ISSN(Print) : 1738-7248, ISSN(Online) : 2287-7428
Korean J. Food Preserv.
27(6), 694-703 (2020)
https://doi.org/10.11002/kjfp.2020.27.6.694

사단법인 한국식품저장유통학회
The Korean Society of Food Preservation

Quality characteristics of 'Kochujang' made with pigmented rice flour 'Nuruk' by various fungal strains during aging

Hee-Won Lee[1], Hong-Bi Han[1], Bok-seon Kim[1], Cheol-Min Kim[1], Hyo-Gyeong Woo[1], Jae-Hee Jeong[1], So-Mang Kim[1,2], Chang-Ki Huh[1,2]*

[1]*Department of Food Science and Technology, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea*
[2]*Research Institute of Food Industry, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea*

곰팡이 균주별 유색미 쌀가루 개량누룩을 첨가한 고추장의 숙성 중 품질 특성

이희원[1] · 한홍비[1] · 김복선[1] · 김철민[1] · 우효경[1] · 정재희[1] · 김소망[1,2] · 허창기[1,2]*

[1]순천대학교 식품공학과, [2]순천대학교 식품산업연구소

Abstract

In this study, pigmented rice flour 'Nuruk' was prepared using various fungal strains to improve the quality of Korean traditional 'Kochujang', and the quality characteristics during the aging of 'Kochujang' made with the 'Nuruk' were confirmed. The pH of 'Nuruk' was highest using *Aspergillus oryzae* pigmented rice flour 'Nuruk' (N2) at 5.83, and the highest acidity was *Aspergillus niger* pigmented rice flour 'Nuruk' (N3) at 2.69. The crude ash content was 1.10-1.14% from the 'Nuruk' made with pigmented rice flour, which was higher than the 0.42% from 'Nuruk' made with white rice flour. The pH of 'Kochujang' decreased gradually from 0 to 90 days as aging progressed. The titratable acidity was 2.76-3.71%, which increased with increasing aging period. During the aging of 'Kochujang', the water content increased by 2-3%. The reducing sugar content decreased from 0.33 to 3.25% after 60 days of aging and increased to 3.85 to 4.94% at the end of aging. Regarding the color values, the 'Kochujang' made with white rice flour 'Nuruk' showed higher overall L, a, and b values than the 'Kochujang' made with pigmented rice flour 'Nuruk'. A sensory evaluation of six kinds of 'Kochujang' revealed the 'Kochujang' made with N2 'Nuruk' to have the highest preference in all evaluation items.

Key words : pigmented rice flour, Nuruk, Kochujang, quality, aging

서 론

현재 우리나라 식문화는 다양한 사회적 변화를 통해 1인 주거형태 및 맞벌이 가정이 늘어나 편리성, 간편성을 추구하는 형태로 변화되고 있고, 삶의 질이 높아지면서 가정식에 대한 그리움과 전통을 추구하는 경향 또한 높아져 전통 식품에 대한 요구가 많아졌다(Kim과 Byun, 2017).

고추장은 원료의 배합 비율이나 담금 방법 및 지역에 따라 다양한 제조방법으로 제조하고 있고, 다른 장류와 함께 오늘날 우리나라 식문화에서 빠질 수 없는 전통 식품이다(Park 등, 2016a). 고추장은 자극적이진 않지만 중독성 있는 매운맛으로 가공식품에 많이 이용되며(Jin 등, 2007), 고추장의 향미와 맛은 단순히 원료로 결정되지 않고 숙성 중에 미생물 대사가 작용되어 형성하는 물질과 탄수화물의 가수분해에 의한 단맛, 콩 단백질 아미노산의 감칠맛, 고추의 매운맛, 소금의 짠맛이 조화에 의해 맛과 향, 품질이 영향을 받는다(Lee와

*Corresponding author. E-mail : hck1008@sunchon.ac.kr, Phone : +82-61-750-3251, Fax : +82-61-750-3250
Received 03 August 2020; Revised 07 September 2020; Accepted 08 September 2020.
Copyright ⓒ The Korean Society of Food Preservation.
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Lee, 2006; Jin 등, 2007). 이는 미생물 작용이 원료의 대사 작용에 맛을 기여하는 정도가 매우 중요함을 나타낸다(Oh 등, 2013). 전통식 고추장 제조 방식으로는 주로 엿기름과 메줏가루, 고춧가루 등을 혼합하여 숙성시켜 제조하며, 전분질 원료로는 찹쌀이 주로 사용되나 밀가루, 보리, 고구마 등이 이용되기도 한다(Lee와 Lee, 2006). 기존 고추장에 관한 연구로는 주로 고추장의 저장성 향상과 전분질의 종류와 배합을 달리하여 품질을 개선하기 위한 연구들이 주를 이루었다(Park 등, 2016a). 최근에는 건강적 측면에서 기능성 소재를 첨가하여 생리 기능성이 보다 강화된 고추장 제조에 관한 연구가 진행되고 있다(Cha 등, 2011; Lee 등, 2019). 지금까지의 고추장 관련 연구를 보면 본 연구에서 수행하고자 하는 누룩을 활용해 제조되는 고추장 관련된 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

