

퀴노아를 첨가한 청국장의 발효기간에 따른 품질 변화

이종숙 · 이미희 · †김정미
대구과학대학교 식품영양조리학부

Changes in Quality Characteristics of *Cheonggukjang* added with Quinoa during Fermentation Period

Jong Suk Lee, Mi Hee Lee and †Jung Mi Kim

Division of Food & Nutrition and Cook, Taegu Science University, Daegu 41453, Korea

Abstract

In this study, the quality characteristics of *cheonggukjang* with addition of different quinoa were investigated. We evaluated the quality and sensory characteristics of *cheonggukjang*, including the pH, amino nitrogen, slime contents, color value, and total aerobic bacteria. Moreover, The anti-oxidant activities were measured as total polyphenol content, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, and superoxide dismutase (SOD) activity. The pH and amino nitrogen content were noted to significantly increase during the fermentation period in all the samples. The slime content of *cheonggukjang* added with quinoa increased with increased fermentation time, but *cheonggukjang* with addition of 20% of quinoa was decreased. The L value and b value decreased significantly with increased fermentation time, but the a value increased significantly. The microbial tests of *cheonggukjang* with addition of quinoa showed that the aerobic micro-organisms count was 7.45~9.10 Log cfu/g. Total polyphenol contents increased in all groups during the fermentation period, and activity increased with an increased percentage of added quinoa. The DPPH radical scavenging activity and SOD-like activity of *cheonggukjang* (with addition of quinoa) were also significantly higher than those of the control. The sensory quality of quinoa 10% *cheonggukjang* was stronger in flavor, and taste, and demonstrated a higher level of overall acceptability, when compared to the other groups.

Key words: *cheonggukjang*, quinoa, antioxidant activity, fermentation properties

서 론

청국장은 우리나라의 대표적인 전통발효식품들 중의 하나로 대두를 물에 충분히 불린 후 증자하여 고초균인 *Bacillus subtilis*를 주로 이용하여 발효시켜 제조하는 건강기능식품이며, 담근지 1~3일이면 먹을 수 있어 몇 달간 발효하는 과정을 거쳐 제조하는 된장에 비해 짧은 시간에 담가 먹을 수 있다는 장점이 있다(Ko 등 1999). 또한, 청국장은 항산화, 혈압억제, 항균, 항암, 혈전용해 효과 등과 같은 다양한 기능성이 알려지면서 새로운 건강식품으로 자리매김하고 있다(Heo 등 1998;

Byun 등 2002; Yang 등 2003; Park 등 2016). 청국장의 기능성은 원재료인 대두에 함유된 이소플라본과 같은 페놀성 화합물 및 phytic acid 등의 유효성분과 발효과정 중에 *Bacillus*균이 생산하는 플라보노이드 배당체의 aglycone이 유리되어 나오는 페놀성 화합물에 의하여 나타낸다고 보고되었다(Baek 등 2014; Choi & Sohn 1998; Jang YM 2004). 하지만 발효과정 중에 생성되는 암모니아계 화합물 및 alkylpyrazine류 등과 같은 휘발성 성분들로 인한 불쾌취로 인하여 청국장이 제조하기 간편하며, 영양학적으로 우수함에도 불구하고 넓은 소비자층을 확보하고 있지는 못한 실정이다(Choi & Ji 1989; Park

† Corresponding author: Jung Mi Kim, Division of Food & Nutrition and Cook, Taegu Science University, Daegu 41453, Korea. Tel: +82-53-320-1092, Fax: +82-53-320-1765, E-mail: grara@tsu.ac.kr

등 2010). 이에 따라 최근 청국장의 기호적 한계점을 극복하기 위하여 작두콩, 검은콩 등 원료콩의 종류를 달리하여 청국장을 제조하거나, 기능성을 향상시키고자 청국장에 홍삼, 황기, 울무, 더덕, 호두, 발아콩 등 천연물을 첨가한 새로운 형태의 고부가 청국장을 개발하려는 시도가 활발하게 이루어지고 있다(Choi 등 2007; Park 등 2011; Hong & Kwon 2011; Park 등 2015).

퀴노아(*Chenopodium quinoa* Wild.)는 명아주과의 쌍떡잎식물로 남아메리카의 안데스 지역에 위치한 볼리비아와 페루가 원산지로서 약 3,000~5,000여 년 전부터 재배되기 시작한 고대 작물 중의 하나로 영양성분이 풍부하여 슈퍼푸드이며, ‘하늘이 선사한 신의 곡물’로 불리어지고 있다(Lee JH 2007; Guantian 등 2015). 퀴노아의 종자는 쌀, 보리, 밀 등의 일반 곡물에 비해 지방, 비타민, 무기질이 풍부하게 들어 있으며, 특히, 필수 아미노산을 비롯한 단백질의 함량이 높은 것으로 알려져 있다(Lee JH 2007). 퀴노아는 카로티노이드, 플라보노이드, 비타민 C와 같은 항산화 성분을 많이 함유하고 있어서 심혈관계 질환을 비롯한 암, 알레르기, 면역관련 질환의 위험을 줄이는데 도움이 되는 것으로 보고된 바 있다(Seol & Sim 2017). 더불어 밀가루에 있는 글루텐이 없기 때문에 항알레르기 효과와 글루텐으로 인한 셀리악 병 예방과 치료에 효과적이라고 알려져 있다(Föste 등 2014). 이러한 사실이 알려지면서 퀴노아는 쌀, 밀, 옥수수 등 기존의 곡물을 대체할 수 있는 수단이 될 뿐 아니라, 21세기 식량 문제를 해결할 수 있는 작물로 각광받고 있다(Lee JH 2007; Seol & Sim 2017). 퀴노아를 이용한 연구로는 퀴노아의 생산지별 생리활성(Lee MJ 2015), 퀴노아의 발아와 열처리 가공방법에 따른 이화학적 특성 및 생리활성(Goh HK 2016), 에콰도르에서 생산한 퀴노아의 항산화 효능 및 물리화학적 특성(Zuniga LE 2016) 등이 최근 들어 활발하게 보고되고 있다. 또한, 퀴노아 분말을 이용한 스파게티, 퀴노아 분말 첨가 콘 스텍, 발아 검은색 퀴노아 분말 국수와 같은 다양한 형태의 제품이 개발되고 있으나(Diaz 등 2013; Kim AN 2016; Kim SE 2016), 퀴노아 첨가 청국장에 관한 연구는 현재까지 보고된 바 없다. 따라서, 본 연구에서는 기존의 청국장의 소비 증진과 기능성을 높이기 위해 단백질, 무기질 및 식이섬유소가 풍부한 퀴노아를 첨가한 청국장의 발효과정 중 품질 특성을 조사하여 기초자료로 이용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용한 콩은 2016년에 생산된 국내산(의성산) 대두를 사용하였으며, 퀴노아(페루산)는 대구 시내 마트에서 구입하여 사용하였다. 그 외 실험에 사용된 시약은 모두 특급

