

## 녹색 통곡물을 활용한 누룽지의 품질특성

Quality Characteristics of Pressurized Nurungji Using Green Whole Grain

---

|                    |   |
|--------------------|---|
| 저자<br>(Authors)    | 이정애<br>Jeong-Ae Lee   |
| 출처<br>(Source)     | <a href="#">Culinary Science &amp; Hospitality Research</a> <a href="#">24(5)</a> , 2018.7, 29-37(9 pages)                                      |
| 발행처<br>(Publisher) | <a href="#">한국조리학회</a><br>Culinary Society of Korea   |
| URL                | <a href="http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07505095">http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07505095</a> |
| APA Style          | 이정애 (2018). 녹색 통곡물을 활용한 누룽지의 품질특성. Culinary Science & Hospitality Research, 24(5), 29-37  |
| 이용정보<br>(Accessed) | 충남대학교<br>168.***.235.67<br>2020/04/08 17:30 (KST)   |

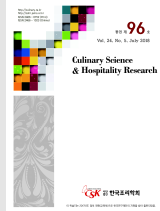
---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.



<https://doi.org/10.20878/cshr.2018.24.5.004>

## 녹색 통곡물을 활용한 누룽지의 품질특성

이정애<sup>†</sup>

호원대학교 외식조리학과

## Quality Characteristics of Pressurized *Nurungji* Using Green Whole Grain

Jeong-Ae Lee<sup>†</sup>

Division of Culinary Arts, Howon University

### KEYWORDS

Green whole grain,  
Puffed rice,  
*Nurungji*,  
Antioxidant activity,  
Polyphenol,  
Quality characteristics.

### ABSTRACT

This research was performed to determine the quality characteristics of *Nurungji* containing green whole grain, which is well known for its various functions and biological activity. This study assessed the quality characteristics and anti-oxidant activity of *Nurungji* containing various pressure(0, 0.1, 0.2, 0.3 and 0.4 mpa). To analyze quality characteristics, pH, moisture content, color(L, a, b), hardness, and sensory properties were measured. Qualities, such as pH, brightness, yellowness decreased significantly ( $p<0.001$ ). The antioxidant activity measured by DPPH and total polyphenol activities was significantly higher than control and increased proportionally to pressure( $p<0.001$ ). The result of sensory test showed that sample group adding 0.3 mpa of pressure achieved the highest. Based on the above results, this study suggests that the addition of 0.3 mpa of pressure may be the best substitution ratio for *Nurungji* of the improvement of sensory preference and antioxidant. This study exhibited both the functional and health based benefits of green whole grain when it is added to *Nurungji* and confirmed the development feasibility of green whole grain considering consumer satisfaction. From these results, we suggest that green whole grain is a good ingredient for increasing the consumer acceptability and functionality of *Nurungji*.

## 1. 서 론

현대의 소비자들은 다양화와 고급화의 먹거리로 신채리듬을 조절하고 생체방어를 위한 웰빙을 선호하는 경향을 보여주고 있으며, 웰빙의 일환으로 통곡립 형태의 곡물에 관심이 높으며, 미국, 캐나다, 영국 등의 주요 국가 등에서는 통곡립의 섭취 항목을 권장하고 있다(Lee, 2011). 통곡립 중의 녹색 통곡물은 수확 시기인 완숙기 전에 조기 수확한 벼로서, 도정한 곡류와 달리 벼의 겉겨만 제거하여 다양한 생리활성물질

과 비타민, 무기질, 배아를 포함한 식이섬유 등을 포함하고 있어 영양학적으로 우수하다(Lee, 2011; Fulcher et al., 2002).

녹색 통곡물은 단백질 함량이 높아 아미노산, GABA( $\gamma$ -aminobutyric acid), 폴리페놀류 등의 생리활성 물질이 많이 함유되어 있으며, 일반 벼에 비해 배유부가 많고, 수분 흡수가 높음으로 인해 전분의 붕괴 정도가 낮아 이를 활용한 기능성 제품이 가능하다. 또한 생리 활성 물질 함량이 상대적으로 높고 전분의 소화 개시 온도가 낮아, 노화 속도의 지연 등의 가공 물성 차이의 신소재로 활용이 용이하다(Lee, 2008).

\* 이 논문은 2018학년도 호원대학교 학술 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

<sup>†</sup> Corresponding author: 이정애, [jal@howon.ac.kr](mailto:j.al@howon.ac.kr), 전라북도 군산시 임피면 호원대 3길 64, 호원대학교 외식조리학과

이러한 결과로 적절한 통곡립의 섭취에 따른 압, 당뇨병, 고혈압, 심혈관계 질환 등의 만성질환 예방효과에 대한 통곡립의 연구결과도 지속적으로 보고되고 있는 실정이다(Anderson, Hanna, Peng, & Kryscio, 2000; Flint et al., 2009; Cleveland, Moshfegh, Albertson, & Goldman, 2000).

통곡립을 이용한 제품연구로는 녹색 whole grain인 보리, 밀, 찹쌀, 멥쌀 분말을 첨가한 발효유의 특성에 관한 연구(Bae, Renschinkhand, Ku, & Nam, 2011), 청립 쌀가루를 첨가한 가래떡의 품질 특성 연구(Lee & Ahn, 2011), 녹색 밀을 첨가한 베이커리 제품의 품질 특성(Kim, Lee, & Lee, 2013), 도정 부산물을 첨가한 쿠키와 머핀의 품질 특성 연구(Kim & Lee, 2004)가 보고되어 있을 뿐, 전곡류를 이용한 제품개발이나 소비 촉진 활용방안에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

쌀가공 식품인 누룽지는 밥을 지은 후 쌀이 밥이 되면서 물을 흡수하고 난 다음 열판인 솥바닥의 밑부분에 단단하게 붙어 있는 밥을 누룽지라고 하는데(Lee, 1985), 고소한 향과 독특한 맛으로 오래전부터 우리 민족이 좋아하는 식품으로 이용되어 왔으나 취사도구인 밥솥의 변화로 직접 가정에서 누룽지를 만들어 조리하는 경우가 줄고, 누룽지의 수요도 점차 줄어드는 듯 했다(Do et al., 2010), 하지만 최근 간편의식 수요가 증가하면서, 누룽지 제품이 기계 상품화 대량생산되어 식이섬유와 영양분이 풍부한 누룽지를 후식, 간식, 아침식사 대용으로 활용하고 있다.