쌀은 과거로부터 중요한 식량 자원이었으나, 현재는 다양한 문화의 교류로 인해 식문화가 점차 바뀌면서 소비량이 지속적으로 줄어들어 쌀을 이용한 가공성의 다양화 및 기능성을 고려하여 특수미의 개발이 이루어지고 있다(Park 등, 2002). 그 중 유색미는 면역력 향상과 건강에 대한 선호도가 높아지면서 주식인 쌀 중에서도 유색미의 소비가 늘어나고 있다. 유색미는 일반적으로 안토시아닌이 풍부하고 cyanidin 3-O-glucoside(C3G)의 함량이 높다고 보고되고 있고(Park 등, 2012), 이외에 보통 백미 품종보다 단백질, 비타민, 미네랄 등 영양적 가치가 월등히 높을 뿐만 아니라, 미강층 추출물의 항산화 활성이 우수하며, 질병 예방 및 노화 방지 효과가 인정되어 건강 기능성 측면에서 높은 식품 가치로 평가되고 있다(Park 등, 2016b). 또한, 유색미는 다양한 색깔을 띄고 있으며, 그 중 적색을 띄는 유색미가 가장 높은 비율을 차지한다. 적색을 띄는 유색미의 경우 다양한 가공 식품에 원료와 부원료로 사용이 가능하며, 본 연구에서 진행하고자 하는 고추장은 대표적으로 붉은색을 띄는 식품으로써 고추장의 품질 향상과 기능성 향상에 유색미는 적합한 소재라 판단되었다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 전통 고추장의 품질 향상의 일환으로 유색미를 활용하고자 곰팡이 균주별로 유색미 누룩을 제조하여 품질을 평가하고, 제조된 곰팡이 균주별 유색미 누룩을 첨가한 고추장을 제조하여 숙성 중에 일어나는 다양한 품질 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용한 누룩 제조용 백미는 전라남도 광양시에 위치한 ㈜광양주조공사에서 확보한 2017년산 한아름쌀 품종이고, 유색미는 전라남도 식량작물연구소(Naju, Korea)에서 육성하여 품종 등록(품종보호권 등록번호 제7257호)한 다향흑미(2018년산)를 실온에서 보관하면서 사용하였다. 조제종국은 시중에 판매 중인 황국(황국조제종국, YES WINE, Boeun, Korea), 흑국(흑국조제종국, YES WINE, Boeun, Korea), 백국(백국조제종국, Chungmoo Fermentation, Ulsan, Korea), *Penicillium candidum*(SWUNG FD PCA-3(10U), Chr. Hansen SA, France) 균주 등 4종의 곰팡이 균주를 확보해 사용하였으며, 고추장 제조용 고춧가루(Geumsong Powder Village, Chilgok, Korea), 엿기름가루(Jeonwonfood, Gimpo, Korea), 메줏가루(Isaac’s Garden, Namyangju, Korea), 천일염(Chungjungone, Shinan, Korea), 찹쌀가루(Samjinfoods, Soengju, Korea)를 확보하여 사용하였다. 본 실험에 사용된 분석 및 용매와 시약(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)은 일급 또는 특급시약을 구입하여 사용하였다.

누룩 제조

쌀가루 개량누룩 제조는 Lee 등(2019)의 방법에 따라 쌀을 분쇄한 쌀가루에 100℃의 온수 30%를 가하여 익반죽한 뒤, 반죽의 온도가 30℃에 도달했을 때 4종의 곰팡이 조제종국을 각각 0.3%씩 첨가해 2차 혼합하였다. 반죽 후 성형틀에 넣고 성형하여 누룩 상자에 넣고 30℃, 습도 85%에서 48시간 동안 1차 배양하였다. 2차 배양은 누룩 상자의 뚜껑을 제거하고 25℃, 습도 85%에서 누룩을 상자에 기대어 7일간 배양 후 수분함량이 10% 내외가 되게 건조하여 제조하였다(Fig. 1A).

고추장 제조

곰팡이 균주별 쌀가루 개량누룩 첨가 고추장의 제조는 엿기름가루 40 g를 정제수 600 mL에 3시간 침지시키고, 면 보자기를 이용하여 여과시킨 후 가열하고 찹쌀가루 200 g을 가열한 엿기름 물에 혼합하여 찹쌀죽을 만든 뒤 소금 100 g, 메줏가루 150 g, 고춧가루 200 g, 곰팡이 균주별 쌀가루 개량누룩 150 g을 넣어 혼합하고, 25℃에서 90일간 밀봉하여 숙성시켰다. 4종의 유색미 쌀가루 개량누룩을 혼합하여 첨가한 고추장 제조는 4종의 곰팡이 균주별로 제조된 각각의 쌀가루 개량누룩 37.5 g씩을 150 g이 되도록 혼합하고, Table 1에서 보는 바와 같이 고추장 제조의 레시피에 첨가하여 25℃에서 90일간 밀봉하여 숙성시켰다(Fig. 1B). 제조된 누룩과 고추장의 사진은 Fig. 2에서 보는 바와 같다.

pH, 산도 및 환원당 측정

pH는 누룩과 숙성 중인 고추장 1 g에 증류수 9 mL를 가한 후 혼합하여 pH meter(HM-40X, DKK-TOA, Tokyo, Japan)를 사용해 측정하였다. 산도 측정에서 누룩의 산도는 누룩 20 g에 물 100 mL를 가해 3시간 이상 침출 후 여과하

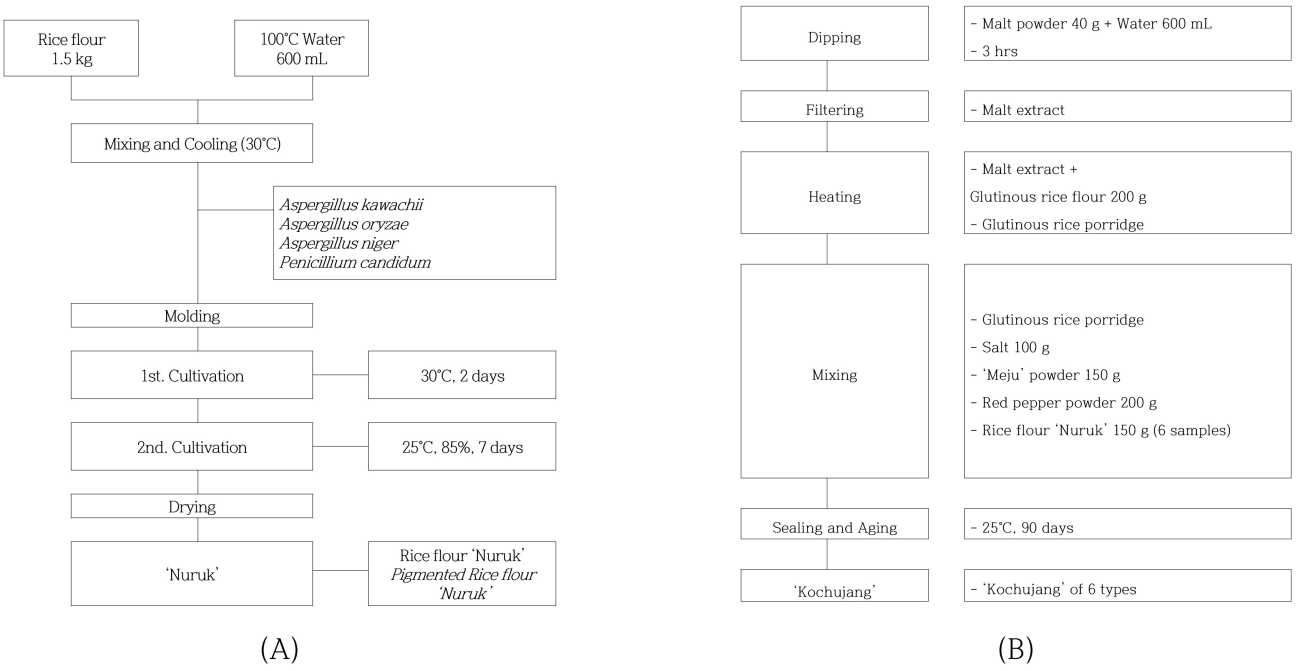

Fig. 1. Process for the preparation of rice flour 'Nuruk' by various fungal strains (A), process for the preparation of 'Kochujang' by pigmented rice flour 'Nuruk' (B).

