

## 강황 누룽지의 가열조건이 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 항산화 활성에 미치는 영향

용지은 · 강성태\*

서울과학기술대학교 식품공학과

### Changes in Total Polyphenol, Flavonoid Contents and Antioxidant Activity of Nurungji added with Turmeric Powder according to Heating Condition

Ji-Eun Yong and Sung-Tae Kang\*

Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology

#### Abstract

This study was conducted to investigate the effect of manufacturing temperature on curcuminoid contents and the antioxidant activity of turmeric (*Curcuma aromatica* Salab.) powder-enhanced nurungji. Two different processes employed turmeric powder (2%): AR (added after rice cooked) and BR (added before rice cooked). AR and BR nurungji samples were prepared by heating cooked rice at 180°C, 200°C, and 220°C for 3 minutes. As a result of the HPLC analysis, the contents of curcumin, demethoxycurcumin, and bisdemethoxycurcumin decreased as the heating temperature increased. Moreover, AR samples showed higher curcuminoids than BR samples. The total polyphenol contents, DPPH, and ABTS radical scavenging ability proportionally increased with the increase of the manufacturing temperature. On the other hand, flavonoid contents were decreased with increasing temperature. These results suggest that the preparation of turmeric powder-enhanced nurungji by AR process at 200°C is preferable to preserving curcuminoid contents and antioxidative activity.

**Keywords:** turmeric, Nurungji, curcuminoid, antioxidative activity, heating condition

#### 서 론

누룽지는 오늘날과는 다르게 간식 먹거리가 귀했던 옛 시절, 가장 많이 즐기던 간식거리중 하나로 가매치 또는 눌은밥이라고도 한다(Choi et al., 2017). 구수하면서도 독특한 향미를 가지고 있어 오래전부터 우리 민족이 좋아하는 식품으로 이용되어 왔으나, 취사도구의 발달로 각 가정에서 누룽지를 만들어 조리하는 경우가 줄고, 누룽지의 수요도 줄어들어 갔다. 하지만 외식 산업의 증가로 누룽지 제조공장에 의해 대량 생산되어 최근에는 상품화된 누룽지를 많이 찾는 추세이다(Lee et al., 2009).

누룽지에 대한 연구는 곡물 종류를 달리한 누룽지의 특성(Hwang & Moon, 2021), 녹색 통곡물을 활용한 누룽지의 특성(Lee, 2018), 취반조건에 따른 누룽지 개발에 관한 연구(Suh et al., 1996), Microwave를 이용한 즉석 누룽지

의 품질특성(Lee et al., 2009b), 마 분말이 첨가된 누룽지(Lee et al., 2009a), 새싹보리 분말을 첨가한 누룽지(Park & Kang, 2021) 등이 있으며, 현대인들의 건강과 이를 위한 식품 재료에 관심이 급증함에 따라 질병억제, 노화방지 등 건강 증진을 위한 소재들이 다양한 식품에 응용되고 있는 만큼 기능성을 가진 소재를 첨가하여 기능성을 향상시킨 누룽지 제품에 대한 연구가 더욱 요구되고 있다.

강황(*Curcuma aromatica* Salab.)은 인도가 원산지인 생강과의 다년생 초본이며, 탄수화물의 함량이 전체 비중의 70%를 차지하고, 나머지는 주로 curcuminoid 계열의 생리활성 물질로 이루어져 있다(Anandakumar et al., 2014; Ra & Kim, 2016). 최근 강황의 생리활성 물질인 curcuminoid의 약리 효과가 알려지면서 의학 분야를 중심으로 페놀성 물질의 구조적 특성에 따른 항산화, 항균, 항암 등의 다양한 생리활성들이 확인되고 있다(Jung et al., 2012; Han & Surh, 2017). 또한 간장염, 담도염, 담석증, 카타르성 황달, 소화기 및 심혈관계에 대한 작용, 항 혈소판 응집, 혈중 지질 강하, 항돌연변이 등에 대한 연구에 활발히 이용되고 있으며(Park et al., 2015), 기능성 식품의 주요 재료로서 강황 밥, 레토르트 파우치 등의 다양한 가공식품에 첨가되고 있다.

