

# 기계적 충격기술이 토종 유색미 함유 가래떡 노화지연에 미치는 효과

한서영 · 한귀정 · 박혜영<sup>†</sup>

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효이용과

## Study on the Application of Indigenous Pigmented Rice for *Garaedduk* Adapted with Mechanically Impacting Technology

Seo Young Han, Gwi Jung Han and Hye Young Park<sup>†</sup>

Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science,  
RDA, Suwon 441-853, South Korea

### Abstract

The present study was performed to expand the application of mechanically impacting technology reported in our previous studies. Several parameters were analyzed to research Korean indigenous pigmented rice. The proximate composition of Korean indigenous rice was the following: 12.0-13.4% moisture, 74.1-77.3% carbohydrate, 6.8-8.7% crude protein, 1.68-3.25% crude lipid, 0.78-1.38% crude ash, with a 6.6-7.07 pH value. The phenolic compound content of red rice was twice that of black rice. Moreover, antioxidative activity was estimated by DPPH radical-scavenging activity (IC<sub>50</sub> = 0.15-1.04 mg/mL). Anthocyanin and chlorophyll in each pigmented rice type were detected by spectrophotometer. *Garaedduk* samples were prepared with non-waxy rice, salt, 24% water, and/or 15% indigenous pigmented rice (red, green and black, w/w of total swelling non-waxy rice) and adapted with or without mechanically impacting technology. Hardness, as a main texture profile parameter of *Garaedduk* was maintained up to 3 days under storage at 20° C. The results suggest that Korean indigenous pigmented rice can be applied for functional *Garaedduk* adapted with mechanically impacting technology.

Key words : mechanically impacting technology, indigenous pigmented rice, red rice, green rice

## 1. 서론

최근 웰빙 트렌드에 더불어 식생활이 서구화 되고 핵가족 중심의 생활습관의 변화에 따라 간편하게 식사대용으로 먹을 수 있는 식품에 대한 관심이 고조되고 있으며 한국인의 주영양원인 탄수화물 식품 중 전통 떡에 대한 연구가 활발히 수행되고 있다(Yoon SJ 2006, Noh KS 등 2007). 현존하는 지구상의 대표적인 탄수화물 급원은 밀로, 최근 밀 알러지에 대한 논문이 학계에 보고됨에 따라 밀 알러지를 저감화 하거나 밀을 대체할 수 있는 전분식품에 대한 연구가 활발히 진행되고

있다(Trynka G 등 2010, Olen O 등 2011). 특히 어린이 6% 이상 성인 3-4% 정도가 식품 알러지를 보이는 캐나다에서는 2008년 캐나다 보건부에서 식품 제조업자에게 식품 알러지를 유발하는 글루텐 첨가 유무를 반드시 표기하도록 정부차원의 식품 알러지에 대한 표시를 강화하였고 또한 유럽, 미국 등지에서도 글루텐이 함유된 밀, 호밀, 보리 등을 대체할 수 있는 쌀에 대한 연구가 한창 진행 중이다(Sakac M 등 2011, We GJ 등 2010, Mantos A 등 2011). 떡에 대한 선행 연구동향을 살펴보면, 전통 떡의 조리방법에 대한 표준화에 대한 연구(Choi SE와 Lee JM 1993, Kim KS와 Han KS 1987), 부재료 첨가에 따른 떡의 품질 특성에 대한 연구(Kim KS와 Lee JK 1999, Lee JK 등 2011), 기능성 증진에 의한 건강지향형 떡에 대한 연구 등이 주로 수행되고 있고(Lee MY와 Kim JG 2007, Kim BW 등 2005), 한식이 글로벌 식품으로 도약하기 위한 프로젝트의 선두주자로 전통 떡에 대한 다양한 시도가 이루어지고 있다(Yoon SJ 2006). 떡을 비롯한 쌀 가공식품은 노화

<sup>†</sup>Corresponding author : Hye Young Park, Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, RDA  
Tel: +82-31-299-0583  
Fax: +82-31-299-0554  
E-mail: phy0316@korea.kr