Table 1. Mixing ratio of 'Kochujang' made with pigmented rice flour 'Nuruk' (unit: g)

Sample	K1[1)]	K2	K3	K4	K5	K6
Malt powder	40	40	40	40	40	40
Water	600	600	600	600	600	600
Chili powder	200	200	200	200	200	200
Glutinous rice powder	200	200	200	200	200	200
Salt	100	100	100	100	100	100
Meju powder	150	150	150	150	150	150
N1[2)]	150	-	-	-	-	-
N2	-	150	-	-	-	37.5
N3	-	-	150	-	-	37.5
N4	-	-	-	150	-	37.5
N5	-	-	-	-	150	37.5

[1)]K1, 'Kochujang' made with N1; K2, 'Kochujang' made with N2; K3, 'Kochujang' made with N3; K4, 'Kochujang' made with N4; K5, 'Kochujang' made with N5; K6, 'Kochujang' made with N2+N3+N4+N5.
[2)]N1, whited rice flour 'Nuruk' made with *A. oryzae*; N2, pigmented rice flour 'Nuruk' made with *A. oryzae*; N3, pigmented rice flour 'Nuruk' made with *A. kawachii*; N4, pigmented rice flour 'Nuruk' made with *A. niger*; N5, pigmented rice flour 'Nuruk' made with *P. candidum.*

여 이 여액 10 mL에 혼합지시액 2-3 방울을 가하여 0.1 N NaOH 용액으로 중화 적정시켰으며(Kwon 등, 2013), 고추장의 적정 산도는 시료 1 mL에 증류수 9 mL를 가한 후 혼합하여 희석시킨 뒤 0.1 N NaOH 용액으로 중화 적정시킨 후 0.009를 곱하여 lactic acid로 환산하였다(Huh, 2006). 고추장의 환원당 함량 변화는 시료 10 mL를 Somogyi변법

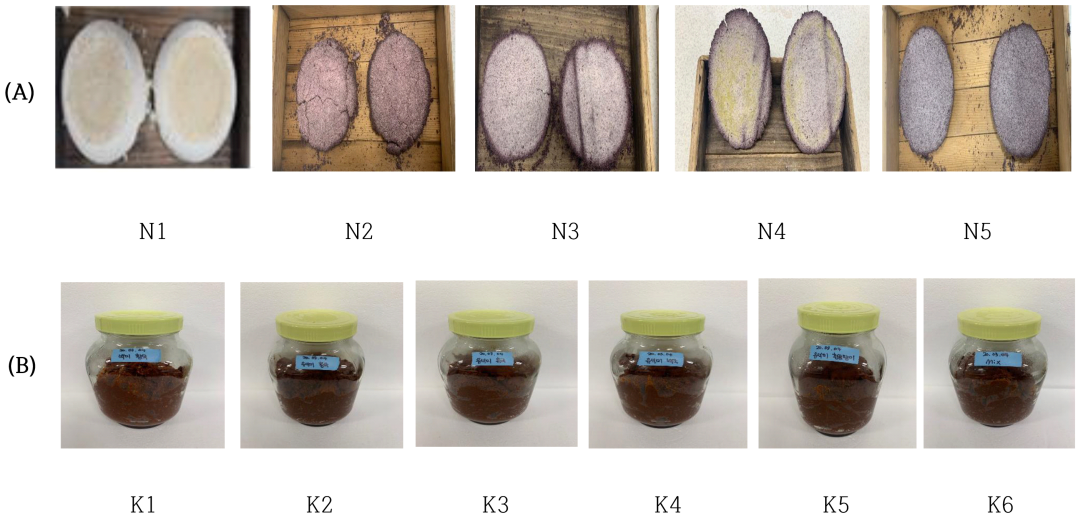

Fig. 2. Photographs of rice flour ‘Nuruk’ (A) made with various fungal strains, and ‘Kochujang’ (B) made with pigmented rice flour ‘Nuruk’.
N1, whited rice flour ‘Nuruk’ made with *A. oryzae*; N2, pigmented rice flour ‘Nuruk’ made with *A. oryzae*; N3, pigmented rice flour ‘Nuruk’ made with *A. kawachii*; N4, pigmented rice flour ‘Nuruk’ made with *A. niger*; N5, pigmented rice flour ‘Nuruk’ made with *P. candidum*., K1, ‘Kochujang’ made with N1; K2, ‘Kochujang’ made with N2; K3, ‘Kochujang’ made with N3; K4, ‘Kochujang’ made with N4; K5, ‘Kochujang’ made with N5; K6, ‘Kochujang’ made with N2+N3+N4+N5.

(Hatakana와 Kobara, 1989)에 준하여 정량 후 glucose 함량으로 표시하였다.

일반성분 분석

누룩과 고추장의 일반성분은 AOAC법(2005)에 의하여 분석하였다. 즉, 수분함량은 105℃에서 상압건조법, 회분 함량은 550℃에서 직접 회화법을 이용하여 분석하였다. 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl법을 이용하여 분석하였으며, 질소계수 6.25을 곱하여 계산하였다. 조지방 함량은 Soxhlet법을 이용하여 분석하였다.

식염 함량 측정

식염은 Oh 등(2002)의 방법에 따라 각 시료별 1 g 씩 무게를 측정하여 이를 증발시킨 후 회화시켜 증류수 500 mL로 mass up한 후 여액을 이용하여 0.02 N $AgNO_3$으로 적정하였다.

색도 측정

시료 일정량 취해 색차계(Super color sp-80, Denshoku, Tokyo, Japan)를 이용해 X=80.84, Y=82.22, Z=92.98인 표준 백색판(standard white plate)으로 보정하여 사용하였다. 측정값은 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 측정하여 표시하였다.