누룽지 제조 시 고소한 향과 색은 누룽지 특색의 주요한 인자로 작용하며, 식감을 살리기 위한 식품 고유의 장점이 라 할 수 있다. 누룽지의 갈색은 식품 자체 갈색의 변화로 아미노카보닐 반응에 의한 비효소적 갈색화 반응이며(Lee, Lee, Do, & Shim, 1998), 갈색화는 갈변의 정도에 따라 식품 품질이나 기호성에 직간접적으로 영향을 주는 인자이다(Keenan, Roßle, Goemley, Butler, & Brunton, 2012). 갈색화 물질들은 수소공여능에 의한 항산화 활성이 있으며(Lee & Do, 2006), 환원성 물질에 의해서 라디칼 소거작용, 과산화물 분해 작용 등의 기능성이 인정되고 있고(Hwang & Kim, 1973), 갈색화 물질의 항산화성은 갈색화 초기에 시작되며 갈색화가 증가할수록 항산화 활성이 증가하며(Kirigaya, Kato, & Fujimaki, 1968), 고온에서 생성된 갈색화 물질이 저온 갈색화 물질보다 항산화 활성이 높다고 한다(Lee et al., 2010).

비효소적 갈색화 반응을 이용한 식품의 항산화 연구는 홍삼(Lee, Sohn, & Do, 2000; Lee, Park, & Do, 2005), 흑마늘(Shin, Lee, Kang, Lee, & Sung, 2010), 흑양파(Yang & Park 2011; Lee, Han, & Lim, 2016) 등이 있으며, 누룽지에 관한 연구는 누룽지 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성(Choi, Kim, & Chung, 2017), 벼 품종 간 누룽지의 특성에 대한 연구(Yoo et al., 2012), 마 분말이 첨가된 누룽지의 품질특성(Lee, Kwon, Kim, & Kim, 2009), Microwave를 이용한 즉석 누룽지

의 품질특성(Lee, Kwon, Kim, & Cha, 2009), 즉석 누룽지의 이화학적 특성(Park & Oh, 1997), 취반조건에 따른 복원력 비교(Suh & Park, 1996) 등이 있다. 그러나 녹색 통곡물을 이용한 누룽지의 연구는 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 다양한 기능성, 생리적 효과와 영양학적 특성이 우수한 통곡립을 이용하며 고온에서 생성된 갈색화 반응의 항산화 효과와, 거칠고 고소한 맛을 유지하면서 올버민 녹색 통곡물의 껍질로 인해 소화율이 떨어지는 단단한 질감의 단점을 보완하는 목적이 있다.

그리하여 가공식품산업으로 활용하기 위한 자료를 얻기 위하여 압력을 달리한 녹색 통곡물 쌀을 이용하여 누룽지를 제조한 후, 품질적성과 항산화 활성의 기능성 변화를 살펴 누룽지의 품질 향상 및 기능성 향상과 제조 표준화에 기초 자료로 활용하고 쌀 가공제품의 품질 고급화에 기여하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험재료

본 연구에 사용된 녹색 통곡물(*Porphyrha tenera*)은 전북 군산 소재의 초록이삭에서 구입하여 사용하였으며, 뽕튀기 의 영기기와 누룽지 제조 기계인 벨엘(BE-5200)을 이용하여 제조하였고 제조 후  $-18^{\circ}\text{C}$  냉동고(BO-74-2FOS-E)에서 냉동 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

### 2.2. 누룽지의 제조

녹색 통곡물 누룽지는 Table 1과 같이 제조하였으며, 녹색 통곡물을 예비실험을 거쳐 압력을 0 mpa, 0.1 mpa, 0.2 mpa, 0.3 mpa, 0.4 mpa로 달리하여 가압한 후 전처리한 녹색 통곡물을 물에 침지시키었다. 동량의 밥물을 섞어 밥솥으로 취반한 다음 누룽지기계의 성형틀에 취반한 밥을 넣고 누룽지를 제조하였다. 이때 누룽지 기계의 열판을 확인한 결과, 아랫불  $150^{\circ}\text{C}$ , 윗불  $150^{\circ}\text{C}$ 이었으며, 5분간 누룽지를 제조하였다. 완성된 누룽지는 실온에서 1시간 방냉한 후, 지퍼백(LDPE, (주)크린렐)에 넣어 실온 보관하면서 시료로 이용하였다.

### 2.3. 실험방법

#### 2.3.1. 녹색 통곡물 누룽지의 수분함량 및 pH 측정

녹색 통곡물 누룽지의 수분함량 측정은 중간 부분을 취하여 적외선 수분 측정기(FD-600, KETT Electric Lab., Japan)를 이용하여 평균값을 구하였다. 녹색 통곡물 누룽지의 pH는 시료 5 g과 증류수 40 mL를 넣고 교반 후, 여과 여액을 pH meter(pH 4.15, MP220, UK)로 측정하였고, 모든 시료는 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

**Table 1.** Experimental design for *Nurungji* containing green whole grain

| Ingredients                         | Samples <sup>1)</sup> |      |      |      |      |
|-------------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|
|                                     | NRG0                  | NRG1 | NRG2 | NRG3 | NRG4 |
| Green whole grain(g)                | 200                   | 200  | 200  | 200  | 200  |
| Pressure(mpa)                       | 0                     | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.4  |
| Immersion(min.)                     | 20                    | 20   | 20   | 20   | 20   |
| Cooking                             | 25                    | 25   | 25   | 25   | 25   |
| <i>Nurungji</i> manufacturing(min.) | 5                     | 5    | 5    | 5    | 5    |

<sup>1)</sup> NRG0: Control (0 mpa).

NRG1: Green whole grain add to 0 mpa pressure.

NRG2: Green whole grain add to 0.1 mpa pressure.

NRG3: Green whole grain add to 0.2 mpa pressure.

NRG4: Green whole grain add to 0.3 mpa pressure.

NRG5: Green whole grain add to 0.4 mpa pressure.

### 2.3.2. 녹색 통곡물 누룽지 색도 측정

녹색 통곡물 누룽지 색도는 색차계(CM-3500, Minolta Inc., Japan)를 사용하여 녹색 통곡물 누룽지 표면의 L(lightness) 값, a(redness) 값 및 b(yellowness) 값을 측정하였으며, L(명도) 값, a(적색도) 값, b(황색도) 값을 3회 반복 측정하여, 그 평균 값으로 나타내었다. 이때 사용된 표준 백판은 L=90.72, a=0.79, b=-0.38이었다.