에 의해 저장수명이 짧아지며 노화에 관여하는 것으로 알려진 인자로는 온도, 수분, pH, 전분의 분자구조가 있으며 60°C 이상의 고온에서는 잘 일어나지 않고 동결하지 않는 한 저온의 조건에서 노화가 일어나기 쉬운 것으로 알려져 있다(Kuge T 1992, Lee C 2003). 특히, 떡은 호화-노화의 전환에 따라 식품의 가치가 확연히 변화되는 음식이기 때문에 제조 직후의 식감을 유지하기 위한 노화 지연 제조기술 개발이 꼭 필요하다. 떡의 노화를 억제하기 위한 연구로는 백작약(Song JM와 Han YS 2003), 다양한 수화제(Song JC와 Park HJ 2003), 올리고당(Yoo JN와 Kim YA 2001) 등을 첨가하거나 효소처리(Koh BK 1999)에 의한 노화 지연에 대한 연구 결과가 보고되어 있으며 화학적 첨가제에 의한 노화 지연이 대부분이다. 전 세계에서 생산되는 쌀의 약 92%는 아시아에서 생산·소비되고 최근, 국가별 무역협정에 따라 재고미의 문제가 매우 심각하며 이에 대한 대책여부에 많은 관심이 쏟아지고 있어 떡 소비증대를 위한 편이성이나 대중성을 높일 수 있는 가공기술의 필요성이 매우 높다(Kang HS 2009, Lee BD와 Eun JB 2008). 이와 더불어 해마다 증가하는 재고미(在庫米) 문제를 해결하기 위하여 가공용 쌀 소비 증대를 위한 다양한 가공기술개발이 이루어져야 하며 떡이 세계적인 제품으로 도약하기 위한 기반기술에 대한 연구로 떡이 당일 제품으로 갖는 제한성은 호화전분의 노화 지연기술 개발을 통해 선결되어야 하는 과제라고 할 수 있다(Lee C 2003). 이에 따라 본 연구팀은 원천기술 확보 및 산업적으로 활용가치를 갖는 기술개발을 위하여 떡 제조과정의 핵심 요인을 중심으로 다양한 연구를 수행하였다. 특히 전분의 노화 억제 기술에 대한 연구로 한국 전통 떡인 뽕쌀로 만든 가래떡이 유통기간 중 최적 상태의 물성을 유지할 수 있는 노화 지연 기술이 접목된 제조 방법에 대하여 실험하였다. 다양한 수분 첨가량(18~35%, w/w 불린 쌀 기준), 온도와 상관계(70°C 이하의 반죽 품온), 물리적 자극의 세기(회전수, 시간), 곡물 전분의 특성을 실험 변수로 고려하여 가래떡 성상의 호화전분에 대한 노화도에 대해 측정하였다. 그 결과, 치는 공정을 포함하는 떡류에 한해 상온 및 냉장·냉동 저장 조건 별로 굳지 않는 떡에 대한 노화 지연 기술이 개발 되었으며 전분 노화 지연 기술의 핵심 공정은 한 가지 요소가 아닌 수분함량, 온도, 편칭시간 및 곡물 전분의 상호작용임을 알 수 있었다(Han GJ 등 2011). 식품의 색소에서 연유된 기능성과 관련하여 컬러 푸드에 대한 관심이 고조되면서 쌀에 대한 연구 분야도 유색미의 쌀 가공식품 가공적성(Lee WJ와 Jung JK 2002, Lee JK 등 2000, Shin EH와 Lee JK 2004), 일반 쌀과 혼합시 취반 특성에 대한 응용 연구(Kim DW 등 1998) 및 유색미 색소에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다(Han SJ 등 2004, Suh HS 등 1992). 현재 우리나라에서 유통되는 유색미는 산지, 품종에 따라 여러 종류가 있으며 대부분 취반시 백미와 혼용하는 일종의 잡곡의 형태로 이용되고 있으나 이는 대부분 개량된 신품종이다. 본 연구에 사용된 한반도 토종 유색미는 적미, 녹미로 특히 천수답과 척박한 땅에서 화학비료와 농약을 쓰지 않고 유기농 재배에 적합하며 천연 색소가 풍부해 밥을 지으면 각각 적색, 녹색을 띠며 토종 유색미 특유의 향과 맛이

나는 쌀이다(Heu MH 2000, Lee HH 등 2006, Lee YS 등 2002). Lee HH 등(2006)의 보고에 의하면 백미에 비해 유색미는 조단백질, 조지방, 조회분의 함량이 높으며 항변이원성(Shin SY 등 2003), 항염효과(Han SJ 등 2004) 등의 생리활성이 알려져 있다. 그러나, 개량종에 비해 단위면적 당 수확량이 적은 단점이 있고 유전자원 측면의 연구가 시행 초기단계로 토종 유색미에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 선행연구를 통해 개발된 원천기술을 적용한 유색미 가래떡을 제조하여 기술의 확대 적용성 및 향후 건강지향형 굳지않는 떡 개발의 가능성을 검토하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

쌀은 2010년에 수확하여 2011년 실험 직전에 도정과정을 거친 뽕쌀(추청 경기미, 수원농업협동조합)과 2010년 전남 장흥군 용산면 유기농작목반에서 생산하여 2011년 실험 직전에 제현과정을 거친 한반도 토종 유색미(적미, 녹미)와 비교를 목적으로 개량종 흑미(일반계)를 사용하였다. 소금은 정제염(사조해표), 중력분(CJ제일제당)을 구입하여 사용하였다. 이화학 분석에 필요한 시약은 모두 특급시약을 이용하였다.

### 2. 이화학적 성분 분석

pH는 백미, 적미, 녹미, 흑미 각 시료 10 g에 증류수 100 mL를 가하여 분쇄 및 교반한 후 pH meter(Model 720A, Orion, USA)로 측정하였다. 시료의 에탄올 추출물은 각 시료 50 g을 분쇄한 후 80% 에탄올 200 mL를 가하여 2회 반복 추출한 후 여과 및 농축하여 에탄올 추출물을 얻었다. 총 페놀 함량은 Folin-Denis법에 따라 각 시료의 에탄올 추출물 (0.5 mL/100 mL)에 Folin-Ciocalteu 시약 및 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>용액을 각 5 mL씩 가하여 실온에서 1시간 동안 정치한 후 725 nm에서 흡광도(UV-Vis spectrophotometer (UV-1201, Shimadzu, Japan)를 측정하였다. Gallic acid(Sigma Co., St. Louis, USA)를 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻어진 표준 검량선으로부터 시료 추출물의 총 페놀 함량을 산출하여 표시하였다.

