

발아 검은색 퀴노아 분말을 첨가한 국수의 품질특성

설 하 님 · †심 기 현

숙명여자대학교 전통문화예술대학원 전통식생활문화전공

Quality Characteristics of Noodles with added Germinated Black Quinoa Powder

Honey Seol and †Ki Hyeon Sim

Dept. of Traditional Dietary Life, Graduate School of Traditional Culture and Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

Abstract

In this study, the quality characteristics of noodles containing different amounts of germinated black quinoa were investigated. The powder of black quinoa with the highest antioxidative activation was selected; and composite flour was prepared with 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% of germinated black quinoa powder to produce the noodles. We evaluated the quality and sensory characteristics of the noodles, including pH, salinity, water absorption rate, volumetric expansion rate, turbidity, chromaticity, extensibility, and texture. With regards to the quality characteristics of noodles with added germinated black quinoa, the pH and salinity decreased with increasing percentage of added germinated black quinoa ($p < 0.001$). Increasing the percentage of added germinated black quinoa resulted in decreased water absorption ($p < 0.01$) and volumetric expansion rates and increased turbidity of the cooked noodles ($p < 0.001$). In terms of the chromaticity, L and b values decreased and a value increased with the increasing percentage of added germinated black quinoa ($p < 0.001$). For the texture, hardness ($p < 0.001$), adhesiveness ($p < 0.01$), springiness ($p < 0.01$), chewiness ($p < 0.001$), gumminess ($p < 0.001$), and cohesiveness ($p < 0.05$) decreased as the percentage of added germinated black quinoa increased; while extensibility ($p < 0.001$) increased. Consumer testing results indicated that the noodles with 15% of added germinated black quinoa showed the best results. Collectively, the evaluation of quality characteristics and consumer acceptability indicated that adding 15% of germinated black quinoa to produce noodles is optimal.

Key words: black quinoa, germination, gluten free, noodle, quality characteristics, consumer acceptability

서 론

퀴노아(*Chenopodium quinoa* Willd.)는 남아메리카의 안데스 지역에 위치한 볼리비아와 페루가 원산지로서 약 3,000~5,000여 년 전부터 재배되기 시작한 고대작물 중의 하나이다(Lee JH 2007; Guantian 등 2015). 퀴노아의 종자는 쌀, 보리, 밀 등의 일반 화곡류에 비해 단백질, 지방, 비타민, 무기질이 풍부하게 들어있으며, 필수 아미노산을 비롯한 단백질의 구성이 매우 뛰어나서 최근 들어 다양한 식품으로 개발되고 있다(Lee JH 2007). 특히 퀴노아는 화곡류에서 부족한 필수 아미노산

인 라이신(lysine)의 함량이 단백질 100 g 당 6.6 g으로 밀 3.2 g과 옥수수 3.4 g에 비해 약 2배 이상 높게 들어있으며, 두과류에서 부족한 메티오닌(methionine)의 함량도 단백질 100 g 당 2.4 g으로 대두 1.7 g에 비해 0.7배 높아서 균형 있는 아미노산 구성을 가진 우수한 단백질(12~18 g/100 g dry weight) 식품이다(Lee JH 2007; Dini 등 2009). 또한 퀴노아는 다른 화곡류에 비해 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 인, 철분 등이 풍부하게 들어있어 유용한 무기질 공급원이 될 수 있다(Ogungbenle HN 2003; Konishi 등 2004; Kim AN 2016). 퀴노아는 카로티노이드, 플라보노이드, 비타민 C와 같은 항산화 성분을 많이 함유

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

하고 있어서 심혈관계 질환을 비롯한 암, 알레르기, 면역관련 질환의 위험을 줄이는데 도움이 된다. 이러한 사실이 알려지면서 퀴노아는 쌀, 옥수수, 밀 등의 화곡류를 대체할만한 슈퍼푸드로 전 세계에서 각광을 받고 있다(Simone 등 1990; Dini 등 2009; Lee MJ 2015). 특히 퀴노아를 발아시키게 되면 소화율이 높아지고, 배유와 배아의 영양성분을 강화되며(Ando 등 2002), 페놀성 화합물의 증가로 총 폴리페놀 함량이 증가하여 항산화 활성이 높아진다(Carciochi 등 2014). Jung 등(2006)은 퀴노아를 발아시킨 후에 항산화 활성이 증가하는 것을 보고하였고, Kaur 등(2016)도 퀴노아를 발아시키면 총 폴리페놀과 플라보노이드, 비타민 C 함량이 증가하여 DPPH 라디칼 소거능과 제2철 감소 항산화 능력(Ferric Reducing Antioxidant Power, FRAP) 등의 항산화 활성이 증가하는 것으로 보고하였다. Goh HK(2016)는 퀴노아를 42시간 발아시키면 총 폴리페놀 함량이 증가하고, α -amylase 활성과 전분의 가수분해율이 증가하여 소화율이 2배 이상 증가한다고 보고하였다.

국수는 밀가루를 주재료로 하여 물과 소금만을 넣어 손쉽게 조리가 가능하기 때문에 바쁜 현대인들이 즐겨 찾는 대표적인 가공식품이다(Kong & Lee 2010). 국수의 주재료인 밀가루는 국수, 빵, 과자와 같은 다양한 가공식품에 많이 이용되는 중요한 식품이지만, 필수 아미노산인 라이신(lysine)이 쌀보다 부족하고, 당지수(glycemic index)가 70 이상으로 높아 혈당을 급속히 상승시킬 수 있다(Brand-Miller 등 2002). 또한 밀가루에 함유된 단백질의 대부분은 글루텐(gluten)으로 소맥분 가공제품의 점성과 탄성을 증가시켜 물성 및 구조형성에 중요한 역할을 담당하지만, 글루텐에 민감한 사람들에게 알레르기를 유발할 수 있다(Nam 등 2015). 최근 들어 식생활의 서구화로 쌀의 소비는 줄어들고, 상대적으로 밀의 소비가 늘어나면서 글루텐 프리(gluten free) 식품은 글루텐 알레르기 환자들과 상관없이 건강식의 개념으로 수요가 늘어나고 있다(Jin & Kim 2015; Nam 등 2015). 퀴노아는 글루텐이 들어있지 않아서 셀리악병 환자(celiac patients)들에게 밀가루를 대체할 수 있는 글루텐 프리 식품으로 주목받고 있다(Föste 등 2014).

국수의 영양학적인 가치와 품질향상을 위해 밀가루에 기능성을 가진 부재료를 첨가하여 국수의 영양과 품질을 향상시킨 다양한 연구들이 보고되고 있으며, 이중 곡류나 두류의 발아과정을 통해 국수의 영양 및 품질을 향상시킨 선행연구들이 많이 보고되고 있다. 국수에 발아시킨 곡류와 두류를 첨가한 연구로는 발아 콩분말을 첨가한 국수의 품질특성(Choi 등 2005), 발아 현미 첨가한 국수의 품질 및 GABA 함량 등의 항산화 활성 변화(Kong & Lee 2010), 발아 현미분을 첨가한 국수의 품질특성(Lee & Lee 2011), 발아 보리 및 혼합 복합분을 이용한 국수의 품질특성(Ha & Park 2011), 발아

약콩을 첨가한 생면의 품질특성(Han & Han 2011) 등의 연구들이 있다.

