

유색미 미강 추출물 첨가가 밥의 취반 특성에 미치는 영향

김주희* · 남석현** · 김미현* · 손재근*** · 강미영*†

*경북대학교 식품영양학과, **아주대학교 생명과학과, ***경북대학교 식물생명과학부

Cooking Properties of Rice with Pigmented Rice Bran Extract

Joo-Hee Kim*, Seok-Hyun Nam**, Mi-Hyun Kim*, Jae-Keun Sohn***, and Mi-Young Kang*†

*Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

**Department of Natural Science, Ajou University, Suwon 442-749, Korea

***Division of Plant Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

ABSTRACT This study was performed to examine the feasibility of cooking processing using the rice added the 70% ethanol extract of pigmented rice bran layer. Four rice samples, including normal rice, glutinous rice, pigmented-normal rice, and pigmented-glutinous rice were compared the properties of physico-chemical, texture, and sensory evaluation. Pigmented rice varieties had a higher amylose content, but shorter length in glucose chains than non-pigmented rice varieties. The enthalpy for gelatinization was found to increase in pigmented rice, which need more energy for gelatinization of starch in cooking. The hydrolysis rate by glucoamylase in rice added pigmented bran extract was higher than pigmented rice. Rice with pigmented bran extract had higher glutamine content, but lower asparagine content and no difference in fatty acid composition, which affect palatability. Cooked rice added pigmented bran extract was less retrograded than pigmented rice during the storage period. Moreover, cooked rice added pigmented bran extract was more acceptable in sensory evaluation. Based on the results, the use of rice added pigmented bran extract instead of pigmented rice in grain processed food have advantageous effects in palatability of polished rice and phytochemicals of pigmented non-polished rice. This study will help develop new health-promoting rice products.

Keywords : pigmented rice bran extract, palatability, physico-chemical properties, sensory evaluation

최근 건강증진, 질병의 예방 및 치유에 기여하는 식품 성

분들의 생리활성 효능에 대한 관심이 고조되고 있으며, 건강 장수를 위해서는 일상적인 식생활을 통하여 생리활성 기능성 성분의 섭취가 바람직하다는데 의견이 모아지고 있다. 우리의 주식인 쌀에는 tocopherol, tocotrienol, γ -oryzanol 등의 항산화성분(Muramoto & Kawamura, 1991; Park *et al.*, 2003; Serbinova & Packer, 1994; Okada & Yamaguchi, 1983)을 비롯하여 phytic acid, 식이섬유, γ -aminobutyric acid 등 다양한 생리활성 성분이 함유되어 있으며, 이들 성분들은 대부분이 미강층(쌀의 배아, 호분층 및 과피)에 분포하고 있다(Kim *et al.*, 2004; Nam *et al.*, 2006). 그러므로 건강유지의 관점에서는 백미가 아닌 현미 상태로 취반하여 일상적으로 섭취하여야 할 것이다. 그러나 하얗고 김이 모락모락 나는 흰 쌀밥에 대한 우리들의 정서를 고려해 보면 취반을 위한 쌀에 대해서는 식미 위주의 고품질 쌀을 선호할 것이다. 또한 쌀 시장이 개방되고 있는 현시점에서 국내산 쌀의 소비 증가를 유도하면서 쌀 산업의 경쟁력을 확보하기 위해서 쌀의 고품질화가 이루어져야 함에는 이견의 여지가 없다.

한편, 과피의 색이 적갈색에서부터 흑자색에 이르는 다양한 품종의 유색미들은 일반미 품종들에 비해서 미강 추출물의 항산화 활성이 우수하며(Ramarathnam *et al.*, 1988), 이들이 가지는 항산화 성분으로서 cyanidin 3-O- β -D-glucoside 및 peonidine 3-O- β -D-glucoside 등이 보고되어 있다(Choi *et al.*, 1994; Tsuda *et al.* 1994). 본 연구자들은 이미 다양한 유색미 품종들의 에탄올 추출물(Kang *et al.*, 1996; Nam & Kang, 1997) 및 색소분획(Choi *et al.*, 1996)에서 높은 항산화 활성, 항암활성 및 염증 억제활성 등을 평가한 바 있다(Nam & Kang, 1998). 이렇게 생리활성 효과가 우수한 유

†Corresponding author: (Phone) +82-53-950-6235

(E-mail) mykang@knu.ac.kr <Received October 2, 2006>

색미들도 도정하여 미강층을 제거한 배유 부분은 흰색이며, 배유 부분으로 취반하면 핑크색 밥이 된다.

이에 저자 등은 유색미로부터 미강과 배유부분으로 분리 활용함으로써 쌀 가공 제품의 다양화 및 쌀의 고부가가치화를 꾀하고자 한다. 즉 유색미 미강 및 미강 추출물을 건강 기능성 쌀 가공식품 제조용 신소재로서의 적극적인 활용을 통하여 쌀 산업의 고 부가가치화를 이루고자 하는 것이다. 본 논문은 이러한 맥락에서 우선 유색미로만 취반한 밥과 일반미에 유색미 미강 추출물을 일정량 첨가하여 취반한 밥을 비교함으로써 생리활성 효과가 보강된 밥의 취반적성을 검증하였다.

재료 및 방법

실험시료

시판하는 멥쌀(일품계), 찰쌀(일반계), 흑미멥쌀(일반계) 및 흑미찰쌀(흑진주)을 구입하여 사용하였으며, 유색미로부터 8분도로 도정하여 얻은 미강을 70% 에탄올로 85℃에서 3시간 환류냉각 추출하여 에탄올 추출물을 얻었다.