### 3. 일반 영양성분 분석

백미, 적미, 녹미, 흑미의 일반성분은 AOAC(1984)법에 준하여 분석하였으며 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl법을 이용한 단백질 자동분석기(Kjeltec protein analyzer, Tecator Co., Hoeganaes, Sweden)로 분석하였고, 조지방은 Soxhlet 법을 이용하였고, 조회분은 건식회화법으로 3회 반복하여 측정하였다. 총 탄수화물 함량은 위의 측정치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 계산하였다.

4. 색소 성분 분석

적미의 안토시아닌 분석을 위하여 적미를 에탄올에 균질화 시켜 24시간 진탕 추출한 후 10,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 전분을 제거한 다음, 상정액을 Whatman No.1 filter paper로 여과하여 여과액을 시료로 사용하였으며 UV-Vis spectrophotometer (UV-1201, Shimadzu, Japan)으로 530 nm 및 653 nm에서 흡광도를 측정하여 Murray JR와 Hackett WP(1991)의 방법에 따라 안토시아닌의 양을 계산하였다.

$$\text{Anthocyanin} = \text{Abs}_{530} - 0.24 \times \text{Abs}_{653}$$

녹미에 함유된 클로로필의 농도계산은 분쇄한 녹미 1 g에 80% 아세톤을 첨가하여 추출 후 50 mL로 정용한 다음 여과하여 여과액을 시료로 사용하였으며 UV-Vis spectrophotometer를 이용하여 663 nm와 645 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같은 식을 이용하여 계산하였다 (Kozukue N와 Freidman M 2003).

$$\begin{aligned} \text{Total Chlorophyll} &= 7.22 \times \text{Abs}_{663} + 20.3 \times \text{Abs}_{645} \\ \text{Chlorophyll a} &= 12.72 \times \text{Abs}_{663} - 2.58 \times \text{Abs}_{645} \\ \text{Chlorophyll b} &= 22.88 \times \text{Abs}_{645} - 5.50 \times \text{Abs}_{663} \end{aligned}$$

5. 굳지 않는 떡의 제조

호화전분의 노화 지연기술을 적용한 가래떡을 만들기 위하여 도정 직후의 멥쌀을 세척하여 이 물질을 제거하고 3시간 수침한 후 30분간 물빼기를 하여 쌀의 표면에 남아있는 물기를 제거하였다. 적미, 녹미, 흑미 3종의 유색미는 6시간 수침한 후 30분간 쌀 표면의 물기를 제거 한 후 roll mill (KM-18, Kyungchang Machine, Gyeonggi Gwangju, Korea)을 사용하여 불린 쌀 무게의 0.75%(w/w) 소금을 첨가한 후 습식 방법에 의해 2회 제분한 후 여기에 물을 불린 쌀 무게의 24% (w/w)에 해당하는 양만큼 첨가하여 다시 분쇄과정을 거친 후 20메쉬 체를 통과한 쌀가루를 이용하였다. 분쇄된 쌀가루를 노화지연기술 적용이 가능하도록 예비실험에서 얻어진 일정 비율(전체 쌀 무게의 15%에 해당하는 유색미 첨가, w/w)의 백미와 유색미를 혼합한 후, 알루미늄 시루에 표면이 고르게 하여 시루다이식 스팀보일러(DA-030, Donga Machine, Gyeonggi Gwangju, Korea)를 이용하여 증자과정 중 수분손실 방지를 위해 베보자기를 덮은 후 15분간 증자(230℃, 0.3 MPa)하고 시료 내부 온도가 70℃ 이하가 되도록 방냉한 후 선행 연구를 통해 개발된 노화지연 필수 요소인 불린쌀 무게의 0.1%에 해당하는 증력분을 첨가하여 편칭기(KH-204, Kyungchang Machine, Gyeonggi Gwangju, Korea)를 이용하여 기계적 충격(400 rpm, 13분)을 가하였다. 편칭된 반죽을 압출 성형기(KH-204, Kyungchang Machine, Gyeonggi Gwangju, Korea)를 통해 가래떡 모양으로 성형하여 분석을 위한 시료로 이용하였다.

6. 색도 측정

노화지연기술을 적용하여 제조한 유색미 가래떡의 색도는 색차계(Color-Eye 3100, Macbeth, USA)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)를 측정하고  $\Delta E(\text{색차}) = \sqrt{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2}$  를 계산하였으며, 이 때 표준판은 L=94.87, a=-0.58, b=1.59의 값을 가진 백색판을 사용하였다.