퀴노아의 기능성에 관한 연구로는 글루텐 프리로 인한 항알레르기 효과(Koziol M 1993), 퀴노아의 플라보노이드 항산화 효과(Dini 등 2004), 일본산 퀴노아의 플라보노이드 조성 및 항산화력(Hirose 등 2010), 퀴노아의 식물성 엑디스테로이드(phytoecdysteroid)와 합성물들의 항당뇨 특성(Graf 등 2014), 퀴노아의 사포닌 도정이 페놀화합물에 미치는 영향(Gómez-Caravaca 등 2014), 흰색, 붉은색, 검은색 퀴노아의 페놀과 베타인 함량 및 항산화 활성(Tang 등 2015) 등의 연구들이 활발하게 보고되고 있다. 퀴노아의 기능성에 대한 국내 연구로는 산지별 퀴노아의 생리활성(Lee MJ 2015), 퀴노아의 발아 또는 열처리 가공에 따른 이화학적 특성 및 생리활성(Goh HK 2016), 에콰도르에서 생산한 퀴노아의 항산화 활성 및 물리화학적 특성(Zuniga LE 2016) 등의 연구들이 최근 들어 활발하게 보고되고 있다. 퀴노아를 식품 모델로 활용한 연구로는 퀴노아 분말을 이용한 글루텐 프리 스파게티 제조공정(Caperuto 등 2000), 아마란스, 퀴노아, 메밀로 만든 글루텐 프리 파스타의 기능성(Schoenlechner 등 2010), 퀴노아, 아마란스, 카니와로 압출 성형한 콘 스키의 이용(Diaz 등 2013), 퀴노아를 비롯한 유사 곡물로 만든 빵의 페놀 및 플라보노이드에 의한 항산화성과 관능적 특성(Chlopicka 등 2012), 퀴노아와 밀가루의 복합분으로 제조한 글루텐 프리 식빵의 품질 특성(Elgeti 등 2014), 퀴노아로 만든 빵의 박테리아의 생체이용률(Iglesias-Puig 등 2015) 등과 같이 국수 외에도 다양한 식품 모델에 적용한 연구들이 많이 보고되고 있다. 그러나 국내에서 퀴노아를 식품 모델로 활용한 연구는 전처리 방법을 달리한 퀴노아 밥, 국수, 식혜의 품질특성(Kim AN 2016)과 퀴노아 쌀강정의 품질특성(Kim SE 2016) 등 아직까지 많이 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 밀국수의 부족한 영양을 보충하고, 기능성을 강화하고자 최근 슈퍼푸드로 각광받고 있는 글루텐 프리 식품인 퀴노아 중 항산화 활성이 우수한 것으로 알려진 검은색 퀴노아(Lee MJ 2015; Tang 등 2015)를 발아시켜 국수 제조에 첨가한 후에 품질특성과 소비자 기호도를 평가함으로써 발아 유색 퀴노아의 식품소재로서의 활용 가능성을 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용된 퀴노아는 2014년 10월 생산된 유기농 검은색 퀴노아(Alter Eco Co., Ltd, Bolivia)로 국내 인터넷 쇼핑몰에서 구입하여 실험에 사용하였다. 검은색 퀴노아는 발아

과정을 거친 후 동결건조(Bondiro MCFD 8508 Freeze Dryer, Ilsin Co., Ltd, Seoul, Korea)하여 분말화한 다음, -70°C 의 냉동고(NF-400SF, Nihon Freezer Co., Ltd, Tokyo, Japan)에 보관하며 사용하였다. 이 외에 국수제조에 사용된 재료로 증류분(CJ Corp., Yangsan, Korea)과 소금(Secret 5000, CJ Corp., Sinan, Korea)은 서울 시내 마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 발아 검은색 퀴노아 분말 제조

검은색 퀴노아의 발아 조건은 Alvarez 등(2010)과 Mäkinen 등(2014)의 방법을 참고하여 수차례의 예비실험을 통하여 표준화하였다. 검은색 퀴노아 각각 100 g을 증류수로 수세하여 20°C 의 증류수에 2시간 침지시킨 후 새싹 재배기(Sprout cultivator, Asia seed Co., Ltd, Seoul, Korea)에 넣어 20°C 저온 배양기(SH-75BW, Balmann Tech., Seoul, Korea)에서 내부 빛을 차단하여 발아시켰다. 발아 일수는 총 72시간으로 동일한 온도(20°C)에서 3시간 간격으로 증류수를 분무하였고, 부패를 방지하기 위해 7시간마다 1번씩 물받이 물을 교체하였다. 발아된 싹의 최종 길이가 약 50.00 mm 되면 발아를 정지시켰다. 발아된 퀴노아는 동결건조 후 제분기(Ika MF10, IkaWerke GmbH & Co., KG, Staufen, Germany)로 분쇄하여 80 mesh 체(Testing sieve, Chunggye Sanggong Co., Ltd, Gunpo, Korea)에 통과시켰으며 -20°C 의 냉동고에 보관하여 시료로 사용하였다.

3. 발아 검은색 퀴노아 국수 제조

발아 검은색 퀴노아 첨가 국수는 Kong & Lee(2010), Lee & Lee(2011), Heo 등(2014)의 선행연구를 참고하여 수차례의 예비실험을 통하여 표준화하였고, 배합비는 Table 1과 같다. 발아 검은색 퀴노아 국수 제조를 위해 밀가루에 발아 검은색 퀴노아 분말을 0%, 5%, 10%, 15%, 20%(w/w)의 비율로 첨가하여 복합분을 제조하였다. 발아 검은색 퀴노아 복합분 100 g에 21°C 의 증류수(pH 6.40) 45 mL를 넣고 소금 3 g을 용해시킨 다음 반죽기(5K45SS, KitchenAid, St. Joseph, MI, USA)를 이용하여 순차적으로 2단계(71 rpm) 2분, 4단계(89 rpm) 3분, 7단계(135 rpm) 5분으로 총 10분간 반죽하였다. 완성된 국수

반죽은 polyethylene bag에 넣어 20°C 에서 2시간 동안 숙성시켰고, 숙성된 반죽의 총 무게는 147 g이었다. 숙성된 반죽은 전자동 파스타 제면기(MD-150, Shule, Jiangsu, China)를 이용하여 롤 간격 7 mm의 두께로 면대를 형성한 후에 앞뒤로 1번 롤러 2회, 3번 롤러 2회, 5번 롤러 2회씩 3단계로 순으로 롤 간격을 반복하면서 면대를 형성하였다. 최종적으로 두께는 1.50 mm, 폭은 7.00 mm, 길이는 25.00 cm인 생면(fresh noodle)을 제조하였다.

조리면(cooked noodle)은 생면 20 g을 500 mL의 끓는 물($98\sim 100^{\circ}\text{C}$)에 넣고 4분간 조리한 후, 체에 건져서 흐르는 냉수($9\sim 10^{\circ}\text{C}$)에 30초간 냉각시킨 다음 실온에서 5분간 방냉하고, 흡수지로 표면의 남은 물기를 제거한 다음에 시료로 사용하였다.

4. pH와 염도

pH는 조리면 20 g에 4배의 증류수를 첨가하여 homogenizer(PT-2100, Kinematica AG, Lucerne, Switzerland)로 15,000 rpm에서 3분간 균질화 시킨 후에 Whatman No. 2(Whatman plc., Kent, UK)로 여과하여 pH meter(F-51, HORIBA, Kyoto, Japan)를 사용하여 실온에서 3회 반복 측정 후 평균값을 구하였다.

염도는 조리면 20 g에 4배의 증류수를 첨가하여 homogenizer(PT-2100, Kinematica AG, Lucerne, Switzerland)로 15,000 rpm에서 3분간 균질화 시킨 다음 Whatman No. 2로 여과한 여액 1 g을 디지털 염도계(PAL-SALT meter No. 4250, Atago, Tokyo, Japan)로 3회 반복 측정 후 평균값을 구하였다.

5. 국수의 조리특성

국수의 조리특성을 분석하기 위하여 중량과 함수율(water absorption ratio), 부피, 부피 팽창률(volumetric expansion rate), 탁도(turbidity) 등을 측정하였다(Choi 등 2005; Kim & Jung 2013). 중량은 생면을 4분간 조리한 후 체에 건져 흐르는 물에 30초간 냉각시킨 다음 5분간 실온에서 방냉하여 물을 뺀 후 측정하였다. 함수율은 조리면의 중량에서 생면의 중량을 빼고 나서 다시 생면의 중량으로 나누어 준 후 100을 곱하여 계산하여 3회 반복 측정 후 평균값을 구하였다.

Table 1. Formula for the preparation of the noodle made with germinated black quinoa

| Ingredients (g) | Samples (%) | | | | |
|--------------------------|-------------|----|----|----|----|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| Wheat flour | 100 | 95 | 90 | 85 | 80 |
| GBQ powder ¹⁾ | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| Salt | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Water | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |

¹⁾ GBQ: germinated black quinoa powder

Water absorption ratio(%) =

$$\frac{\text{Cooked noodle(g)} - \text{Wet noodle(g)}}{\text{Wet noodle(g)}} \times 100$$

부피는 500 mL 메스실린더에 300 mL의 증류수를 채우고, 20 g의 생면을 넣어 증가하는 물의 부피를 측정하여 부피 팽창률을 다음과 같이 계산하였다(Choi 등 2005; Kim & Jung 2013).

