

유색미 미강층 추출물을 첨가하여 제조한 도병의 제빙 적성 검정

김주희 · 김미현 · 강미영
경북대학교 식품영양학과

Processibility aptitude of Dobyong with pigmented rice bran extract

Joo Hee Kim, Mi Hyun Kim, Mi Young Kang

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

Abstract

This study was performed to examine the processibility aptitude for the addition of Dobyong to pigmented rice bran extract. Dobyong from pigmented rice was less bulky and coarser than Dobyong-added pigmented bran extract. The viscosity and degree of retrogradation in Dobyong-added pigmented bran extract were lower than Dobyong from pigmented rice, indicating that the inhibitory action of retrogradation was higher in Dobyong-added pigmented bran extract. The scores for springiness, adhesiveness, cohesiveness, gumminess, and chewiness were increased in Dobyong-added pigmented bran extract. Dobyong-added pigmented bran extract showed a decreased natural flavor of pigmented rice and degree of retrogradation, but had higher scores in color values. Dobyong-added pigmented bran extract was more acceptable in sensory evaluation. Based on these results, the use of rice-added pigmented bran extract instead of pigmented rice in rice-processed food has advantageous effects in terms of the palatability of polished rice and phytochemicals of pigmented non-polished rice. This study will help develop new health-promoting rice products.

Key words: bran extract, Dobyong, processibility aptitude, rice-processed food, sensory evaluation

1. 서 론

유색미 미강 추출물은 일반미 품종에 비해서 항산화 활성이 우수하며(Ramarathnam N 등 1988), 이를 뒷받침하는 특이적인 항산화성분으로서 cyanidin 3-O- β -D-glucoside 및 peonidine 3-O- β -D-glucoside 등의 색소성분이 분리되어 주목을 받아왔다(Choi SW 등 1994, Tsuda T 등 1994). 실제로 우리는 일부 품종의 유색미에 탄을 추출물이나 색소 분획의 항산화성을 측정한 결과, 항산화 활성, 항변이원성, DNA쇄의 산화적 손상에 대한 억제활성 및 발암 promotion에 대한 억제활성과

같은 유색미의 건강 기능성이 일반 취반용 쌀보다 전반적으로 우수함을 보고한 바 있다(Kang MY 등 1996, Nam SH 등 1997, Choi SW 등 1996). 이와 같은 사실은 유색미가 건강 기능성 쌀 가공 식품소재로서 이용될 가능성이 높은 농업자원임을 시사하고 있다. 또한 알러지 염증 발생에 대한 억제효과를 비만세포주인 RBL-2H3 세포주를 사용하여 검토한 결과도 유색미가 염증 유발에 중요한 인자로 작용하는 histamine과 MMP(matrix metalloproteinase)의 분비를 저해하는 능력이 일반미 품종들보다 우수하다는 사실을 보여주었다(Nam SH와 Kang MY 1998).

이렇게 유색미의 생리활성 효과에 관한 다양한 검토가 이루어지면서 유색미 가루를 일정량 첨가시킨 빵, 쿠키, 떡 등 곡류 가공제품 가공 시 가공적성에 대한 검토가 이루어지고 있다(Lee JS와 Oh MS 2006, Jung DS 등 2002, Cho JA와 Cho HJ 2000, Kang MY와

Corresponding author : Mi Young Kang, Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
Tel : 82-53-950-6235
Fax : 82-53-950-6229
E-mail : mykang@knu.ac.kr

Nam YJ 1999, Kim MJ 등 2001). 그러나 저자 등은 유색미를 미강(유색미의 배아, 호분층, 과피가 함유된 부분)과 배유(쌀)부분으로 분리 활용함으로써 쌀 가공제품의 다양화에 대한 연구를 추진하고 있다. 이러한 연구의 일환으로 우선, 본 논문에서는 유색미 미강층 에탄올 추출물을 일정량 첨가시켜 제조하는 도병의 가공적성을 검토하였다. 여러 종류의 쌀 가공제품 중에서 도병을 우선 선택한 이유는, 우리의 주식인 밥이 현미 상태가 아니고 백미밥이듯이 쌀 가공 제품들도 현미 상태로만 가공한 것보다는 백미로 가공하는 제품들(예를 들어 떡국, 떡볶이 등)이 일상적인 섭취가 가능할 것이라는 의미에서 선택하였다.