전분 분리

쌀 전분은 Asaoka 등(1984)의 방법을 변형한 알칼리 침지법(Yamamoto *et al.*, 1973)에 의하여 분리하였다. 쌀을 50 mM LiOH(Lithium hydroxide)에 침지시킨 후, isoamylalcohol, acetone과 ethylalcohol을 처리하여 지질 등의 불순물을 제거하여 전분침전물을 얻었다. 이를 풍건시켜 데시케이터에 보관하면서 실험재료로 사용하였다.

배유 전분의 I₂ 정색 반응

전분시료를 2N-NaOH에 의해 알칼리 호화시킨 후, 1/9N acetic acid로 중화시켰다. 전분 1 mg 당 1% I₂-10% KI 용액 0.2 ml를 첨가하여 정색반응 시킨 후, 분광광도계에 의해서 500 nm에서 700 nm까지의 흡수곡선을 기록하였다(Ikawa *et al.*, 1983).

배유 전분의 호화 특성

시차주사열량기(Differential Scanning Calorimetry, DSC SP⁺, England)를 이용하여 알루미늄 팬에 전분과 물의 비율이 1:2가 되게 시료를 취하고 밀봉하여 2시간 평형시킨 다음, 25℃에서 95℃까지 10℃/min의 승온 속도로 가열하여 조사하였다(Kang *et al.*, 1995). DSC thermogram 상에 나타나는 호화개시온도(T₀), 최대호화온도(T_p), 호화종결온도

(T_c) 및 흡열엔탈피(ΔH)를 구하였다.

배유 전분립의 Glucoamylase에 의한 가수분해도 비교

전분 100 mg에 0.4% acetic acid buffer(pH 4.8) 9 ml와 1% enzyme solution(amyloglucosidase Sigma, St. Louis, MO, USA) 35 units를 첨가하여 37℃에서 반응시키면서 정기적인 가수분해도를 측정하였다. 5, 30, 60 및 180분 간격으로 반응액 100 μl를 채취하여 1.9 ml 증류수를 첨가하고 100℃에서 10분간 증탕시켜 가수분해 반응의 정지와 더불어 전분을 호화시켰다. Total sugar 함량은 phenol-H₂SO₄ 법(Loyd & Whelan, 1969)으로, 가수분해되어 유리되는 glucose 함량은 glucose-oxidase peroxidase 법(Kim *et al.*, 1995)으로 측정하여 가수분해도를 산출하였다.

성분 분석

아미노산 조성

조단백 정량은 Kjeldahl 법에 의해 측정하였다. 시료 0.5 g을 취한 후 K₂SO₄와 H₂SO₄ 10 ml를 첨가하여 분해 장치에서 완전히 분해시킨 후, Kjeldahl nitrogen/protein analyzer(Keeltecauto Sampler System 1035 Analyzer, Germany)를 이용하여 3회 반복 측정하였다. 유리아미노산 분석은 시료 각각을 완전히 건조시켜 PITC(phenylisothiocyanate)로 유도체화 시켰다. 이를 200 μl의 A solvent로 녹인 다음 0.45 μm filter로 filtering해 microcentrifuge 시킨 후 상층액을 HPLC(Hewlett Packard 1100 Series, U.S.A.)를 이용하여 분석하였다.

지방산 조성

잘 분쇄된 쌀 시료 1 g을 취하여 클로로포름:메탄올(2:1, v/v)을 추출용매로 사용하여 Folch 등(1957)의 방법에 의하여 추출하였다. 추출한 지방은 Chung(1991)과 Nike 등(2004)의 방법에 따라 지방산을 methyl ester화 한 후 GC(Hewlett-Packard 6890 series, U.S.A)를 이용하여 분석하였다.

취 반

멥쌀과 찰쌀은 상온의 물에 3번 씻어 8시간 불렸다가 수침 전 무게의 0.5%에 해당하는 유색미 미강추출물을 첨가하고, 흑미멥쌀과 흑미찰쌀은 현미임을 고려하여 상온의 물에 3번 씻어 9시간 불린 후, 쌀 무게의 가수량 1.5배를 가하여 전기밥솥(전기솥, HRC-064, 웅진코웨이주식회사)으로 취반하였다.

취반 물성측정

취반 물성 및 물성의 변화는 texture analyser(Model TA-HDi, England)로 시료를 2회 압착하였을 때 얻어지는 힘-시간 곡선의 TPA parameter로부터 경도, 응집성, 탄성, 부착성 등의 물성을 구하였다. 취반 후 냉장온도(4°C)에 저장하면서 시간의 경과(5 hrs, 30 hrs.)에 따른 물성변화를 10회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다. 또한 밥은 4°C에 보관하면서 제조 5시간 경과 후의 경도에 대한 30시간 경과 후 경도 변화의 비로써 노화지표를 각각 산출하였다.

색도 측정

유색미 미강추출물을 첨가한 밥의 색도는 색차계(JS555, Color Techono System Co., Ltd., Japan)를 사용하여 명도(Lightness), 적색도(Redness), 황색도(Yellowness) 값을 측정하였다(standard L = 95.83, a = -1.22, b = 1.15). 모든 항목은 3회 반복 측정하여 평균값을 제시하였다.

관능검사

훈련된 패널 7명을 선정하여 실험의 목적과 유색미 미강추출물을 첨가한 밥의 관능적 품질요소를 잘 인지하도록 반복 훈련시킨 후, 10 cm 선척도를 사용하여 3회 반복 평가하였다. 선척도는 0 cm에서 10 cm로 갈수록, 특성이 강할수록 높은 점수를 주었다. 평가항목은 색, 냄새, 맛, 거친 정도 등 4개 항목이다. 최종적으로 전반적인 기호도에 대해서는 7점 척도 법을 이용하여 각각 3회 실시하였다. 각 시료는 제조한 다음 30분이 지난 후에 50×50×10 mm의 크기로 하여 흰색 접시에 담아 물과 함께 제공하였다.