관능평가

고추장의 관능평가는 10명의 패널을 선정하여 향(flavor), 색(color), 단맛(sweetness), 짠맛(salty), 매운맛(spicy), 구수한맛(delicate flavor), 전체적인 기호도(overall preference)를 9단계 평가법으로 실시하였다. 채점 기준은 아주 좋다; 9점, 보통이다; 5점, 아주 나쁘다; 1점으로 하였고, 관능평가는 순천대학교 생명윤리심의위원회 심의 결과 승인(1040173-202006-HR-017-02)을 받은 후 시행되었다.

통계처리

본 실험은 독립적으로 3회 이상 반복 실시하여 실험결과를 SPSS 통계분석 프로그램(25, IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였고, mean±SD를 구하였으며, Duncan’s multiple range test에 의해 평균치 간의 유의성을 검정하였다. 또한 독립된 두 집단의 평균값 비교는 두 표본 t-검정(two sample t-test)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

개량누룩의 pH 및 산도

일반적으로 누룩의 pH와 산도는 발효물의 풍미나 산미에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Han 등, 1997). 본 연구에서 제조할 고추장 또한 누룩의 pH와 적정산도에 따라 품질에 영향을 미칠 것으로 판단하여, 제조된 곰팡이 균주별 유색미 쌀가루 개량누룩의 pH와 산도를 측정한 결과는 Table 2와 같다. pH는 *A. oryzae* 균주를 첨가해 제조한 유색미 쌀가루 개량누룩(N2 누룩)이 5.83으로 가장 높았고, *A. niger*

균주를 첨가해 제조한 유색미 쌀가루 개량누룩(N4 누룩)은 4.15로 누룩별 pH 차이가 크게 나타났다. 산도의 경우 pH측정 결과 값이 가장 낮게 나타난 N4 누룩이 산도 측정 결과에서는 2.69로 가장 높게 나타났고, *A. oryzae* 균주를 첨가해 제조한 백미 쌀가루 개량누룩(N1 누룩)이 1.60으로 가장 낮게 나타났다. 측정 결과를 살펴보면 N4 누룩의 경우 산성을 띄고 있기 때문에 다른 누룩에 비해 고추장의 발효와 풍미에 영향이 줄 것으로 판단된다. 백미를 이용해 제조한 누룩과 유색미를 이용해 제조한 누룩의 pH 및 산도의 경우 pH는 상관관계를 보이지 않았고, 산도는 백미를 이용해 제조한 누룩이 유색미를 이용해 제조한 누룩에 비해 낮게 나타났다.

개량누룩의 일반성분

누룩의 일반 성분 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 본 연구에서의 누룩의 제조 방법을 보면 건조 과정을 거치게 되는데, 최종 제조할 누룩의 수분함량이 10% 내외가 되도록 건조하는 목표를 설정하였다. 누룩의 수분함량은 저장성에 영향을 미치게 되는데, Lee 등(2009)은 누룩의 수분함량이 14% 이상일 경우 저장성을 감소시키는 문제를 가져올 수 있다고 보고하였다. 본 연구에서 제조된 누룩의 수분함량을 측정한 결과, 모든 시료구에서 14% 이하의 수분함량을 보여 저장성이 확보된 것으로 확인되었다. 시료구별 수분함량의 차이는 *A. kawachii*와 *P. candidum* 균주로 제조한 유색미 쌀가루 개량누룩(N3 누룩과 N5 누룩)이 12.35%와 12.25%로 높게 나타났고, N2 누룩이 7.69%로 가장 낮은 함량을 보였다. 조단백질 함량은 N3 누룩이 9.31%로 가장 높은 함량은 보였으나, 다른 시료구와 큰 차이는 보이지 않았다. 조지방 함량은 N2 누룩이 1.44%로 가장 높았고, N1 누룩은 0.64%로 가장 낮은 함량을 보였다. 조회분 함량은 쌀 품종에 따라 유의적 차이를 보였다. 유색미를 이용해 제조한 누룩의 경우 1.10-1.14%의 조회분 함량을 보였고, 백미를 이용해 제조한 누룩의 경우 0.42%로 유색미를 이용해 제조한 누룩이 유의적으로 높게 나타났다. 이러한 차이는 Park 등(2002)이 보고한 유색미와 일반미(백미)의 조회분 함량을 비교한 결과, 유색미는 1.53%였고, 백미의 경우 0.48%였다고 보고해 원료인 쌀의 품종 차이에 의해 제조된 누룩의 조회분 함량에도 영향을 미친 것으로 판단된다.

Table 2. The pH and acidity of rice flour 'Nuruk' made with various fungal strains

Sample[1)]	pH	Acidity
N1	4.96±0.01[2)c3)]	1.60±0.07[d]
N2	5.83±0.01[a]	2.14±0.05[b]
N3	4.37±0.01[d]	2.13±0.02[b]
N4	4.15±0.01[e]	2.69±0.01[a]
N5	5.15±0.01[b]	1.81±0.02[c]

[1)]N1, whited rice flour 'Nuruk' made with *A. oryzae*; N2, pigmented rice flour 'Nuruk' made with *A. oryzae*; N3, pigmented rice flour 'Nuruk' made with *A. kawachii*; N4, pigmented rice flour 'Nuruk' made with *A. niger*; N5, pigmented rice flour 'Nuruk' made with *P. candidum*.
[2)]All values are mean±SD.
[3)]Values with different superscript letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test (a>b>c>d>e).

고추장의 pH 및 적정산도

제조된 쌀가루 개량누룩을 이용해 6종의 고추장을 제조하고, 숙성 중의 pH 및 적정산도를 측정한 결과는 각각 Fig. 3, 4에서 보는 바와 같다. 시료구별 고추장의 pH는 큰 차이를 보이지 않았고, 숙성 기간에 따른 pH의 변화는 감소하는 경향을 보였다. 숙성 중 6종의 고추장 pH는 담금 초기(0일 차)에는 5.27-5.59였고, 숙성 30일 차에는 0.3-0.5가량 저하되었으며, 숙성 90일째 pH는 4.60-4.85였다(Fig. 3). Lee 등(2014)이 지역별로 제조된 고추장을 수집하여 pH를 측정한 결과 평

Table 3. Proximate composition of rice flour 'Nuruk' made with various fungal strains

Sample[1)]	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude ash (%)
N1	10.70±0.32[2)b3)]	8.99±0.30[ab]	0.64±0.11[c]	0.42±0.09[b]
N2	7.69±1.67[c]	8.85±0.72[ab]	1.44±0.06[a]	1.43±0.25[a]
N3	12.35±0.25[a]	9.31±0.39[a]	0.82±0.08[b]	1.15±0.00[a]
N4	10.15±0.04[b]	8.65±0.23[ab]	0.92±0.14[b]	1.22±0.16[a]
N5	12.25±0.20[a]	8.28±0.31[b]	0.55±0.06[c]	1.10±0.10[a]

[1)]N1, whited rice flour 'Nuruk' made with *A. oryzae*; N2, pigmented rice flour 'Nuruk' made with *A. oryzae*; N3, pigmented rice flour 'Nuruk' made with *A. kawachii*; N4, pigmented rice flour 'Nuruk' made with *A. niger*; N5, pigmented rice flour 'Nuruk' made with *P. candidum*.
[2)]All values are mean±SD.
[3)]Values with different superscript letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test (a>b>c>d).