한편, 일반적으로 미강층에는 섬유소 및 지용성 성분의 함량이 높기 때문에 현미 상태로 쌀 가공제품을 제조해 보면, 조직감에 대한 기호도가 낮아지는 경향이 있다. 그러므로 본 논문에서와 같이 미강의 에탄올 추출물 첨가한다는 의미는, 생리활성 효과는 현미상태로서 제조한 것과 동일하지만, 물성 등 기호도의 면에서는 백미상태로 제조한 것과 동일한 효과를 나타낼 수 있는 쌀 가공제품을 제조하고자 하는 것이다. 즉 식품의 2차 기능인 기호성도 고려하면서 3차기능인 생리활성 성분이 다량 함유된 쌀 가공제품의 개발을 위한 기초적인 자료를 마련하고자 수행되었다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 시료는 시판하는 멥쌀(의성황토쌀, 일품), 찰쌀(응골진 찰쌀, 일반계), 유색미(보약밤상, 흑진주)을 사용하였다.

1) 유색미 미강 ethanol 추출물의 제조

유색미로부터 8분도로 도정하여 얻은 미강을 70 % 에탄올로 85℃에서 3시간 환류냉각 추출하여 에탄올 추출물을 얻었다.

2. 쌀가루 풀의 점도측정

증류수 500 ml에 멥쌀과 찰쌀 및 유색미의 쌀가루를 10%씩 첨가한 풀의 점도특성은 회전식 점도계(Digital Viscometer, Model DV-1+, Brookfield Engineering, USA)를 이용하여 측정하였다. 풀을 쏘 다음 수분 증발을

방지하기 위해 비커의 상부를 알루미늄호일로 덮었고, 조리 직후 90℃와 실온에 방치하였다가 60℃와 30℃로 온도를 하강시킨 후, 4℃로 냉각하는 등 온도를 달리 하여 점도 수치를 얻었다. 모든 실험은 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

3. 도병제조

1) 재료의 처리

멥쌀과 찰쌀은 상온(18℃)의 물에 3번 씻어 8시간 불렸으며, 유색미는 현미임을 고려하여 상온(18℃)의 물에 3번 씻어 9시간 불렸다가 소쿠리에 건져 30분간 물기를 뺀 후 분쇄기(주서, 믹서, 분쇄기, MJMF-7900, 한일전기주식회사)에 넣고 분쇄한 다음 20 mesh 체를 통과한 것을 실험에 이용하였다.

2) 도병제조

예비실험을 통하여 얻은 도병의 재료 배합은 Table 1과 같다. 제조방법은 Fig. 1에 제시하였다. 모든 재료를 섞은 후, 찹통에 물을 붓고 끓여 수증기가 오른 후, 찹기(직경 30 cm, 높이 6 cm)에 젖은 소창을 깔고 혼합한 재료를 넣고 센 불에서 10분간 쪄 다음 약한 불에서 5분간 뜸을 들여 완전히 익혔다. 쪄진 떡을 꺼내 즉시 반죽기(KitchenAid, 5K5SS, USA)에 넣어 5분간 돌린 다음 성형하여 랩으로 싸고 30분간 식힌 후 밀대로 밀어 30×30×5 mm의 크기의 틀로 찍어내 시료로 사용하였다.