7. 물성 분석

노화지연기술을 적용하여 제조한 유색미 가래떡의 경도 측정은 시료를 일정 크기(지름 2 cm × 길이 2.5 cm) 자른 다음 물성측정기(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)를 이용하여 제조직후부터 실온에서 3일 동안 저장하면서 한 시료 당 10회 반복 측정하였으며 분석 조건은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. Experimental condition for measuring texture property

		Condition
Type	Measure force in compression return to start	
Pre-test speed (mm/s)	5.0	
Test speed (mm/s)	2.0	
Post-test speed(mm/s)	2.0	
Distance (mm)	1.0	
Time (sec)	3	
Strain (%)	80.0	
Trigger	type	Auto (Force)
	force(g)	5
Data Acquisition Rate (pps)	200	
Probe	SMS/P4 1/4inch diameter cylinder probe-stainless steel	

8. 항산화 활성 측정

항산화 활성 측정을 위한 에탄올 추출물은 백미, 녹미, 적미, 흑미 시료를 분쇄한 후 80% 에탄올을 5배량(w/v) 첨가하여 40℃에서 12시간 동안 3회 반복 진탕 추출하여 전분질을 제거 한 다음 감압 건조한 후, DMSO에 용해시켜 -20℃에서 냉동 보관하면서 사용 하였다. DPPH법에 의한 항산화능은  $\alpha, \alpha'$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazine (DPPH)의 환원성을 이용하여 516 nm에서 UV/Vis-spectrophotometer로 측정하였다(Kwon 등 2004). 백미, 적미, 녹미, 흑미 각 시료의 에탄올 추출물 0.1 mL에 0.4 M DPPH 용액 1 mL를 각각 첨가한 후 5 초 동안 vortex mixer로 혼합하여 증류수에 대한 흡광도를 측정하고, 라디칼 소거능을 다음의 식으로 계산한 다음 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되

Table 2. Proximate composition of indigenous pigmented rice

	Moisture (%)	Carbohydrates (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Crude ash (%)	pH
White rice	13.40±0.67	77.34±2.04	6.81±0.25	1.68±0.08	0.78±0.02	6.60±0.02
Green rice	12.08±0.21	75.56±3.14	8.42±0.16	3.12±0.09	1.12±0.04	7.05±0.04
Red rice	12.86±0.17	74.12±1.52	8.50±0.19	3.20±0.13	1.38±0.09	7.07±0.02
Black rice	12.44±0.49	74.32±1.01	8.77±0.06	3.25±0.13	1.33±1.22	6.80±0.03

<sup>1)</sup> Values are expressed as mean ± standard deviation of 4 samples.

는 농도를 나타내는 IC<sub>50</sub>을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging activity(\%)} = \frac{\text{AbsDPPH} - \text{Abssample}}{\text{AbsDPPH}} \times 100$$

## 9. 통계처리

또한, 결과 통계치는 컴퓨터 프로그램 패키지 SAS(2001)를 이용하여 분산분석을 실시하였으며 유의성 검정은  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 분석하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 이화학적 성분

본 실험에서 사용된 토종 유색미 2종과 백미, 흑미의 이화학적 성분을 분석한 결과, 수분함량은 백미 13.4%, 녹미 12.1%, 적미 12.9%, 흑미 12.4%로 측정되었고, pH는 백미, 흑미가 6.60, 6.80이었고 토종 적미와 녹미는 7.07, 7.05로 중성에 가까운 pH 값을 보였다(Table 2). 총 폴리페놀의 함량은 가식부 100 g 당 녹미에 0.42 g, 적미에 7.12 g, 흑미에 3.20 g 함유되어 백미에 비해 매우 높은 수준을 나타냈으며 Kim EO 등(2008)이 보고한 흑미에 함유된 수용성 폴리페놀에 대한 농도인 2.54% (dry basis 기준)와 비슷한 수준을 보였다(Fig. 1). 본 연구의 실험을 통해 얻어진 적미의 폴리페놀 함량은 흑미의 약 2.2배에 달하며 이것은 적색색소의 일부인 탄닌에 기인하는 것으로 추론할 수 있다(Akiwa Y와 Ohtani T 1991).

### 2. 일반 성분 함량

쌀의 일반성분은 도정 상태에 따라 다소 차이가 있지만 백미의 경우 탄수화물 75.5%, 단백질 6.8%, 지질 1.3%, 회분, 섬유소 등으로 구성된다고 보고되어 있다(Ha TY 2002). 본 실험에서 건강지향형 소재로서 가공 적성이 검토된 토종 유색미 2종과 백미, 흑미에 함유된 일반성분 중 총 탄수화물의 함량은 백미 77.3%, 녹미 75.6%, 적미 74.1%, 흑미 74.3%로

## Total polyphenol contents

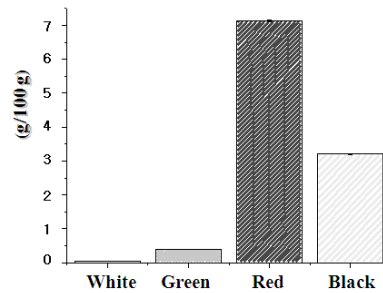


Fig. 1. Total polyphenol contents of indigenous pigmented rice

<sup>1)</sup> Values are expressed as mean±standard deviation of 10 samples.

<sup>2)</sup> Gallic acid equivalent by Folin-Denis method.

시료간 큰 차이는 보이지 않았다. 조단백질 함량은 백미 6.8%, 녹미 8.4%, 적미 8.5%, 흑미 8.8%로 토종 유색미의 조단백질 함량이 흑미와 비슷한 수준이나 백미에 비해서는 약간 높은 것으로 나타났고 조지방 함량 또한 백미 1.68%, 녹미 3.12%, 적미 3.20%, 흑미 3.25%로 백미에 비해 유색미의 함량이 약 2배 높았다. 조회분의 경우도 백미 0.78%, 녹미 1.12%, 적미 1.38%, 흑미 1.33%로 유색미가 백미에 비해 약 1.4-1.8배 높은 것으로 나타났다(Table 2). 백미에 비해 유색미의 조단백질, 조지방, 조회분의 함량이 높다는 유색미 화학성분에 대한 분석 결과와 일치함을 알 수 있었다(Lee HH 등 2006).