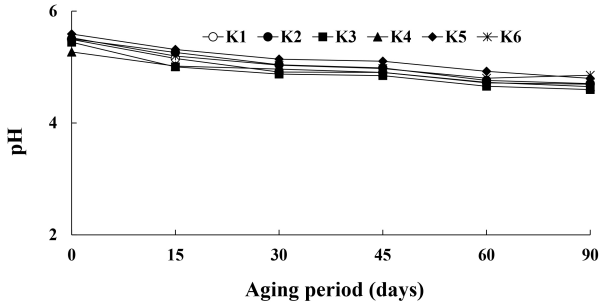

Fig. 3. Changes in pH of 'Kochujang' made with pigmented rice flour 'Nuruk' during aging.

K1, 'Kochujang' made with N1; K2, 'Kochujang' made with N2; K3, 'Kochujang' made with N3; K4, 'Kochujang' made with N4; K5, 'Kochujang' made with N5; K6, 'Kochujang' made with N2+N3+N4+N5.

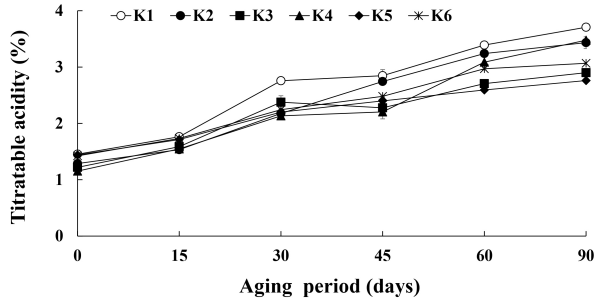

Fig. 4. Changes in titratable acidity of 'Kochujang' made with pigmented rice flour 'Nuruk' during aging.

K1, 'Kochujang' made with N1; K2, 'Kochujang' made with N2; K3, 'Kochujang' made with N3; K4, 'Kochujang' made with N4; K5, 'Kochujang' made with N5; K6, 'Kochujang' made with N2+N3+N4+N5.

균값이 4.59-4.79이었다고 보고하여 본 연구에서 숙성한 고추장도 비슷한 범위 내에 포함되었다. 고추장의 적정 산도를 측정한 결과는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 숙성 기간이 경과됨에 따라 지속적으로 상승하는 경향을 보였다. 담금 초기 고추장의 적정 산도는 1.15-1.45%였고, 숙성 90일째의 적정산도는 2.76-3.71%로 약 1.32-2.56%가량 증가하였다. 시료구별 적정산도 값은 숙성 90일째 N1 누룩을 함유한 고추장이 3.71%로 가장 높게 나타났다. 앞서 누룩의 품질 평가에서 산도 값이 가장 높아서 고추장의 적정 산도 값에 영향을 줄 것으로 판단한 N4 누룩을 첨가해 제조한 고추장은 3.48%로 약간 높았지만 다른 시료구의 값들에 비해 크게 범위를 벗어나지 않았다. 고추장은 숙성이 되면서 미생물의 왕성한 증식에 의한 발효 과정으로 pH는 저하되고 산도는 증가시킨다(Kim 등, 1993). 본 연구에서도 모든 시료구가 동일한 경향을 보여 정상적으로 발효 숙성이 진행되었다고 판단된다.

고추장의 수분 함량

숙성 중인 고추장의 수분 함량 변화를 측정한 결과는 Fig. 5와 같다. 일반적으로 발효 및 숙성 과정에서의 수분 함량은 상승하는 것으로 알려져 있으며, 이는 발효의 기질이 되는 당류 성분이 가수분해될 때 최종 분해 산물로 H_2O를 생성하기 때문이다(Cha와 Kim, 1997). 백미 및 유색미 쌀가루 개량누룩을 첨가한 고추장의 숙성 기간에 따른 수분 함량을 조사한 결과, 담금 초기의 수분 함량은 45.70-47.47%였고, 숙성 90일째는 담금 초기보다 수분 함량이 약 2-6%씩 증가해 50.10-52.10%의 함량을 보였으며, 시료구별 수분함량 차이는 크지 않았다. 이와 관련해서 Kim 등(2012a)이 보고한 쌀누룩의 혼합비율을 달리한 고추장의 수분함량 변화에서 숙성 중에 수분함량이 증가하였고, 최종 수분 함량 또한 44% 내외였다고 보고해 본 연구와 유사하였다.

고추장의 환원당 함량

고추장에 있어서 단맛은 glucose, maltose 등의 당류로부터 영향을 받으며 이러한 당류의 함량을 측정하는데 있어서 주로 환원당 함량을 측정하는 것은 고추장의 발효 정도와 품질을 파악하는데 중요한 지표이다(Cha 와 Kim, 1997). 4종의 곰팡이 균주와 쌀 품종에 따른 고추장의 환원당 함량 변화를 측정한 결과는 Fig. 6와 같다. 담금 초기(0일 차)의 환원당 함량은 N1 누룩을 첨가한 고추장이 8.77%로 가장 낮은 함량을 보였고, 유색미를 활용해 제조된 N2, N3, N4, N5 누룩 및 N2+N3+N4+N5 혼합 누룩을 첨가해 제조한 5종의 고추장은 12.82%, 13.31%, 14.59%, 14.05% 및 14.45%로 백미 누룩인 N1 누룩을 첨가한 고추장보다 모두 높게 나타났다. 이러한

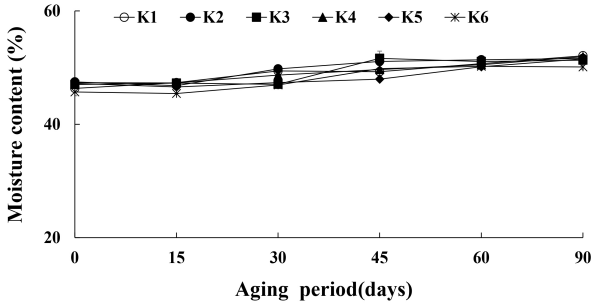

Fig. 5. Changes in moisture content of 'Kochujang' made with pigmented rice flour 'Nuruk' during aging.