### 2.3.3. 녹색 통곡물 누룽지 경도 측정

녹색 통곡물 누룽지의 경도 측정은 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 이용하여 distance 5 mm, Plunger diameter 3 mm, table speed 60 mm/s의 조건으로 측정하였으며, 모든 시료는 3회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

### 2.3.4. DPPH 라디칼 소거능

메탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능 측정은 시료에 100  $\mu$ L에 200  $\mu$ M DPPH 100  $\mu$ L를 첨가한 후 그 혼합물을 30 분간 암소에서 반응시킨 후 microplate reader (Infinite 200 pro, TECAN, Austria)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 흡광도를 측정하여 다음 식에 의해 저해율을 계산하였다.

$$\text{전자공여능 (\%)} = \left( 1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{시료무첨가구의 흡광도}} \right) \times 100$$

### 2.3.5. 총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 시료 10  $\mu$ L에 10% aluminum nitrate 4  $\mu$ L와 1M potassium acetate 4  $\mu$ L를 혼합 후, 총 부피 100  $\mu$ L를 위해 혼합물에 메탄올을 82  $\mu$ L 추가하였다. 그 후

40분간 암소에서 반응시킨 후 microplate reader (Infinite 200 pro, TECAN, Austria)를 이용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 2.3.6. ABTS 라디칼 소거능

ATBS 라디칼을 이용한 라디칼 소거능 측정은 Arnao, Cano와 Acosta(2001) 및 Re 등(1999)의 방법을 변형하여 측정하였다. 7 mM 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)와 2.45 mM potassium persulfate를 최종농도로 혼합한 후 실온인 암소에서 24시간 방치하였다. ABTS 라디칼을 형성시킨 후 734nm에서 흡광도를 측정하여 0.70 $\pm$ 0.02가 되도록 50% ethanol로 희석 후 희석된 용액 100  $\mu$ L에 50  $\mu$ L 녹색 통곡물 누룽지 추출물을 가하였다. 20분 동안 방치 후 microplate reader(Infinite 200 pro, TECAN, Austria)를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정 후 ABTS 라디칼 소거능은 다음과 같은 식에 의해 계산하였다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거능 (\%)} = \left( 1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}} \right) \times 100$$

### 2.3.7. 총 당 및 환원당 함량

총 당 함량은 phenol-sulfuric acid로 측정하였다. 시료 1 mL에 5%(v/v) 페놀 용액 1 mL와 95% 황산 5 mL를 가하여 발열시킨 후 30분 동안 실온 방치 후 분광광도계(UV-mini-1240, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당 함량은 dinitrosalicylic acid(DNS)법에 의해 측정하였다. 시료 1 mL에 DNS 용액 1 mL를 혼합한 뒤, 끓는 물에서 5분 동안 반응시킨 후 방냉하여 증류수 4 mL를 가하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총당 및 환원당

함량은 glucose를 표준물질로 사용하여 환산하였다.

### 2.3.8. 관능검사

녹색 통곡물 누룽지의 관능검사는 훈련된 대학생 20명을 대상으로 검사방법과 평가특성을 사전 교육시킨 후 실시하였다. 녹색 통곡물 누룽지는 난수표를 한 접시에 담아 제공하였고, 한 개의 시료를 평가 후 생수로 입안을 행구도록 한 후 다른 시료를 평가하도록 하였다. 평가내용은 누룽지 외관, 누룽지 향미, 누룽지 조직감, 전반적 기호도를 7점 평점법(1점: 매우 약함, 4점: 보통, 7점: 매우 강함)으로 특성이 강할수록 높은 점수를 주도록 하였다.

## 2.4. 통계처리

녹색 통곡물 누룽지의 이화학 및 기계적 특성, 관능검사 결과는 분산분석(ANOVA)와 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)에 의해 유의성 검정을 하였으며, 통계자료는 SPSS software package(Version 21.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 녹색 통곡물 누룽지의 pH 측정

녹색 통곡물 누룽지의 pH 변화는 Table 2와 같다. 녹색 통곡물 누룽지의 pH는 대조군의 pH가 6.41인 반면, 녹색 통곡물에 압력을 0.1 mpa, 0.2 mpa, 0.3 mpa, 0.4 mpa로 하였을 때 pH는 6.35, 6.26, 6.34, 6.27로 녹색 통곡물 누룽지의 pH 값은 약산성을 띠고 있으며, 시료들 간에 유의적인 차이가 있는 것으로 측정되었다( $p < 0.001$ ). 일반 미생물이 생육하기에 최적 pH인 6.8~7.2보다는 낮은 pH 범위에 속하여 미생물 억제 효과로 누룽지가 안정적이라고 할 수 있다(Lee & Noh, 2001). 신수요 창출을 위한 고품질 편의식 개발(Kim, 2015)에서 혼합전분 종류별 첨가에 따른 즉석 누룽지 죽의 pH는 6.68~6.80으로 본 연구보다 높게 나타나 다른 경향을 보였는데 누룽지와 달리 누룽지 죽의 특성상 액체성분이 존재하므로 pH가 다른 것으로 사료된다.

### 3.2. 녹색 통곡물 누룽지의 색도 측정

녹색 통곡물 누룽지의 색도와 외관을 관찰 결과는 Fig. 1과 Table 3에 나타내었다. L값은 대조군이 51.82였으며 압력을 0.1 mpa, 0.2 mpa, 0.3 mpa, 0.4 mpa로 주었을 때 48.09, 43.55, 43.32, 41.60으로 낮게 나타났으며 b값은 대조군이 22.85, 압력을 0.1 mpa, 0.2 mpa, 0.3 mpa, 0.4 mpa로 주었을 때 20.26, 6.45, 17.75, 17.71로 나타났다. 녹색 통곡물 누룽지의 명도 L값과 황색도 b값의 대조군이 각각 51.82( $p < 0.001$ ), 22.85로 가장 높게 나타났으며, 황색도 a값은 대조군이 -1.33으로 가장 낮았다. 즉 대조군 누룽지가 L값과 b값이 가장 높고 a값이 가장 낮게 측정되었는데, 이는 전분과 아미노산 사이의 Maillard 반응에 의한 것이며 전분이 텍스트린으로 분해되고 쌀에 라이신과 같은 아미노산과 반응하여 갈색 색소(멜라노이딘)를 형성하여 L값이 감소하는 결과와 일치하였고(Cheon et al., 2015), 통곡물 미숫가루 볶음처리에서도 L값은 감소하여 어두워지고, a값은 증가하여 적색을 띠고 b값은 황색도가 낮아진다는 결과와 유사 하였다(Yi, Kim, & Lee, 2013).