### 3. 색소 성분 함량

식물의 색소인 안토시아닌은 배당체로 존재하는 안토시아닌 색소로 구조와 결합당의 형태에 따라 분광학적으로 다른 특징을 보이며 식물계에는 120여 가지 이상의 안토시아닌이 존재한다. 적미는 유색미의 현미 과피에 적갈색이나 자색 등의 색소를 지닌 쌀로 안토시아닌색소 및 탄닌계의 색소가 함유되어 있으며 주요한 색소는 안토시아닌 색소이다(Lee LS 1994). 적미계에는 카테킨, 카테콜탄닌 및 푸로바헨 등이 함유되어 있으며 HPLC에 의해 다수의 peak으로 관찰되는 복잡한 다양한 색소 조성을 갖는다(Akiwa Y와 Ohtani T 1991). 클로

로필은 주로 채소나 과일에 함유된 색소로 4개의 피롤핵이 메틴기에 의해 서로 결합한 포르피린 고리의 중심에 마그네슘을 가지고 있으며 세균 생육 저지 효과, 조혈 작용 등이 보고되어 있다(Lee MH 등 2005). 토종 유색미 2종 적미와 녹미의 색소성분에 대해 분석한 결과는 Table 3에 나타난 것처럼 적미 100 g당 안토시아닌이 131 ng 함유되어 있는 것으로 측정되었고, 녹미에는 총 클로로필함량이 7.95 ng 함유되어 있으며 클로로필 a와 b는 각각 3.04 ng, 4.91 ng 함유된 것으로 측정되었다.

Table 3. Pigment analysis of indigenous pigmented rice

	Anthocyanin	Chlorophyll (ng/100g)		
	(ng/100g)	Total Chlorophyll	Chlorophyll a	Chlorophyll b
Red rice	131.0±35.2			
Green rice		7.95±1.98	3.04±1.28	4.91±1.71

- <sup>1)</sup> Values are expressed as mean ± standard deviation of 4 samples.
- <sup>2)</sup> Anthocyanin = Abs<sub>530</sub> - 0.24 × Abs<sub>655</sub>
- <sup>3)</sup> Total Chlorophyll = 7.22 × Abs<sub>663</sub> + 20.3 × Abs<sub>645</sub>  
Chlorophyll a = 12.72 × Abs<sub>663</sub> - 2.58 × Abs<sub>645</sub>  
Chlorophyll b = 22.88 × Abs<sub>645</sub> - 5.50 × Abs<sub>663</sub>

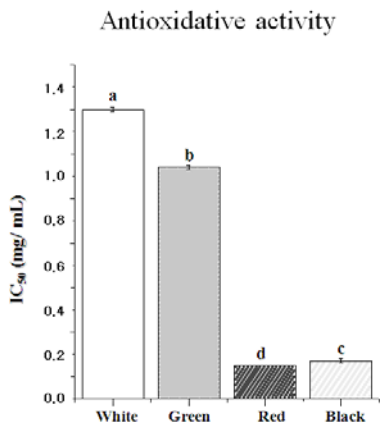


Fig. 2. Antioxidative activity of indigenous pigmented rice

- <sup>1)</sup> Amount require for 50% reduction of DPPH
- <sup>2)</sup> Values are expressed as mean ± standard deviation of 10 samples.
- <sup>3)</sup> Values with different letters are significantly different at p < 0.05.

#### 4. 가래떡의 색도

가공적성 중 중요한 인자인 식미와 관능적 기호도를 고려하여 유색미를 예비실험에서 얻어진 일정 비율(전체 쌀 무게의 15%에 해당하는 유색미 첨가)로 혼합한 후 노화지연기술을 이용한 최적 조건으로 가래떡으로 성형하였다(Fig. 3). 물성특성 중 전분의 품질과 관련된 인자로서 색도를 측정하였다. 가래떡의 색도는 유색미 첨가에 의해 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)가 각각 백미에서는 명도가 높은 값(83.15)으로 측정되었고, 적미와 흑미에서는 적색도가 높은 수치(8.07, 7.80)로

관찰 되었으며 녹미에서는 황색도가 상대적으로 가장 높게 (13.37) 관찰 되었다(Table 4).

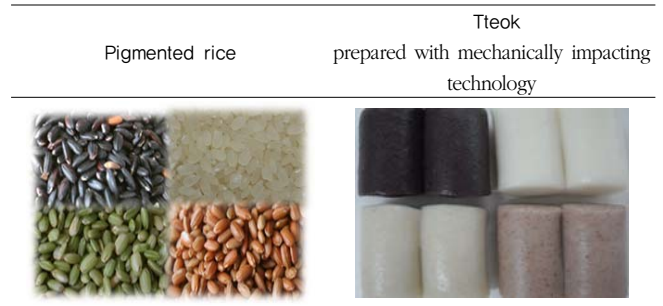


Fig. 3. Pigmented rice and Tteok adapted with mechanically impacting technology

- <sup>1)</sup> Upper left in each section: Black rice
- <sup>2)</sup> Upper right in each section: White milled rice
- <sup>3)</sup> Lower left in each section: Green rice (indigenous pigmented rice)
- <sup>4)</sup> Lower right in each section: Red rice (indigenous pigmented rice)