시약을 사용하였다.

2. 청국장 및 청국장 추출물 제조

청국장에 첨가할 퀴노아의 전처리하는 2배의 물을 첨가하여 95℃에서 10분 동안 가열한 후 여과하였다. 퀴노아 첨가 청국장 제조를 위해서 대두를 4℃에서 24시간 수침 후 1시간 동안 물을 뺀 다음 고압증기멸균기를 이용하여 121℃에서 45분간 증자 후 미리 준비한 퀴노아를 0%, 2%, 10%, 20%(w/w) 씩 각각 첨가하여 콩고루 혼합하였다. 즉, 퀴노아를 첨가하지 않은 대조군은 불린 콩 500 g, 2% 퀴노아 첨가군은 불린 콩 490 g + 퀴노아 10 g, 10% 퀴노아 첨가군은 불린 콩 450 g + 퀴노아 50 g, 20% 퀴노아 첨가군은 불린 콩 400 g + 퀴노아 100 g을 혼합하여 제조하였다. 이때 퀴노아의 첨가량은 동일한 조건에서 0~40%까지 퀴노아를 첨가한 청국장을 제조하여 미생물 실험과 관능검사를 중심으로 예비 실험한 결과로부터 결정하였다. 퀴노아와 대두가 혼합된 재료에 *Bacillus subtilis* KCTC 3014를 증류수에 적정농도(10^{3-4} cfu/g)로 현탁시켜 불린 콩 기준으로 2%(w/v)를 접종하여 37℃에서 72시간동안 발효하였고, 이때 항온기 내부습도는 70%를 유지하였다.

생리활성을 측정하기 위한 시료 조제는 동결 건조한 퀴노아 청국장 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 실온에서 24시간 추출한 후 2,258×g에서 20분간 원심 분리한 다음 상등액을 취하여 분석용 시료로 사용하였다.

3. pH 및 아미노태 질소 함량 측정

퀴노아 첨가 청국장을 10 g에 증류수를 90 mL를 첨가하여 균일하게 균질화한 다음 여과하였다. 균질 여과한 액을 원심분리 후 상등액을 시료로 사용하여 pH는 pH meter(ORION 410A, Orion Research Inc, USA)로, 아미노태 질소 함량은 Choi 등 (2007)의 방법으로 측정하였다. 즉, 상등액 10 mL에 0.1% phenolphthalein 지시약을 2~3방울 첨가한 후 0.1 N NaOH로 연분홍색이 될 때까지 적정하고, 포르말린용액(35~40%) 5.4 mL를 첨가하여 연분홍색이 될 때까지 적정하여 소요된 0.1 N NaOH의 양으로 아미노태 질소 함량을 계산하였다.

4. 점질물 생성량 측정

점질물 생성량은 청국장 5 g에 증류수 30 mL를 가하여 날 알이 부서지지 않게 저어 추출한 후 13,008×g에서 10분간 원심분리하였다. 분리된 상등액을 동결 건조시킨 후 중량을 측정하였다(Hwang 등 2004).

5. 색도 측정

청국장을 90 mm petri dish에 빈 공간이 없도록 담아 색차

계(Chromameter CR 400, Minolta, Japan)를 사용하여 3회 반복하여 측정 후 Hunter scale에 의해 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 표시하였다. 이때 사용한 표준백판의 L, a, b값은 각각 94.27, 0.05, 1.75이었다.

6. 총균수 측정

퀴노아 첨가 청국장의 발효시간별 일반세균수의 측정은 식품공전의 방법(2014)에 따라 다음과 같이 수행하였다. 시료 25 g을 취하여 stomach bag에 넣고 225 mL의 0.85% NaCl용액을 첨가한 후 stomacher(BagMixer, 400, Interscience, Arpents, France)로 2분 동안 균질화 하였다. 균질화 시킨 용액 1 mL를 9 mL의 0.85% NaCl용액에 첨가하여 10배 단계로 희석하였다. 각 10배 단계 희석액 1 mL를 일반세균수 측정용 건조배지에 접종시키고, 35°C에서 48시간 배양시킨 후 나타나는 집락의 수를 측정하였다.

7. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Singleton 등(1999)의 방법에 따라 측정하였다. 청국장 추출물 200 µL에 Folin-Ciocalteu reagent 1,000 µL를 가하여 3분간 방치하였다. 여기에 10% Na₂CO₃ 800 µL를 첨가하여 실온에서 1시간 동안 반응시킨 다음 765 nm에서 흡광도를 측정하고, 페놀화합물의 함량은 표준물질 gallic acid를 이용하여 검량선을 작성한 다음 정량하여 계산하였다.