K1, 'Kochujang' made with N1; K2, 'Kochujang' made with N2; K3, 'Kochujang' made with N3; K4, 'Kochujang' made with N4; K5, 'Kochujang' made with N5; K6, 'Kochujang' made with N2+N3+N4+N5.

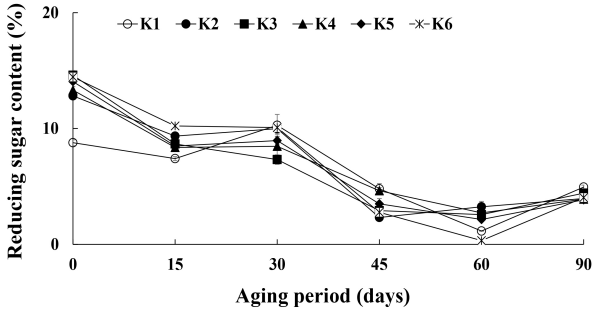

Fig. 6. Changes in reducing sugar content of 'Kochujang' made with pigmented rice flour 'Nuruk' during aging.

K1, 'Kochujang' made with N1; K2, 'Kochujang' made with N2; K3, 'Kochujang' made with N3; K4, 'Kochujang' made with N4; K5, 'Kochujang' made with N5; K6, 'Kochujang' made with N2+N3+N4+N5.

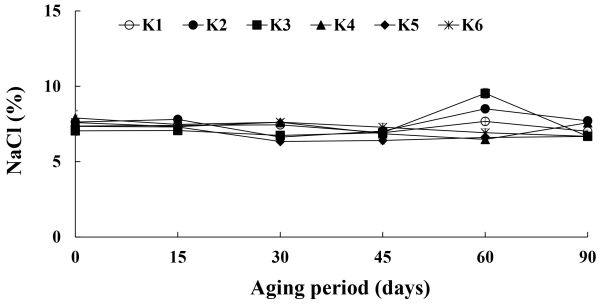

Fig. 7. Changes in salinity of 'Kochujang' made with pigmented rice flour 'Nuruk' during aging.

K1, 'Kochujang' made with N1; K2, 'Kochujang' made with N2; K3, 'Kochujang' made with N3; K4, 'Kochujang' made with N4; K5, 'Kochujang' made with N5; K6, 'Kochujang' made with N2+N3+N4+N5.

담금 초기의 환원당 함량 차이는 백미 누룩과 유색미 누룩의 쌀 품종에 따라 전분의 당화력 차이가 있는 것으로 판단된다. 이후 숙성 90일째의 백미 누룩과 유색미 누룩 첨가 고추장의 환원당 함량은 유의적 차이를 보이지 않았다. 숙성 기간에 따른 고추장의 환원당 함량은 시료구별 약간의 차이는 있었으나 숙성 45일-60일째까지 감소하였고, 이후 함량을 유지하거나 약간 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 Kim 등(2012b)이 보고한 더덕분말을 첨가한 고추장의 환원당 함량 변화에서도 숙성 6주째까지 환원당 함량이 감소하는 경향을 보이다가 이후 약간 증가했다고 보고해 본 연구의 환원당 함량 변화 패턴과 비슷한 결과를 보였다.

고추장의 식염 함량

고추장에 포함된 식염 성분은 제품의 맛과 보존성에서 영향을 준다(Choi 등, 2000). 숙성 과정 중 고추장의 식염 함량을 측정한 결과는 Fig. 7과 같다. 숙성 기간에 따른 식염 함량은 담금 초기에서 숙성 45일째까지는 약 0.3-0.7% 정도 함량이 줄어드는 경향을 보였으나, 45일-60일째 사이에 약간 증가하였으며, 60일째 이후에 다시 감소하여 숙성 초기의 함량과 비슷한 함량을 보였다. 식염 함량의 변화 패턴을 살펴보면 45일-60일째 사이에 식염 함량이 약간 증가하는 경향을 보였다. 이러한 이유는 수분 함량 변화 측정 결과에서 보면 숙성 45일-60일째 수분 함량이 약간 감소하는 경향을 보였다. 따라서 수분 함량이 줄어들면서 중량 대비 식염 함량이 높아졌을 것으로 판단된다. 고추장 시료구별 식염 함량 차이는 유의적 차이가 없었으며, 고추장 제조시에 첨가되었던 식염의 함량이 유지되었다.

고추장의 색도

고추장의 품질을 측정할 때 중요 요소 중 하나인 색도를 측정한 결과는 Fig. 8에 나타내었다. 숙성 기간 및 쌀 품종에 따른 고추장의 색도를 측정한 결과, 제조 직후의 색도는 백미 누룩을 첨가해 제조한 고추장이 유색미 누룩을 첨가해 제조한 고추장보다 L, a 및 b값이 모두 전반적으로 높게 나타났다. 숙성 90일째 색도는 L 및 a값의 경우, 담금 초기의 값과 같이 백미 누룩을 첨가해 제조한 고추장이 유색미 누룩으로 제조한 고추장 시료군보다 높은 값을 보였고, b값의 경우에는 유의적 차이가 없었다. 본 연구 설계시 유색미의 육안으로 보이는 붉은빛 색깔에 의해 유색미 누룩을 첨가해 제조한 고추장의 a값이 백미 누룩을 첨가해 제조한 고추장보다 값이 높을 것으로 예상했으나, 백미 누룩을 첨가해 제조한 고추장이 높게 나타났다. 이러한 결과값에 대한 이유를 분석해 볼 때 적색의 선명도에서 백미 누룩을 첨가해 제조한 고추장의 경우 명도를 나타내는 L값이 높아 고춧가루 적색의 선명도가 높아져 a값이 높았고, 유색미 누룩을 첨가해 제조한 고추장의 a값은 유색미가 가지는 흑자색에서 기인된 어두운색이 적색의 선명도를 떨어뜨려 오히려 a값이 낮게 나타난 결과라고 판단된다. 숙성 경과에 따른 색도의 변화는 담금 초기에는 L, a 및 b값이 모두 감소하는 경향을 보였다. 이는 고추장 제조시 첨가된 전분질 성분 등이 담금 초기에 활발한 대사를 거치는 과정에서 발효 대사와 Maillard 반응 등에 의한 산화에 의해 값이 감소하는 것으로 판단된다(Lee와 Lee, 2006).