4. 물성측정

Texture analyser(Model TA-HDi, Stable Micro Systems, England)로 측정하여 TPA(texture profile analysis)

Table 1. Formulas for *Dobyeong* added pigmented rice bran extract

Sample	Raw Material(g)			
	Rice flour	Pigmented rice bran extract	Salt	Water
1	500	0	5	175
2	497.5	2.5	5	175
3	497.5	2.5	5	175

1 : Pigmented rice flour (100%)

2 : Nonglutinous rice flour + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract

3 : Glutinous rice flour + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract

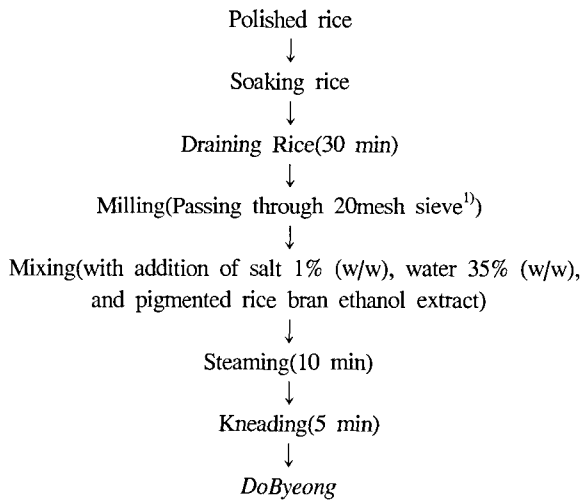


Fig. 1. Procedure of preparation for *DoByeong*

1) No. 20 Mesh sieve has 20 openings per linear inch of sieve surface.

parameter로서 나타내었다. 시료를 2회 압착하였을 때 얻어지는 힘-시간 곡선의 TPA parameter로부터 경도, 응집성, 탄성 및 부착성 등의 물성을 구하였다. 유색미 에탄올 추출물을 0.5% 첨가한 도병은 만든 후 실온(20 °C)에 저장하면서 시간의 경과(5, 30 hrs.)에 따른 물성 변화를 10회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다.

5. 노화도 측정

제조된 도병은 실온에 보관하면서 제조 5시간 후의 경도에 대한 30시간 경과 후 경도 변화의 비로 노화지표를 각각 산출하였다.

6. 색도

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

7. 관능검사

훈련된 패널 7명을 대상으로 하여 실험의 목적과 유색미 미강추출물을 첨가한 도병의 관능적 품질요소를 잘 인지하도록 반복 훈련시킨 후, QDA(Quantitative

Descriptive Analysis)로 3회 반복 평가하였다(Lee YC와 Kim KO 1989). 색, 냄새, 맛, 거친 정도 등 4개 항목에 대해서는 10 cm 선척도로써 0 cm에서 10 cm로 갈수록, 특성이 강할수록 높은 점수를 주었다. 전반적인 기호도에 대해서는 7점 척도 법을 이용하였으며, 모든 항목은 3회 실시하여 평균값을 제시하였다. 각 시료는 50×50×10 mm의 크기로 하여 백색 접시에 담아 입행 굵 용 물과 함께 제공하였다.

8. 통계처리

각 항목에 따른 실험결과는 SPSS PC+를 사용하여 평균치와 표준편차를 산출하였다. 평균치간 유의성은 One-way ANOVA를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 검증하였다(Duncan DB 1995).

III. 결과 및 고찰

1. 도병의 성형성

유색미 미강추출물을 0.5% 첨가한 멥쌀, 찰쌀 및 유색미만으로 가공한 도병 사진을 Fig. 2에 제시하였다. 외관상으로 찰쌀 도병이 멥쌀 도병에 비하여 윤기가 더 많은 것으로 나타났다. 그리고 유색미 도병이 유색미 미강추출물을 첨가한 도병에 비해 부피가 줄어들어있고 조직도 거침을 알 수 있다.