통계처리

각 항목에 따른 실험결과는 SPSS PC+를 사용하여 평균치와 표준편차를 산출하였고, 평균치간 유의성은 One-way ANOVA를 이용하여 P<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

결과 및 고찰

쌀 시료들의 식미특성 비교

현재까지 식미를 정확하게 평가할 생화학적 지표가 마련되어 있지는 않지만, 추청 등의 양질미의 경우에는 단백질, 수분과 아밀로오스 함량을 근거로 식미치로써 표시하도록 고안된 쌀 품질 분석기를 사용하여 객관적으로 밥맛을 평가

할 수는 있다. 그러나 본 연구에서와 같이 유색미 추출물을 첨가하여 제조되는 밥 또는 유색미 밥과 짙은 색상이 가미된 시료의 경우에는 품질 분석기를 활용하여 취반적성을 검정할 수가 없다. 그러므로 일반적으로 쌀 배유 구성 중 전분분자의 아밀로오스 함량은 낮고, 전분분자의 미세구조를 형성하는 포도당의 쇠장이 짧을수록 식미가 좋고, 총 단백질 함량은 낮을수록 식미가 좋으며, 구성 아미노산 중에는 글루타민산의 함량이 높을수록, 그리고 아스파라긴산의 함량은 낮을수록 식미가 좋으며, 윤기가 흐르는 쌀밥을 보면 밥맛이 좋을 것이라고 여긴다는 점을 감안하여(Choi *et al.*, 1997; Choi, 2002), 본 연구에서는 취반 적성을 비교하고자 하는 쌀 시료들의 이화학적 특성을 파악하고자 하였다. 우선 배유 전분분자의 요오드 정색반응, 전분입자의 호화특성 및 효소에 대한 가수분해도 등을 비교하였다(Table 1). 또한 총 단백질 함량과 아미노산 조성 분포(Table 2) 및 지방산 조성 분포(Table 3)를 각각 측정·비교하였다.

품종 별 쌀의 배유 전분 분획을 제조하여 알칼리에 호화시킨 후 전분-I₂ 복합체 형성에 기인하는 정색반응물의 680 nm에서의 흡광도인 blue value로부터 아밀로오스 함량을 비교하였고, 아밀로오스 분자의 최대 흡수파장 및 최대 흡수파장에서의 흡광도 비교에 의하여 아밀로오스 분자의 chain length를 유추 비교하였다. 최대흡광도를 나타내는 파장에서의 흡광도가 높다는 것은 유사한 chain length의 것들이 중첩되어 있음을 의미하므로 품종 별 배유전분 중 아밀로오스 분자의 구조적인 차이를 반영하는 지표로 사용할 수 있을 것이다(Banks *et al.*, 1974). Table 1에서 제시된 바와 같이, 메벼 품종이 찰벼 품종에 비해 blue value가 높아 아밀로오스 함량이 더 높았으며, 유색미 품종들이 일반미 품종들에 비해서 아밀로오스 함량이 높게 나타났다. 또한 유색미 품종들에서 전분-I₂ 정색반응의 최대흡광도 파장은 약간 단파장 쪽으로 이동하였으며, 최대흡광도를 나타내는 파장에서의 흡광도도 일반미 품종에 비해 감소하여 아밀로오스 분획의 포도당 사슬의 길이가 약간 짧은 것으로 사료된다.

품종 별 전분입자의 호화 특성은 전분입자가 호화될 때의 흡열 반응을 시차주사열량계(DSC) 측정에 의한 DSC thermogram으로부터 산출한 호화개시온도, 호화최대온도, 호화종결온도 및 호화엔탈피로 나타내었다. 품종 간에 유의한 차이는 없으나, 찰쌀이 호화개시온도는 가장 낮고, 호화종결온도는 가장 높게 나타났다. 그리고 유색미 품종들이 일반미 품종들에 비해서 호화개시온도, 호화종결온도 및 호화최

Table 1. Iodine index, pasting properties, and hydrolysis rate of rice added with 0.5% pigmented rice bran extracts.

		NW-e ¹⁾	GW-e	PNW	PGW	
Starch-I ₂ complex	Blue value (680 nm)	2.66±0.91 ^{4)a}	0.64±0.01 ^{b5)}	2.31±0.92 ^a	0.62±0.01 ^b	
	λ_{max}	nm	591.5±20.2 ^a	524.5±21.1 ^b	558.0±22.12 ^a	521.5±17 ^b
		Absorbance	3.54±0.7 ^a	2.12±0.52 ^b	3.34±0.72 ^a	2.13±0.6 ^b
Pasting properties	DSC characteristics ²⁾	T _o ^{NS3)}	60.11±1.2	59.47±1.12	62.17±1.65	61.71±1.22
		T _p ^{NS}	69.42±1.52	70.85±1.34	71.53±1.63	71.11±1.27
		T _c ^{NS}	75.26±1.12	77.69±1.38	75.41±1.41	76.67±1.38
		ΔH (cal/g)	1.58±0.4 ^a	1.46±0.2 ^a	2.77±0.33 ^b	2.55±0.36 ^b
Hydrolysis by glucoamylase	hydrolysis rate (%)	2 hr	91.04±1.19 ^a	94.72±2.38 ^a	75.01±1.03 ^b	75.82±0.49 ^b

¹⁾NW-e : Normal rice+0.5% pigmented rice bran extract, GW-e : Glutinous rice+0.5% pigmented rice bran extract

PNW : Pigmented-normal rice, PGW : Pigmented-glutinous rice

²⁾T_o : onset temperature, T_p : max. peak temperature, T_c : completion temperature, ΔH : enthalpy

³⁾NS : not significant

⁴⁾All values are mean±S.D.