고추장의 관능적 품질

백미와 유색미 쌀가루 개량누룩을 첨가해 제조한 6종의 고추장 관능평과 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 시료구별 관능평가 결과, 모두 평가 항목(색, 향, 단맛, 짠맛, 매운맛, 감칠맛 및 종합 기호도)에서 *A. oryzae* 균주 유색미 쌀가루 개량누룩(N2 누룩)을 첨가해 제조한 고추장의 기호도가 가장 높게 나타났다. 색의 기호도를 보면 앞서 색도측정 결과, 적색도를 나타내는 a값이 *A. oryzae* 균주 백미 쌀가루 개량누룩

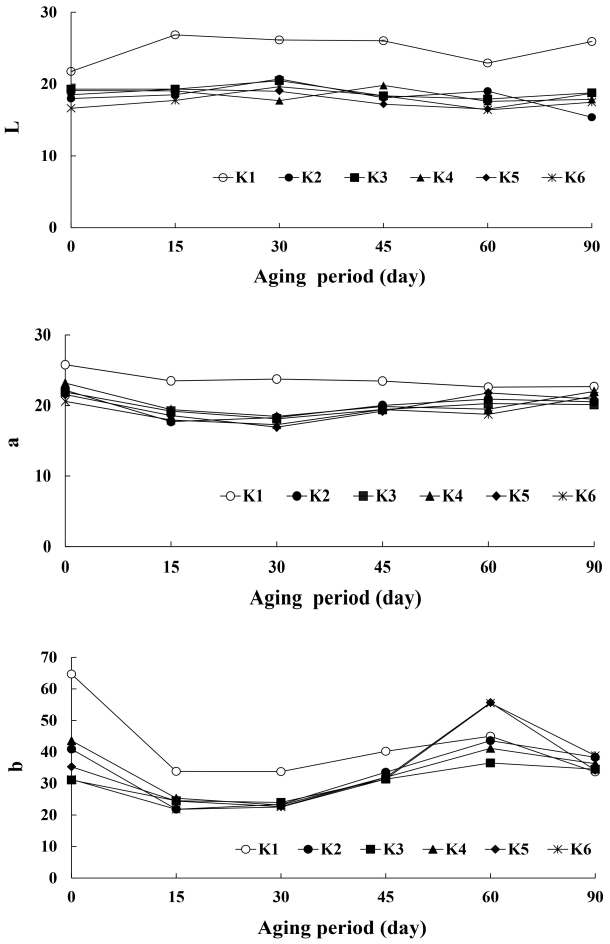

Fig. 8. Changes in color values of 'Kochujang' made with pigmented rice flour 'Nuruk' during aging.

K1, 'Kochujang' made with N1; K2, 'Kochujang' made with N2; K3, 'Kochujang' made with N3; K4, 'Kochujang' made with N4; K5, 'Kochujang' made with N5; K6, 'Kochujang' made with N2+N3+N4+N5.

(N1 누룩)을 첨가해 제조한 고추장이 유색미 누룩을 첨가해 제조한 고추장 시료군보다 높게 나타났다. 하지만 관능평가 결과에서 색의 기호도는 N2 누룩으로 제조한 고추장의 기호도가 높았다. 이러한 결과는 기계적으로 측정되는 색도의 값과 사람의 육안으로 주관적으로 평가되는 색의 기호도가 차이가 있다는 것을 의미한다. 곰팡이 균주별 누룩 첨가에 따른 고추장의 관능평가 결과를 보면 *A. oryzae* 균주로 제조된 백미와 유색미 누룩(N1, N2 누룩)첨가 고추장이 *A. kawachii, A. niger* 및 *P. candidum* 균주로 제조된 유색미 누룩(N3, N4, N5 누룩 및 N2+N3+N4+N5 혼합 누룩) 첨가 고추장보다 전반적으로 기호도가 높게 나타났다. 따라서 향후 고추장 제조에 있어 *A. oryzae* 균주 유색미 누룩으로 제조되는 고추장은 활용 가치가 있을 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 우리나라 전통 고추장의 품질 향상의 일환으로 유색미를 활용해 곰팡이 균주별 쌀가루 개량누룩을 제조하고, 그 누룩들을 활용해 숙성 중에 고추장의 품질 특성 변화를 확인하였다. 제조된 누룩의 pH와 산도를 측정한 결과, pH는 *A. oryzae* 균주를 첨가해 제조한 유색미 쌀가루 개량누룩(N2 누룩)이 5.83으로 가장 높았고, 산도의 경우 *A. niger* 균주를 첨가해 제조한 유색미 쌀가루 개량누룩(N4 누룩)이 2.69로 가장 높았다. 누룩의 일반성분 측정 결과, 조회분 함량이 유색미를 이용해 제조한 누룩이 1.10-1.14%로, 백미를 이용해 제조한 누룩의 0.42%보다 높게 나타났다. 제조된 쌀가루 개량누룩 첨가 고추장의 숙성 기간에 따른 pH의 변화는 감소하는 경향을 보였고, 적정산도는 숙성 기간이 경과됨에 따라 지속적으로 상승하는 경향을 보였다. 숙성 과정에서의 수분 함량은 약 2-6%씩 증가했고, 시료구별 수분함량 차이는

Table 4. Sensory test of 'Kochujang' made with pigmented rice flour 'Nuruk'

Sample[1)]	Color	Flavor	Sweetness	Salty	Spicy	Delicate flavor	Savory taste	Overall preference
K1	5.90±1.45[2)ab3)]	5.70±1.16[ab]	4.60±0.97[b]	5.00±0.94[ab]	4.70±0.95[b]	4.90±1.29[b]	5.00±1.15[b]	5.40±0.97[b]
K2	6.80±1.32[a]	6.60±1.26[a]	5.60±1.26[a]	5.80±1.03[a]	6.00±0.82[a]	6.40±1.26[a]	6.30±1.16[a]	7.00±0.67[a]
K3	5.60±0.84[ab]	5.50±1.08[abc]	4.30±0.95[b]	3.90±1.45[b]	4.60±1.07[b]	4.60±1.07[b]	5.00±1.70[b]	4.80±1.40[bc]
K4	5.50±1.27[b]	5.00±1.05[bc]	4.30±1.06[b]	4.50±1.18[b]	4.40±0.97[b]	4.60±1.07[b]	4.70±0.67[b]	4.70±1.06[bc]
K5	5.50±1.27[b]	4.90±1.10[bc]	3.90±0.57[b]	4.00±1.25[b]	4.70±0.95[b]	4.40±0.70[b]	4.50±0.53[b]	4.40±0.70[c]
K6	5.50±1.43[b]	4.40±1.43[c]	4.40±1.58[b]	4.10±1.37[b]	4.50±1.08[b]	4.20±1.03[b]	4.50±1.08[b]	4.30±1.06[c]

[1)]K1, 'Kochujang' made with N1; K2, 'Kochujang' made with N2; K3, 'Kochujang' made with N3; K4, 'Kochujang' made with N4; K5, 'Kochujang' made with N5; K6, 'Kochujang' made with N2+N3+N4+N5.
[2)]All values are mean±SD.
[3)]Values with different superscript letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test (a>b>c).