\*Corresponding author: Sung-Tae Kang, Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 01811, Korea

Tel: +82-2-970-6736; Fax: +82-2-970-9736

E-mail: [kst@seoultech.ac.kr](mailto:kst@seoultech.ac.kr)

Received January 24, 2022; revised March 8, 2022; accepted April 1, 2022

커큐미노이드는 curcumin, demethoxycurcumin (DMC) 및 bisdemethoxycurcumin (BDMC)의 세 가지 화합물로 구성되어 있으며, 그 중 폴리페놀 성분인 curcumin이 90%를 차지하며(Anandakumar et al., 2014), 커큐미노이드 중 curcumin은 2개의 페놀고리구조에 각각 메톡실기를 가지고, DMC는 1개의 메톡실기를, BDMC는 메톡실기를 가지지 않는 구조이며, 이들은 반응성이 강한 다이케톤과 페놀고리구조로 pH, 빛, 온도 등의 여러 요인에 의해 안정성에 영향을 받는다고 보고되었다(Song et al., 2018). 지금까지 다양한 가공조건에 의한 커큐미노이드의 화학적 특성 및 생리활성 변화 등에 대한 선행연구들이 보고되었다(Lee et al., 2010; Sung et al., 2018; Song et al., 2018). 강황은 식품의 가공 및 조리 중에 다양한 방법으로 첨가되고 있음에도 불구하고 첨가된 식품에 적용하여 폴리페놀, 플라보노이드, 커큐미노이드 함량의 변화 및 항산화 활성에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 강황 분말을 첨가한 누룽지를 제조하고 강황의 첨가 시기와 누룽지 가열 온도가 커큐미노이드 함량, 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 항산화 활성에 미치는 영향을 연구하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

본 실험에 사용한 쌀은 2018년에 생산된 후 2019년 9월 10일 경기도 파주에서 도정된 쌀(Hansuwi, Nonghyup, Paju, Korea)을 사용하였으며 강황 분말(Ottogi Corp., Eumseong, Korea)은 인도산 강황을 직접 분쇄하고 선별하여 만들어진 제품을 사용하였다. 누룽지 제조 장치(NRP-100, Hansum Inc., Seoul, Korea)는 공압실린더(KMQ50-250, F.TEC Inc., Gunpo, Korea)가 부착된 판상구조로 가열판 상부와 하부의 온도 조절이 가능한 알루미늄 합금의 압착판으로 구성되어 있으며, 에어 컴프레서(JQS109, JITOOL Inc., Gwangju, Korea)를 함께 사용하여 누룽지를 제조하였다.

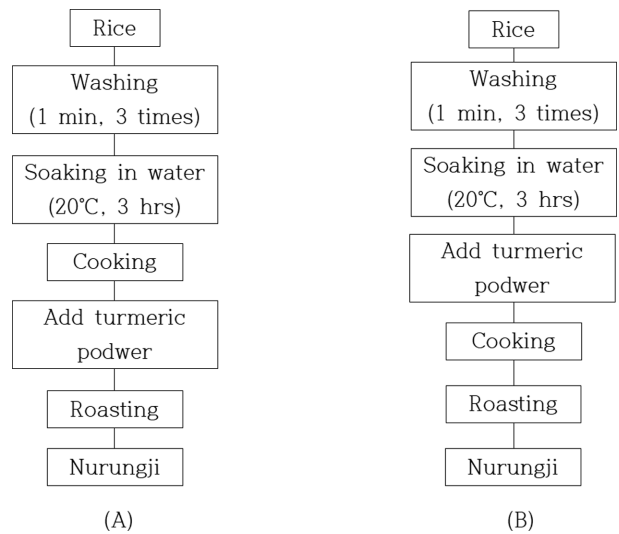
강황 분말 첨가 시기 및 제조온도에 따른 누룽지의 제조 강황 분말을 첨가한 누룽지는 Table 1의 비율과 같이 배

**Table 1. Formula for Nurungji added with turmeric powder**

Ingredients (g)	Samples (%)		
	Control	AR <sup>1)</sup>	BR <sup>2)</sup>
Rice	200	196	196
Turmeric powder	0	4	4
Water	200	200	200
Total	400	400	400

<sup>1)</sup>Turmeric powder was added after rice cooking.

<sup>2)</sup>Turmeric powder was added before rice cooking.