### 3.3. 녹색 통곡물 누룽지의 경도 측정

Table 4는 녹색 통곡물 누룽지의 경도 측정 결과로 대조군의 경도는 13,510 g/cm<sup>2</sup>, 녹색 통곡물군은 11,514~21,293 g/cm<sup>2</sup>로 나타났으며, 녹색 통곡물 누룽지군은 대조군보다 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.001$ ). 대체로 녹색 통곡물 누룽지 0.3 mpa까지 경도는 증가하다가 약간 감소하였다. 쌀의 경도는 증자 방법과 건조 조건에 영향을 받아 최종 수분 함량이 주요 영향(Qureshi, Mo, Packer, & Peterson, 2000)으로 대조군 보다 가압을 가할수록 온도가 높아져 수분 손실이 일어나 수분영향으로 누룽지의 경도가 높아졌으리라 판단



Fig. 1. Visual comparison of Nurungji using green whole grain.

Table 2. pH of Nurungji using green whole grain

|    | Samples <sup>1)</sup>  |                        |                        |                        |                        | F-value                |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|    | NRG0                   | NRG1                   | NRG2                   | NRG3                   | NRG4                   |                        |
| pH | 6.41±0.00 <sup>d</sup> | 6.35±0.00 <sup>c</sup> | 6.26±0.00 <sup>a</sup> | 6.34±0.01 <sup>b</sup> | 6.27±0.01 <sup>a</sup> | 154.042 <sup>***</sup> |

<sup>1)</sup> Abbreviations are referred to Table 1.

<sup>2)</sup> Different superscripts within a row (<sup>a~e</sup>) indicate significant differences at  $p < 0.05$ .

<sup>\*\*\*</sup>  $p < 0.001$ .

**Table 3.** Color of *Nurungji* using green whole grain

| Hunter color value | Samples <sup>1)</sup>   |                          |                         |                          |                         | F-value   |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------|
|                    | NRG0                    | NRG1                     | NRG2                    | NRG3                     | NRG4                    |           |
| L                  | 51.82±0.84 <sup>c</sup> | 48.09±2.57 <sup>b</sup>  | 43.55±0.87 <sup>a</sup> | 43.32±0.12 <sup>a</sup>  | 41.60±0.25 <sup>a</sup> | 33.559*** |
| a                  | -1.33±0.19 <sup>c</sup> | -0.24±0.32 <sup>ab</sup> | 0.34±0.82               | 5.30±10.82 <sup>ab</sup> | 1.54±0.14 <sup>a</sup>  | .832      |
| b                  | 22.85±0.05 <sup>c</sup> | 20.26±0.05 <sup>b</sup>  | 6.45±0.00 <sup>b</sup>  | 17.75±0.01 <sup>b</sup>  | 17.71±0.05 <sup>a</sup> | 1.180     |

<sup>1)</sup> Abbreviations are referred to Table 1.

<sup>2)</sup> Different superscripts within a row (<sup>a~c</sup>) indicate significant differences at  $p<0.05$ .

\*\*\*  $p<0.001$ .

**Table 4.** Texture of *Nurungji* using green whole grain

| Texture properties           | Samples <sup>1)</sup>         |                              |                               |                             |                               | F-value |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------|
|                              | NRG0                          | NRG1                         | NRG2                          | NRG3                        | NRG4                          |         |
| Hardness(g/cm <sup>2</sup> ) | 13,510±4,052.14 <sup>ab</sup> | 11,541±2,425.47 <sup>a</sup> | 15,573±2,692.81 <sup>ab</sup> | 24,156±4,96.70 <sup>c</sup> | 21,293±6,354.48 <sup>bc</sup> | 4.482*  |

<sup>1)</sup> Abbreviations are referred to Table 1.

<sup>2)</sup> Different superscripts within a row (<sup>a,b</sup>) indicate significant differences at  $p<0.05$ .

\*  $p<0.5$ .

된 대조군에서 녹색 통곡물 누룽지의 경도가 딱딱한 것은 전통 올벼쌀의 가공문제점으로 열처리 과정을 거쳐 부패나 변질을 방지하기 위하여 수분함량을 12.7% 건조하였기 때문에 경도 값이 높은 것으로 판단된다(Lee, Park, & Na, 2010).

### 3.4. DPPH 라디칼 소거능 측정

녹색 통곡물을 함유한 누룽지의 DPPH 라디칼 소거능은 Fig. 2에 나타내었다. DPPH radical 소거활성은 보라색을 띄는 화합물로서 시료용액과 빠르게 반응하여 DPPH radical이 보라색에서 노란색으로의 색 변화를 통해 감소되는 정도를 측정하는 실험으로 시료의 항산화력을 분석할 수 있다(Kwon, 2011). 대조군에서 60.57%로 가장 낮았고, NRG1 65.64%,

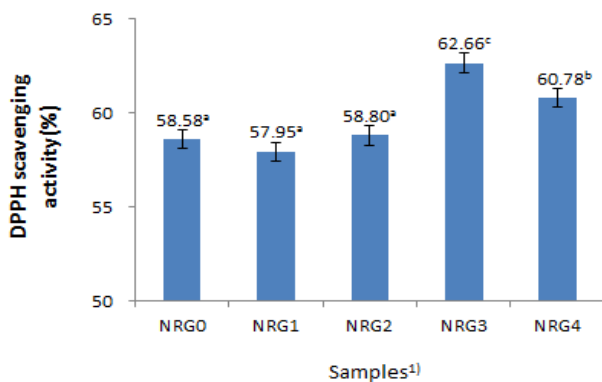
NRG2 63.69%, NRG3 69.17%, NRG4 75.89%로 녹색 통곡물을 함유한 누룽지 첨가군 NRG3인 0.3 mpa에서 DPPH radical 소거활성이 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.001$ ). Yang과 Choi (2016)의 연구에서 시판 누룽지 DPPH radical 소거능은 최대 24.29%로 본 실험인 녹색 통곡물 누룽지의 실험 결과가 더 우수하게 나타나 녹색 통곡물의 항산화 기능성이 높은 것을 알 수 있었으며, 흑미를 첨가한 식빵(Kim & Lee, 2008)의 DPPH 항산화력도 54.29~84.17(%)로 나타나 유색미를 첨가한 제품 개발 가능성을 볼 수 있었다.