⁵⁾Means with different superscript within the same row are significantly different at p<0.05

대온도에서 높은 경향을 보였다. 호화엔탈피는 DSC thermogram peak의 면적으로 나타내는데(Kang, 1989), peak의 면적이 클수록 호화될 때 많은 열량이 소모되었다는 것을 나타낸다. 따라서 유색미 품종들이 취반 시 전분의 호화에 더 많은 흡열 에너지가 소요되는 것을 보여주고 있다.

품종별로 쌀 전분의 이화학적 특성의 비교 및 결정화도를 유추하는 수단으로써 전분입자의 glucoamylase에 의한 가수분해도를 살펴보았다. Glucoamylase는 전분 분자의 환원성 말단에서부터 순차적으로 작용하여 최종적으로 glucose 단위까지 가수분해 시키는 exo-type의 효소이다. 실제로 생 전분입자에 glucoamylase를 작용시키면 생 전분입자는 입자의 표면으로부터 넓은 범위에 걸쳐 가수분해가 진행되므로 SEM 사진에서는 전분분자의 표면이 너와집 지붕과 같은 형태로 관찰 된다(Zobel *et al.*, 1988). 이는 전분 분자의 표면에 pin hole이 형성되면서 가수분해되고 전분입자를 부수면 계단상의 층상구조가 보이는 endo-type의 효소인 α -amylase와 다른 특성이라는 점에서 전분분자의 미세구조를 유추하는 수단으로 사용되기도 한다(Tagaya *et al.*, 1979; Roy *et al.*, 1984). 즉 glucoamylase의 초기 가수분해도가 높다는 것은 전분입자의 표면으로 환원성 말단의 수가 많이 분포한다는 의미라고도 할 수 있다. 본 연구 결과, 37°C에서 2시간 가수분해 후 유색미 미강 추출물을 첨가한 밥이 유색미 밥에 비해 가수분해도가 높게 나타난 것으로 보아 유색미 단독으로 취반하였을 때보다 일반미에 미강 추출분

획을 첨가하여 취반하여 섭취하는 편이 소화 흡수가 더 용이할 것으로 사료된다.

밥맛이 가장 우수한 쌀의 이화학적 분석 결과를 보면 총 단백질 함량은 7% 미만으로 알려져 있다. Table 2에 나타내는 바와 같이 시료에 함유된 총 단백질 함량은 유색미(흑미잡쌀 : 9.25%, 흑미땀쌀 : 8.63%)가 유색미 미강분획을 첨가한 쌀(잡쌀 : 8.0%, 땀쌀 : 6.63%)에 비해 높게 나타났다. 또한 아미노산 조성을 살펴본 결과, 식미에 영향을 주는 글루타민산 함량은 유색미 미강 추출물을 첨가한 쌀에서 더 높게 나타난 반면 아스파라긴산 함량은 유색미에서 더 높았다.

쌀에 있어서 지질 성분 또한 단백질 및 전분과 결합된 형태로 조직의 물성 등에 영향을 미치므로 섭취하는 밥에서 식감을 결정하는 요인이 된다. 지방산의 조성은 palmitic acid, oleic 및 linoleic acid 등 3종의 지방산이 95% 이상을 차지하고 그 외에는 linolenic acid, stearic acid, myristic acid 등의 지방산이 0.5~2%로 소량 함유되어 있다(Tsuda *et al.*, 1994). 본 연구에서 품종 별 지방산 조성을 살펴본 결과, 4 품종 모두 linoleic acid와 oleic acid가 전체 지방산의 73% 이상을 차지하고 있었으며 품종 간에 유의한 조성 차이는 없었다. 따라서 본 연구 결과, 유색미 미강 추출물을 첨가한 쌀은 밥의 식미에 영향을 미치는 지방산 조성은 유색미와 차이가 없으면서 글루타민산 함량은 높은 반면, 총 단백질 및 아스파라긴산은 낮게 함유하고 있어서 취반 시 식미가 더 우월할 것으로 사료된다.

Table 2. Protein content and amino acid composition of rice added with 0.5% pigmented rice bran extract.

Sample ¹⁾	Protein (%)	Amino acid ²⁾ (mol %)												
		Asp	Glu	Asn	Ser	Gln	Gly	His	Arg	Thr	Ala	Pro	Trp	Lys
NW-e	6.63±0.42 ^{3a)}	17.51±0.31 ^{4a)}	18.36±0.31 ^a	13.44±0.11 ^a	4.87±0.02 ^{5NS)}	3.78±0.01 ^a	4.18±0.02 ^a	1.19±0.01 ^a	3.85±0.02 ^a	1.88±0.01 ^a	7.96±0.03 ^a	2.39±0.02 ^{NS)}	14.36±0.11 ^a	0.50±0.01 ^a
GW-e	8.0±0.33 ^b	17.46±0.24 ^a	23.77±0.14 ^b	9.22±0.06 ^a	4.80±0.04	5.46±0.02 ^b	3.27±0.02 ^a	1.38±0.01 ^a	4.33±0.03 ^b	1.68±0.01 ^a	6.88±0.05 ^a	2.49±0.02	11.44±0.08 ^a	0.61±0.01 ^a
PNW	8.63±0.31 ^b	21.28±0.23 ^b	12.37±0.33 ^a	17.01±0.16 ^b	3.64±0.03	3.60±0.02 ^a	6.30±0.01 ^b	2.72±0.01 ^b	4.43±0.03 ^b	3.06±0.01 ^b	10.18±0.04 ^b	2.72±0.01	6.84±0.08 ^b	0.18±0.01 ^b
PGW	9.25±0.4 ^c	17.94±0.23 ^a	21.55±0.25 ^b	15.72±0.18 ^b	4.77±0.02	4.76±0.03 ^a	3.96±0.01 ^a	1.97±0.02 ^b	4.11±0.01 ^b	2.12±0.02 ^b	7.29±0.03 ^a	2.95±0.01	7.54±0.05 ^b	0.39±0.01 ^b