Volumetric expansion rate(%) =

$$\frac{\text{Cooked noodle(mL)}}{\text{Wet noodle(mL)}} \times 100$$

탁도는 생면 20 g을 끓는 물에서 4분간 삶아 체로 건진 후에 이때 얻어진 조리액을 실온에서 냉각하여 윗물만 취한 다음, UV/VIS spectrophotometer(V-530, Jasco, Tokyo, Japan)로 675 nm에서 흡광도를 측정하였다.

6. 색도

색도는 조리면 20 g을 빈틈없이 붙인 뒤 색차계(Colorimeter CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter L값(lightness, 명도), a값(redness, 적색도), b값(yellowness, 황색도)을 3회 반복하여 측정하였고, ΔE (color difference)는 다음의 계산식에 의하여 산출하였다. 이 때 기기의 보정을 위해 사용한 표준 백색판(standard plate)의 L, a, b 값은 각각 97.26, -0.07, +1.86이었다.

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2}$$

7. 신장도 및 조직감 측정

면대의 신장도(extensibility)은 제조한 생면을 polyethylene bag에 넣어 20°C에서 2시간 동안 숙성시킨 후, 면 반죽을 두께 10.00 mm, 가로 100.00 mm, 길이 150.00 mm로 잘라 실험하였다. 숙성된 반죽은 점차 얇은 롤로 3단계를 거쳐서(4.00 mm, 2.50 mm, 1.50 mm) 압연시켜 면대를 만들어 최초 길이에서 마지막에 형성된 면대의 길이를 측정하여 최종적으로 늘어난 길이로부터 신장도(%)를 계산하였다(Choi 등 2005).

Extensibility(%) =

$$\frac{\text{Final length(mm)} - \text{Initial length(mm)}}{\text{Initial length(mm)}} \times 100$$

국수의 조직감 측정은 조리면 20 g 중 5~6가닥을 plate에 올려놓고, 빈틈없이 일직선으로 붙인 뒤 Texture analyzer(TA-Xt2 express, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)에서

Pasta firmness ring(part code HDP/PFS, batch no. 11588)을 이용하여 측정하였다. 조리면의 표면으로부터 전체 두께의 60% 변형이 일어나도록 2회 반복 압착하였으며, 이때 얻어지는 힘-거리 곡선(force-distance curve)으로부터 견고성(hardness), 부착성(adhesiveness), 씹힘성(chewiness), 점착성(gumminess), 탄력성(springiness) 및 응집성(cohesiveness)을 10회 반복 측정하였고, 측정조건은 Table 2와 같다.

8. 소비자 기호도 조사

국수의 소비자 기호도 조사는 생면을 4분간 조리한 후에 흐르는 물에 30초 냉각하고, 5분간 방냉한 다음 20 g씩 일회용 플라스틱 용기(지름 9 cm, 높이 1 cm)에 담아 바로 제공하였다. 이때 시료에 대한 편견이 없도록 난수표에서 추출한 세 자리 숫자를 시료가 담겨있는 용기에 표기하도록 하였고, 평가 시 입안을 헹굴 수 있도록 물과 빨는 컵을 함께 제공하였다. 관능평가는 국수의 색, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도 등에 대한 기호도를 7단계의 기호 척도법(hedonic scale test)으로 기호도가 높을수록 높은 점수를 부여하도록 하였다. 패널은 식품영양학과 조리학을 전공한 대학원생 16명을 대상으로 관능평가에 필요한 검사 방법과 평가 특성에 대하여 충분히 훈련을 한 후에 오후 2시에 평가하였다.

9. 통계분석

본 연구의 실험결과는 SPSS 20.0 software(SPSS Inc, Chicago, Quarry Bay, USA)를 사용하였으며, 모든 실험 결과들은 3회 반복 측정된 평균값을 이용하여 일원배치 분산 분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며, 시료 간의 유의적 차이가 있으면 Duncan's multiple test를 통해 사후 검증하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. pH와 염도

발아 검은색 퀴노아를 첨가한 국수의 pH와 염도를 측정

Table 2. Measurement conditions of texture analyzer

| Measurement | Condition |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Test mode option | TPA (Texture Profile Analysis) test |
| Probe compression platen | 25 mm |
| Pre-test speed | 2.0 mm/s |
| Test speed | 1.0 mm/s |
| Post-test speed | 1.0 mm/s |
| Distance | 5.0 mm |
| Time | 5.0 s |
| Trigger force | 5.0 g |

결과는 Table 3과 같다. 퀴노아 국수의 pH는 대조군이 7.38로 가장 높았고, 5% 첨가군 6.85, 10% 첨가군 6.37, 15% 첨가군 6.29 순으로 20% 첨가군의 pH가 6.26으로 가장 낮았다 ($p<0.001$). 발아 검은색 퀴노아 첨가량이 증가할수록 pH는 유의적으로 감소하였다($p<0.001$). 이러한 결과는 발아 검은색 퀴노아 첨가로 국수의 pH가 영향을 받아 변화하였기 때문이다. Kim & Jung(2013) 및 Park 등(2015)은 국수의 pH는 부재료의 특성에 달라진다고 하였는데, 과일류를 첨가하면 국수의 pH가 비교적 낮게 나타나고, 일반 채소류를 첨가하면 국수의 pH가 비교적 높게 나타난다고 하여 국수의 pH가 부재료에 의해 변화하는 것을 확인하였다. 신맛이 강한 천년초(Jung BM 2010)나 버찌(Kim & Jung 2013)를 첨가한 국수의 pH가 각각 5.60~5.90과 5.17~5.46인 반면에 신맛이 약한 참취(Kim 등 2015)나 단호박(Park 등 2015)과 같은 채소류를 첨가한 국수의 pH는 4.62~5.89과 6.12~6.17로서 부재료에 따라서 국수의 pH가 조금씩 차이를 보였다. 발아 검은색 퀴노아 분말은 pH가 4.28 ± 0.06 으로 밀가루의 pH 6.45 ± 0.01 (Joo & Choi 2012)보다 낮았기 때문에 발아 검은색 퀴노아 분말을 국수에 첨가할수록 pH가 낮아지는 것으로 판단된다. 식품공전에도 국수의 pH에 대한 기준이 제시되어 있지 않고, 여러 논문에도 첨가물에 따라 국수의 pH가 다양하게 측정되므로 국수의 pH에 대한 기준을 제시하기 매우 어렵다. 그러나 Lee 등(2003)은 생면의 pH가 3.6~4.4일 때에 저장성이 향상되므로 낮은 pH가 생면의 저장성 향상에 도움이 된다고 보고하였는데, 여러 연구 결과를 비교하면 신맛이 강한 재료를 첨가하였을 때에 pH가 매우 낮은 것으로 나타나서 저장성이 향상을 위해서는 신맛을 가진 재료를 첨가하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 다만, 밀가루 전분에 있어서 낮은 pH는 전분의 가수분해를 일으켜 호화를 억제하고 노화를 촉진하여 국수의 면발을 퍼지게 하는 등의 품질을 저하시키는 요인이 될 수 있으므로(Bae 등 2003), 퀴노아 첨가로 인한 국수의 pH가 급격하게 저하되지 않도록 장기 저장 시에는 퀴노아 첨가량 조절이 필요할

것으로 생각된다.