### 3.5. 총 폴리페놀 함량 분석

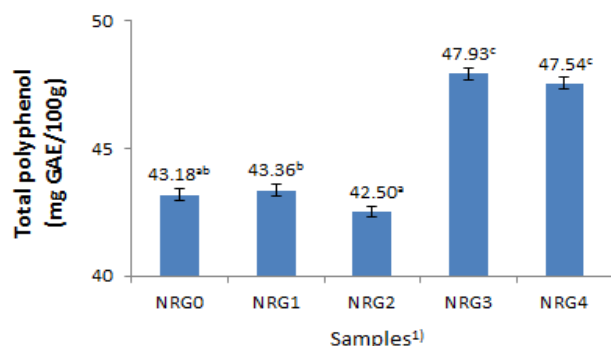
Total polyphenol 화합물 함량 측정은 phosphomolybdate와 phenol 물질 반응으로 청색 반응을 이용한 실험이다(Kim, Hong, Nam, Ha, & Lee, 2012). 총 페놀성 화합물 함량은 NRG0 43.18 ug GAE/mL, NRG1 43.36 ug GAE/mL, NRG2 42.50 ug GAE/mL, NRG3 47.93 ug GAE/mL, NRG4 47.54 ug GAE/mL로 DPPH radical 소거활성과 유사한 결과를 나타냈으며, NRG3 가장 높은 값을, NRG2가 가장 낮은값을 나타내어 통계적으로 제품에 따른 유의적인 차이를 나타내었다( $p<0.001$ ). Yang & Cho (2016)의 논문에서 시판 누룽지의 총 페놀성 화합물은 14.45~4.51 ug GAE/mL로 나타나, 시판 누룽지보다 높은 총 페놀성 성분이 더 많은 것을 확인할 수 있었다.

### 3.6. ABTS 라디칼 소거능

ABTS 라디칼 소거활성은 radical은 항산화 물질과 결합하



**Fig. 2.** DPPH radical scavenging activity of *Nurungji* using green whole grain.



**Fig. 3.** Content of total polyphenol of *Nurungji* using green whole grain.

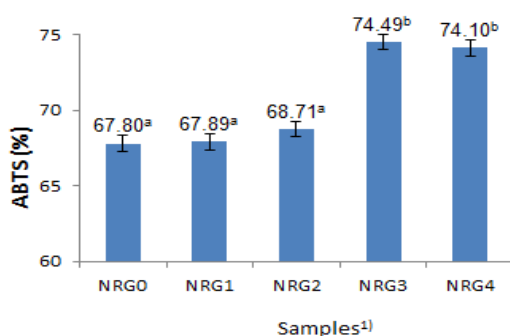
<sup>1)</sup> Abbreviations are referred to Table 1.

<sup>2)</sup> Different superscripts within a row(<sup>a-c</sup>) indicate significant differences at  $p < 0.05$ .

면 색이 변하는 특징을 가지고 있어, 수용성과 지용성 항산화 물질 등의 항산화력 측정에 사용된다(Re et al., 1999). 녹색 통곡물 누룽지의 ABTS radical 소거능은 NRG0 67.80%, NRG1 67.89%, NRG2 68.71%, NRG3 74.49%, NRG4 74.10%이며, 제품에 따른 유의적인 차이를 나타냈고( $p < 0.001$ ), ABTS radical 소거능 순서는 NRG3 > NRG4 > NRG2 > NRG1 > NRG0 순으로 나타났다. 이들 항산화력에 대한 실험의 결과에서, 녹색 통곡물 누룽지 제품 NRG3의 항산화력이 다른 누룽지 제품들에 비해 높았다. Yang & Cho (2016)의 논문에서 시판 누룽지 ABTS radical 소거능이 최대 35.47%였으며, 본 실험 결과 녹색 통곡물을 함유한 누룽지는 최대 74.49%를 나타내었다. 이를 통해 녹색 통곡물 누룽지는 인체 노화를 억제하는 항산화력이 높을 것으로 판단된다.

### 3.7. 총당 및 환원당 함량

총당은 환원당과 비환원당으로 나눌 수 있으며, 환원당은



**Fig. 4.** ABTS radical scavenging activity of *Nurungji* using green whole grain.

<sup>1)</sup> Abbreviations are referred to Table 1.

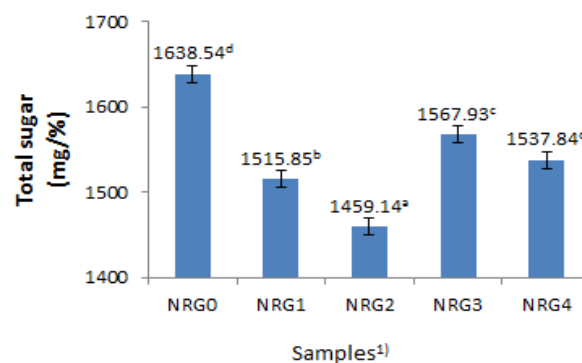
<sup>2)</sup> Different superscripts within a row(<sup>a-c</sup>) indicate significant differences at  $p < 0.05$ .

반응성의 알데히드기와 케톤기를 갖고 환원시키는 단당류와 이당류의 총칭으로 설탕을 이외 포도당, 과당, 그리고 맥아당 등의 감미도에 영향을 주는 중요한 성분이다(Kim et al., 2003). 녹색 통곡물을 함유한 누룽지의 총당 및 환원당 함량의 변화는 Fig. 5 및 Fig. 6과 같이 나타내었다. 가압에 따라서 유의적인 차이는 발생하였으나( $p < 0.001$ ), NRG0이 가장 높은 환원력 수치를 나타내며, 그 다음 일정한 경향을 보이지는 않았다.