**Fig. 1. Flow sheet of production of Nurungji added with turmeric powder. AR: Turmeric powder was added after rice cooking (A), BR: Turmeric powder was added before rice cooking (B).**

합하고 Fig. 1과 같이 제조하였다(Park & Kang, 2021). 쌀을 1분간 3번 세척한 후 체에 걸러 탈수 공정을 거치고 쌀과 같은 비율로 가수한 뒤 3시간 동안 침지시켜 전기밥솥(Lj-MD062T, Lihom Corp., Cheonan, Korea)에서 밥을 제조하였다. 밥 제조 전 첨가 시료를 BR (Before Rice cooked), 밥 제조 후 첨가 시료를 AR (After Rice cooked)로 나타내었다. 제조된 밥은 20 g씩 정량하였고, 수동식 누룽지 제조 장치를 이용하여 온도를 180°C, 200°C, 220°C로 설정하고 3분간 팽화시켜 즉석 누룽지를 제조하였다. 제조된 누룽지는 상온에서 24시간 보관 후 후드믹서(HP-300SR, Besco Corp., Bucheon, Korea)를 이용해 분쇄하고, 25 mesh 체를 이용해 걸러준 후 시료로 사용하였다.

**Table 2. Analytical conditions of HPLC-DAD**

Instrument	HPLC-DAD		
Column	Eclipse plus C <sub>18</sub> (4.6 nm × 250 nm, 5 μm)		
Column temp.	30°C		
Detection	424 nm		
Injection vol.	5 μL		
Mobile Phase	A: 1% Acetic acid		
	B: Acetonitrile		
Flow rate	1.0 mL/min		
	Time (min)	A (%)	B (%)
Gradient Cond.	0	70	30
	11	32	68
	13	29	71
	20	0	100
	21	0	100
Post-time: 5 min			

### HPLC를 이용한 커큐미노이드 함량 분석

커큐미노이드 함량을 분석하기 위해 Eclipse plus C<sub>18</sub> column (4.6 nm × 250 nm, 5 μm)을 사용한 Agilent Technologies 1260 Infinity II HPLC system (Agilent Technologies, Inc., Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 측정 후 나타내었고, 이동상은 A: 1% Acetic acid, B: Acetonitrile, 이동상의 유속은 1.0 mL/min의 조건을 사용하였다. 분석조건은 Table 2에 나타내었다.

### 실험 시료액 조제

분쇄한 누룽지(25 mesh)를 10 g 취하고 70% methanol을 20 mL 가하여 실온에서 3시간 동안 교반한 다음 3,000 rpm에서 30분간 원심분리하고 상등액을 취하여 시료용액으로 사용하였다(Cho & Chung, 2019).

### 총 폴리페놀 함량 및 플라보노이드 함량

총 폴리페놀 함량은 시료용액 100 μL에 Folin-ciocalteu's phenol reagent를 500 μL와 증류수 700 μL를 첨가하여 혼합하고 20% sodium carbonate 150 μL를 가하여 암소에서 20분간 방치한 후 ELISA (BioTek Instrument Inc., Winooski, VT, USA)로 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid를 사용하였다. 플라보노이드 함량 측정은 시료 250 μL에 5% sodium nitrite 75 μL를 가하여 5분간 방치하고 10% AlCl<sub>3</sub> 150 μL와 1 M sodium hydroxide 500 μL를 가하여 혼합한 후 암소에서 15분간 방치하고 ELISA로 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 catechin을 사용하였다(Yang & Choi, 2016).

### DPPH 라디칼 소거 활성 측정

DPPH 라디칼 소거 활성은 Cheung et al. (2003)의 방법에 준하여 분석하였다. 각각의 시료 1 mL에 0.2 mM DPPH 2 mL를 첨가 후 혼합물을 암소에서 30분간 반응시키고 UV/VIS 분광광도계(Genesys10 UV, Thermo spectronic Co., US)를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료액 대신 methanol을 가해 대조군의 흡광도를 측정하였으

며, 측정은 3회 반복 실험하였고 DPPH 라디칼 소거능은 Eq.(1)의 식을 이용하여 구하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}}\right) \times 100 \quad (1)$$

### ABTS 라디칼 소거 활성 측정

ATBS 라디칼 소거능 측정은 Re et al. (1999)의 방법을 변형하여 측정하였다. 7.0 mM 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)와 2.45 mM potassium persulfate를 최종농도로 혼합하여 실온인 암소에서 20시간 동안 반응시켜 라디칼을 생성시켰다. 라디칼이 생성된 ABTS를 methanol로 희석하여 분광광도계로 734 nm에서 값이 0.70±0.02가 되도록 하여 ABTS solution을 제조했다. 시료 50 μL에 ABTS solution 970 μL를 넣고 734 nm에서 흡광도를 측정한다. 대조군의 흡광도 값은 methanol을 사용하여 측정하였으며, 측정은 3회 반복 실험하였고 ABTS 라디칼 소거능은 Eq.(2)의 식을 이용하여 구하였다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}}\right) \times 100 \quad (2)$$