8. DPPH 라디칼 소거능 측정

청국장의 DPPH 라디칼 소거능 측정은 Blois MS(1958)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 추출물 500 µL에 0.2 mM DPPH 용액 2,000 µL를 가한 다음 실온에서 30분간 방치 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 DPPH 라디칼 소거능은 아래 식과 같은 방법으로 시료 용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = [1 - (A/B)] \times 100$$

A: 시료용액 첨가구의 흡광도

B: 시료용액 무첨가구의 흡광도

9. SOD 유사활성 측정

청국장 추출물의 SOD 유사활성은 Marklund & Marklund의 방법(1975)에 따라 과산화수소(H₂O₂)로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 산화 정도를 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 각 추출물 100 µL에 pH 8.5로 보정한 Tris-HCl buffer(50 mM tris [hydroxymethyl] aminomethane, 10 mM EDTA, pH 8.5) 1,500 µL와 7.2 mM pyrogallol 100 µL를

첨가하여 25°C에서 10분간 반응시킨 후 1 N HCl 500 µL를 가하여 반응을 정지시켰다. 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양은 420 nm에서 흡광도를 측정하고, SOD 유사활성은 추출물 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

10. 관능검사

퀴노아 첨가 청국장의 관능검사는 청국장 50 g, 마늘 0.2 g, 소금 1 g, 고춧가루 1 g, 두부 50 g을 물 200 mL에 넣고 5분간 끓인 후 밥과 함께 식품을 전공하는 대학생 15명을 대상으로 색, 향, 쓴맛, 맛, 종합적 기호도를 7점 척도법으로 검사하였다.

11. 통계 처리

관능검사를 제외한 모든 실험은 3회 반복으로 행하였으며, 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, USA) software package(version 21.0)를 이용하여 Duncan's multiple range test에 의하여 검증하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. pH 및 아미노태 질소 함량

퀴노아 첨가량을 달리한 청국장의 발효 과정 중 pH 변화는 Table 1과 같다. 발효 72시간의 경우 대조구가 7.41±0.06으로 가장 높았으며, 퀴노아를 2%, 10% 및 20% 첨가한 청국장은 각각 7.29±0.02, 6.76±0.05 및 6.66±0.47로 나타나, 퀴노아 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 낮아지는 경향을 나타내었다. 모든 시험구에서 발효가 진행됨에 따라 청국장의 pH는 증가하였다. 이는 발효시간이 경과함에 따라 pH가 증가한다고 보고한 Beak 등(2012)의 결과와 유사하였으며, 청국장의 발효과정 중 pH가 높아지는 것은 콩 단백질이 아미노산으로 분해되고 탈아미노화로 암모니아 생성에 기인된 것으로 판단된다(Youn 등 2002; Ann YG 2011).

아미노태 질소는 protease의 작용에 의하여 생성된 아미노산의 함량을 의미하는 것으로, 청국장의 품질에 중요한 요소 중 하나이다. 퀴노아를 첨가한 청국장의 발효기간에 따른 아미노태 질소 함량을 확인한 결과는 Table 1에서와 같이 발효시간이 증가함에 따라 아미노태 질소 함량도 증가하는 것으로 나타났다. 퀴노아 첨가량에 따른 아미노태 질소 함량을 비교한 결과, 발효 72시간에서 대조구는 275.07±6.03 mg%이었고, 퀴노아를 첨가한 청국장의 아미노태 질소 함량이 280.25±3.16~326.60±5.44 mg%로 높아지는 것으로 나타났으며, 이는 퀴노아의 단백질과 콩의 단백질과 혼합되어 아미노태 질소 함량의 증가에 영향을 끼치는 것으로 판단된다. 이 결과는

Table 1. Changes in pH and amino nitrogen contents of *cheonggukjang* prepared with quinoa during fermentation for 72 h at 37°C

	Group ¹⁾	Fermentation time (h)			
		0	24	48	72
pH	Control	6.31±0.06 ^{2)a3)D4)}	6.62±0.11 ^{aC}	7.04±0.14 ^{aB}	7.41±0.06 ^{aA}
	2% QC	6.31±0.05 ^{aC}	6.40±0.09 ^{bC}	6.94±0.13 ^{aB}	7.29±0.09 ^{abA}
	10% QC	6.15±0.07 ^{bC}	6.28±0.06 ^{bcC}	6.49±0.10 ^{bb}	6.86±0.05 ^{bcA}
	20% QC	6.08±0.05 ^{bb}	6.20±0.09 ^{cbAB}	6.31±0.21 ^{baB}	6.66±0.47 ^{ca}
Amino nitrogen contents (%)	Control	65.43±0.71 ^{ad}	124.17±2.79 ^{bc}	184.77±1.99 ^{bb}	275.07±6.03 ^{ba}
	2% QC	66.20±1.73 ^{ad}	119.20±6.95 ^{bc}	190.90±1.32 ^{bb}	329.87±6.93 ^{aA}
	10% QC	66.30±1.95 ^{ad}	140.50±9.97 ^{aC}	211.27±7.56 ^{aB}	326.60±5.47 ^{aA}
	20% QC	67.41±2.85 ^{ad}	150.40±8.56 ^{aC}	211.27±5.55 ^{aB}	280.25±3.16 ^{ba}

¹⁾ Con, *cheonggukjang* without quinoa, 2% QC, *cheonggukjang* with 2% (w/w) quinoa, 10% QC, *cheonggukjang* with 10% (w/w) quinoa, 20% QC, *cheonggukjang* with 20% (w/w) quinoa.

²⁾ Each values represent mean±S.D. (n=3).

³⁾ Superscripts sharing a common lower case letter in the same column are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ Superscripts sharing a common upper case letter in the same row are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

발효시간별로 아미노태 질소함량이 증가한다고 보고한 Choi 등(2007)과 Hong & Kwon(2011)의 연구와 유사하였다. 그러나, 20% 퀴노아 첨가 청국장은 280.25±3.16 mg%으로 오히려 아미노태 질소함량이 감소하였는데, 이와 같은 결과는 퀴노아의 사포닌 성분이 항균효과가 있다는 연구 결과를 고려할 때(Woldemichael & Wink 2001) 퀴노아가 청국장 균의 성장을 일부 감소시켜 단백질 분해효소의 활성이 억제되었고, 이로 인하여 아미노태 질소 함량이 감소한 것으로 사료된다. Hong & Kwon(2011)은 더덕을 첨가한 청국장의 품질 특성을 조사하였는데, 더덕을 15% 이상 첨가할 경우, 아미노태 질소 함량 생성에 영향을 미치는 것으로 발표하였다. 이와 같이 일부 식품 재료들은 제품 자체가 가진 활성 성분들이 청국장의 발효에 영향을 미치기 때문에 청국장에 첨가시에는 식품 재료의 특성을 고려하여야 할 것으로 사료된다.

