼리, 광선, 공기 등에 대하여 영향을 많이 받지 않아 조리 후에도 크게 손실되지 않는 편이다(Park & Kim 2011; Chung 등 2016). 그러나 퀴노아는 열에 비교적 영향을 덜 받는 니아신과 리보플라빈도 조리 후에 티아민과 같이 크게 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 수용성 비타민인 니아신과 리보플라빈이 가열과정에서 조직이 연화되면서 조리수로 상당량 용출되어 감소한 것으로 판단된다(Chung 등 2016). 특히 니아신의 경우는 조리수의 양이 잔존량에 상당한 영향을 미치는 것으로 보고되어(Kim 등 2013b; Chung 등 2016), 조리수의 양을 적게 하여 조리하거나 조리수를 버리지 않고 섭취하는 것이 니아신의 영양적 가치를 유지할 수 있는 방법으로 생각된다(Park & Kim 2011; Song 등 2014).

본 연구결과에서 지용성 비타민인 베타카로틴도 가열조리 후에 함량이 감소하는 것으로 나타났는데, Hwang 등(2016)의 연구에서도 채소류를 물에 끓이거나 데치는 과정을 통해 베타카로틴이 감소하는 것으로 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 보여주었다. 이러한 결과에 대해 Chandler & Schwartz(1988)는 조리과정에서의 산화반응과 이질화(isomerization)가 주된 원인이라고 보고하였는데, 베타카로틴이 가열조리 후에 활성도가 낮은 cis-configuration에서 trans-configurations으로 변화되기 때문이라고 주장하였다. 이러한 가열조리는 식물 조직을 연화시켜 단단한 결합체로 존재하던 베타카로틴의 분리를 쉽게 하여 체내 이용률 향상에 도움이 되지만, 열처리 시간이 길어질 경우에는 오히려 생체 이용률이 낮아질 가능성도 있다(Rock 등 1998;

Table 5. Vitamin contents of different cooked quinoa seeds cultivated in Korea

Vitamin contents (dry matter basis)	Cooking methods				F (p)
	Raw	Steamed	Boiled	Roasted	
β-carotene (µg/100 g)	56.28±2.72 ^c	45.19±1.97 ^b	47.10±1.80 ^b	19.73±0.62 ^a	197.583 (<0.001) ^{***}
Thiamin (mg/100 g)	0.51±0.03 ^d	0.35±0.02 ^b	0.26±0.01 ^a	0.39±0.02 ^c	71.151 (<0.001) ^{***}
Riboflavin (mg/100 g)	0.40±0.03 ^b	0.28±0.01 ^a	0.26±0.03 ^a	0.35±0.03 ^b	17.562 (0.001) ^{**}
Niacin (mg/100 g)	1.15±0.05 ^c	0.97±0.05 ^b	0.59±0.09 ^a	1.03±0.02 ^b	51.070 (<0.001) ^{***}

Each value represents mean±S.D. (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.

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

van het Hof 2000; Hwang 등 2016). 특히 열처리 시간이 짧은 경우에는 베타카로틴의 구조 변화가 크지 않으나, 열처리 시간이 길어질 경우에는 베타카로틴에 작용하는 산화 효소들의 활성 변화가 일어나서 베타카로틴 함량을 감소시킬 가능성이 높다. 따라서 퀴노아에 들어있는 비타민의 함량을 감소시키지 않기 위해서는 조리온도와 조리시간 모두가 중요하기 때문에 퀴노아의 비타민이 최대한 보유할 수 있는 조리방법을 적립하는 것이 중요할 것으로 판단된다.