녹색 통곡물 누룽지의 제조과정에서 녹색 통곡물을 고온 팽화시키는 과정에서 쌀에 함유된 다당류가 열 가수분해되어 텍스트린과 소당류로 함량이 변화 증가되어 녹색 통곡물 누룽지의 가압 조건에서 총당 함량이 적게 용출된 것으로 판단된다. 따라서 연구결과, 녹색 통곡물의 전분 당화력이 열 가수분해로 총당의 함량이 낮게 나타난다고 판단된다.

### 3.8. 관능검사

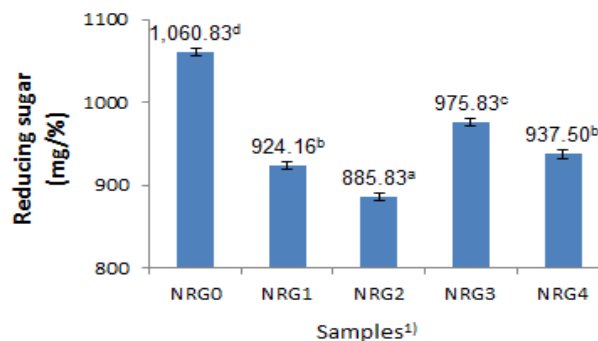
녹색 통곡물 누룽지의 관능검사 결과는 Table 5와 같다.



**Fig. 5.** Total sugar of *Nurungji* using green whole grain.

<sup>1)</sup> Abbreviations are referred to Table 1.

<sup>2)</sup> Different superscripts within a row(<sup>a-c</sup>) indicate significant differences at  $p < 0.05$ .



**Fig. 6.** Reducing power of *Nurungji* using green whole grain.

<sup>1)</sup> Abbreviations are referred to Table 1.

<sup>2)</sup> Different superscripts within a row(<sup>a-c</sup>) indicate significant differences at  $p < 0.05$ .



**Table 5.** Sensory evaluations of *Nurungji* using green whole grain

| Sensory properties | Samples <sup>1)</sup>  |                        |                        |                         |                         | F-value              |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
|                    | NRG0                   | NRG1                   | NRG2                   | NRG3                    | NRG4                    |                      |
| Appearance         | 2.87±0.35 <sup>a</sup> | 3.67±0.62 <sup>b</sup> | 3.93±1.16 <sup>b</sup> | 4.80±0.56 <sup>c</sup>  | 3.93±1.67 <sup>b</sup>  | 7.256 <sup>***</sup> |
| Flavor             | 3.07±0.46 <sup>a</sup> | 3.87±0.99 <sup>b</sup> | 3.80±0.94 <sup>a</sup> | 4.53±1.19 <sup>b</sup>  | 4.60±1.30 <sup>b</sup>  | 5.692 <sup>**</sup>  |
| Texture            | 3.47±0.74 <sup>a</sup> | 4.33±1.11 <sup>b</sup> | 3.93±0.88 <sup>a</sup> | 4.27±1.10 <sup>ab</sup> | 4.33±1.35 <sup>b</sup>  | 1.878                |
| Taste              | 3.60±0.63 <sup>a</sup> | 4.47±0.99 <sup>b</sup> | 4.53±0.52 <sup>b</sup> | 4.93±0.70 <sup>b</sup>  | 4.27±1.53 <sup>ab</sup> | 3.989 <sup>**</sup>  |
| Overall            | 3.73±0.80 <sup>a</sup> | 4.67±1.05 <sup>b</sup> | 4.67±0.98 <sup>b</sup> | 4.73±1.03 <sup>b</sup>  | 4.53±1.77 <sup>ab</sup> | 1.891                |

<sup>1)</sup> Abbreviations are referred to Table 1.

<sup>2)</sup> Different superscripts within a row (<sup>a~c</sup>) indicate significant differences at  $p<0.05$ .

<sup>\*\*</sup>  $p<0.01$ , <sup>\*\*\*</sup>  $p<0.001$ .

<sup>3)</sup> Rating scale : 1(bad) or 7(excellent).

녹색 통곡물 누룽지 관능평가에서 녹색 외관과 맛에서 유의적인 경향을 띄었으며( $p<0.001$ ), 가압 0.3 mpa에서 전체적인 관능평가 결과가 좋았다. 녹색 통곡물 누룽지의 0.4 mpa 초과되면 맛의 기호도에서 유의적으로 낮은 점수를 보이는 경향이 있었으며( $p<0.01$ ), 향의 기호도에서 가압을 증가하면 누룽지의 고소한 향의 증가로 인해 좋은 기호도를 보였다( $p<0.01$ ). 관능검사 결과로 전체적인 기호도에서는 대조군보다 녹색 통곡물 누룽지 가압이 증가할수록 외관, 향, 맛, 질감에서는 긍정적인 영향을 주었으나 수치가 비슷한 양상을 나타내었으며 가압을 0.3 mpa일 때 선호도가 좋으며 바람직하였다.

#### 4. 요약 및 결론

본 연구에서는 녹색 통곡물 누룽지의 가공방법을 달리하여 녹색 통곡물의 이용가치를 향상시키기 위하여 녹색 통곡물 누룽지의 물리화학적 특성 및 항산화 특성에 대해 연구하였다. pH는 6.35, 6.26, 6.34, 6.27로 녹색 통곡물 누룽지의 pH 값은 약산성을 띄고 있으며, 시료들 간에 유의적인 차이가 있는 것으로 측정되었다( $p<0.001$ ). 일반 미생물이 생육하기에 최적 pH인 6.8~7.2보다는 낮은 pH 범위에 속하였으며 억제 효과로 누룽지가 안정적이라고 할 수 있다.

명도(L값)는 NRG0가 51.82로 가장 높았으며, NRG4가 41.60으로 가장 낮았다. 적색도(a값)는 NRG3가 5.30으로 가장 높았으며, 황색도(b값)는 NRG0이 22.85로 높아 NRG0는 명도와 적색도가 모두 높게 나타났다. 압력을 많이 주어 팽화한 녹색 통곡물의 경우 점차적으로 대조군에 비해 L값과 b값이 감소하였는데, Kim, Sung, Bae와 Yi(2007) 논문에서는 쌀죽의 제조 시 팽화미 첨가가 쌀가루보다 L값과 b값이 증가한 결과와 반대의 결과를 나타내었다. 압력을 더 많이 행하면 쌀에 함유된 아미노류와 당류가 열에 의해 갈변 물질이 되지만 퍼핑의 역할도 하기 때문에, 누룽지 제조에서 쌀의 전

분류가 용출되어 황색도가 낮아진 것으로 여겨진다.