2. 도병 점도 측정

유색미와 일반미(멥쌀, 찰쌀)의 쌀가루를 첨가한 풀의 온도에 따른 점도 변화는 Fig. 3과 같다. 여러 연구에서(Jung DS와 Eun JB 2003, Fukai Y 등 1997) 유색

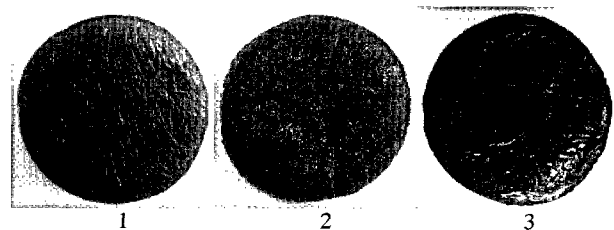


Fig. 2. *DoByeong* with 70% ethanol extract

1 : Nonglutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract

2 : Glutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract

3 : Pigmented rice

미 가루 첨가에 따라 점도가 낮아졌다고 보고되고 있는데, 이는 유색미 가루를 구성하고 있는 전분의 아밀로펙틴 함량이 높아서 전분의 결정화가 억제됨에 기인한다. 본 연구 결과 모든 온도에서 찹쌀이 멍쌀에 비해 점도가 낮게 나타났으며, 또한 유색미에 비해 유색미 에탄올 추출물을 첨가한 찹쌀에서 점도가 더 낮게 나타나 유색미 단독으로 도병을 제조하였을 때 보다 일반미에 미강 추출분획을 첨가하여 도병을 제조하는 것이 노화 억제 효과가 더 클 것으로 사료된다. 온도가 내려감에 따라 모든 시료에서 점도가 증가하는 경향을 보였다.

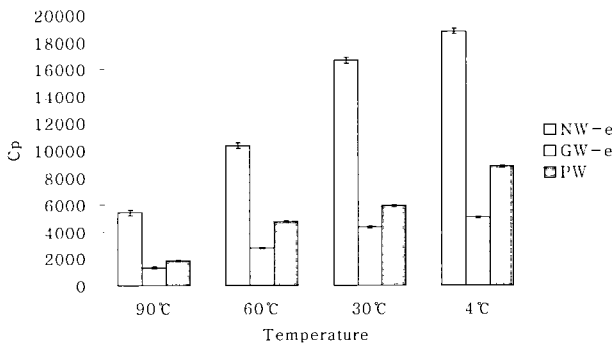


Fig. 3. Comparison of viscosity of *Dobyong* with the different temperature.

NW-e : Nonglutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract

GW-e : Glutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract

PW : Pigmented rice

3. 도병의 물성 비교

유색미 에탄올 추출물을 첨가하여 가공한 도병과 유색미로만 제조한 도병의 시간에 따른 물성 변화는 Table 2에 나타내었다. 각 시료간의 물성 특성에 있어서의 차이는 아밀로즈 함량과 장/단쇄 아밀로펙틴 사슬 비 및 입자구조에 기인하는 것으로 알려져 있다 (Singh N 등 2003). 또한 Reddy 등(1993)은 아밀로즈 함량이 높고 장쇄 아밀로펙틴을 함유한 쌀이 단단한 물성을 가지는 반면, 상대적으로 적은 아밀로즈와 단쇄아밀로펙틴을 함유하는 쌀이 더 부드러운 물성을 가짐을 보고하였다. 도병 제조 후 5시간에 경도(hardness)는 찹쌀 도병이 멍쌀 도병에 비해 낮아서 더 부드러움을 알 수 있다. 멍쌀 도병에서 가장 경도가 높았던 것은 멍쌀 전분입자의 크기가 가장 작은 것에 그 원인을 들 수 있겠다. 유색미 도병과 유색미 추출분획을 첨가한 도병 간에는 경도에 유의한 차이가 없었다. 탄력성(springiness)은 유색미가 유색미 미강 추출물을 첨가한 도병에 비해 유의적으로 낮게 나타났($p < 0.05$). 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 씹성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness) 모두 유색미 도병에 비하여 유색미 에탄올추출물을 첨가한 도병에서 유의하게 증가하였다($p < 0.05$).