¹⁾NW-e : Normal rice+0.5% pigmented rice bran extract, GW-e : Glutinous rice+0.5% pigmented rice bran extract
 PNW : Pigmented-normal rice, PGW : Pigmented-glutinous rice

²⁾Abbreviations used : Asp, Aspartic acid; Glu, Glutamic acid; Asn, Asparagine; Ser, Serine; Gln, Glutamine; Gly, Glycine; His, Histidine; Arg, Arginine; Thr, Threonine; Ala, Alanine; Pro, Proline; Trp, Tryptophan; Lys, Lysine.

³⁾All values are mean±S.D.

⁴⁾Means with different superscript within the same column are significantly different at p<0.05

⁵⁾NS : not significant

Table 3. Fatty acid composition of rice added with 0.5% pigmented rice bran extracts.

(unit : %)

Sample ¹⁾	Fatty acid composition ²⁾								
	C14 : 0	C16 : 0	C18 : 0	C20 : 0	C16 : 1	C18 : 1	C18 : 2	C18 : 3	C20 : 1
NW-e	0.34±0.01 ³⁾	21.42±0.12	1.99±0.03	0.44±0.01	35.69±0.43	38.76±0.55	0.11±0	1.03±0.01	0.23±0
GW-e	0.53±0.01	22.67±0.2	2.43±0.04	0.46±0.01	33.71±0.44	38.87±0.47	0.11±0	0.96±0.01	0.25±0
PNW	0.32±0.01	16.9±0.02	1.65±0.03	0.71±0.01	37.75±0.51	41.07±0.52	0.13±0	1.12±0.01	0.35±0
PGW	0.47±0.01	19.55±0.03	1.24±0.02	0.61±0.01	36.35±0.29	39.35±0.32	0.11±0	1.93±0.01	0.39±0

¹⁾NW-e : Normal rice+0.5% pigmented rice bran extract, GW-e : Glutinous rice+0.5% pigmented rice bran extract
 PNW : Pigmented-normal rice, PGW : Pigmented-glutinous rice

²⁾C14 : 0, myristic acid; C16 : 0, palmitic acid; C18 : 0, stearic acid; C20 : 0, arachidic acid; C16 : 1, palmitoleic acid; C18 : 1, oleic acid; C18 : 2, linoleic acid; C18 : 3, linolenic acid; C20 : 1, gadoleic acid

³⁾All values are mean±S.D.

취반 성형성

유색미 미강 추출물을 0.5% 첨가한 멥쌀(NW-e)와 찰쌀(GW-e), 그리고 흑미멥쌀, 흑미찰쌀로 취반 후 품종 별 모습을 Fig. 1에 나타내었다. 외관상으로는 멥쌀과 찰쌀밥의 전형적인 특성을 나타내어 찰쌀밥이 윤기가 더 많이 났다. 그리고 유색미 밥이 유색미 미강분획을 첨가한 밥에 비해 부피가 줄어들었고 조직도 거침을 알 수 있다.

저장에 따른 물성 비교

유색미 미강추출물을 첨가한 밥과 유색미 밥을 2일 동안 냉장온도에 저장하면서 저장에 따른 물성의 변화를 texture 분석기를 이용하여 측정하였다. texture profile로부터 경도, 부착성, 탄력성, 응집성, 껌성 및 씹힘성의 6가지 항목을 산출하였다. Table 4에서 나타내듯이 물성은 품종에 따라 차

이를 보임을 알 수 있다. Reddy 등(1993)은 아밀로오스 함량이 높고 장쇄 아밀로펙틴을 함유한 쌀이 단단한 물성을 가지는 반면, 상대적으로 적은 아밀로오스와 단쇄아밀로펙틴을 함유하는 쌀이 더 부드러운 물성을 가진다고 보고하였다. 본 연구 결과 또한 찰쌀의 경도가 상대적으로 아밀로오스 함량이 더 높은 멥쌀에 비해 낮았으며, 유색미 미강추출물을 첨가한 밥의 경도가 아밀로오스 함량이 더 높은 유색미 밥에 비해 낮게 나타나 Reddy 등의 연구와 일치함을 알 수 있다. 모든 품종에서 시간 경과 따라 경도는 증가하였다. 부착성과 탄력성, 응집성, 껌성 및 씹힘성 모두 유색미 밥에 비해 유색미 미강 추출물을 첨가한 밥에서 더 높게 나타났다. 저장에 따라 모든 품종에서 부착성과 응집성은 감소하였으며, 탄력성, 껌성 및 씹힘성은 증가하는 경향을 보였다.

저장에 따른 노화 지표

유색미 미강추출물을 첨가한 밥의 저장에 따른 노화지표를 Table 6에 제시하였다. 노화지표는 25시간 경과에 따른 경도의 변화(Table 5의 B-A수치)로부터 산출하여 품종 별

로 비교하였다. 경도 변화는 유색미 미강 추출물을 첨가한 밥이 유색미 밥에 비해 적었다. 노화지표 역시 같은 경향을 나타내어 유색미 미강 추출물을 첨가하여 취반할 때 유색미 밥에 비해 노화가 덜 일어남을 알 수 있다.