2. 점질물 생성량 변화

퀴노아를 첨가하여 제조한 청국장의 점질물 생성량을 측정한 결과(Fig. 1), 대조구의 점질물 생성량은 발효가 진행됨에 따라 2.25±0.07%에서 5.92±0.06%로 증가하는 경향을 나타내었다. 퀴노아 첨가 청국장의 점질물 함량도 발효가 진행됨에 따라 증가하는 것으로 나타났으나, 퀴노아 첨가량이 증가함에 따라 점질물의 생성량은 소폭 감소하는 것으로 나타났다. 대조구에 비해 퀴노아 첨가구의 점질물 함량이 감소한 이유는 아미노태 질소 함량에서도 언급하였듯이 퀴노아의 사포닌 성분이 *Bacillus subtilis*의 성장을 일부 억제되면서 나타나는 것으로 판단되며, 이에 대한 추가 연구가 필요한 것으로 사료된다.

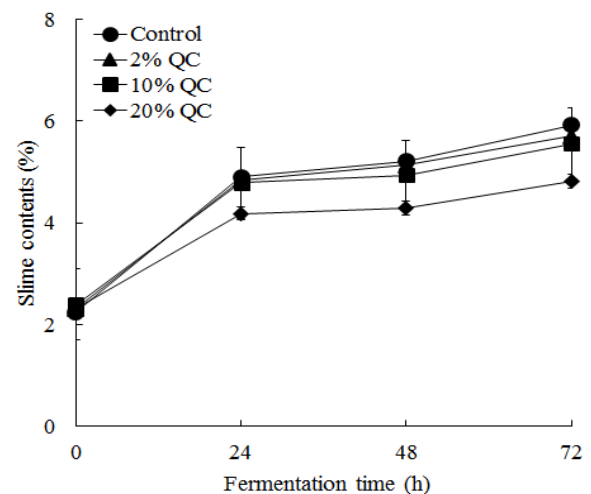


Fig. 1. Changes in slime contents of *cheonggukjang* prepared with quinoa during fermentation for 72 h at 37°C. The groups are the same as Table 1.

청국장 점질물은 발효과정 중 과당과 글루탐산이 중합된 levan form fructan과 polyglutamate(PGA)로 쓴맛과의 역상관성이 높아서 점질물의 함량이 증가하면 쓴맛은 감소한다(Kameda 등 1974). 일반적으로 청국장에는 2.15~6.03%의 점질물이 함유되어 있으며, 혈전용해능, 항고혈압 및 면역활성 등에 효과가 있다고 보고되어 있다(Lee 등 1992; Beak 등 2012). 본 연구에서는 퀴노아 첨가 청국장의 점질물 함량이 발효 72시간째에 4.61±0.14~5.84±0.05%으로 일반적인 청국장의 점질물 함량의 범위안에 있으며, 퀴노아를 10% 첨가 시까지는 점질물 함량에 유의적인 차이가 없어 점질물에 의한 생리활성 효과

도 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 위의 실험 결과, 퀴노아 첨가 청국장을 제조하고자 할 경우에는 청국장의 품질에는 크게 영향을 주지 않는 대두함량 대비 퀴노아를 10% 첨가하는 것이 적합할 것으로 판단된다. Kim 등(2010)은 키토올리고당은 청국장의 점질물 생성에 영향을 미치지 않는다고 보고하였으며, 인삼청국장의 점질물에 대한 연구에서는 인삼 농도 0.5%에서 점질물의 함량이 가장 높았다고 보고하였다 (Yoo BH 2008).

3. 색도 변화

퀴노아 첨가 청국장의 발효시간별 색도의 변화는 Table 2와 같다. 발효 72시간에서 대조구의 L, a 및 b값은 각각 58.16 ± 1.02 , 2.87 ± 0.24 및 17.31 ± 0.41 로 나타났다. 퀴노아의 첨가량이 증가할수록 L값은 초기에는 대조구에 비하여 퀴노아 첨가 청국장이 대체적으로 증가하였지만, 발효시간이 경과함에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 이는 발효와 숙성 중 Maillard 반응과 효소적 갈변반응에 의해 갈색색소가 많이 생성되었기 때문으로 판단된다. a값은 발효시간이 경과함에 따라 증가하였으나, 퀴노아의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다. b값은 대조구와 퀴노아 첨가에 따라 유의적인 변화는 없었으나, 발효시간이 경과함에 따라 비례적으로 감소하는 것으로 나타났다. 이는 황기를 첨가한 청국장에서 초기 색도 값에 비해 발효 중 명도와 적색도 값이 모두

감소한다고 보고한 연구 결과와 비슷하였다(Choi 등 2007).

4. 총균수 변화

퀴노아 첨가 청국장의 발효시간별 생균수의 변화는 Fig. 2와 같다. 발효초기 모든 처리구의 총균수는 3.00~4.08 Log cfu/g이었으며, 발효가 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타

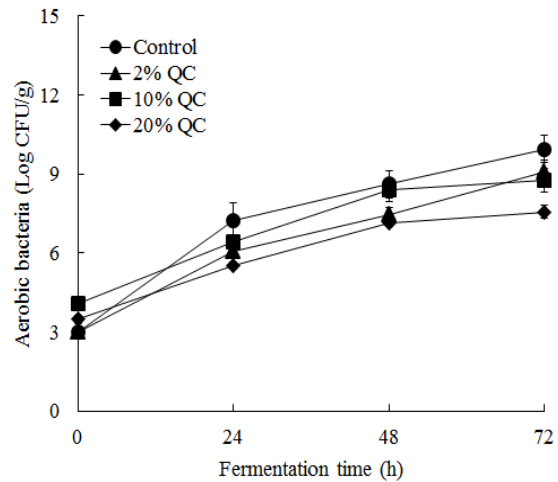


Fig. 2. Changes in aerobic bacteria of *cheonggukjang* prepared with quinoa during fermentation for 72 h at 37°C. The groups are the same as Table 1.