4. 저장에 따른 노화지표 비교

각 품종별 저장에 따른 노화지표는 24시간 경과에 따른 경도의 변화(Table 3의 B-A)로부터 산출하여 비교하였다(Table 3). 24시간 저장 후 경도 변화 폭과 노화도는 멍쌀이 찹쌀에 비하여 증가하였다. 그리고 유색미 도병에 비해 유색미 에탄올 추출물을 첨가한 도

Table 2. Textural properties of *Dobyong* added with 0.5% pigmented rice bran extract

Sample ¹⁾	Save time (hrs.)	Textural characteristics					
		Hardness	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
NW-e	5	2087.35±29.03 ^{2)c}	-49.96±12.81 ^{bc3)}	0.94±0.02 ^b	0.76±0.06 ^c	1593.41±145.51 ^d	1492.38±130.07 ^d
	30	3801.44±241.25 ^d	-39.01±6.44 ^c	0.94±0.02 ^b	0.69±0.05 ^b	2615.67±251.68 ^e	2449.02±177.03 ^e
GW-e	5	992.92±34.85 ^a	-51.89±2.12 ^b	0.97±0.02 ^b	0.81±0.01 ^{cd}	808.27±32.95 ^b	784.65±30.40 ^b
	30	1333.91±25.55 ^b	-49.65±2.72 ^{bc}	0.95±0.02 ^b	0.85±0.02 ^d	1128.25±40.50 ^c	1071.35±65.74 ^c
PW	5	922.49±43.73 ^a	-95.56±3.58 ^a	0.80±0.02 ^a	0.62±0.00 ^a	567.40±19.56 ^a	452.99±24.39 ^a
	30	1530.55±178.78 ^b	-92.90±3.24 ^a	0.96±0.01 ^b	0.62±0.02 ^a	950.69±138.49 ^{bc}	907.44±125.40 ^{bc}

1) NW-e : Nonglutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract

GW-e : Glutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract

PW : Pigmented rice

2) Mean±S.D.

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

병에서 노화가 덜 일어난 것을 알 수 있다. 이는 유색미에 비해 일반미에 유색미 에탄올 추출물을 첨가 시 점도가 더 낮게 나타나 노화 억제 효과가 더 큰 것과 일치하는 결과이다.

5. 색도

유색미 도병과 유색미 미강추출물을 첨가한 도병의 색도를 측정된 결과는 Table 4에 제시하였다. 품종 별로 살펴보면 유색미 도병에 비하여 유색미 에탄올 추출물을 첨가한 도병이 명도를 나타내는 L값, 적색도를 나타내는 a값 및 황색도를 의미하는 b값 모두 높게 나타났다. 유색미 가루를 일정량 첨가시킨 곡류 가공제품에 대한 여러 연구(Jung DS 등 2002, Cho JA와 Cho HJ 2000)에서 유색미 가루를 첨가할수록 anthocyanin 색소의 자홍색이 강해지면서 전체적으로 색상이 어둡게 나타남을 보고하였다. 본 연구 결과 유색미 도병의 명도가 가장 낮아 어두웠으며, 그에 비해 유색미 미강추출물을 첨가한 도병의 명도가 높게 나타나 곡류를

Table 3. Hardness and retrogradation of *Dobyeong* added with 0.5% pigmented rice bran extract

Sample ¹⁾	Hardness		Degree of retrogradation	
	5hrs.(A)	30hrs.(B)	B-A	(B-A)/A
NW-e	2087.35	3801.44	1714.09	0.82
GW-e	992.92	1333.91	340.99	0.34
PW	922.49	1530.55	608.06	0.66

- 1) NW-e : Nonglutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract
- GW-e : Glutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract
- PW : Pigmented rice

Table 4. Color difference of *Dobyeong* added with 0.5% pigmented rice bran extract