퀴노아 국수의 염도는 대조군이 0.05%로 가장 높았고, 5% 첨가군(0.04%), 10% 첨가군(0.03%), 15% 첨가군(0.02%), 20% 첨가군(0.01%) 순으로 높았다($p<0.001$). 발아 검은색 퀴노아 첨가량이 증가할수록 염도가 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다($p<0.001$). 소금은 밀가루 반죽의 점탄성을 높이고, 단백질 분해효소인 프로테아제의 활성을 억제시켜 글루텐의 입체적 망상구조를 치밀하게 하므로 국수 반죽 시 적당량의 소금을 첨가하게 되면 반죽을 질기고 단단하게 하여 면발이 탄력 있게 하는데 도움이 된다(Bae 등 2003). 다만, 국수 반죽의 지나친 염도 증가는 나트륨의 섭취 증가로 이어져 심혈관계 질환을 유발할 수 있으므로 가능한 면발의 품질을 저하시키지 않는 수준에서 소금 첨가량을 줄이도록 하는 것이 바람직하다. 본 연구결과에서는 퀴노아 첨가량이 증가함에 따라서 국수의 염도가 저하되는 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 발아 검은색 퀴노아가 체내 나트륨을 배출시키는 칼륨 함량이 높아서 국수의 나트륨 배출이 용이하게 되는 것으로 추정된다. 퀴노아는 다른 곡물에 비해 칼륨함량이 높은 것으로 나타났는데(Lee JH 2007), Koziol M(1993)은 퀴노아의 칼륨 함량이 평균 9,267 mg/kg으로 쌀(1,183 mg/kg), 보리(5,028 mg/kg), 밀(5,783 mg/kg)에 비해 최대 7배 높고, 퀴노아의 나트륨 함량은 평균 122 mg/kg으로 쌀(69 mg/kg)과 밀(89 mg/kg)에 비해 높지만 보리(203 mg/kg)보다는 낮은 것으로 보고하였다. Ruales & Nair(1993)는 퀴노아의 칼륨 함량이 1,201 mg/100g이라고 하면서 다른 곡류에 비해 무기질 함량이 우수한 곡물이라고 하였고, Lee MJ(2015)는 미국산 퀴노아는 3,872 mg/100 g, 페루산 퀴노아는 5,084 mg/100 g, 국내산 퀴노아는 12,610 mg/100 g으로 산지별로 칼륨 함량의 차이는 있지만, 칼륨 함량이 우수한 곡물로 보고하였다. 이외에도 퀴노아는 칼슘, 마그네슘, 인, 철분 등이 풍부하게 들어있어서 국수에 첨가하면 품질을 향상시키면서 유용한 무기질 공급원이 될 수 있을 것이라 생각된다(Ogunbenle HN 2003; Konishi 등 2004; Kim AN 2016).

Table 3. pH and salinity of noodle added with germinated black quinoa

| Concentration of GBQ ¹⁾ powder (%) | pH | Salinity (%) |
|---|------------------------|-------------------------|
| 0 | 7.38±0.01 ^c | 0.05± 0.01 ^d |
| 5 | 6.85±0.01 ^d | 0.04± 0.01 ^c |
| 10 | 6.37±0.01 ^c | 0.03± 0.01 ^b |
| 15 | 6.29±0.01 ^b | 0.02± 0.01 ^a |
| 20 | 6.26±0.01 ^a | 0.01±0.001 ^a |
| <i>F</i> -value (<i>p</i>) | 9,483.636 (0.000)*** | 24.242 (0.000)*** |

¹⁾ GBQ: germinated black quinoa powder.

^{a-c} Values with different small letters within a column differ significantly ($p<0.001$).

Each value is mean±S.D. (n=3).

2. 국수의 조리특성

발아 검은색 퀴노아를 첨가한 국수의 조리특성 결과는 Table 4와 같다. 발아 검은색 퀴노아 첨가 국수의 조리면 중량은 대조군이 35.93 g으로 가장 높았고, 5% 첨가군 35.10 g, 10% 첨가군 34.33 g, 15% 첨가군 33.83 g, 20% 첨가군 33.00 g 순으로 높게 나타났다. 조리면의 중량에 의해서 산출되는 함수율은 대조군이 79.37%로 가장 높았고, 20% 첨가군 61.89%로 가장 낮게 나타났다($p<0.01$). 대조군 다음으로 5% 첨가군 74.89%, 10% 첨가군 70.26%, 15% 첨가군 66.43% 순으로 발아 검은색 퀴노아 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다($p<0.01$). 조리면의 중량은 발아 검은색 퀴노아 첨가량이 증가할수록 감소하여 함수율을 감소시키는 것으로 확인하였다.

발아 검은색 퀴노아를 첨가한 국수의 생면과 조리면의 부피는 각각 대조군이 20.03 g과 36.00 g으로 가장 큰 것으로 나타났다, 5% 첨가군(생면 19.74 g, 조리면 34.00 g), 10% 첨가군(생면 19.67 g, 조리면 32.00 g), 15% 첨가군(생면 18.83 g, 조리면 30.67 g), 20% 첨가군(생면 18.27 g, 조리면 29.33 g) 순으로 부피가 감소하는 것으로 나타났다. 생면과 조리면의 부피는 발아 검은색 퀴노아 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 이중 생면의 부피는 유의적으로 감소하는 것으로 나타났는데($p<0.01$), 국수를 삶는 초기 단계에서 퀴노아 첨가비에 따라서 수분을 흡수하는 정도가 달라서 샘플간의 부피 차이가 나타나는 것으로 생각된다. 부피 팽창률은 대조군이 179.72%로 가장 높았고, 5% 첨가군(172.60%), 10% 첨가군(162.65%), 15% 첨가군(162.78%), 20% 첨가군(160.91%) 순으로 감소하여 부피 팽창률도 생면의 부피와 같이 발아 검은색 퀴노아 첨가량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났으나, 첨가군 간에 유의적인 차이는 없었다.

발아 검은색 퀴노아 국수의 탁도는 대조군은 0.16, 5% 첨가군은 0.18, 10% 첨가군은 0.21, 15% 첨가군은 0.61, 20% 첨가군은 1.06으로 발아 검은색 퀴노아 첨가량이 증가할수록 탁도가 증가하는 것으로 나타났다($p<0.001$). 퀴노아와 비슷한 특성을 가진 아마란스 첨가 국수에서도 아마란스를 많이 첨가할수록 탁도가 증가하는 것으로 나타났다(Choi HS 2011).

아마란스 첨가 국수에 대해 연구한 Choi HS(2011)는 아마란스의 첨가량이 증가함에 따라서 함수율이 감소하고, 탁도는 증가하는 것으로 보고하였고, 발아 약콩 첨가 국수를 연구한 Han & Han(2011) 및 발아 현미 첨가 국수를 연구한 Lee & Lee(2011)도 부재료인 발아 약콩과 발아 현미의 첨가량이 증가함에 따라서 함수율과 부피 팽창률은 감소하고, 탁도는 증가하는 것으로 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. 이러한 연구 결과의 이유로 발아 검은색 퀴노아의 입자 크기가 밀가루에 비해 작아서 국수를 반죽하는 과정에서 물에 의해 급속하게 수화되어 고형분이 손실되었거나(Choi HS 2011; Park & Ryu 2013), 발아 검은색 퀴노아의 높은 식이섬유 함량으로 밀가루보다 수분 흡착력이 떨어져서 글루텐 함량 감소로 인한 조직 결합력 저하로 함수율과 부피 팽창률이 감소하는 것으로 추정해볼 수 있다(Lee & Lee 2011). 퀴노아의 입자 크기는 1.5 μm 이고(Atwell 등 1983), 아마란스는 1~4 μm 으로 알려져 있는데(Lee JH 2007), 국내 제면용 밀가루의 입자 크기인 47.5~56.5 μm (Shin 등 2014)과 비교했을 때에 퀴노아와 아마란스는 밀가루 비해 입자 크기가 작아서 반죽 시 수화 속도의 증가로 인한 고형물 손실로 중량 감소와 탁도 증가가 초래된 것으로 추정해볼 수 있다. 또한 퀴노아의 식이섬유 함량은 4.1 g(100 g dry weight)으로 보리 2.0 g(100 g dry weight)과 쌀 0.4 g(100 g dry weight), 밀 2.7 g(100 g dry weight) 등과 비교할 때에 식이섬유 함량이 높아서 수분 흡착력이 떨어지

Table 4. Cooking properties of noodle added with germinated black quinoa

| Concentration of GBQ ¹⁾ powder (%) | Weight (g) | | Water absorption ratio (%) | Volume (g) | | Volumetric expansion ratio (%) | Turbidity of soup (O.D) |
|---|--------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------------|-------------------------|
| | Fresh noodle | Cooked noodle | | Fresh noodle | Cooked noodle | | |
| 0 | 20.03±0.06 | 35.93±0.12 ^d | 79.37±1.09 ^d | 20.03±0.06 ^c | 36.00±2.00 | 179.72±10.43 | 0.16±0.00 ^a |
| 5 | 20.07±0.12 | 35.10±0.17 ^c | 74.89±1.66 ^{cd} | 19.74±0.65 ^{bc} | 34.00±2.00 | 172.60±15.73 | 0.18±0.01 ^b |
| 10 | 20.17±0.29 | 34.33±0.29 ^{bc} | 70.26±2.12 ^{bc} | 19.67±0.29 ^{bc} | 32.00±2.00 | 162.65± 8.17 | 0.21±0.00 ^c |
| 15 | 20.33±0.58 | 33.83±0.76 ^b | 66.43±3.11 ^{ab} | 18.83±0.76 ^{ab} | 30.67±3.06 | 162.78±14.02 | 0.61±0.00 ^d |
| 20 | 20.40±0.69 | 33.00±0.50 ^a | 61.89±5.94 ^a | 18.27±0.46 ^a | 29.33±4.16 | 160.91±25.72 | 1.06±0.01 ^e |
| <i>F</i> -value | 0.425 | 19.995 | 13.244 | 6.190 | 2.724 | 0.773 | 11,779.723 |
| (<i>p</i>) | (0.788) | (0.000) ^{***} | (0.001) ^{**} | (0.009) ^{**} | (0.091) | (0.567) | (0.000) ^{***} |

¹⁾ GBQ: germinated black quinoa powder.