크지 않았다. 숙성 기간에 따른 고추장의 환원당 함량은 시료구별 약간의 차이는 있었으나 숙성 45일-60일째까지 감소하였고, 이후 함량을 유지하거나 약간 증가하는 경향을 보였다. 식염 함량의 변화는 45일-60일째 사이에 식염 함량이 약간 증가하는 경향을 보였고, 시료구별 식염 함량은 유의적 차이가 없었다. 색도는 백미 누룩을 첨가해 제조한 고추장이 유색미 누룩을 첨가해 제조한 고추장보다 L, a 및 b값이 모두 전반적으로 높게 나타났다. 고추장 시료구별 관능평가 결과, 모두 평가 항목(색, 향, 단맛, 짠맛, 매운맛, 감칠맛 및 종합 기호도)에서 N2 누룩을 첨가해 제조한 고추장의 기호도가 가장 높게 나타났다. 따라서 향후 고추장 제조에 있어 *A. oryzae* 균주 유색미 누룩(N2 누룩)으로 제조되는 고추장은 활용 가치가 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 산학연협력 광역화사업(2019-0172) 전남농업기술원 쌀산학연협력단의 연구비 지원을 받아 실행한 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Hee Won Lee https://orcid.org/0000-0002-5675-2581
Chang Ki Huh https://orcid.org/0000-0003-4456-8477

References

AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, 5 (1990)

Cha EJ, Kim KJ. Study on the preparation of the saccharification Kochujang with retrogradated starch food and changes in physiochemical properties during the aging. J Korean Diet Assos, tetic Association, 3, 23-29 (1997)

Cha MN, Yoon Y, Jang SA, Song GS, Kim YS. Quality characteristic of saccharified materials manufactured from germinated barley. Korean J Food Sci Technol, 43, 315-320 (2011)

Choi JY, Lee TS, Noh BS. Quality characteristic of the Kochujang prepared with mixture of Meju and Koji during fermentation. Korean J Food Sci Technol, 32, 125-131 (2000)

Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristics in mash of Takju prepared by using different Nuruk during fermentation. Korean J Food Sci Technol, 29, 555-562 (1997)

Hatanaka C, Kobara Y. Determination of glucose by a modification of Somogyi-Nelson method. Agric Biol Chem, 44, 2943-2949 (1980)

Huh CK. Effect of recipe for chestnut wine on fermentation and quality characteristics. MS Thesis, Sunchon National University, Korea, p 50 (2006)

Jin HS, Kim JB, Lee KJ. Major microbial composition and its correlation to the taste of Sunchang traditional Kochujang. Korean J Food Nutr, 20, 363-368 (2007)

Kim OK, Sung JM, Ryu HS. Antioxidative activity and quality characteristics of Kochujang amended with different ratios of Deodeok (*Condonopsis lanceolata*) root powder. J East Asian Soc Dietary Life, 22, 667-676 (2012b)

Kim YS, Shin DB, Jeong MC, Oh HI, Kang TS. Changes in quality characteristics of traditional Kochujang during fermentation. Korean J Food Sci Technol, 25, 724-729 (1993)

Kim YJ, Byun MH. Why home meal replacement has been developed?. Food Industry and Nutrition, 22, 8-12 (2017)

Kim YJ, Choi YH, Park SY, Choi HS, Jeong ST, Kim EM. Quality of Kochujang with different ratios of Rice-Nuruk. Korean J Community Living Sci, 23, 339-346 (2012a)

Kwon YH, Lee AR, Kim HR, Kim JH, Ahn BH. Quality properties of Makgeolli brewed with various rice and Koji. Korean J Food Sci Technol, 45, 70-76 (2013)

Lee CG, Na JH, Park SJ, Jeong JH, Kim CM, Kim BS, Han HB, Huh CK. Quality analysis of Makgeolli made with non-steamed rice flour Nuruk by various fungal strains. Korean J Food Preserv, 26, 496-504 (2019)

Lee HH, Lee JH, Ko YJ, Park MH, Lee JO, Ryu CH. Changes in allergenicity and quality of Nuruk during fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr, 38, 1, 76-82 (2009)

Lee MJ, Lee JH. Quality characteristics of Kochujang prepared with Maesil (*Prunus mume*) extract during aging. J Korean Soc Food Sci Nutr, 35, 622-628 (2006)

Lee S, Yoo SM, Park BR, Han HM, Kim HY. Analysis of quality state for Gochujang produced by regional rural families. J Korean Soc Food Sci Nutr, 43, 1088-1094 (2014)

Oh JY, Kim YS, Shin DH. Changes in physicochemical characteristics of low-salted Kochujang with natural preservatives during fermentation. Korean J Food Sci Technol, 34, 835-841 (2002)

Oh YS, Baek JW, Park KY, Hwang JH, Lim SB. Physicochemical and functional properties of Kochujang with broccoli leaf powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 675-681 (2013)

Park BH, Jeon ER, Kim SD, Cho HS. Cooking quality characteristics of cooked rice of YenipSambab with pigmented rice. Korean J Food Preserv, 19, 185-192 (2012)

Park ES, Heo JH, Ju JH, Park KY. Changes in quality characteristics of Gochujang prepared with different ingredients and Meju starters. J Korean Soc Food Sci Nutr, 45, 880-888 (2016a)

Park JY, Ham H, Han SI, Oh SH, Song YC, Cho JH, Hur YJ, Lee YY, Lee BW, Choi YH. Comparison of antioxidant components and antioxidant activities of colored rice varieties (*Oryza sativa* L.) cultivated in southern plain. J Korean Soc Food Sci Nutr, 45, 1214-1220 (2016b)

Park MK, Lee JM, Park CH. Comparisons on the quality characteristics of pigmented rice CholPyon with those of brown and white rice. Korean J Soc Food Cookery Sci, 18, 471-475 (2002)