### 통계처리

본 연구의 실험결과는 SPSS 26.0 (Statistical package for social science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균값과 표준편차를 계산하였고, 분산분석(AVOVA)을 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

## 결과 및 고찰

강황 누룽지 제조 중 강황 분말의 첨가 시기별 커큐미노이드 함량 변화

강황 분말을 2% 첨가한 누룽지(AR, BR)의 강황 분말

**Table 3. Bisdemethoxycurcumin, demethoxycurcumin and curcumin contents of Nurungji added with turmeric powder**

		Temperature (°C)		
		180°C	200°C	220°C
Bisdemethoxycurcumin	AR	71.10±0.21 <sup>1)a2)</sup>	66.27±0.42 <sup>b</sup>	59.23±0.60 <sup>c</sup>
	BR	36.13±0.29 <sup>a</sup>	31.94±0.73 <sup>b</sup>	29.59±0.17 <sup>c</sup>
Demethoxycurcumin	AR	106.33±0.55 <sup>a</sup>	96.52±0.75 <sup>b</sup>	85.60±0.45 <sup>c</sup>
	BR	54.16±0.19 <sup>a</sup>	53.34±1.99 <sup>a</sup>	47.70±0.16 <sup>b</sup>
Curcumin	AR	393.98±4.81 <sup>a</sup>	355.86±3.64 <sup>b</sup>	319.80±3.04 <sup>c</sup>
	BR	226.42±5.16 <sup>a</sup>	220.96±10.65 <sup>a</sup>	202.15±0.54 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Data was shown mean±standard deviation (n=3).

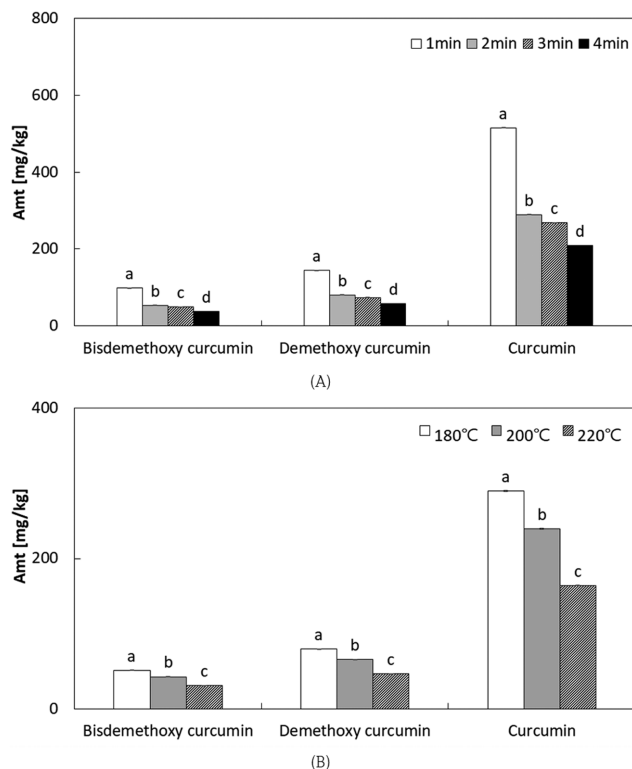
<sup>2)</sup>Means with different superscript with in a row (a-c) are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

첨가 시기별 커큐미노이드 함량은 Table 3에 나타내었다. AR, BR의 방법으로 180°C, 200°C, 220°C에서 제조한 누룽지의 BDMC 함량은 각각 71.10-36.13 mg/kg, 66.27-31.94 mg/kg, 59.23-29.59 mg/kg으로 BR보다 AR의 처리군에서 더 높은 값을 보였다. DMC 함량도 각각 106.33-54.16 mg/kg, 96.52-53.34 mg/kg, 85.60-47.70 mg/kg으로 AR의 처리군이 더 높은 값을 나타냈고 curcumin 함량도 각각 393.98-226.42 mg/kg, 355.86-220.96 mg/kg, 319.80-202.15 mg/kg으로 AR의 방법으로 제조한 누룽지가 BR의 방법으로 제조한 누룽지보다 더 높은 값을 보였다. 이것은 누룽지 제조 중 단순히 강황 분말을 밥에 추가하여 가열하는 AR시료와 달리 밥 제조 중 가열이 수반되는 BR시료가 영향을 더 받은 것으로 판단된다. 한편, Lee et al. (2010)는 고압가열조건에서 curcuminoid mixture를 처리함으로써 커큐미노이드 함량이 감소함을 확인한 바 있다.