6. 국내산 퀴노아의 유기산과 유리당 함량

국내산 퀴노아의 조리방법별 유리당과 유기산 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 모든 퀴노아에서 유기산은 검출되지 않았으나, 유리당 중에 포도당 함량 2,664.51~12,477.24 mg/kg, 과당 함량 678.74~2,483.62 mg/kg, 자당 함량 8,388.55~10,689.66 mg/kg의 범위를 가진 것으로 나타났다. 조리방법별 퀴노아의 유리당 함량 분석 결과에서 포도당 함량은 볶음 퀴노아가 12,477.24 mg/kg으로 가장 높았고, 자숙 퀴노아가 2,664.51 mg/kg으로 가장 낮았다($p<0.001$). 과당 함량은 생 퀴노아와 볶음 퀴노아가 2,483.62 mg/kg과 2,422.26 mg/kg으로 동일한 수준으로 가장 높았고, 자숙 퀴노아가 678.74 mg/kg으로 가장 낮았다($p<0.001$). 또한 자당 함량은 생 퀴노아가 10,689.66 mg/kg으로 가장 높았고, 볶음 퀴노아가 8,388.55 mg/kg으로 증숙 퀴노아(9,339.27 mg/kg) 및 자숙 퀴노아(9,196.19 mg/kg)와 동일한 수준으로 가장 낮았다($p<0.001$).

본 연구결과에서 포도당의 함량이 가장 높았던 볶음 퀴노아를 제외하고, 퀴노아는 조리 전후에 상관없이 단맛이 강한 자당의 함량이 가장 높은 것으로 나타났는데, 퀴노아 관련 선행연구들(Miranda 등 2012; Pellegrini 등 2018; Pereira 등 2019)과 저자의 퀴노아 관련 다른 연구(Sim KH 2019)에

서도 본 연구와 유사한 결과가 나타나서 자당이 퀴노아의 주요 유리당 성분임을 확인할 수 있었다. 또한 본 연구에서 자숙 퀴노아는 조리 후에 유리당 함량이 크게 감소하는 경향을 보였는데, Kim 등(2014b)도 당근을 열수처리 시 유리당 함량이 크게 감소하는 것으로 보고하였다. 이에 대해 Lee & Jung(2012)과 Hefnawy TH(2011)는 수용성 물질인 유리당이 조리과정 중에 다량의 조리수에 용출되거나 확산되어 유리당 함량이 감소하는 것이라고 주장하였다. 따라서 선행 연구 결과들을 종합하였을 때에 퀴노아는 조리수 함량이 증가할수록 수용성의 유리당 성분이 조리수로 빠져나와 확산되면서 다른 조리방법에 비해 유리당 함량이 현저하게 감소하는 것으로 판단된다.

본 연구결과에서 볶음 퀴노아는 구수한 맛을 내는 포도당의 함량이 다른 퀴노아에 비해 2~5배 더 높았을 뿐만 아니라, 단맛이 강한 과당도 유리당 함량이 높았던 생 퀴노아와 동일한 수준으로 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 퀴노아 속의 탄수화물이 고온의 열에 의해 분해되면서 포도당을 비롯한 환원당의 함량이 증가하기 때문으로 보인다(Song 등 2014). 특히 볶음 퀴노아는 이들 당류가 단백질의 아미노기와 만나 발생하는 메일라드 반응에 의해 여러 가지 휘발성 화합물이 생성되면서 구수한 맛과 향뿐만 아니라, 향산화 활성도 높아질 것으로 예상된다. 다만, 퀴노아를 볶는 과정에서 쓴맛이나 탄내와 같이 바람직하지 않은 향미와 지나친 갈변화로 인해 기호도가 저하될 수 있으므로 퀴노아의 적합한 조리 조건을 만드는 것이 중요하다. 따라서 퀴노아의 기호도에 부정적인 영향을 주는 요인들은 줄이면서 기호도에 긍정적인 영향을 주는 구수한 향미를 높일 수 있도록 세부적인 조리법을 연구하는 것 외에도 볶음 퀴노아의 특성을 살릴 수 있는 식품 개발도 필요할 것으로 사료된다.

Table 6. Free sugar and organic acid contents of different cooked quinoa seeds cultivated in Korea

Composition	Cooking methods (mg/kg dry matter basis)				F (p)
	Raw	Steamed	Boiled	Roasted	
Organic acid					
Lactic acid	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not available
Acetic acid	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not available
Free sugar					
Glucose	5,618.00±19.77 ^b	5,874.29±18.75 ^b	2,664.51±4.47 ^a	12,477.24±298.08 ^c	2,299.082 (<0.001) ^{***}
Fructose	2,483.62±87.86 ^c	1,397.45±336.227 ^b	678.74±15.36 ^a	2,422.26±96.64 ^c	69.721 (<0.001) ^{***}
Sucrose	10,689.66±1,182.04 ^b	9,339.27±57.84 ^a	9,196.19±58.44 ^a	8,388.55±11.13 ^a	7.781 (<0.001) ^{***}

Each value represents mean±S.D. (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.