^{a-c} Values with different small letters within a column differ significantly ($p<0.001$).

Each value is mean±S.D. (n=3).

므로 국수 반죽에 밀가루 대신 퀴노아를 첨가하면 글루텐 저하로 조직 결합력이 떨어져 함유율이 감소되는 것으로 추정된다(Oelke 등 1992; Lee & Lee 2011).

본 연구결과에서 발아 검은색 퀴노아의 첨가량이 증가함에 따라 국수의 함유율과 부피 팽창률이 감소하고, 탁도는 증가하는 것으로 나타났다. 국수의 제면 과정에서 첨가물이 많아질수록 탁도가 높아진다는 Kim YS(1998)의 연구 결과와 유사한 한 것으로, 국수 제조 시 주재료인 밀가루에 부재료인 퀴노아 첨가량이 증가하면 함유율과 부피 팽창률은 감소되고, 상대적으로 탁도는 증가하는 것으로 판단된다. 이러한 연구 결과는 발아 검은색 퀴노아의 복합분이 밀가루와 충분히 결합하지 못하면 품질이 저하될 수 있음을 나타낸 것으로, 국수를 반죽하는 과정에서 미세한 퀴노아 전분 입자로 인해 빠르게 수화되어 고형분이 조리수로 용출되고, 전분의 팽윤도가 감소하며, 높은 함량의 식이섬유로 수분 흡착력이 떨어져 글루텐 조직 간의 결합력이 저하되기 때문에 사료된다(Choi HS 2011; Han & Han 2011; Lee & Lee 2011; Park & Ryu 2013).

3. 색도

발아 검은색 퀴노아를 첨가한 국수의 색도 결과는 Table 5와 같다. 발아 검은색 퀴노아를 첨가한 국수의 L값은 대조군이 70.20으로 가장 높았고, 5% 첨가군(61.76), 10% 첨가군(56.43), 15% 첨가군(51.62), 20% 첨가군(48.37) 순으로 낮았다($p<0.001$). 적색도를 나타내는 a값은 20% 첨가군이 4.17로 가장 높았고, 15% 첨가군(3.67), 10% 첨가군(3.10), 5% 첨가군(1.74), 대조군(-1.68) 순으로 높았다($p<0.001$). 황색도를 나타내는 b값은 대조군이 16.65로 가장 높았고, 5% 첨가군(10.71),

10% 첨가군(9.10), 15% 첨가군(6.90), 20% 첨가군(6.08) 순으로 높았다($p<0.001$). 국수에 밀가루 대신 발아 검은색 퀴노아 첨가량이 증가할수록 명도인 L값은 70.20에서 48.37로 감소하였고, 황색도인 b값도 16.65에서 6.08로 감소하였으며, 적색도인 a값은 -1.68에서 4.17로 증가하는 것으로 나타났다($p<0.001$). 또한 국수의 전체적인 색깔 차이를 나타내는 ΔE 는 발아 검은색 퀴노아를 첨가하지 않은 대조군과 비교했을 때에 발아 검은색 퀴노아 첨가량이 많아질수록 10.87에서 24.95로 증가하면서 색깔의 차이가 커지는 것으로 나타났다. 퀴노아 첨가로 인한 국수의 색도 변화는 검은색 퀴노아에 들어있는 색소성분들이 국수의 명도와 황색도는 감소시키고, 적색도는 증가시켜 전체적으로 국수의 색깔을 어둡게 변화시켰기 때문으로 사료된다.

Han & Han(2011)은 발아 약콩을 첨가함에 따라서 L값과 a값은 감소하고, b값은 증가한다고 하였으며, Kim 등(2015)은 비트 첨가함에 따라서 L값과 b값은 감소하고, a값은 증가한다고 하여 본 연구결과와 같이 국수가 어두운 색깔로 변화하는 경향을 보여주었다. 품종별 퀴노아의 항산화에 대한 연구한 Tang 등(2015)은 어두운 색을 가진 퀴노아는 페놀 화합물들의 농도가 높아서 항산화 활성이 증가한다고 하였고, Islas-Rubio 등(2014)도 파스타에 아마란스를 첨가할수록 색깔이 어두워지면서 항산화 활성의 증가한다고 하였다. 따라서 국수에 어두운 색깔을 가진 부재료를 첨가할수록 국수의 색깔이 어두운 색깔로 변화하면서 항산화 활성도 증가하게 된다. 다만, Tang 등(2015)은 검은색 퀴노아는 검은색의 안토시아닌(anthocyanins) 대신에 적색의 베타시아닌(beta-cyanin)이 항산화 활성을 나타내는 주요 색소성분이라고 보고하였다. 따라서 국수에 검은색 퀴노아 첨가량이 증가할수록 검은색의 안토시아닌과 적색의 베타시아닌이 증가하면서 L값(명도)과 b값(황색도)은 감소하고, a값(적색도)은 증가하는 것으로 보이며, 검은색의 안토시아닌보다 항산화 활성이 높은 적색의 베타시아닌이 발아 검은색 퀴노아 첨가 국수의 항산화 활성 증가에 기여할 것으로 예상된다. 식품의 색깔 차이를 나타내는 ΔE 는 1.5~3.0 범위이면 감지할 수 있는 차이를, 3.0~6.0 범위이면 현저한 차이를, 6.0~12.0 범위이면 극히 현저한 차이를, 12 이상 범위이면 다른 계통의 색으로 해석할 수 있다(Yoo 등 2004). 검은색 퀴노아 분말을 5% 첨가한 국수의 ΔE 는 10.87로서 극히 현저한 색상 차이를 나타내지만, 10% 첨가군부터 20% 첨가군까지의 ΔE 는 16.41~24.95로서 발아 검은색 퀴노아 분말을 첨가하지 않은 대조군에 비해 다른 계통의 색으로 볼 수 있을 정도로 색상이 뚜렷하게 차이 나는 것으로 나타났다. 따라서 발아 검은색 퀴노아 분말을 밀가루 대신 국수에 첨가할수록 전체적인 색상의 변화가 커지면서 기호도에 영향을 미치며, 항산화 활성도 증가할 것으로 기대된다.

Table 5. Color changes of noodle added with germinated black quinoa

| Concentration of GBQ ¹⁾ powder (%) | L value | a value | b value | ΔE value |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| 0 | 70.20±0.09 ^c | -1.68±0.07 ^a | 16.65±0.14 ^c | 0.00 |
| 5 | 61.76±0.21 ^d | -1.74±0.03 ^b | 10.71±0.14 ^d | 10.87±0.16 |
| 10 | 56.43±0.99 ^e | -3.10±0.02 ^c | 9.10±0.31 ^e | 16.41±1.06 |
| 15 | 51.62±0.09 ^b | -3.67±0.16 ^d | 6.90±0.23 ^b | 21.65±0.21 |
| 20 | 48.37±0.07 ^a | -4.17±0.13 ^e | 6.08±0.03 ^a | 24.95±0.07 |
| F-value | 1,079.860 | 1,790.145 | 1,394.815 | |
| (p) | (0.000) ^{***} | (0.000) ^{***} | (0.000) ^{***} | |

¹⁾ GBQ: germinated black quinoa powder.

^{a-c} Values with different small letters within a column differ significantly ($p<0.001$).

Each value is mean±S.D. (n=3).