녹색 통곡물 누룽지의 경도 측정 결과로 녹색 통곡물 누룽지군은 대조군보다 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.001$ ). 대체로 녹색 통곡물 누룽지 0.3 mpa까지 경도는 증가하다가 약간 감소하였다. 녹색 통곡물 누룽지의 최종 수분이 대조군보다 가압을 가할수록 온도가 높아져 수분 손실이 일어나 수분함량 영향으로 녹색 통곡물 누룽지의 경도가 높아졌으리라 판단된다.

항산화활성 측정에 많이 이용되고 있는 DPPH, 총 페놀 화합물, ABTS 라디칼 소거능을 측정한 결과, DPPH, NRG3, NRG4, NRG0, NRG2, NRG1 순으로 NRG3가 가장 높았고, 총 페놀성 화합물은 NRG3, NRG4, NRG1, NRG0, NRG2 순으로 높았다. ABTS 함량은 NRG3, NRG4, NRG2, NRG1, NRG0 순으로 대조군이 가장 낮았다. 항산화 결과, 녹색 통곡물에 가압이 증가함에 따라 항산화 활성도 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다( $p<0.001$ ). 총당은 감미도에 영향을 주는 성분으로 대조군이 가장 높은 환원력 수치를 나타내었다. 녹색 통곡물 누룽지의 제조과정에서 녹색 통곡물을 고온 팽화시키는 과정에서 쌀에 함유된 다당류가 열 가수분해되어 텍스처린과 소당류로 함량이 변화 증가되어 녹색 통곡물 누룽지의 가압 조건에서 총당 함량이 적게 용출된 것으로 사료된다. 따라서 가압 시 녹색 통곡물의 전분 당화력이 열 가수분해로 통하여 총당의 함량이 낮게 나타난다고 판단된다. 녹색 통곡물 누룽지의 관능평가에서 녹색 외관과 맛에서 유의적인 경향을 띄었으며( $p<0.001$ ), 관능검사 결과로 전체적인 기호도에서는 녹색 통곡물 누룽지 압력이 증가할수록 외관, 향, 맛, 질감에서는 긍정적인 영향을 주었으며, 녹색 통곡물 누룽지의 가압이 0.4 mpa가 되었을 때 맛의 기호도에서 유의적으로 낮았으며( $p<0.01$ ), 가압이 0.3 mpa일 때 선호도가 좋으며 바람직하였다. 이와 같은 결과로 녹색 통곡물 누룽지는 가압을 가했을 경우, 대조군보다 항산화성의 효능을



확인할 수 있었고 누룽지산업이 급속하게 확산되고 있는 상황에서 녹색 통곡물을 이용한 누룽지의 특징을 살린 전통적인 제품으로 녹색 통곡물의 이용도를 높일 수 있고, 통곡물 쌀의 산업적 생산소비와 동시에 기능성을 고려한 기호식품으로 활용될 수 있을 것이다. 추후 녹색 통곡물의 품질 향상 및 기능 향상을 위해 누룽지제품을 비롯한 다양한 가공제품 산업화 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- Anderson, J. W., Hanna, T. J., Peng, X., & Kryscio, R. J. (2000). Whole grain foods and heart disease risk. *Journal of the American College Nutrition*, 19(3), 291-299.
- Arnao, M. B., Cano, A., & Acosta, M. (2001). The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*, 73(2), 239-244.
- Bae, H. C., Renchinkhand, G., Ku, J. H., & Nam, M. S. (2011). Characterization of fermented milk added with green whole grains of barley, wheat, glutinous rice and common rice powders. *Korean Journal of Agricultural Science*, 38(3), 485-491.
- Cheon, H. S., Cho, W. I., Jhin, C. h., Back, K. H., Ryu, K. H., Lim, S. Y., ... Hwang, K. T. (2015). Optimization of processing conditions for the production of puffed rice. *Culinary Science & Hospitality Research*, 21(1), 77-89.
- Choi, I. J., Kim, D. Y., & Chung, C. H. (2017). Quality characteristics of Pan bread with *Nurungji* powder. *Culinary Science & Hospitality Research*, 23(7), 159-166.
- Cleveland, L. E., Moshfegh, A. J., Albertson, A. M., & Goldman, J. D. (2000). Dietary intake of whole grains. *Journal of the American College Nutrition*, 19(3), 331-338.
- Do, Y., Choi, J. S., Jung, Y. K., Park, J. H., Roh, K. H., Kim, S. S., ... & Han, E. J. (2010). Evaluation of the level of microbial contamination in the processing company of *Nurung-jj*. *Journal of Food Hygiene & Safety*, 25(4), 333-340.
- Flint, A. J., Hu, F. B., Glynn, R. J., Jensen, M. K., Franz, M., Sampson, L., ... Rimm, E. B. (2009) Whole grains and incident hypertension in men. *Journal of the American College Nutrition*, 90(3), 493-498.
- Jones, J. M., Reicks, M., Adams, J., Fulcher, G., Weaver, G., Kanter, M. ... Marquart, L. (2002). The importance of promoting a whole grain foods message. *Journal of the American College of Nutrition*, 21(4), 293-300.
- Hwang, C. I., & Kim, D. H. (1973). The antioxidant oxidants. *Wild Hlth Org Techn Rept Ser*, 228-233.
- Keenan, D. F., Roßle, C., Gormley, R., Butler, F., & Brunton, N. P. (2012). Effect of high hydrostatic pressure and thermal processing on the nutritional quality and enzyme activity of fruits smoothies. *LWT-Food Science & Technology*, 45(1), 50-57.
- Kim, H. J., Hong, C. O., Nam, M. H., Ha, Y M., & Lee, K. W. (2012). Antioxidant and physiological activities of *Capicum annum* ethanol extracts. *Journal of Korean Society of Food Science & Nutrition*, 41(6), 727-732.
- Kim, J. H., & Lee, Y. T. (2004). Effects of barley bran on the quality of sugar-snap cookie and muffin. *Journal of Korean Society of Food Science & Nutrition*, 33(8), 1367-1372.
- Kim, J. H., Kim, J. K., Kang, W. W., Ha, Y. S., Choi, S. W., & Moon, K. D. (2003). Chemical composition and DPPH radical scavenger activity in different sections of safflower. *Journal of Korean Society of Food Science & Nutrition*, 32(5), 733-738.
- Kim, J. Y., Lee, K. T., & Lee, J. H. (2013). Quality characteristics of bakery products with whole green wheat powder. *Korean Journal of Food Cookery Science*, 29(2), 137-146.
- Kim, J. Y., Sung, K. W., Bae, H. W., & Yi, Y. H. (2007). pH, acidity, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added *takju* during fermentation. *Korean Journal of Food Science & Technology*, 39(3), 266-271.
- Kim, O. B. (2015). Development of high quality convenient food products for market creation. Korea Food Research Institute. 2-436. Retrieved from: <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201500006240>
- Kim, W. M., & Lee, Y. S. (2008). Study on the antioxidant activity and quality characteristics of Pan bread with waxy black rice flour and green tea powder. *Culinary Science & Hospitality Research*, 14(4), 1-13.
- Kirigaya, N., Kato, H., & Fujimaki, M. (1968). Studies on antioxidant activity of nonenzymic browning reaction products. *Agricultural & Biological Chemistry*, 32(3), 287-290.
- Kwon, J. E. (2011). *Determination of biological activity on methanol extracts of Capsicum annum L. from different varieties* (Master's thesis). Gyeongbuk National University.
- Lee, D. J., Han, J. A., & Lim, S. T. (2016). Enhancement of antioxidant activity of onion powders by browning during drying process. *Korean Journal of Food Science & Technology*, 48(1), 15-19.
- Lee, H. S., Kwon, K H., Kim, B. S., & Kim, J. H. (2009). Qua-