**강황 누룽지 제조 중 가열시간과 가열 온도별 커큐미노이드 함량 변화**

강황 분말을 2% 첨가한 누룽지(AR)의 가열시간과 가열 온도별 커큐미노이드 함량은 Fig. 2와 같다. 200°C에서 1

분간 가열한 누룽지 시료의 BDMC 함량은 98.21 mg/kg로 가장 높았고 가열시간이 증가할수록 감소하여 4분간 가열한 누룽지 시료에서 37.49 mg/kg으로 나타났다. DMC 함량도 마찬가지로 감소하는 경향을 보여 1분 동안 가열한 시료에서 144.07 mg/kg, 4분 동안 가열한 시료에서 57.34 mg/kg으로 감소하였다. Curcumin 함량 또한 1분간 가열한 시료에서 515.93 mg/kg, 4분간 가열한 시료에서 209.38 mg/kg으로 누룽지의 가열시간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 한편 180°C와 220°C에서 4분간 가열한 누룽지 시료(AR)의 BDMC 함량은 각각 51.42 mg/kg, 31.31 mg/kg, DMC 함량은 각각 79.31 mg/kg, 46.36 mg/kg, curcumin 함량은 각각 290.22 mg/kg, 164.31 mg/kg으로 가열 온도가 증가할수록 커큐미노이드 함량은 감소하였으며, 메톡실기가 두 개인 curcumin이 가장 많이 감소하였다. 이것은 Song et al. (2018)이 페놀고리 구조 상의 메톡실기가 가열 처리에 대한 커큐미노이드의 구조적 안정성을 저하시키는 요인으로 작용하였다고 보고한 내용과 일치하였다. 따라서 커큐미노이드 함량을 고려하였을 때 AR의 방법으로 3분 동안 가열하여 누룽지를 제조하는 것이 바람직한 것으로 보인다.

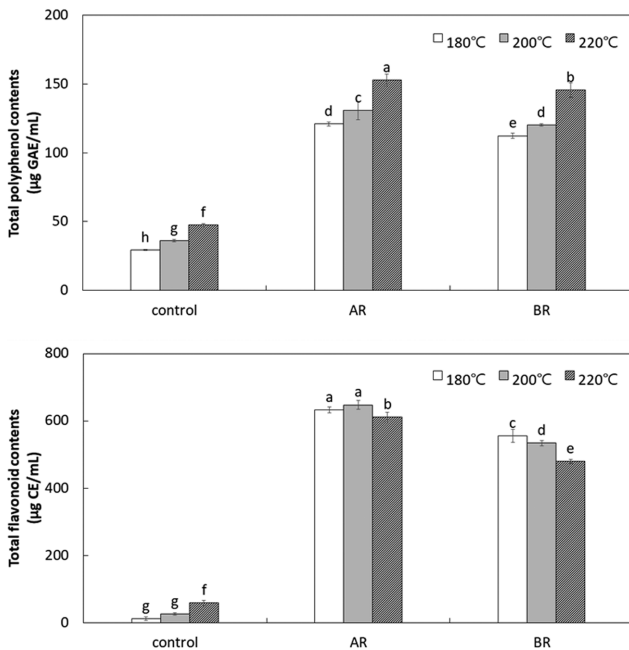


**Fig. 2. Bisdemethoxycurcumin, demethoxycurcumin and curcumin contents of Nurungji added with turmeric powder by AR process according to production time and production temperature. Different production time (A), Different production temperature (B). Data was shown mean±standard deviation (n=3). Means with different superscript are significantly different at p<0.05 by Duncan’s multiple range test.**