4. 신장도 및 조직감

발아 검은색 퀴노아를 첨가한 국수의 신장도를 측정 결과는 Table 6과 같다. 국수의 면대가 늘어난 최종 길이는 20% 첨가군이 405.33 mm로 가장 길게 늘어났고, 15% 첨가군 386.67 mm, 10% 첨가군 373.33 mm, 5% 첨가군 363.33 mm 순으로 대조군이 360.00 mm로 가장 조금 늘어났다($p < 0.001$). 신장도는 늘어난 최종 길이에서 원래 길이를 빼고 다시 원래의 길이로 나누어 준 후 100을 곱한 값으로 20% 첨가군이 170.22%로 가장 높았고, 15% 첨가군 157.78%, 10% 첨가군 148.89%, 5% 첨가군 142.22%, 0% 대조군 140.00% 순으로 발아 검은색 퀴노아 첨가량이 증가할수록 신장도도 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 밀가루에 발아 검은색 퀴노아를 첨가하면 국수 반죽이 연화되어 신장도가 증가하는 것으로 보인다.

발아 검은색 퀴노아를 첨가한 국수의 조직감 측정 결과는 Table 6과 같다. 발아 검은색 퀴노아를 첨가한 국수의 경도는 대조군 1607.27 N으로 가장 높게 나타났고, 5% 첨가군 11.97 N, 10% 첨가군 920.27 N, 15% 첨가군 723.03 N, 20% 첨가군 379.43 N 순으로 나타났다($p < 0.001$). 부착성은 20% 첨가군이 -138.53으로 가장 낮았고, 15% 첨가군 -267.8, 10% 첨가군이 -352.70, 5% 첨가군 -372.70, 대조군 -379.10 순으로 높게 나타났다($p < 0.01$). 탄력성과 응집성은 각각 대조군이 1.40 mm($p < 0.01$)와 0.94($p < 0.05$)로 가장 높았으며, 20% 첨가군이 0.95 mm($p < 0.01$)와 0.75($p < 0.05$)로 가장 낮게 나타났다. 씹힘성과 검성도 각각 대조군이 1,852.54 N·mm와 1,521.80 N으로 가장 높았으며, 20% 첨가군 298.56 N·mm와 300.80 N으로 가장 낮게 나타난 것을 확인할 수 있었다($p < 0.001$). 발아 검은색 퀴노아의 첨가량이 증가할수록 경도, 부착성, 탄력성, 씹힘성, 검성, 응집성 등이 모두 유의적으로 감소하는 것을 확인하였다.

국수 반죽의 수분 흡수력이 높으면 국수 반죽이 연화되어 부드러워지만, 탄력성은 감소되어 조직감이 많이 떨어질 수 있다(Lee & Jung 2003; Choi HS 2011). Kim 등(2015)은 비트 첨가량이 증가함에 따라서 국수의 탄성, 씹힘성, 부서짐성이 증가한다고 보고하였고, Han & Han(2011)은 발아 약콩의 첨가량이 증가함에 따라서 경도, 응집성, 탄력성, 부착성이 모두 감소하고, 15%까지 발아 약콩을 첨가하였을 때 신장도와 신장력 모두 증가한다고 보고하였다. 또한 Choi 등(2005)은 발아 콩가루를 첨가함에 따라서 조리면의 응집성과 탄력성은 증가하고 경도와 부서짐성은 감소하며, 부서짐성은 8% 정도 첨가할 때 신장도가 최대로 증가하지만 그 이상 첨가하면 오히려 신장도가 감소한다고 보고하였다. 이러한 결과는 국수에 첨가하는 부재료의 종류와 첨가량 차이에 의한 것으로 국수 반죽에 밀가루와 잘 섞이지 않는 부재료를 응집성, 탄력성, 씹힘성 등과 같은 조직감이 저하되어 입으로 씹었을 때에 쫄깃하지 않은 국수가 될 수 있으므로 부재료의 첨가 비율을 조절을 통해 국수의 품질이 저하되지 않도록 하는 것이 중요하다(Kim & Jung 2013; Kim 등 2015).

발아 검은색 퀴노아 첨가 국수는 퀴노아 첨가량이 증가함에 따라서 신장도는 증가하지만, 경도, 부착성, 탄력성, 씹힘성, 검성, 응집성 등은 모두 감소하여 조직감이 저하되는 것으로 나타났다. 즉, 발아 검은색 퀴노아 국수는 높은 수분 흡수력으로 반죽이 연화되어 신장도는 증가하지만, 수분 흡착력은 밀가루보다 떨어져 글루텐 조직 간의 결합력 감소로 경도, 부착성, 탄력성, 씹힘성, 검성, 응집성 등은 모두 감소하여 조직감이 저하되는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 퀴노아가 밀가루에 비해 전분 함량이 낮고 입자가 미세하여 수분 흡수율은 높지만 고형분이 조리수로 용출되어 국수의 부피 팽창률이 낮고, 탁도가 높은 등의 조리특성이 저하된 결과로

Table 6. Texture properties of noodle added with germinated black quinoa

| Concentration of GBQ ¹⁾ powder (%) | Extensibility (%) | Texture properties | | | | | |
|---|--------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| | | Hardness (N) | Adhesiveness | Springiness (mm) | Chewiness (N·mm) | Gumminess (N) | Cohesiveness |
| 0 | 140.00±0.67 ^a | 1,607.27±150.04 ^d | -379.10±82.97 ^a | 1.40±0.01 ^c | 1,852.54±184.34 ^d | 1,521.80±162.11 ^e | 0.94±0.06 ^c |
| 5 | 142.22±1.92 ^a | 1,197.87±35.44 ^c | -372.70±81.78 ^a | 1.14±0.15 ^b | 1,313.71±284.87 ^c | 1,044.15±76.27 ^d | 0.93±0.03 ^{bc} |
| 10 | 148.89±1.92 ^b | 920.27±17.39 ^b | -352.70±25.66 ^a | 1.07±0.12 ^{ab} | 794.32±43.97 ^b | 794.48±45.50 ^e | 0.90±0.07 ^{bc} |
| 15 | 157.78±3.85 ^c | 723.03±192.28 ^b | -267.8±85.55 ^a | 0.99±0.02 ^{ab} | 527.97±143.87 ^{ab} | 540.55±146.36 ^b | 0.79±0.13 ^{ab} |
| 20 | 170.22±3.67 ^d | 379.43±41.75 ^a | -138.53±35.70 ^b | 0.95±0.03 ^a | 298.56±63.71 ^a | 300.80±59.97 ^a | 0.75±0.02 ^a |
| F-value | 63.754 | 51.973 | 6.803 | 12.601 | 41.600 | 56.327 | 4.441 |
| (p) | (0.000) ^{***} | (0.000) ^{***} | (0.007) ^{**} | (0.001) ^{**} | (0.000) ^{***} | (0.000) ^{***} | (0.025) [*] |

¹⁾ GBQ: germinated black quinoa powder.

^{a-d} Values with different small letters within a column differ significantly ($p < 0.001$).

Each value is mean±S.D. (n=3).

서 국수 반죽의 조직 결합력이 감소하여 신장도는 높지만, 경도를 비롯한 부착성, 응집성, 검성, 씹힘성 등의 조직감은 저하되는 것으로 추측된다(Choi HS 2011; Han & Han 2011; Lee & Lee 2011; Park & Ryu 2013). 다만, 아시아인들이 부드러운 면서 탄력성이 높은 국수를 선호한다는 연구 결과를 고려할 때에(Toyokawa 등 1989) 발아 블랙 퀴노아 국수는 탄력성은 낮지만 신장도는 높고 경도는 낮아서 아시아인들이 선호하는 국수 형태에 가까우므로 국수의 함수율, 부피 팽창률, 탁도 등의 조리특성과 조직감이 저하되어 품질이 떨어지지 않도록 퀴노아 분말 첨가량을 조절할 필요가 있을 것으로 사료된다.

5. 소비자 기호도 조사

발아 검은색 퀴노아를 첨가한 국수의 소비자 기호도 결과는 Table 7과 나타내었다. 색, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도의 소비자 기호도 결과는 평가항목마다 조금씩 다르게 나왔는데, 발아 검은색 퀴노아를 15% 첨가한 국수가 색(5.69점), 맛(5.06점), 조직감(5.00점), 전반적인 기호도(5.31점) 등의 4 가지 항목에서 가장 높은 점수를 얻었고, 발아 검은색 퀴노아를 20% 첨가한 국수는 향에서 5.44점으로 가장 높은 점수를 얻었다.