- lity characteristics of instant *Nuroong-gi* to which *Dioscorea japonica* powder was added. *Korean Journal of Food Preservation*, 16(5), 680-685.
- Lee, H. S., Kwon, K. H., Kim, J. H., & Cha, H. S. (2009). Quality characteristics of instant *Nuroong-gi* prepared using a microwave. *Korean Journal of Food Preservation*, 16(5), 669-674.
- Lee, J. h. (2008). *Study on the quality characteristics of green rice garaedduk (Doctoral dissertation)*, Sejong University.
- Lee, J. H., & Ahn, S. K. (2011). Study of the quality characteristics of *garaedduk* made with green rice flour. *Journal of East Asian Society of Dietary Life*, 21(2), 200-206.
- Lee, J. K., & Noh, W. S. (2001). HACCP application of instant ablactation baby food processing. *Korean Journal of Food Nutrition*. 14(5), 457-466.
- Lee, J. W., & Do, J. H. (2006). Current studies on browning reaction products and acidic polysaccharide in Korean red ginseng. *Journal of Ginseng Research*, 30(1), 1-48.
- Lee, J. W., Lee, S. K., Do, J. H., & Shim, K. H. (1998). Characteristics of the water soluble browning reaction of Korean red ginseng asaffected by heating treatment. *Journal of Ginseng Research*, 22(3), 193-199.
- Lee, J. W., Park, C. K., & Do, J. H. (2005). Antioxidant activity of the water soluble browning reaction products from Korean red ginseng. *Journal of Ginseng Research*, 29(1), 44-48.
- Lee, J. W., Sohn, H. O., & Do, J. H. (2000). Function of the water solublebrowning reaction products isolated from Korean red ginseng. 2. Linoleic acid, Ox-brain autoxidant and  $Fe^{2+}$  ADP/NAD system. *Journal of Ginseng Research*, 24(1), 35-40.
- Lee, M. K., Park, J. S., & Na, H. S. (2010) Physicochemical properties of Olbyeossal(parboiled rice). *Korean Journal of Food Preservation*, 17(2), 208 - 213.
- Lee, S. J., Nam, H., Kim, M. M., Jang, H. J., Park, J. A., Kim, B. W., ... Chung, K. T. (2010). *In vitro* inhibitory effect of aged black garlic extract with antioxidant activity on MMP-2 and MMP-9 related to metastasis. *Journal of Life Science*, 20(5), 760-767.
- Lee, S. M. (2011). Association of whole grain consumption with socio-demographic and eating behavior factors in a Korean population: based on 2007-2008 Korea national health and nutrition examination survey. *Korean Journal of Community Nutrition*, 16(3), 353-363.
- Lee, S. W. (1985). *Cookery cultural history of Korea*. Paju, Korea: Gyomoon Publishing, 74-124.
- Park, Y. H., & Oh, Y. J. (1997). The physicochemical characteristics of instant *Nuroong-gi*. *Journal of Korean Society of Food Science & Nutrition*, 26(4), 632-638.
- Qureshi, A. A., Mo, H., Packer, L., & Peterson, D. M. (2000). Isolation and identification of novel tocotrienols from rice bran with hypocholesterolemic, antioxidant and antitumor properties. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 48(8), 3130-3140.
- 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 Radical Biology & Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Shin, J. H., Lee, H. G., Kang, M. J., Lee, S. J., & Sung, N. J. (2010). Antioxidant activity of solvent fraction from black garlic. *Journal of Korean Society of Food Science & Nutrition*, 39(7), 933-940.
- Suh, Y. K., Park, Y. H., & Oh, Y. J. (1996). Cooking condition for the production of instant *Nuroongi*. *Journal of Korean Society of Food Nutrition*, 25(1), 58-62.
- Yang, J. W., & Choi, I. S. (2016). The physicochemical characteristics and antioxidant properties of commercial *Nurungji* products in Korea. *Korean Journal of Food Cookery Science*, 32(5), 575-584.
- Yang, Y. R., & Park, Y. K. (2011). Black onions manufactured via the browning reaction and antioxidant effects of their water extracts. *Korean Journal of Food Preservation*, 18(3), 310-318.
- Yi, A. Y., Kim, Y. S., & Lee, J. H. (2013) Quality characteristics of *Misutkaru* and their cookies made with immature whole green rice and barely. *Journal of Korean Society of Food Science & Nutrition*, 42(11), 1805-1812.
- Yoo, J. S., Baek, M. K., Baek, S. H., Park, H. S., Cho, Y. C., Kim, B. K., & Ha, K. Y. (2012). Comparison of characteristics of *Nuroong-gi* made from japonica rice cultivars. *Food Engineering Progress*.

2018년 05월 07일      접수  
2018년 07월 10일      논문 게재확정