**강황 누룽지의 분말 첨가 시기와 가열 온도별 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량**

강황 분말을 2% 첨가한 누룽지(AR, BR)의 강황 분말 첨가 시기와 가열 온도별 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 Fig. 3과 같다. AR의 총 폴리페놀 함량은 180°C, 220°C에서 각각 120.99 µg GAE/mL, 152.91 µg GAE/mL였으며, BR의 총 폴리페놀 함량은 각각 112.45 µg GAE/mL, 145.72 µg GAE/mL로 AR, BR 모두 가열 온도가 높아질수록 총 폴리페놀 함량이 증가하였다. 이는 가열 온도가 높아질수록 총 폴리페놀 함량이 증가하였던 새싹보리 분말을 첨가한 누룽지(Park & Kang, 2021) 연구결과와 일치하였다. Hwang et al. (2020)의 누룽지 가열시간에 따른 품질 특성 연구에서 누룽지 제조 시 가열과정에서 결합형 페놀성분이 유리형으로 전환되고 막 구조가 붕괴되면서 누룽지 내부에 있는 폴리페놀 화합물들이 용출되는 것으로 보고하였고, Kim et al. (2007)은 에스테르형 페놀산의 경우 ester 결합 형태로 중합체를 이루고 있으며, 열처리에 의해 ester 결합이 분해되면서 총 페놀 화합물의 함량이 증가한 것으로 추측하였다. 한편 강황 분말의 첨가 시기에 따른 총 폴리페놀 함량은 밥 제조 후 강황 분말을 첨가하여 누룽지로 제조한 AR보다 강황 분말 첨가 후 밥을 제조하고 누룽지로 제조한 BR이 더 낮은 폴리페놀 함량을 보여주었다. 이는 열풍건조한 도토리차보다 증숙과 열풍 건조를 병행 처리한 도토리차가 더 낮은 폴리페놀 함량을 보여준 Nam et al. (2017)의 연구결과와 일치하였다.

강황 분말을 2% 첨가한 누룽지(AR, BR)의 플라보노이드

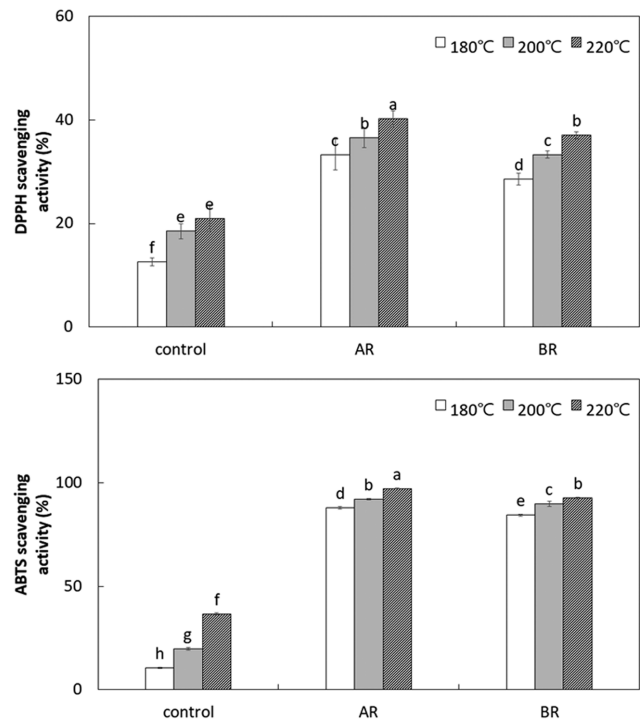


**Fig. 3.** Total polyphenol and flavonoid contents of Nurungji added with turmeric powder according to production temperature. Data was shown mean±standard deviation (n=3). Means with different superscript are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. AR, Turmeric powder was added after rice cooking; BR, Turmeric powder was added before rice cooking.

드 함량은 AR의 경우 180°C와 220°C에서 각각 632.85 µg CE/mL, 611.56 µg CE/mL로 감소하였고, BR의 경우도 각각 555.36 µg CE/mL에서 480.00 µg CE/mL로 온도가 높아질수록 감소하는 경향을 보였다. Sharma et al. (2015)는 양과 중 플라보노이드 연구에서 150°C, 3시간의 열처리로 고온에서 열에 불안정한 플라보노이드의 감소를 확인하였으며, 이는 플라보노이드의 구조에 따라 영향을 받을 것이라고 보고하였다. 강황 무첨가군의 경우 플라보노이드가 총 폴리페놀과 마찬가지로 열처리에 의해 약간 증가하였지만, 강황 첨가군의 경우 플라보노이드 함량이 가열 온도가 증가할수록 크게 감소하였다. 이는 강황 중의 플라보노이드가 쌀의 플라보노이드에 비하여 열에 더 불안정한 가능성이 있다고 생각된다. 한편, BR의 누룽지가 AR의 누룽지보다 플라보노이드 함량이 낮은 것은 강황을 밥 제조 전에 투입하여 가열하는 BR의 제조공정으로 인해 플라보노이드 성분이 감소한 것으로 판단된다.