Table 2. Changes in color value of *cheonggukjang* prepared with quinoa during fermentation for 72 h at 37°C

	Group ¹⁾	Fermentation time (h)			
		0	24	48	72
L	Control	$54.42 \pm 0.47^{2)(b3)A4)}$	54.63 ± 0.27^{bA}	48.00 ± 0.89^{bB}	45.23 ± 0.24^{bC}
	2% QC	54.55 ± 0.41^{bB}	56.81 ± 2.10^{aA}	49.18 ± 0.18^{bC}	41.09 ± 0.91^{cD}
	10% QC	57.19 ± 1.67^{aA}	53.99 ± 0.53^{abB}	49.81 ± 0.85^{bC}	44.53 ± 0.21^{bD}
	20% QC	58.16 ± 1.02^{aA}	55.44 ± 0.82^{abB}	54.52 ± 0.72^{abC}	53.32 ± 0.55^{aC}
a	Control	4.28 ± 0.24^{aB}	4.70 ± 0.25^{aA}	4.75 ± 0.18^{bA}	5.25 ± 0.35^{bcA}
	2% QC	3.19 ± 0.03^{bD}	4.98 ± 0.03^{aC}	5.85 ± 0.10^{aB}	6.53 ± 0.04^{aA}
	10% QC	2.91 ± 0.16^{cC}	4.52 ± 0.05^{bB}	5.72 ± 0.14^{aA}	5.69 ± 0.33^{bA}
	20% QC	2.87 ± 0.24^{cB}	3.33 ± 0.59^{cB}	4.70 ± 0.13^{bA}	5.08 ± 0.21^{cA}
b	Control	16.99 ± 0.20^{aA}	15.72 ± 0.10^{cB}	14.36 ± 0.51^{bC}	13.29 ± 0.37^{bD}
	2% QC	15.99 ± 0.21^{bA}	16.29 ± 0.35^{bA}	12.46 ± 0.15^{cC}	13.66 ± 0.19^{abB}
	10% QC	17.23 ± 0.49^{aA}	16.65 ± 0.16^{abA}	13.75 ± 0.36^{bB}	13.04 ± 0.67^{bC}
	20% QC	17.31 ± 0.41^{aA}	16.85 ± 0.33^{aA}	15.95 ± 0.22^{aB}	14.14 ± 0.16^{aC}

¹⁾ Groups are the same as in Table 1.

²⁾ Each values represent mean±S.D. (n=3).

³⁾ Superscripts sharing a common lower case letter in the same column are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ Superscripts sharing a common upper case letter in the same row are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

내었다. 발효 24시간 이후 20% 퀴노아를 제외한 모든 처리구에서 6.08 Log cfu/g 이상을 나타내어 퀴노아를 10% 정도까지 첨가할 경우에는 청국장 발효에 뚜렷한 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다. 또한, 퀴노아를 20% 첨가한 청국장에서는 발효 24시간 이후부터 생균수가 5.51~7.56 Log cfu/g으로 다른 시료구에 비하여 다소 감소하는 것으로 나타났다. 발효 48~72시간의 총균수를 살펴보면, 퀴노아 첨가 청국장들은 7.45~9.10 Log cfu/g의 범위를 나타내었는데, 이와 같은 연구 결과는 미나리 분말을 첨가한 청국장의 발효 특성 연구에서 8 Log cfu/mL 이상을 나타낸다고 한 Lee & Kim(2013)의 보고와 유사하였다. 또한, *Bacillus natto*와 *Bacillus licheniformis*를 이용한 청국장 발효 40시간 이후 총균수가 9 Log cfu/g에 이른다는 Youn 등(2002)의 보고와도 유사한 결과임을 확인하였다.

5. 총폴리페놀 함량

퀴노아의 첨가량을 달리하여 제조한 청국장 물 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 3과 같다. 발효가 진행될수록, 퀴노아 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량은 증가하였는데, 퀴노아를 첨가하지 않은 청국장은 발효시간에 따라 뚜렷한 차이는 나타나지 않은 반면에, 퀴노아 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량이 증가하는 경향을 나타내었다. 37°C에서 72시간 발효한 청국장의 총 폴리페놀 함량은 대조구는 123.83±5.48 mg/GAE g, 퀴노아 첨가 청국장은 각각 248.11±14.28 mg/GAE g, 308.53±2.64 mg/GAE g 및 364.22±20.15 mg/GAE g으로 나타내어 퀴노아 첨가 청국장이 무첨가 청국장에 비하여 2~2.9배 정도 증가하는 것으로 분석되었다. Beak 등

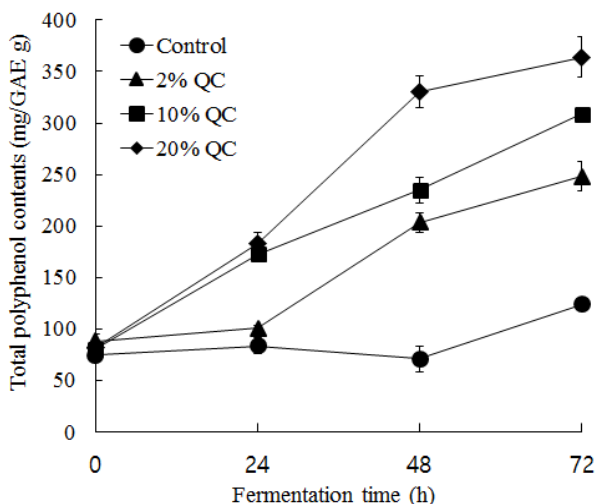


Fig. 3. Changes in total polyphenol contents of *cheonggukjang* prepared with quinoa during fermentation for 72 h at 37°C. The groups are the same as Table 1.