Table 4. Color difference of indigenous pigmented rice

	L	a	b	dE*
White rice	83.15±2.05	-2.41±0.20	8.35±0.84	18.63±1.63
Green rice	77.21±0.31	-0.86±0.10	13.37±0.67	26.11±0.47
Red rice	62.97±1.12	8.07±0.26	11.80±0.72	39.32±1.26
Black rice	34.51±0.54	7.80±0.41	0.05±0.07	65.49±0.58

- <sup>1)</sup> Values are expressed as mean ± standard deviation of 10 samples.
- <sup>2)</sup> L: Lightness, a: redness, b: yellowness

#### 5. 가래떡의 저장중 경도 변화

떡의 식감을 나타내는 품질 지표인 경도를 실온에서 보관하며 72시간 동안 측정된 결과, 노화지연 기술을 적용하지 아니한 백미 가래떡의 경도는 저장 2일차부터 3080 g, 3일차에는 4353 g을 보였다. 한편, 노화지연기술을 적용하여 제조한 네 종류의 가래떡은 제조 1일 후 약간 경도가 증가하는 경향(688-1046 g)을 보이나 이는 가래떡 제조 직후의 말랑말랑한 물성의 범위에 속하는 수치로 저장 3일까지도 경도 492-716 g로 제조직후의 물성 및 식감을 유지하는 것으로 측정되었다(Fig. 4). 따라서 토종 녹미와 적미는 15% 첨가 시 노화지연 기술의 적용이 가능한 소재임을 알 수 있다.

#### 6. 항산화 활성

DPPH는 안정한 자유 라디칼로 516 nm에서 최대 흡수치를 나타내며 전자 또는 수소를 받으면 흡광도가 감소하며 유색미의 추출물에서 이러한 라디칼이 환원되거나 상쇄되면 높은

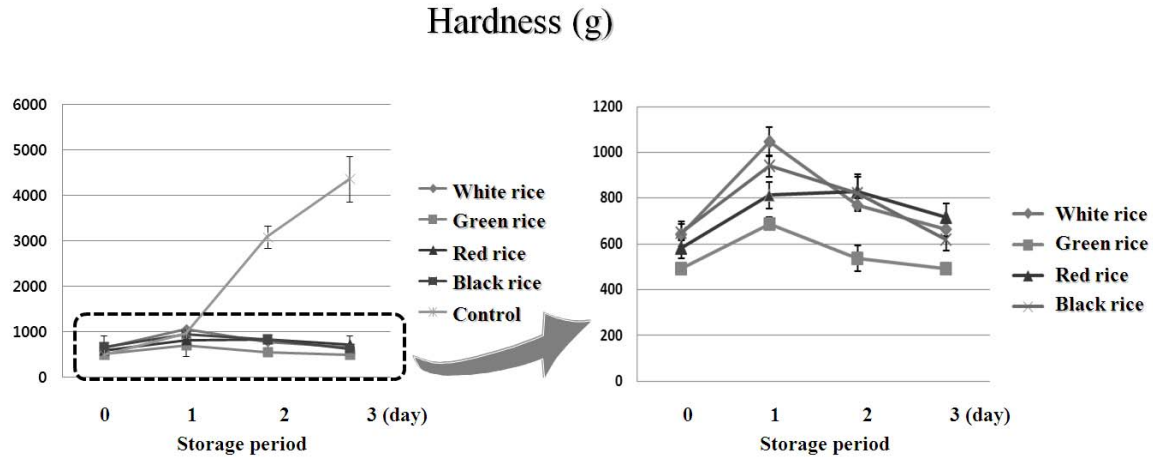


Fig. 4. Changes of hardness of *Garaedduk* prepared with mechanically impacting technology(MIT) during storage period

- 1) Values are expressed as mean  $\pm$  standard deviation of 10 samples.
- 2) Samples were prepared with manufacturing condition adapted with or without MIT.  
 White rice: *Garaedduk* made from 100% of white rice with MIT.  
 Green rice: *Garaedduk* added with 15% of indigenous green pigmented rice with MIT.  
 Red rice: *Garaedduk* added with 15% of indigenous red pigmented rice with MIT.  
 Black rice: *Garaedduk* added with 15% of indigenous black pigmented rice with MIT.  
 Control: *Garaedduk* made from 100% of white rice without MIT.