#### 강황 누룽지의 강황 분말 첨가 시기, 가열 온도별 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성

강황 분말을 2% 첨가한 누룽지(AR, BR)의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 Fig. 4에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거 활성은 AR의 경우 180°C, 200°C, 220°C에서 각각 33.33%, 36.54%, 40.25%로 가열 온도가 증가할수록



**Fig. 4.** DPPH and ABTS radical scavenging activity of Nurungji added with turmeric powder according to production temperature. Data was shown mean±standard deviation (n=3). Means with different superscript are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. AR, Turmeric powder was added after rice cooking; BR, Turmeric powder was added before rice cooking.

소거 활성이 증가하였으며, BR의 경우도 28.64%, 33.33%, 37.04%로 가열 온도가 증가할수록 소거 활성이 증가하였다. ABTS 라디칼 소거 활성도 AR의 경우 180°C, 200°C, 220°C에서 각각 87.95%, 92.16%, 97.29%로 가열 온도가 증가할수록 소거 활성이 증가하였고, BR의 경우도 84.37%, 89.98%, 92.64%로 가열 온도가 증가할수록 소거 활성이 증가하였다. Song et al. (2018)은 심황색소의 가열처리 연구에서 가열처리에 의해 생성된 커큐미노이드의 분해산물로 페룰산(ferulic acid), 바닐린(vanillin), 바닐산(vanillic acid), 페룰로일메테인(feruloyl methane) 등이 있으며, 상당한 산화방지능을 가지고 있음을 보고하였다. 본 연구 결과도 가열과정 중에서 생성된 생성물이 가열 온도에 따른 강황 누룽지의 항산화 활성에 영향을 미쳤다고 생각된다. 한편 Choi (2021)는 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성이 페놀 화합물의 함량이 높을수록 증가하며, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 상관관계를 가진다고 보고하였다. 강황 분말의 첨가시기별 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 AR보다 BR이 낮은 값을 보여주었다. Kim et al. (2018)은 볶음처리한 무차보다 증숙 처리 후 볶은 무차에서 더 낮은 DPPH 라디칼 소거 활성을 보였다고 보고하였으며, 본 연구에서도 BR이 AR보다 낮은 활성을 보인

것은 BR의 경우 강황을 밥 제조 전에 투입하여 가열함으로써 열처리 공정이 추가되기 때문으로 판단된다.

## 요 약

본 연구에서는 강황 누룽지의 제조 중 강황 분말(2%)의 첨가 시기, 가열 온도별 커큐미노이드 함량, 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 항산화 활성의 변화를 측정하였다. 강황 분말은 밥 제조 후 첨가(AR)하거나 밥 제조 전에 첨가(BR)하여 180°C, 200°C, 그리고 220°C에서 3분 동안 가열하여 강황누룽지를 제조하였다. HPLC로 강황 누룽지의 커큐미노이드 함량을 분석한 결과 curcumin, demethoxycurcumin, and bisdemethoxycurcumin 함량은 가열 온도가 높고 가열 시간이 길어질수록 감소하였고, BR 시료보다 AR 시료에서 더 높은 값을 보였다. 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거 활성, ABTS 라디칼 소거 활성은 가열 온도가 증가할수록 AR, BR 모두 증가하였다. 그러나 플라보노이드 함량은 AR, BR 모두 가열 온도가 증가할수록 감소하는 경향을 보여주었다. 따라서 가열에 따른 강황 누룽지의 커큐미노이드 함량의 감소와 항산화 활성의 보존을 고려할 때 AR의 방법으로 200°C에서 3분 동안 가열하여 제조하는 것이 가장 바람직할 것으로 확인되었다.