색은 발아 검은색 퀴노아 15% 첨가군이 5.69점으로 가장 높았으며, 10% 첨가군(5.13점), 20% 첨가군(4.94점), 5% 첨가군(3.81점)순으로 대조군이 3.44점으로 가장 낮게 나타났다($p<0.001$). 향은 발아 검은색 퀴노아 20% 첨가군이 5.44점으로 가장 높았으며, 10% 첨가군(4.88점), 15% 첨가군(4.75점), 5% 첨가군(4.38점) 순으로 대조군이 3.44점으로 가장 낮게 나타났다($p<0.001$). 맛은 발아 검은색 퀴노아 15% 첨가군이 5.06점으로 가장 높게 나타났고, 대조군이 3.44점으로 가장 낮게 나타났다($p<0.01$). 조직감도 발아 검은색 퀴노아 15% 첨가군

이 5.00점으로 가장 높게 나타났고, 20% 첨가군이 3.75점으로 대조군(4.25점)보다 가장 낮게 나타났다($p<0.05$). 전반적인 기호도는 퀴노아 분말을 15% 첨가할 때에가 5.31점으로 가장 높았고, 10% 첨가군(5.06점), 5% 첨가군(4.25점), 20% 첨가군(4.19점), 대조군(3.81점)으로 발아 검은색 퀴노아 분말을 15% 첨가하였을 때가 전반적인 기호도가 가장 좋은 것으로 나타났다. 색에서는 발아 검은색 퀴노아 분말을 첨가할수록 L값과 b값이 감소하고, a값은 증가하는 것으로 나타났는데, 국수의 색이 어두워질수록 항산화 활성은 높아질 수 있으나(Islas-Rubio 등 2014), 어두운 색이 지나칠 경우에는 오히려 기호도가 저하될 수 있으므로 퀴노아 분말을 15% 첨가하는 정도가 가장 바람직할 것으로 생각된다. 향에서는 발아 검은색 퀴노아 20% 첨가군이 5.44점으로 가장 높은 기호도를 얻은 것으로 보아, 퀴노아의 첨가량이 증가할수록 퀴노아 고유의 향을 곡물이 호화된 구수한 향으로 생각하여 기호도가 높아지는 것을 확인할 수 있었다($p<0.001$). 맛에서는 발아 검은색 퀴노아 15% 첨가군이 5.06점으로 가장 높은 기호도로 나타났다. 퀴노아 첨가량이 많아질수록 국수의 함수율과 부피 팽창률은 감소하고, 탁도는 증가하여 품질이 저하될 수 있다. 특히 발아 퀴노아 분말처럼 전분의 함량이 적고 입자가 미세하며, 식이섬유가 많으면 국수 반죽 시 급속하게 수화되어 고형분이 조리수로 용출되고, 수분 흡착력이 떨어져 글루텐 함량 감소로 조직 결합력이 저하되어 맛뿐만 아니라, 조직감도 떨어질 수 있다. 따라서 국수의 조리특성과 같은 품질지표가 저하되지 않도록 발아 검은색 퀴노아를 15% 정도 첨가하는 것이 가장 적합할 것으로 사료된다. 조직감에서는 발아 검은색 퀴노아의 첨가량이 증가할수록 신장도는 증가하지만 경도, 부착성, 탄력성, 씹힘성, 검성, 응집성 등은 감소하여 조직감이 저하되는 것으로 나타났는데, 퀴노아 분말을 15% 첨가하였을 때가 조직감에 대한 기호도가 가장 높으므로 국수의 조직감이 저

Table 7. Consumer acceptability scores of noodle added with germinated black quinoa

| Concentration of GBQ ¹⁾ powder (%) | Color | Flavor | Taste | Texture | Overall quality |
|---|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 3.44±1.31 ^a | 3.44±1.55 ^a | 3.44±1.41 ^a | 4.25±1.61 ^{ab} | 3.81±1.60 ^a |
| 5 | 3.81±0.66 ^a | 4.38±0.62 ^b | 4.31±0.79 ^b | 4.75±0.68 ^b | 4.25±0.58 ^{ab} |
| 10 | 5.13±1.02 ^b | 4.88±0.72 ^{bc} | 4.75±0.86 ^b | 4.69±0.95 ^b | 5.06±0.85 ^{bc} |
| 15 | 5.69±1.40 ^b | 4.75±1.24 ^{bc} | 5.06±1.12 ^b | 5.00±0.97 ^b | 5.31±1.08 ^c |
| 20 | 4.94±1.12 ^b | 5.44±1.67 ^c | 4.56±1.26 ^b | 3.75±1.29 ^a | 4.19±1.47 ^a |
| F-value | 11.017 | 5.766 | 4.886 | 2.962 | 4.622 |
| (p) | (0.000) ^{***} | (0.000) ^{***} | (0.001) ^{**} | (0.025) [*] | (0.002) ^{**} |

¹⁾ GBQ: germinated black quinoa powder.

^{a-c} Values with different small letters within a column differ significantly ($p<0.001$).

Each value is mean±S.D. (n=3).

하되지 않는 15% 정도의 범위로 퀴노아를 첨가하는 것이 가장 좋을 것으로 사료된다.

향을 제외한 색, 맛, 조직감, 전반적인 기호도 평가 결과에서 발아 검은색 퀴노아를 15% 첨가군이 가장 기호도가 높았으나, 20% 첨가군으로 가면 오히려 기호도가 저하되는 것으로 나타났다. 따라서 발아 검은색 퀴노아를 15% 첨가하는 것이 국수의 색, 맛, 조직감, 전반적인 기호도 등의 관능적 특성을 가장 잘 만족시키면서 품질을 향상시킬 수 있는 가장 적합한 배합비로 판단된다.

요약 및 결론

본 연구는 세계적인 슈퍼푸드인 각광받고 있는 퀴노아 (*Chenopodium quinoa* Willd.)를 발아과정을 거쳤을 때에 생리활성 물질이 증가한다는 Lee MJ(2015)와 Tang 등(2015)의 연구 결과를 토대로 기능성이 우수한 것으로 알려진 검은색 퀴노아를 발아시켜 국수로 만들었을 때의 품질특성과 소비자 기호도에 대해서 평가하였다.

발아 검은색 퀴노아 첨가 국수의 품질특성 결과, pH와 염도는 발아 검은색 퀴노아의 첨가량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 발아 검은색 퀴노아 첨가 국수의 함수율($p < 0.01$)은 발아 퀴노아 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 부피 팽창률은 발아 검은색 퀴노아 첨가량이 증가할수록 감소하였으나 유의적인 차이가 없었다. 조리면의 탁도는 발아 검은색 퀴노아의 첨가량이 많아질수록 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 색도에서는 발아 검은색 퀴노아 첨가량이 증가할수록 L값과 b값은 감소하였고($p < 0.001$), a값은 증가하였다($p < 0.001$). 조직감에서 발아 검은색 퀴노아의 첨가량이 증가할수록 신장도($p < 0.001$)는 증가하였으나, 경도($p < 0.001$), 부착성($p < 0.01$), 탄력성($p < 0.01$), 씹힘성($p < 0.001$), 검성($p < 0.001$), 응집성($p < 0.05$)은 감소하였다. 소비자 기호도 평가에서는 향을 제외하고, 색($p < 0.001$), 맛($p < 0.01$), 조직감($p < 0.05$), 전반적인 기호도($p < 0.01$)에서 발아 검은색 퀴노아를 15% 첨가한 국수가 가장 좋은 것으로 나타났다. 이상의 연구 결과, 발아 검은색 퀴노아를 15% 첨가하였을 때에 가장 기호도가 높으면서 품질이 우수한 것으로 나타나서 발아 검은색 퀴노아를 15% 첨가하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

References

Alvarez JL, Wijngaard H, Arendt EK, Gallagher E. 2010. Polyphenol composition and *in vitro* antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chem* 119:770-778

Ando H, Chen YC, Tang H, Shimizu M, Watanabe K, Mitsunaga T. 2002. Food components in fractions of quinoa seed. *Food Sci Technol* 8:80-84

Atwell WA, Patrick BM, Johnson LA, Glass RW. 1983. Characterization of quinoa starch. *Cereal Chem* 60:9-11

Bae YH, Park HW, Park HO, Jeong HS, Choi EJ, Chae IS. 2003. The Food and Cookery Science. pp.80-104. Kyomunsa

Brand-Miller J, Foster-Powell K, Colagiuri S. 2002. The New Glucose Revolution. pp.3-28. Hodder Headline Australia.