항산화 활성을 기대 할 수 있다. 본 실험에서는 토종 유색미 2종과 백미, 흑미의 항산화 활성에 대하여 DPPH 라디칼 50% 억제 활성에 해당하는 시료의 농도를 나타내는 IC<sub>50</sub>의 농도를 구하는 방식을 통해 비교분석 하였다. 그 결과, 흑미보다 토종 적미의 항산화 활성이 더 강한 것으로 측정되었으며 토종 녹미 또한 백미에 비해 유의적으로 강한 항산화 활성을 나타냈다(Fig. 2). 이는 흑미는 일반 백미에 비하여 낮은 농도의 추출물에서 강한 항산화 활성이 있다는 Kim EO 등(2008)의 보고(hydroxyl radical(IC<sub>50</sub>=0.420 mg/mL), DPPH(IC<sub>50</sub>=0.09 mg/mL), superoxide (IC<sub>50</sub>=0.199 mg/mL)와 일치하며, 흑미와 적미에서 보이는 이 항산화 활성은 색소성분인 안토시아닌에 기인하는 것으로 생각된다. 또한 적미에 함유된 탄닌계의 적갈색 색소도 적미의 항산화활성의 한 요인으로 추론 가능하며 이는 탄닌계 색소가 함유된 흑참깨의 항산화효능에 관한 보고와도 일치한다(Namiki M와 Kobayashi T 1998). 또한 유색미의 색소성분은 라디칼 소거활성이나 항산화 활성의 발현에 중요한 역할을 담당한다는 연구 보고와도 일치하는 결과를 보였다(Kang MY 등 2003).

#### IV. 요약

본 연구에서는 선행연구를 통해 얻어진 노화 지연 기술의 적용성 확대를 위해 토종 유색미를 활용한 굳지 않는 떡을

개발하여 소재의 응용범위를 확대하고 기술의 가치를 제고하고자 하였다. 개량종에 비해 연구가 전무한 토종 유색미의 가공적성 검토의 기초 연구로서 적미, 녹미의 일반성분 및 색소를 포함한 이화학 특성을 분석하고 항산화 활성을 측정하였다. 그 결과, 적미와 녹미에는 안토시아닌과 클로로필이 함유되어 있음이 밝혀졌으며 탄닌계 색소를 포함한 수용성 페놀화합물이 함유되어 있어 항산화 효능을 갖는 것으로 추론되었다. 또한, 선행연구를 통해 얻어진 노화 지연 기술을 적용하여 유색미를 이용한 굳지 않는 떡을 제조한 결과 기술이 적용되는 최적의 혼합비율은 15%였다. 실온에서 3일간 저장하며 경도의 변화를 측정한 결과 제조당일에 가까운 경도를 나타냄을 알 수 있었으며 제조 직후 1일은 약간 경도가 증가하는 경향을 보이나 이는 가래떡 제조 직후의 말랑말랑한 물성의 범위에 속하는 수치에 해당된다고 할 수 있다. 제조 직후의 식감이 유지되는 예상 메카니즘으로는 적당한 품온에서의 전분침가가 기계적 충격과정을 통해 교차결합을 형성하여 떡 내부의 수분을 유지 하고 있는 것으로 추론된다. 본 연구를 통해 기계적 충격을 바탕으로 하는 노화 지연기술 접목이 가능한 유색미의 혼합비율이 도출되었으며 이를 통해 한반도 토종 유색미가 항산화 활성을 갖는 건강지향형 소재로서 굳지 않는 떡의 제조에 활용될 수 있는 가능성이 제시되었다.

## V. 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국가연구개발사업(과제번호 PJ007519)의 지원에 의한 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Akiwa Y, Ohtani T. 1991. Pigment properties of pigmented rices, *Shokuhingogyo* 34(1):28-33
- AOAC. 1984. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 14<sup>th</sup> ed. Method 930.15, 990.03, 945.16, 978.10. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA
- Choi SE, Lee JM. 1993. Standardization for the preparation of traditional Jeung-pyun, *Korean J Food Sci Technol* 25(6):655-665
- Ha TY. 2002. Nutritional and functional properties of rice, *Proceedings of the Korean Society of Postharvest Science and Technology of Agricultural Products Conference* pp 64-71
- Han GJ, Park HY, Han SY, Shin DS. 2011. Application of retrogradation-retardation technology to *Korean* rice cake made from non-waxy rice, *Food Research International* (in press)
- Han SJ, Kim JS, Chae SU, Kang SS, Ryu SO, Hyun JW, Son KH, Sohn HY, Chang HW. 2004. Biological screening of extracts from the colored rice cultivars, *Kor. J. Pharmacogn* 35(4):346-349
- Heu MH. 2000. Botanical characteristics of ancient rice excavated at different place in Korea, *Korean Studies Information Service System* 7:41-61
- Kang HS. 2009. An empirical analysis on the structure and conduct methods of the world rice market: focusing on the top 4 major rice exporting countries, *Int 1 Assoc Area Studies* 13(3):93-119
- Kang MY, Shin SY, Nam SH. 2003. Correlation of antioxidant and antimutagenic activity with content of pigments and phenolic compounds of colored rice seeds, *Korean J Food Sci Technol* 35(5):968-974
- Kim BW, Yoon SJ, Jang MS. 2005. Effects of addition Baekbokryung (White *Poria cocos* Wolf) powder on the quality characteristics of Sulgidduk, *Korean J Food Cookery Sci* 21(6):895-907
- Kim DW, Eun JB, Rhee CO. 1998. Cooking conditions and textural changes of cooked rice added with black rice, *Korean J Food Sci Technol* 20(3):562-568
- Kim EO, Oh JH, Im JG, Kim SS, Suh HS, Choi SW. 2008. Chemical compositions and antioxidant activity of the colored rice cultivars, *Korean J Food Reserv* 15(1):118-124
- Kim KS, Han KS. 1987. Scientific study for the standardization of the preparation methods for Kyongdan, *Korean J Soc Food Sci* 3(1):20-30
- Kim KS, Lee JK. 1999. Effects of addition ratio of pigmented rice on the quality characteristics of *Seoligigeok*, *Korean J Soc Food Sci* 15(5):49-53
- Koh BK. 1999. Development of the method to extend shelf life of Backsulgie with enzyme treatment, *Korean J Food Cookery Sci* 15:533-538
- Kozukue N, Friedman M. 2003. Tomatine, chlorophyll, beta-carotene and lycopene content in tomatoes during growth and maturation, *J Sci Food Agric* 83(3):195-200
- Kuge T. 1992. On the physicochemical properties of starch(in Japanese), *Denpun Kagaku* 36(10):51-56
- Kwon YJ, Lee KT, Yun TM, Choi SW. 2004. Effect of heat treatment on the functional constituents of rice gem, *J Food Sci Nutr* 9(4):330-335
- Lee BD, Eun JB. 2008. Rice processing in food industry, *Food Industry and Nutrition* 13(2):1-7
- Lee C. 2003. Studies on the retrogradation properties of rice starch, *Korean J Food Nutr* 16(2):105-110
- Lee HH, Kim HY, Koh HJ, Ryu SN. 2006. Varietal difference of chemical composition in pigmented rice varieties, *Korean J Crop Sci* 51:113-118
- Lee JK, Jeong JH, Lim JK. 2011. Quality characteristics of Topokki Garaedduk added with ginseng powder, *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(3):426-434
- Lee JK, Kim KS, Lee GS. 2000. Effects of addition ratio of reddish-brown pigmented rice on the quality characteristics of *Seoligigeok*, *Korean J Soc Food Sci* 16(6):18-21
- Lee LS. 1994. The study on identification of anthocyan pigments in red rice, *Master's thesis*, Jeonnam National University, pp 3-5
- Lee MH, Han JS, Nobuyuki K. 2005. Changes of chlorophyll contents in spinach by growth periods and storage, *Korean J Food Cookery Sci* 21(3):339-345
- Lee MY, Kim JG. 2007. Quality characteristics of Jeolpyeon by different ratios of *Lycil furctus* powder, *Korean J Food Cookery Sci* 23(6):818-823
- Lee WJ, Jung JK. 2002. Quality characteristics and preparation of noodles from brown rice flour and colored rice flour, *Korean J Culinary Research* 8(3):267-278
- Lee YS, Jung HO, Rhee CO. 2002. Quality characteristics of *Yukwa*