## References

- Anandakumar S, Joseph JA, Bethapudi B, Agarwal A, Jung EB. 2014. Anti-inflammatory effects of turmeric (*Curcuma longa* L.) extract on acute and chronic inflammation models. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 612-617.
- Cheung LM, Cheung CK, Ooi VEC. 2003. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chem.* 81: 249-255.
- Cho MR, Chung HJ. 2019. Quality characteristics and antioxidant activity of cookies made with black carrot powder. *J. Korean Soc. Food Cult.* 34: 612-619.
- Choi JJ, Kim DY, Chung CH. 2017. Quality characteristics of pan bread with Nurungji powder. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 23: 159-166.
- Choi JH. 2021. Antioxidant activity and quality characteristics of cookies prepared with citrus peels powder. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 27: 77-86.
- Han AR, Surh JH. 2017. Quality characteristics and antioxidant activities of pan-fried Hwajeon added with curcuma as a functional ingredient. *Korean J. Food Sci. Technol.* 49: 296-303.
- Hwang ES, Lee HK, Moon SJ. 2020. Quality characteristics, acrylamide content, and antioxidant activities of Nurungji manufactured with various heating times. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 49: 601-607.
- Hwang ES, Moon SJ. 2021. Quality characteristics, acrylamide content, and antioxidant activities of Nurungji prepared using different grains. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 53: 245-251.
- Jung YS, Park SJ, Park JH, Jhee KH, Lee IS, Yang SA. 2012. Effects of ethanol extracts from zingiber officinale rosc., *Curcuma longa* L., and *curcuma aromatica* salisb. on acetylcholinesterase and antioxidant activities as well as GABA contents. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 1395-1401.
- Kim MJ, Park JD, Sung JM. 2018. Physicochemical properties and antioxidative activities of white radish tea by different preparation methods. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 24: 73-81.
- Kim YC, Hong HD, Rho JH, Cho CW, Rhee YK, Yim JH. 2007. Changes of phenolic acid contents and radical scavenging activities of ginseng according to steaming times. *J. Ginseng Res.* 31: 230-236.
- Lee BH, Kim DR, Kang SM, Kim MR, Hong JI. 2010. Changes in the chemical stability and antioxidant activities of curcuminoids under various processing conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 42: 97-102.
- Lee HS, Kwon KH, Kim BS, Kim JH. 2009a. Quality characteristics of instant nuroong-ji to which dioscorea japonica powder was added. *Korean J. Food Preserv.* 16: 680-685.
- Lee HS, Kwon KH, Kim JH, Cha HS. 2009b. Quality Characteristics of Instant Nuroong-gi Prepared Using a Microwave. *Korean J. Food Preserv.* 16: 669-674.
- Nam S, Kwon YR, Youn KS. 2017. Physicochemical properties of acorn (*Quercus acutissima* Carr.) tea depending on steaming and hot-air drying treatments. *Korean J. Food Preserv.* 24: 21-26.
- Park BH, Jung YJ, Cho HS. 2015. Study on quality characteristics of fish paste containing *Curcuma aromatica* powder. *Korean J. Food Preserv.* 22: 78-83.
- Park JS, Kang ST. 2021. Quality characteristics of Nurungji added with barley sprout powder. *Food Eng. Prog.* 25: 1-7.
- Ra HN, Kim HY. 2016. Antioxidant and antimicrobial activities of *Curcuma aromatica* Salisb. with and without fermentation. *Korean J. Food Cook Sci.* 32: 299-306.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol. Med.* 26: 1231-1237.
- Sharma K, Ko EY, Assefa AD, Ha S, Nile SH, Lee ET, Park SW. 2015. Temperature-dependent studies on the total phenolics, flavonoids, antioxidant activities, and sugar content in six onion varieties. *J. Food Drug. Anal.* 23: 243-252.
- Song ES, Kang SM, Hong JI. 2018. Changes in chemical properties, antioxidant activities, and cytotoxicity of turmeric pigments by thermal process. *Korean J. Food Sci. Technol.* 50: 21-27.
- Suh YK, Park YH, Oh YJ. 1996. Cooking conditions for the production of instant Nuroongi. *Korean J. Soc. Food Nutr.* 25: 58-62.
- Sung YK, Son HJ, Hong JI. 2018. Effects of an extrusion process on the chemical properties and pigment stability of turmeric. *Korean J. Food Sci. Technol.* 50: 457-463.
- Yang JW, Choi IS. 2016. The physicochemical characteristics and antioxidant properties of commercial Nurungji products in Korea. *Korean J. Food Cook. Sci.* 32: 575-584.

## Author Information

용지은: 서울과학기술대학교 대학원생(석사과정)

강상태: 서울과학기술대학교 교수