(2012)은 발아콩을 첨가한 청국장이 대조구에 비하여 총 폴리페놀 함량이 증가한다고 하였으며, Kwak 등(2007)은 삶은 콩에 비하여 청국장이 월등하게 항산화능이 증가한 이유로 발효과정에서 생성된 폴리페놀의 함량과 isoflavone 함량이 증가하였기 때문이라고 보고하였다.

6. 항산화 활성

Fig. 4는 퀴노아 첨가 청국장의 DPPH radical 소거능을 측정된 결과로 발효 초기의 시료구들의 DPPH radical 소거능은 11.30±2.11%~12.04±2.43%의 범위를 나타내었으나, 발효시간이 경과함에 따라 증가하였다. 또한, 퀴노아의 첨가량이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능도 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 대두 발효에 의한 폴리페놀 함량 증가와 더불어 퀴노아에 함유된 폴리페놀의 함량 차이에 기인한 것으로 판단된다. Cho 등(1998)의 대두, 메주, 된장의 발효를 거치는 동안 발효에 의한 항산화 효과의 증가는 뚜렷하다는 보고와 *Bacillus* sp.의 성장에 따라 항산화 활성이 증가하였다는 Jeong 등(2003)의 보고와 유사한 경향을 나타내었다. 또한, Park 등(2015)의 호두 첨가에 따른 청국장이 발효를 거치는 동안 항산화능이 증가하였다는 보고와도 유사하였다.

퀴노아를 2%, 10% 및 20% 첨가하여 제조한 청국장의 SOD를 측정된 결과(Fig. 5), 퀴노아 첨가 청국장의 SOD 유사활성능은 모든 시료구에서 발효시간이 경과함에 따라 증가하였다. 또한, SOD 유사활성능은 대조군에 비해 퀴노아 첨가군에서 더 높았는데, 발효 72시간에서 대조구의 SOD 유사활성능은 28.5%로 나타난 반면에 2%, 10% 및 20% 퀴노아 첨가 청

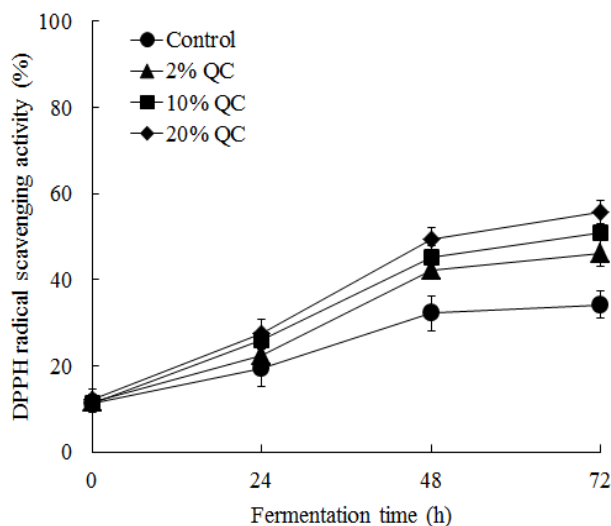


Fig. 4. Changes in DPPH radical scavenging activity of *cheonggukjang* prepared with quinoa during fermentation for 72 h at 37°C. The groups are the same as Table 1.

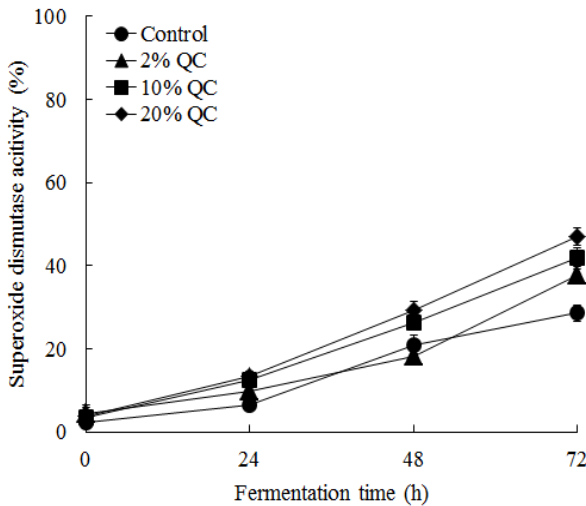


Fig. 5. Changes in superoxide dismutase activity of *cheonggukjang* prepared with quinoa during fermentation for 72 h at 37°C. The groups are the same as Table 1.

국장은 각각 37.7%, 42.0% 및 47.0%으로 농도의존적으로 증가하였다. Yang 등(2013)은 여러 가지 콩으로 청국장의 SOD 유사활성능을 측정한 결과, 청국장의 추출농도가 높아짐에 따라 SOD유사활성능이 증가하였다고 하였으며, 다른 추출물에 비하여 대두청국장 추출물이 높았다고 하였다.