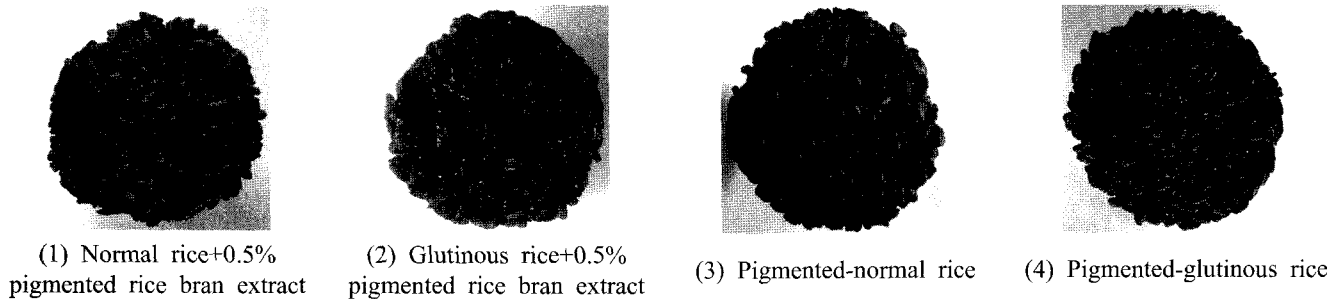


Fig. 1. Cooked rice of four different rice samples.

Table 4. Textural properties of cooked rice added with 0.5% pigmented rice bran extracts.

Sample ¹⁾	Save time (hrs.)	Textural characteristics					
		Hardness	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
NW-e	5	842.83±29.07 ^{2) b}	-188.04±7.15 ^{e3)}	0.94±0.04 ^{NS4)}	0.39±0.02 ^c	324.53±19.67 ^{ab}	306.34±30.49 ^{ab}
	30	1488.48±23.50 ^d	-381.90±28.02 ^c	0.97±0.02	0.28±0.05 ^{abc}	420.89±76.09 ^{bc}	409.81±82.65 ^b
GW-e	5	660.92±34.83 ^a	-376.43±7.89 ^c	0.92±0.04	0.56±0.15 ^d	375.59±117.71 ^{ab}	348.80±126.66 ^{ab}
	30	1144.46±28.19 ^c	-612.59±68.61 ^a	0.97±0.02	0.53±0.03 ^d	605.63±28.42 ^d	586.21±22.12 ^c
PNW	5	1070.89±58.43 ^c	-145.06±5.18 ^c	0.84±0.03	0.25±0.04 ^{ab}	271.20±41.73 ^a	227.82±31.12 ^a
	30	1979.58±137.86 ^e	-406.40±22.38 ^c	0.86±0.15	0.25±0.02 ^{ab}	486.43±70.62 ^c	415.65±85.98 ^b
PGW	5	843.24±25.13 ^b	-315.53±7.19 ^d	0.91±0.06	0.34±0.01 ^{bc}	289.58±5.56 ^a	364.67±21.07 ^a
	30	1533.01±30.31 ^{de}	-535.58±17.00 ^b	0.89±0.08	0.23±0.01 ^a	346.27±13.48 ^{ab}	307.92±37.73 ^{ab}

¹⁾NW-e : Normal rice+0.5% pigmented rice bran extract, GW-e : Glutinous rice+0.5% pigmented rice bran extract
²⁾All values are mean±S.D.
³⁾Means with different superscript within the same column are significantly different at p<0.05
⁴⁾NS : not significant

Table 5. Hardness and retrogradation of cooked rice added with 0.5% pigmented rice bran extracts.

Sample ¹⁾	Hardness		Degree of retrogradation	
	5 hr. (A)	30 hr. (B)	B-A	(B-A)/A
NW-e	842.8±25.1 ^{2) a}	1488.48±25.4 ^{3) a}	645.7±15.2 ^a	0.77±0.01 ^a
GW-e	660.9±18.8 ^b	1144.46±20.9 ^b	483.5±14.1 ^b	0.73±0.01 ^a
PNW	1070.9±26.2 ^c	1979.56±23.9 ^c	908.7±15.8 ^c	0.85±0.02 ^b
PGW	843.3±22.1 ^a	1533.01±22.4 ^a	689.8±16.2 ^a	0.82±0.02 ^b

¹⁾NW-e : Normal rice+0.5% pigmented rice bran extract, GW-e : Glutinous rice+0.5% pigmented rice bran extract
²⁾All values are mean±S.D.
³⁾Means with different superscript within the same column are significantly different at p<0.05

Table 6. Color difference of cooked rice added with 0.5% pigmented rice bran extracts.

Sample ¹⁾	Hunter's color value		
	L	a	b
NW-e	31.68±0.79 ^{2)b}	14.57±0.17 ³⁾	6.00±0.11 ^b
GW-e	29.70±3.28 ^b	12.24±1.61 ^b	6.11±1.14 ^b
PNW	12.85±1.04 ^a	4.95±0.32 ^a	2.40±0.26 ^a
PGW	15.00±1.05 ^a	4.81±0.11 ^a	2.84±0.22 ^a

¹⁾NW-e : Normal rice+0.5% pigmented rice bran extract, GW-e : Glutinous rice+0.5% pigmented rice bran extract
 PNW : Pigmented-normal rice, PGW : Pigmented-glutinous rice

²⁾All values are mean±S.D.