Sample ¹⁾	Hunter's color value		
	L	a	b
NW-e	15.13±0.46 ^{2) b}	1.26±0.09 ^{3) j}	-0.85±0.02 ^a
GW-e	16.23±0.53 ^c	2.49±0.11 ^c	-0.20±0.07 ^b
PW	12.38±0.08 ^a	-0.20±0.07 ^a	-0.95±0.26 ^a

- 1) NW-e : Nonglutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract
- GW-e : Glutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract
- PW : Pigmented rice
- 2) Mean±S.D.
- 3) Means with different superscript within the same column are significantly different at p < 0.05

비롯한 2차 가공식품에 유색미 대신 유색미 미강층 추출물을 이용함으로써 색감을 증가시킬 수 있을 것이다. 또한, 본 연구 결과는 Kim YD 등(1998)에 의해 보고된 수원 415 쌀 자체의 L, a, b값인 17.6, 2.6 및 1.7과는 차이를 보였는데, 이는 도병으로 제조되면서 일어난 색도의 변화에 기인하는 것으로 사료된다.

6. 관능검사

유색미와 유색미 미강추출물을 첨가한 도병의 색깔, 향, 맛, 거친 정도 및 전반적인 기호도에 대한 관능검사를 실시하였다(Fig. 4, Table 5). 본 연구 결과 유색미 고유의 색(color)과 향(flavor)에 대한 항목은 유색미 도병(PGW)이 유색미 에탄올 추출물을 첨가한 도병에 비해 유의하게 높게 나타났다(p<0.05). 찹쌀 도병에서 유색미 향이 가장 낮게 나타난 것은, 찹쌀이 맵쌀에 비해 그 고유의 냄새가 강하여 유색미의 향을 반감시킨 것으로 보인다. 유색미의 향은 강하여 소량 첨가하여도 영향이 뚜렷이 나타나 유색미를 첨가한 여러 기능성식품 제조 시 유색미 향 마스킹 연구의 필요성이 대두되고 있다. 그러나 본 연구 결과와 같이 유색미 대신 유색미 미강 추출물을 첨가하여 도병을 제조하면 유색미의 향은 반감시키면서 기능성 성분은 활용할 수 있을 것으로 사료된다. 유색미 고유의 맛은 유색미로 만든 도병이 가장 높은 것으로 나타났다. 유색미 가루를 첨가하면 섬유질량이 많아져서 조직이 거칠어지게 된다. 본 연구에서는 유의한 차이는 없었지만 유색미 도병에 비하여 유색미 미강층을 추출하여 첨가한 도병에서 거친 정도가 감소되었음을 볼 수 있다. 전반적인

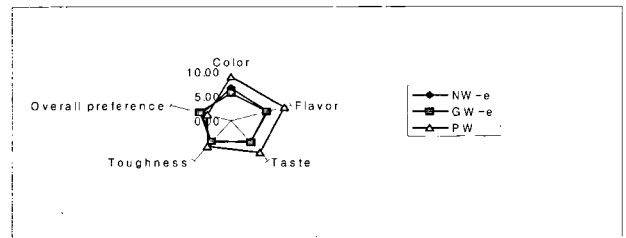


Fig. 4. QDA profile of sensory evaluation of *Dobyeong* with pigmented rice extract.
 NW-e : Nonglutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract
 GW-e : Glutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract
 PW : Pigmented rice

Table 5. Sensory test of *Dobyong*

Sample ¹⁾	Sensory Characteristics				
	Color	Flavor	Taste	Toughness	Overall preference
NW-e	6.63±1.17 ^{2)ja}	5.94±1.73 ^{3)j}	5.24±2.23 ^a	5.44±2.81 ^{NS4)}	4.75±1.04 ^{ab}
GW-e	5.67±1.12 ^a	5.74±1.68 ^a	5.32±1.65 ^a	5.12±2.59	5.25±0.71 ^b
PW	8.97±0.97 ^b	8.88±0.94 ^b	7.89±1.45 ^b	6.55±2.87	3.88±1.46 ^a

1) NW-e : Nonglutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract

GW-e : Glutinous rice + 0.5% Pigmented rice bran ethanol extract

PW : Pigmented rice

2) Mean±S.D.