7. 관능검사

퀴노아를 첨가하여 발효시킨 청국장에 대하여 관능검사를 실시한 결과는 Table 3과 같다. 색은 퀴노아 20% 첨가군이 5.67 ± 0.49 로 가장 높았으며, 10% 첨가군(4.87 ± 0.64), 2% 첨가군(4.07 ± 0.59)의 순이었고, 대조군이 3.87 ± 1.19 점으로 가장 낮게 나타났다. 향은 퀴노아 10% 첨가군이 5.13 ± 0.64 로 가장 높았으며, 20%첨가군(5.07 ± 0.96), 2% 첨가군(4.87 ± 0.64), 대조군(4.27 ± 0.88)의 순으로 나타났다. 구수한 맛은 퀴노아 20% 첨가군이 5.53 ± 0.52 로 가장 높았으며, 대조군이 4.07 ± 0.70 점으

로 가장 낮게 나타나, 퀴노아의 첨가 농도가 높아짐에 따라 구수한 맛이 증가하였다. 맛의 경우, 10% 첨가군이 5.60 ± 0.51 로 가장 높았으며, 20% 첨가군, 2% 첨가군, 대조군의 순으로 나타났으나, 10% 첨가군과 20% 첨가군은 유의적인 차이는 없었다. 종합적인 기호도에서는 퀴노아를 10% 첨가한 군에서 5.47 ± 0.52 로 가장 높았고, 그 다음으로는 20% 첨가군으로 5.33 ± 0.49 이었으나 유의적인 차이는 없었으며, 2% 첨가군과 대조군은 각각 4.67 ± 0.72 , 3.80 ± 0.86 으로 퀴노아 10%와 20% 첨가군들에 비하여 유의적으로 종합적인 기호도가 낮음을 확인하였다. 퀴노아 청국장은 퀴노아 첨가량이 증가할수록 색, 향, 맛, 종합적인 기호도가 높아지는 것으로 나타났는데, 이는 퀴노아의 첨가로 인해 전통적인 청국장에서 나타나는 쓴맛과 청국장 특유의 향을 감소시킨 것으로 판단된다.

이상의 실험 결과, 퀴노아와 대두를 혼합하여 청국장을 제조할 경우, 퀴노아의 첨가는 청국장의 쓴맛과 냄새를 감소시키는 동시에 기호도를 향상시켰으며, 총폴리페놀 함량 및 항산화 활성이 증가되어 퀴노아를 이용해 기능성이 강화된 청국장의 제조가 가능할 것으로 판단된다.

요약 및 결론

청국장 제조시 기호성 개선과 생리활성 증진을 목적으로 퀴노아를 첨가한 청국장의 발효시간별 품질과 생리 활성 효과를 측정하였다. pH와 아미노태 질소 함량은 모든 시료구에서 발효시간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였다. 퀴노아 첨가 청국장의 점질물 함량은 발효시간에 증가함에 따라 증가하였으나, 퀴노아 20% 첨가 청국장은 비교적 점질물 함량이 낮아지는 것으로 나타났다. 색도는 전반적으로 발효시간에 따라 L값과 b값은 유의적으로 감소하였으나, a값은 유의적으로 증가하였다. 더불어 퀴노아 첨가량에 따라 L값은 증가하는 것을 확인하였다. 퀴노아 첨가 청국장의 $7.45 \sim 9.10$ Log cfu/g이었고, 발효기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서

Table 3. Sensory evaluation of *cheonggukjang* prepared with quinoa during fermentation for 72 h at 37°C

Group ¹⁾	Color	Flavor	Bitter taste	Taste	Overall acceptability
Control	$3.87 \pm 1.19^{2)c3}$	4.27 ± 0.88^b	4.07 ± 0.70^c	3.93 ± 0.80^c	3.80 ± 0.86^c
2% QC	4.07 ± 0.59^c	4.87 ± 0.64^a	4.60 ± 0.63^b	4.53 ± 0.74^b	4.67 ± 0.72^b
10% QC	4.87 ± 0.64^b	5.13 ± 0.64^a	5.40 ± 0.63^a	5.60 ± 0.51^a	5.47 ± 0.52^a
20% QC	5.67 ± 0.49^a	5.07 ± 0.96^a	5.53 ± 0.52^a	5.27 ± 0.46^a	5.33 ± 0.49^a
F value	16.850***	3.698**	18.382***	20.222***	19.708***

¹⁾ Groups are the same as in Table 1.

²⁾ Each values represent mean±S.D. (n=3).

³⁾ Superscripts sharing a common lower case letter in the same column are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

증가하였다. 총 폴리페놀 함량은 발효기간이 경과함에 따라 증가하였으며, 퀴노아 첨가량이 증가할수록 활성은 높아지는 것으로 나타났다. 또한, DPPH 라디칼 소거능과 SOD 유사활성능도 대조구에 비해 뚜렷이 높았으며, 발효 후 모든 처리구에서 활성이 증가하였다. 관능검사 결과에서는 퀴노아 10% 첨가군이 향, 맛과 종합적인 기호도에서 가장 우수하였다. 대두와 퀴노아를 혼합하여 청국장을 제조할 경우, 항산화 활성과 점질물 생성량등이 증가되어 생리활성과 기호도가 보다 우수한 청국장 제조가 가능할 것으로 판단된다.