³⁾Means with different superscript within the same column are significantly different at p<0.05

Table 7. Sensory evaluation of cooked rice added with 0.5% pigmented rice bran extracts.

Sample ¹⁾	Sensory Characteristics				
	Color	Flavor	Taste	Toughness	Overall preference
NW-e	4.37±1.94 ^{2)a}	3.71±1.71 ^{a3)}	4.76±1.41 ^a	7.78±0.57 ^b	4.25±1.17 ^b
GW-e	5.71±1.31 ^b	4.52±1.15 ^a	5.62±0.95 ^a	8.11±1.21 ^b	5.63±1.19 ^c
PNW	9.07±0.62 ^c	7.82±0.94 ^b	8.26±0.64 ^b	1.62±0.81 ^a	2.13±1.25 ^a
PGW	8.77±0.67 ^c	7.63±1.46 ^b	7.97±0.96 ^b	2.55±1.25 ^a	3.43±1.25 ^{ab}

¹⁾NW-e : Normal rice+0.5% pigmented rice bran extract, GW-e : Glutinous rice+0.5% pigmented rice bran extract
 PNW : Pigmented-normal rice, PGW : Pigmented-glutinous rice

²⁾All values are mean±S.D.

³⁾Means with different superscript within the same column are significantly different at p<0.05

색 도

품종 별로 밥의 색도를 측정한 결과는 Table 6과 같다. 유색미 밥이 유색미 미강추출물을 첨가한 밥에 비하여 전체적으로 어두웠으며, 적색도와 황색도 모두가 낮게 나타났다. 유색미 밥에서 안토시아닌색소의 용출이 더 잘 일어나 자홍색이 강해지면서 전체적으로 색상이 어둡게 나타난 것으로 보인다. 본 연구의 결과는 Kim 등(1998)의 연구에서 수원 415 쌀의 L, a, b 값이 17.6, 2.6 및 1.7로 나타난 것과는 차이를 보이는데, 이는 밥으로 제조되면서 일어난 색도 변화에 기인하는 것으로 사료된다.

관능검사

유색미 밥과 유색미 미강추출물을 0.5% 첨가한 밥의 관능검사 결과는 Table 7에 제시하였다. 색깔, 향, 맛, 거친 정도 및 전반적인 기호도를 측정하였다. 유색미 고유의 색과 향 및 맛에 대한 점수는 유색미 밥이 유색미 미강추출물을 첨가한 밥에 비해 높게 나타났다. 일반적으로 유색미를 첨가하게 되면 섬유질량이 많아져서 조직이 거칠어지게 된다. 거친 정도 항목에서는 입안에서 씹는 느낌이 거칠지 않을수

록 높은 점수를 주도록 하였는데, 유색미 미강추출물을 첨가한 밥이 유색미 밥보다 더 부드럽게 받아들여지는 것으로 나타났다. 또한 현미 상태 밥보다는 백미에 유색미 미강추출물을 넣고 한 밥의 기호도가 더 높았다. 따라서 유색미 미강추출물을 첨가하여 밥을 지을 경우 백미상태 밥의 식감은 유지하면서 유색미의 생리활성물질까지 이용할 수 있으므로 건강 기능성 쌀 가공식품 제조용 신소재로서의 적극적인 활용이 가능할 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 유색미 미강추출물을 일정량 첨가하여 취반하였을 때의 취반적성을 검정하고자 하였다. 유색미 품종들이 일반미 품종들에 비해서 amylose 함량이 높았으며, 전분-I₂ 정색반응으로 미루어 보아 아밀로오스 분획의 포도당 사슬의 길이가 약간 짧은 것으로 유추할 수 있다. 그리고 유색미 품종들이 일반미 품종들에 비해서 호화개시온도, 호화종결온도, 호화최대온도 및 호화엔탈피에서 높은 경향을 보여 취반 시 전분의 호화에 더 많은 흡열 에너지가 소요됨을 알

수 있다. 또한 유색미 미강 추출물을 첨가한 밥이 유색미 밥에 비해 가수분해도가 높아 유색미 단독으로 취반하였을 때보다 일반미에 미강 추출분획을 첨가하여 취반하여 섭취하는 편이 소화 흡수가 용이함을 알 수 있다. 밥의 식미에 영향을 미치는 인자들을 살펴본 결과, 유색미 미강 추출물을 첨가한 쌀의 지방산 조성은 유색미와 차이가 없으면서 글루타민산 함량은 높은 반면, 총단백질 및 아스파라긴산은 적게 함유하고 있어서 취반 시 식미가 더 우월할 것으로 사료된다. 유색미 미강추출물을 첨가한 밥이 유색미 밥에 비해 노화가 덜 일어났으며, 색도와 전반적인 기호도가 더 높게 나타났다. 본 연구 결과 유색미 미강추출물을 첨가하여 밥을 지을 경우 백미상태 밥의 식감은 유지하면서 유색미의 생리활성물질까지 이용할 수 있으므로 건강 기능성 쌀 가공 식품 제조용 신소재로서의 적극적인 활용이 가능 할 것으로 사료된다.