- prepared with pigmented rice. Korean J Soc Food Cookery Sci 18(5):59-63
- Mantos A, Ha E, Caine-Bsh N, Burzminski N. 2011. Effects of the gluten-free/casein-free diet on the nutritional status of children with autism. J Am Dietetic Association 111:A32
- Murray JR, Hackett WP. 1991. Dihydroflavonol reductase activity in relation to differential anthocyanins accumulation in juvenile and mature phase *Hedera helix* L. Plant Physiology 97(1):347-351
- Namiki M, Kobayashi T. 1998. Science of sesame. Hanlimjournalsa, Seoul, Korea pp 198-224
- Noh KS, Han KY, Yoon SJ. 2007. A study on the housewives' consumption pattern and preference of the Korean rice cake as a substitute for meal. Korean J Food Culture 22(1):10-21
- Olen O, Askling J, Ludvigsson JF, Hildebrand H, Ekblom A, Smedby KE. 2011. Coeliac disease characteristics, compliance to a gluten free diet and risk of lymphoma by subtype. Digestive Liver Disease 43:862-868
- Sakac M, Torbica A, Sedej I, Hadnadev M. 2011. Influence of breadmaking on antioxidant capacity of gluten free breads based on rice and buckwheat flours. Food Res Int'l 44:2806-2813
- Shin EH, Lee JK. 2004. Quality characteristics of *Jeung-Pyun* on the addition ratio of pigmented rice and fermentation methods. Korean J Food Cookery Sci 20(4):46-52
- Shin SY, Kang MY, Nam SH. 2003. Correlation of lipid soluble compounds of colored rices and its mutagenicity, antimutagenicity and antioxidativity. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol 46(3):214-219
- Song JC, Park HJ. 2003. Functions of various hydrocolloids as anticaking agents in Korean rice cakes. Korean J Food Nutr 32(8):123-1261
- Song JM, Han YS. 2003. Effect of Bakjakyak (*Paeonia japonica*) addition on the shelf-life and characteristics of rice cake and noodle. Korean J Food Culture 18:311-319
- Suh HS, Park SJ, Heu MH. 1992. Collection and evaluation of Korean red rices I. Regional distribution and seed characteristics. Korean J Crop Sci 37(5):425-430
- Trynka G, Wijmenqa C, Vanhell DA. 2010. A genetic perspective on coeliac disease. Trend in Molecular Medicine 16:537-550
- We GJ, Cho YS, Yoon MR, Shin MS, Ko SH. 2010. Development of rice flour-based puffing snack for early childhood. Food Engineering Progress 14:322-327
- Yoo JN, Kim YA. 2001. Effect of oligosaccharide addition on gelatinization of Backsulgies. Korean J Food Cookery Sci 17:66-74
- Yoon SJ. 2006. International strategy of rice cake and Korean traditional cookie. Food Industry and Nutrition 11(2):25-28