References

- Ann YG. 2011. Changes in components and peptides during fermentation of *cheonggookjang*. *Korean J Food & Nutr* 24: 124-131
- Baek JE, Choi YH, Song J, Yun HT, Choi HS, Park SY. 2014. Physicochemical properties of *cheonggookjang* with fermentation period for a variety of soybean cultivars. *Korean J Food & Nutr* 27:742-750
- Beak LM, Kang KM, Park LY, Lee SH. 2012. Fermentation and quality characteristics of *cheonggookjang* prepared with germinated soybean. *Korean J Food Preserv* 19:547-553
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Byun MW, Son JH, Yook HS, Jo C, Kim DH. 2002. Effect of gamma irradiation on the physiological activity of Korean soybean, fermented foods, *chungkookjang* and *doenjang*. *Radiat Phys Chem* 64:245-248
- Choi HS, Joo SJ, Yoon HS, Kim KS, Song IG, Min KB. 2007. Quality characteristic of *hwangki* (*Astragalus membranaceus*) *cheonggookjang* during fermentation. *Korean J Food Preserv* 14:356-363
- Choi SH, Ji YA. 1989. Changes in flavor of *cheonggookjang* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21:229-234
- Choi YB, Sohn HS. 1998. Isoflavone content in Korean fermented and unfermented soybean foods. *Korean J Food Sci Technol* 30:745-750
- Diaz JMR, Kirjoranta S, Tenitz S, Penttilä PA, Serimaa R, Lampi AM, Jouppila K. 2013. Use of amaranth, quinoa and kañwa in extruded corn-based snacks. *J Cereal Sci* 58:59-67
- 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
- Guantian L, Sunan W, Fan Z. 2015. Physicochemical properties of quinoa starch. *Carbohydr Polym* 137:328-338
- Heo S, Lee SK, Joo HK. 1998. Isolation and identification of fibrinolytic bacteria from Korean traditional *chungkookjang*. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 41:119-124
- Hong GH, Kim SJ, Kim EJ, Kim HS, Hwang EG. 2014. Physicochemical and functional characteristics of fermented products by using *sigumjang*, *cheonggukjang* and oak mushroom. *Korean J Food Preserv* 21:276-285
- Hong SC, Kwon DJ. 2011. Changes in quality characteristics of *cheonggookjang* added with *deodeok*. *Korean J Food Preserv* 18:171-177
- Hwang SH, Chung HS, Kim SD, Youn KS. 2004. Effect of *Glycyrrhizia uralensis* extract addition on the quality of *cheonggukjang*. *J East Asian Soc Dietary Life* 14:571-575
- Jang YM. 2004. Research on quality improvement of *cheonggookjang* (fermented soybean pastes) by *Bacillus subtilis*. Ph.D. Thesis, Sungshin Women's Univ. Korea
- Jeong HY, Kim TH, Park JS, Kim KT, Paik HD. 2003. Antioxidative and cholesterol-reducing activity of *Bacillus polyfermenticus* SCD. *Korean J Biotechnol Bioeng* 18:371-376
- Kameda Y, Oira S, Matsui K, Kanatomo S, Hase T. 1974. Antitumor activity of *Bacillus natto*. V. Isolation and characterization of surfactin in the culture medium of *Bacillus natto* KMD 2311. *Chem Pharm Bull* (Tokyo) 22:938-944
- 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 JJ, Jung BO, Chung SJ, Lee SH, Wang TW, Lee KB, Park SS. 2010. Effect of added chito-oligosaccharides on the quality improvement of *cheongkuk-Jang*. *J Chitin Chitosn* 15: 97-102
- Kim SE. 2016. Characteristics of rice *gangjung* with added quinoa. MS Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- Ko HS, Cho DO, Hwang SY, Kim YM. 1999. The effect of quality improvement by *chungkukjang* processing methods. *Korean J Food Nutr* 12:1-6
- Korean Food Standards Codex. vol. 2. 2014. Korea Food and Drug Administration (KFDA)
- Kwak CS, Lee MS, Park SC. 2007. Higher antioxidant properties of *cheonggookjang* a fermented soybean paste, may be due

- to increased aglycone and malonylglycoside isoflavone during fermentation. *Nutr Res* 27:719-727
- Lee JH. 2007. New beneficial crops amaranth and quinoa for food nutritional source. *Food Indust Nutr* 12:29-36
- Lee MJ. 2015. Antioxidant and biological activities of quinoa cultivated in different areas. MS Thesis, Sookmyung Women's Univ. Seoul. Korea
- Lee SH, Kim JH. 2013. Fermentation and quality characteristics of properties with addition of dropwort (*Oenanthe javanica* D.C.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1133-1138
- Lee YL, Kim SH, Choung NH, Yim MH. 1992. A study on the production of viscous substance during the *chungkookjang* fermentation. *J Korean Agric Chem Soc* 35:202-209
- Marklund S, Marklund G. 1975. Involvement of superoxide amino radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47:468-474
- Park HM, Gu YR, Hong JH. 2016. Physicochemical properties and antioxidant activities of polysaccharides from *cheonggukjang* and *Pueraria thunbergiana-cheonggukjang*. *J Chitin Chitosan* 21:26-31
- Park HY, Ryu BS, Choi UK. 2015. Changes in the physicochemical characteristics and the antioxidative activity of *cheonggukjang* by addition of walnut. *Korean J Food Nutr* 28:1004-1010
- Park JH, Han CK, Choi SH, Lee BH, Lee HJ, Kim SS. 2011. Development of odor-reduced Korean traditional *cheonggukjang* added with job's tears. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:259-266
- Park JS, Cho SH, Na HW. 2010. Properties of *cheonggukjang* prepared with admixed medicinal herb powder. *Korean J Food Preserv* 17:343-350
- Seol H, Sim KH. 2017. Quality characteristics of noodles with added germinated black quinoa powder. *Korean J Food Nutr* 30:19-30
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Ed: Packer L, Oxidants and Antioxidants, Part A, Methods in Enzymology. Academic Press, New York, NY, USA 299:152-178
- Woldemichael GM, Wink M. 2001. Identification and biological activities of triterpenoid saponins from *Chenopodium quinoa*. *J Agric Food Chem* 49:2327-2332
- Yang JL, Lee SH, Song YS. 2003. Improving effect of powders of cooked soybean and *cheonggukjang* on blood pressure and lipid metabolism in spontaneously hypertensive rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:899-905
- Yang KY, Park HS, Shin SR, Hong JY. 2013. Comparison of the antioxidant activities of small-black-bean-*chungkukjang* added black food and soybean *chungkukjang* extracts. *Korean J Food Preserv* 20:735-743
- Yoo BH. 2008. Investigation of ginsenoside-converting activity from *chungkuk-jang* microorganism. MS Thesis, Silla Univ. Busan. Korea
- Youn KC, Kim DH, Kim JO, Park BJ, Yook HS, Cho JM, Byun MW. 2002. Quality characteristics of the *chungkookjang* fermented by the mixed culture of *Bacillus natto* and *B. licheniformis*. *Korean J Food Sci Technol* 31:201-210
- Zuniga LE. 2016. Antioxidant activity and physicochemical properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds cultivated in Ecuador. MS Thesis. Chonbuk National Univ. Jeonju. Korea

Received 12 September, 2017

Revised 25 September, 2017

Accepted 07 November, 2017