인용문헌

- Asaoka, M., K. M. Okuno, S. Sawada, Y. Sugimoto, and H. Fuwa. 1984. Effect of environmental temperature during development of rice plants on some properties endosperm starch. *Stärke*. 33 : 9-13.
- Banks, W., C. T. Greenwood, and D. D. Muir. 1974. A critical comparison of amylose content by colorimetric determination and potentiometric titration of the iodine complex. *Stärke*. 26 : 73-77.
- Choi, H. C., H. C. Hong, and B. H. Nahm. 1997. Physicochemical and structural characteristics of grain associated with palatability in Japonica rice. *Korean J. Breed.* 29(1) : 15-27.
- Choi, H. C. 2002. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. *Korean J. Crop Sci.* 47(S) : 15-32.
- Choi, S. W., W. W. Kang, and T. Osawa 1994. Isolation and identification of anthocyanin pigments in black rice. *Foods Biotechnol.* 3 : 131-136.
- Choi, S. W., S. H. Nam, and H. C. Choi. 1996. Antioxidative activity of ethanolic extracts of rice brans. *Foods Biotechnol.* 5 : 305-309.
- Chung, O. K., K. J. Lorenz, and K. Kulp. (Eds.) 1991. Cereal lipids. In : *Handbook of Cereal Science and Technology*, Marcel Dekker, New York. pp. 497-553.
- Folch, J., M. Lees, and G. H. Sloane stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226 : 497-509.
- Ikawa, Y., M. Y. Kang, Y. Sugimoto, and H. Fuwa. 1983. Some properties of starches of jos's tears. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.* 30 : 30-12.
- Kang, M. Y. 1989. Some physicochemical properties of large and small starch granules of barley. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21(1) : 52-57.
- Kang, K. J., K. Kim, and S. K. Kim. 1995. Relationship between molecular structure of rice amylopectin and texture of cooked rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27(1) : 105-111.
- Kang, M. Y., Y. H. Choi, and S. H. Nam. 1996. Inhibitory mechanism of colored rice bran extract against mutagenicity induced by chemical mutagen mitomycin C. *Agri. Chem. Biotechnol.* 39 : 424-429.
- Kim, S. J., D. S. Han, K. D. Moon, and J. S. Rhee. 1995. Measurement of superoxide dismutase-like activity of natural antioxidants. *Biosci. Biotech. Biochem.* 59(20) : 822-826.
- Kim, Y. D., K. Y. Ha, K. B. Lee, H. T. Shin, and S. Y. Cho. 1998. Varietal variation of anthocyanin content and physicochemical properties in colored rice. *Korean J. Breed.* 30(3) : 305-308.
- Kim, S. R., J. Y. Ahn, H. Y. Lee, and T. Y. Ha. 2004. Various properties and phenolic acid contents of rices and rice brans with different milling fractions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36(6) : 930-936.
- Lloyd, J. B. and W. J. Whelan. 1969. An improved method for enzymic determination of glucose in the presence of maltose. *Anal. Biochem.* 30 : 469-470.
- Muramoto, G. and S. Kawamura. 1991. Rice protein and anti-hypertensive peptide (angiotensin conversion enzyme inhibitor) from rice. *Nippon Shokuhin Kogyo.* 34 : 18-26.
- Nam, S. H. and M. Y. Kang. 1997. *In vitro* inhibitory effect of colored rice bran extracts carcinogenicity. *Agri. Chem. Biotechnol.* 40 : 307-312.
- Nam, S. H. and M. Y. Kang. 1998. Comparison of effect of rice bran extracts of the colored rice cultivars on carcinogenesis. *Agri. Chem. Biotechnol.* 41 : 78-83.
- Nam, S. H., S. P. Cho, M. Y. Kang, H. J. Koh, N. Kozukue, and M. Friedman. 2006. Antioxidant activities of bran extracts from twenty one pigmented rice cultivars. *Food Chem.* 94 : 613-620.
- Nike, L., D. Adrien, L. D. Dominique, M. Eric, L. Yvan, and M. Marc. 2004. The oleate/palmitate ratio allows the distinction between whole meals of spelt (Triticum spelta L.) and winter wheat (T. aestivum L.). *J. Cereal Sci.* 39 : 413-415.
- Okada, T. and N. Yamaguchi. 1983. Antioxidant effect and pharmacology of oryzanol. *Yukagaku.* 32 : 305.
- Park, K. Y., C. S. Kang, Y. C. Cho, Y. S. Lee, Y. H. Lee, and Y. S. Lee. 2003. Genotypic difference in tocopherol and tocotrienol contents of rice bran. *Korean J. Crop. Sci.* 48(6) : 469-472.
- Ramarathnam, N., T. Osawa, M. Namiki, and S. Kawakishi. 1988. Chemical studies on novel antioxidants I. Isolation, fractionation and partial characterization. *J. Agric. Food Chem.* 36 : 723-727.

- Reddy, K. R., S. Z. Ali, and K. R. Bhattacharya. 1993. The fine structure of rice starch amylopectin and its relation to the texture of cooked rice. *Carbohydrate Polymers* 22 : 267-275.
- Roy, L. W., N. B. James, and F. P. Eugene. 1984. In starch : Chemistry and technology, 2nd ed. Academic press Inc. pp. 188-193.
- Serbinova, E. A. and L. Packer. 1994. Antioxidant properties of α -tocopherol and α -tocotrienol. *Methods Enzymol.* 234 : 354-366.
- Tagaya, T., Y. Sugimoto, E. Imo, and H. Fuwa. 1979. Degradation of starch granules by α -amylase of fungi. *Stärke*. 30 : 289-293.
- Tsuda, T., M. Watanabe, K. Ohshima, S. Norinobu, S. Kawakishi, S. W. Choi, and T. Osawa. 1994. Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-*O*- β -D-glucoside and cyanidin. *J. Agric. Food Chem.* 42 : 2407-2411.
- Yamamoto, K., S. Sawada, and T. Onkai. 1973. Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.* 20 : 99-104.
- Zobel, H. F., S. N. Young, and L. A. Rocca. 1988. Starch gelatinization an X-ray diffraction study. *Cereal Chem.* 65 : 443-446.