*** $p<0.001$.

요약 및 결론

본 연구는 국내산 퀴노아 중에 대량생산이 가능한 강원도 홍천산 퀴노아를 찌기, 삶기, 볶기 등으로 조리한 후에 주요 영양성분들의 변화를 비교하여 퀴노아에 맞는 최적의 조리방법을 개발하고자 하였다. 열처리를 하지 않았던 생 퀴노아는 조단백질, 조지방, 조회분 등의 일반성분 함량이 가장 높은 것으로 나타났고, 지방산 함량과 과당과 자당 등의 유리당 함량도 가장 높은 것으로 나타났다. 특히 생 퀴노아는 칼슘, 칼륨, 인 등의 무기질과 비타민에서 가장 높은 함량을 가진 것으로 나타났다. 증숙 퀴노아의 경우는 일반성분 중에 건물 함량과 탄수화물 함량, 리그노세르산 함량이 가장 높은 반면에 알라닌과 메티오닌을 제외한 대부분의 아미노산과 칼륨과 나트륨을 제외한 대부분의 무기질에서는 가장 낮은 함량을 보였다. 볶음 퀴노아의 경우는 총 식이섬유, 나트륨, 포도당 등의 함량은 가장 높은 것으로 나타났으나, 베타카로틴과 자당의 함량은 가장 낮은 것으로 나타났다. 자숙 퀴노아의 경우는 메티오닌을 제외한 대부분의 아미노산과 철, 마그네슘, 아연, 망간 등의 무기질 함량이 가장 높은 것으로 나타났으나, 조지방과 조회분, 총 식이섬유, 칼륨, 나트륨 외에도 모든 지방산과 수용성 비타민, 유리당 등의 함량은 가장 낮은 것으로 나타났다. 이상의 연구 결과로 보아 열에 약한 비타민과 불포화지방산은 조리방법에 따라 가열 조리 후에 영양성분의 함량이 크게 감소하였으나, 아미노산과 포화지방산은 조리방법에 따라 가열조리 후에 오히려 영양성분의 함량이 증가하거나 감소량이 거의 없는 것으로 나타났다. 따라서 퀴노아의 영양성분별 특성에 따라 가열조리 후에 차이가 크므로 각각의 영양성분에 맞는 퀴노아의 조리방법을 개발하여 보급하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 이번 연구를 통해 국내산 퀴노아의 조리방법에 따른 영양성분 변화에 대한 기초자료가 확보되어 퀴노아의 섭취목적에 따른 다양한 조리법 및 식품 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 다만, 저수분 조리법을 적용한 증숙 퀴노아의 경우는 기존의 연구결과와 다르게 대부분의 아미노산과 무기질의 감소량이 높은 것으로 나타나서 퀴노아를 찌는 과정에서 영양성분이 감소하는 원인에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

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

References

- Ahn MS. 2000. *Cookery Science of Korean Food*. pp. 285-287. Shinkwang
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. 18th ed. Method 985.29. Association of Official Analytical Chemists
- Bazile D, Jacobsen SE, Verniau A. 2016. The global expansion of quinoa: Trends and limits. *Front Plant Sci* 7:622
- Bressani R. 1993. Grain quality of common beans. *Food Rev Int* 9:237-297
- 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
- Chandler LA, Schwartz SJ. 1988. Isomerization and losses of trans- β -carotene in sweet potatoes as affected by processing treatments. *J Agric Food Chem* 36:129-133
- Cheigh CI, Lee JH, Chung MS. 2012. Effects of soft steam treatments on quality characteristics of potatoes. *Korean J Food Nutr* 25:50-56
- Chung HK, Yoon KS, Woo N. 2016. Effects of cooking method on the vitamin and mineral contents in frequently used vegetables. *Korean J Food Cookery Sci* 32:270-278
- Cortez-García RM, Ortiz-Moreno A, Zepeda-Vallejo LG, Necochea-Mondragón H. 2015. Effects of cooking methods on phenolic compounds in xocostle (*Opuntia joconostle*). *Plant Foods Hum Nutr* 70:85-90
- Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50:3010-3014
- 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
- Durmaz G, Gökmen V. 2010. Impacts of roasting oily seeds and nuts on their extracted oils. *Lipid Technol* 22: 179-182