Caperuto LC, Amaya-Farfan J, Camargo CRO. 2000. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. *J Sci Food Agric* 81:95-101

Carciochi RA, Manrique GD, Dimitrov K. 2014. Change in phenolic composition and antioxidant activity during germination of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Int Food Res J* 21:767-773

Chlopicka J, Pasko P, Gorinstein S, Jedryas A, Zagrodzki P. 2012. Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads. *Food Sci Technol* 46:548-555

Choi HS. 2011. Effect of adding amaranth powder on noodle quality. *Korean J Food & Nutr* 24:664-669

Choi MH, Chang HG, Kim JS, Kim WJ, Chung HJ. 2005. Effects of germinated whole soy flour on the properties of dough and noodle. *Korean J Food Cookery Sci* 21:919-926

Diaz JMR, Kirjoranta S, Tenitz S, Penttilä PA, Serimaa R, Lampi AM, Jouppila K. 2013. Use of amaranth, quinoa and kañiwa in extruded corn-based snacks. *J Cereal Sci* 58:59-67

Dini I, Tenore G, Dini A. 2004. Phenolic constituents of kancolla seeds. *Food Chem* 84:163-168

Elgeti D, Nordlohne SD, Föste M, Linden MH, Heinz V, Jekle M, Becker T. 2014. Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. *J Cereal Sci* 59:41-47

Föste M, Nordlohne SD, Elgeti E, Linden MH, Heinz V, Jekle M, Becker T. 2014. Impact of quinoa bran on gluten-free dough and bread characteristics. *European Food Res Technol* 239:767-775

Goh HK. 2016. Physicochemical and physiological properties of quinoa by germination and heat treatments. MS Thesis, Gachon Univ. Seongnam. Korea

Gómez-Caravaca AM, Iafelice G, Verardo V, Marconi E, Maria FC. 2014. Influence of pearling procedd on phenolic and saponin content in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chem* 157:174-178

- Graf BL, Poulev A, Kuhn P, Grace MH, Lila MA, Raskin I. 2014. Quinoa seeds leach phytoecdysteroid and other compounds with anti-diabetic properties. *Food Chem* 163:178-185
- Guantian L, Sunan W, Fan Z. 2015. Physicochemical properties of quinoa starch. *Carbohydr Polym* 137:328-338
- Ha YM, Park YG. 2011. Quality characteristics of noodles added with domestic germinated barley. *Korea J Food Preserv* 18: 131-142
- Han SM, Han JA. 2011. Preparation and characterization of wet noodle containing germinated small black bean flour. *Korean J Food Sci Technol* 43:597-602
- Heo SJ, Jeon SY, Lee SY. 2014. Utilization of *Lentinus edodes* mushroom β -glucan to enhance the functional properties of gluten-free rice noodles. *LWT-Food Sci Technol* 55:627-631
- Hirose Y, Fujita T, Ishii T, Ueno N. 2010. Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seed cultivated in Japan. *Food Chem* 119:1300-1306
- Iglesias-Puig E, Monedero V, Haros M. 2015. Bread with whole quinoa flour and bifidobacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability. *LWT-Food Sci Technol* 60:71-77
- Islas-Rubio AR, Barca AMC, Abrera-Chávez F, Cota-Gastélum AG, Beta T. 2014. Effect of semolina replacement with a raw: popped amaranth flour blend on cooking quality and texture of pasta. *LWT-Food Sci Technol* 57:217-222
- Jin HJ, Kim CS. 2015. Analysis for factors on buying decision making by female college and graduate students toward gluten-free food. *Korea Food Marketing Res* 32:1-29
- Joo SY, Choi HY. 2012. Antioxidant activity and quality characteristics of cookies with chestnut inner shell. *Korean J Food Nutr* 25:224-232
- Jung BM. 2010. Quality characteristics and storage properties of wet noodle with added *Cheonnyuncho* fruit powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26:821-830
- Jung K, Richter J, Kabrodt K, Lücke IM, Schellenberg I, Herrling TH. 2006. The antioxidative power AP-A new quantitative time dependant (2D) parameter for determination of the antioxidant capacity and reactivity of different plants. *Spectrochim Acta Part A* 63:846-850
- Kaur I, Tanwar B, Reddy M, Chauhan A. 2016. Vitamin C, total polyphenols and antioxidant activity in raw, domestically processed and industrially processed Indian *Chenopodium quinoa* seeds. *J Appl Pharm Sci* 6:139-145
- Kim AN. 2016. A study on the quinoa by different preparation methods and its application to food. MS Thesis, Kyung Hee Univ. Seoul. Korea
- Kim GM, Kim HG, Hong JY, Choi YJ, Nam HS, Shin SR. 2015. Quality characteristics of noodle added with *Aster scaber* extracts solution and powder. *Korea Soc Food Preserv* 22: 328-334
- Kim MJ, Park JE, Park SH, Han JS, Choi JH, Lee HS. 2015. Quality characteristics of noodles supplemented with dried *Beta vulgaris* L. root powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:302-306
- Kim SE. 2016. Characteristics of rice gangjung with added quinoa. MS Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- Kim SH, Jung BM. 2013. Quality characteristics of noodles containing various levels of flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.) fruit powder. *Korean J Food Cookery Sci* 29:19-28
- Kim YS. 1998. Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1373-1380
- Kong SH, Lee JS. 2010. Quality characteristic and change in GABA content and antioxidant activity of noodle prepared with germinated brown rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:274-280
- Konishi Y, Hirano S, Tsuboi H, Wada M. 2004 Distribution of minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. *Biosci Biotechnol Biochem* 68:231-234
- Kozioł M. 1993. Quinoa: A Potential New Oil Crop New Crops. pp.143-161. Wiley
- Lee HA, Nam ES, Park SI. 2003. Effect of maesil (*Prunus mume*) juice on antimicrobial activity and shelf-life of wet noodle. *Korean J Food Culture* 18:428-436
- Lee JH. 2007. New beneficial crops amaranth and quinoa for food nutritional source. *Food Indust Nutr* 12:29-36
- Lee JY, Lee WJ. 2011. Quality characteristics of germinated brown rice flour added noodles. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 981-985
- Lee MJ. 2015. Antioxidant and biological activities of quinoa cultivated in different areas. MS Thesis, Sookmyung Women's Univ. Seoul. Korea
- Lee YT, Jung JY. 2003. Quality characteristics of barley β -glucan enriched noodles. *Korean J Food Sci Technol* 35:405-409
- Mäkinen OE, Hager AS, Arendt EK. 2014. Localisation and development of proteolytic activities in quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds during germination and early seedling growth.

- J Cereal Sci* 60:1-6
- Nam SW, Kim E, Kim MR. 2015. Physicochemical quality of functional gluten-free noodles added with nondigestible maltodextrin. *J East Asian Soc Dietary Life* 25:681-690
- Oelke EA, Putnam DH, Teynor TM, Oplinger ES. 1992. Quinoa. alternative field crops manual. Available from <https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/quinoa.html> [cited 21 October 2016]
- Ogungbenle HN. 2003. Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *Inter J Food Sci Nutr* 54:153-158
- Park JW, Choi JE, Lee JH. 2015. Selected physicochemical and consumer preference characteristics of noodles incorporated with sweet pumpkin powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:291-295
- Park SH, Ryu HK. 2013. The quality characteristic of noodles containing roasted *Liriopsis* tuber. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1096-1102
- Ruales J, Nair BM. 1993. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. *Food Chem* 48:131-136
- Schoenlechner R, Drausinger J, Ottenschlaeger V, Jurackova K, Berghofer E. 2010. Functional properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and buckwheat. *Plant Foods Hum Nutr* 65:339-349
- Shin EJ, Kim NG, Chung CH, Kim HS. 2014. Quality characteristics of wheat flour suitable for wet noodle. *Korean J Food Cookery Sci* 30:540-546
- Simone FD, Dini A, Pizza C, Saturnino P, Schettino O. 1990. Two flavonol glycosides from *Chenopodium quinoa*. *Phytochem* 29:3690-3692
- 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
- Toyokawa H, Rubenthaler GL, Powers JR, Schanus EG. 1989. Japanese noodle qualities. I. Flour components. *Cereal Chem* 66:382-386
- Yoo MJ, Kim YS, Shin DH. 2004. Comparative study on growth of spoilage microorganisms in mungbean and soy-bean sprout. *J Food Hyg Safety* 19:25-30
- Zuniga LE. 2016. Antioxidant activity and physicochemical properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds cultivated in Ecuador. MS Thesis, Chonbuk National Univ. Jeonju. Korea

Received 27 October, 2016

Revised 04 January, 2017

Accepted 04 January, 2017