- FAO. 2020. Quinoa. Available from <http://www.fao.org/quinoa/en> [cited 28 January 2020]
- Garcés R, Mancha M. 1993. One-step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues. *Anal Biochem* 211:139-143
- Ghim HS, Kim KJ, Kim JS. 2016. A study on the change of free fatty acids by type of heat supply methods in a coffee roasting process. *J Korea Soc Coffee Ind* 5:7-19
- Goh HK, Lee YT. 2017. Effects of heat treatments on physicochemical properties and *in vitro* biological activities of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:688-694
- Hama JR. 2017. Comparison of fatty acid profile changes between unroasted and roasted brown sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds oil. *Int J Food Prop* 20:957-967
- Hefnawy TH. 2011. Effect of processing methods on nutritional composition and anti-nutritional factors in lentils (*Lens culinaris*). *Annals Agric Sci* 56:57-61
- 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
- Hwang KH, Shin JA, Lee KT. 2016. True retention and β -carotene contents in 22 blanched vegetables. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:990-995
- INIA [Instituto Nacional de Innovación Agraria], FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. 2015. Catalogue of Commercial Varieties of Quinoa in Peru: A Future Planted Thousands of Years ago. pp.1-71. Food and Agriculture Organization of the United Nations
- INIAP [Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias]. 1986. Historia de las Dos Primeras Variedades de Quinoa. Unidad de Recursos Fitogenéticos, Estación 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
- Jang HL, Park SY, Nam JS. 2018. The effects of heat treatment on the nutritional composition and antioxidant properties of hempseed (*Cannabis sativa* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47:885-894
- Jin YX, Kim SM, Kim SN, Kim HR, Kim SC, Hwang J, Cho Y. 2016. Food composition of raw and boiled potatoes. *Korean J Food Cookery Sci* 32:517-523
- Jo H, Surh J. 2016. Effects of cooking methods with different heat intensities on antioxidant activity and physicochemical properties of garlic. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1784-1791
- 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. Ph.D. Thesis, Kyunghee Univ. Seoul. Korea
- Kim GP, Lee J, Ahn KG, Hwang YS, Choi Y, Chun J, Chang WS, Choung MG. 2014a. Differential responses of B vitamins in black soybean seeds. *Food Chem* 153:101-108
- Kim HJ, Lee SM, Choe JY, Han SH, Hwang JY. 2013b. Experimental Cooking. pp. 36-47. Jigu Publishing Co.
- Kim JS, Kang OJ, Gweon OC. 2013a. Comparison of phenolic acids and flavonoids in black garlic at different thermal processing steps. *J Funct Foods* 5:80-86
- Kim KI, Hwang IG, Yoo SM, Min SG, Choi MJ. 2014b. Effects of various pretreatment methods on physicochemical and nutritional properties of carrot. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1881-1888
- 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
- Koehler PE, Odell GV. 1970. Factors affecting the formation of pyrazine compounds in sugar-amine reactions. *J Agric Food Chem* 18:895-898
- Koh HJ, Won YJ, Cha GW, Heu MH. 1996. Varietal variation of pigmentation and some nutritive characteristics in colored rices. *Korean J Crop Sci* 41:600-607
- Lee JH. 2007. New beneficial crops amaranth and quinoa for food nutritional source. *Food Ind Nutr* 12:29-36
- Lee JJ, Jung HO. 2012. Changes in physicochemical properties of *Spergularia marina* Griseb by blanching. *Korean J*

- Food Preserv* 19:866-872
- Lombard K, Peffley E, Geoffriau E, Thompson L, Herring A. 2005. Quercetin in onion (*Allium cepa* L.) after heat-treatment simulating home preparation. *J Food Compos Anal* 18:571-581
- Manzocco L, Calligaris S, Mastrocola D, Nicoli MC, Lerici CR. 2000. Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends Food Sci Technol* 11:340-346
- Ministry of Food and Drug Safety [MFDS]. 2019. Korean food standards codex. Available from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263 [cited 4 March 2019]
- Miranda M, Vega-Gálvez A, Martínez E, López J, Rodríguez MJ, Henríquez K, Fuentes F. 2012. Genetic diversity and comparison of physicochemical and nutritional characteristics of six quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes cultivated in Chile. *Ciênc Tecnol Aliment* 32:835-843
- Navruz-Varli S, Sanlier N. 2016. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J Cereal Sci* 69:371-376
- 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
- Oh MS. 1996. Changes in mineral content in several root vegetables by various cooking methods. *Korean J Food Cookery Sci* 12:40-45
- 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 TS, Kim EK. 2011. The Living Nutrition of Contemporary. pp. 160-190. Gyomoon
- Pellegrini M, Lucas-Gonzales R, Ricci A, Fontecha J, Fernández-López J, Pérez-Álvarez 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 ICFR. 2019. Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium quinoa* Willd (quinoa) grains: A good alternative to nutritious food. *Food Chem* 280:110-114
- Prodanov M, Sierra I, Vidal-Valverde C. 2004. Influence of soaking and cooking on the thiamin, riboflavin and niacin contents of legumes. *Food Chem* 84:271-277
- 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 Food Agric* 97:4110-4116
- Rock CL, Loalvo JL, Emenhiser C, Ruffin MT, Flatt SW, Schwartz SJ. 1998. Bioavailability of β -carotene is lower in raw than in processed carrots and spinach in women. *J Nutr* 128:913-916
- Ruiz KB, Biondi S, Osés R, Acuña-Rodríguez IS, Antognoni F, Martínez-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 Sustainable Dev* 34:349-359
- Sedaily. 2017. Quinoa, a small but strong super grain, successfully grown in Hongcheon, Gangwon province. Available from <https://www.sedaily.com/NewsView/1OIOUJ5D9U> [cited 28 Jan 2020]
- Seol HG, Ko YJ, Kim EJ, Lee GL, Kim DG, Lee JO, Ahn KM, Ryu CH. 2012. Allergenicity change of soybean proteins by thermal treatment method. *J Life Sci* 22: 524-531
- Sim KH. 2019. A comparison of food components between Korean and imported quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Korean J Food Nutr* 32:442-453
- 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
- Song TH, Woo IA, Son JW, Oh SI, Shin SM. 2014. Understanding Culinary Science. pp.78-336. Gyomoon
- 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
- Thomas JB, Kline MC, Gill LM, Yen JH, Diewer DL,

- Sniegowski LT, Sharpless KE. 2001. Preparation and value assignment of standard reference material 968c fat-soluble vitamins, carotenoids, and cholesterol in human serum. *Clin Chim Acta* 305:141-155
- USDA [United States Department of Agriculture]. 2007. USDA Table of Nutrient Retention Factors. Release 6. Available from <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/80400525/Data/retn/retn06.pdf> [cited 28 January 2020]
- van Boekel M, Fogliano V, Pellegrini N, Stanton C, Scholz G, Lalljie S, Somoza V, Knorr D, Jasti PR, Eisenbrand G. 2010. A review on the beneficial aspects of food processing. *Mol Nutr Food Res* 54:1215-1247
- van het Hof KH, West CE, Weststrate JA, Hautvast JGAJ. 2000. Dietary factors that affect the bioavailability of carotenoids. *J Nutr* 130:503-506
- Varo P, Veijalainen K, Koivistoinen P. 1984. Effect of heat treatment on the dietary fibre contents of potato and tomato. *Int J Food Sci Technol* 19:485-492
- Vilcacundo R, Hernández-Ledesma B. 2017. Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Curr Opin Food Sci* 14:1-6
- Xu G, Ye X, Chen J, Liu D. 2007. Effect of heat treatment on the phenolic compounds and antioxidant capacity of citrus peel extract. *J Agric Food Chem* 55:330-335
- Ynag 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 11 February, 2020

Revised 04 March, 2020

Accepted 11 March, 2020