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

4) NS : not significant

기호도(overall preference)는 유색미로 제조한 도병에 비해 유색미 미강추출물을 첨가하여 만든 도병에서 더 높게 나타났다. 따라서 본 연구 결과 쌀 가공식품 제조 시 유색미 대신 일반미에 유색미 에탄올 추출물을 첨가함으로써 생리활성 효과는 현미상태로 제조한 것과 동일하지만, 물성 등 기호도의 면에서는 백미상태로 제조한 것과 같은 효과를 나타낼 수 있는 가능성을 제시하였다.

IV. 요약

본 연구에서는 유색미를 미강과 배유 부분으로 분리 활용함으로써 쌀 가공제품의 다양화에 대한 연구의 일환으로, 유색미 미강층 에탄올 추출물 일정량 첨가시켜 제조한 도병의 가공적성을 검토하였다. 일반미에 유색미 미강층 에탄올 추출물 0.5% 첨가하여 제조한 도병과 유색미로만 만든 도병을 비교분석하였다. 연구 결과 유색미 도병이 유색미 미강추출물을 첨가한 도병에 비해 부피가 줄어들어 있고 조직도 거침을 알 수 있다. 유색미 도병에 비해 유색미 에탄올 추출물을 첨가한 도병에서 점도가 더 낮게 나타나 유색미 단독으로 도병을 제조하는 것보다 일반미에 미강 추출분획을 첨가하여 도병을 제조하는 것이 노화억제 효과가 더 큼을 알 수 있다. 탄력성, 부착성, 응집성, 껌성 및 씹힘성은 유색미 도병에 비해 유색미 분획추출을 첨가한 도병에서 유의하게 증가하였고, 유색미 도병과 유색미 추출분획을 첨가한 찰쌀도병 간에 경도 차이는 없었다. 유색미 도병에 비해 유색미 에탄올 추출물을 첨가한 찰쌀도병은 유색미의 강한 향은 반감시키고, 노화가 덜 일어났으며 색감과 전반적인 기호도에서 높은

점수를 나타내었다. 따라서 유색미 미강추출물을 첨가하여 도병을 제조 할 경우 식품에서 중요한 기능인 기호성도 고려하면서 유색미의 생리활성물질까지 이용할 수 있으므로 건강 기능성 쌀 가공식품 제조용 신소재로서의 적극적인 활용이 가능할 것으로 사료된다.

참고 문헌

Cho JA, Cho HJ. 2000. Quality properties of Injulmi made with black rice. *Korean J Soc Food Sci* 16(3): 226-231

Choi SW, Kang WW, Osawa T. 1994. Isolation and identification of anthocyanin pigments in black rice. *Foods Biotechnol* 3: 131-135

Choi SW, Nam SH, Choi HC. 1996. Antioxidative activity of ethanolic extracts of rice brans. *Foods Biotechnol* 5: 305-309

Duncan DB. 1995. Multiple range and multiple F test, *Biometrics* 11(1)

Fukai Y, Matsuzawa T, Ishitani G. 1997. Physicochemical studies on Thai and Philippine rice. *J Cookery Sci Japan* 30(1): 17-24

Jung DS, Lee FZ, Eun JB. 2002. Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34(2): 232-237

Jung DS, Eun JB. 2003. Rheological properties of dough added with black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 35(1): 38-43

Kang MY, Choi YH, Nam SH. 1996. Inhibitory mechanism of colored rice bran extract against mutagenicity induced by chemical mutagen mitomycin C. *Agri Chem Biotechnol* 39: 424-429

Kang MY, Nam YJ. 1999. Studies on bread-making quality of colored rice (Suwon 415) flours. *J Soc Food Sci* 15(1): 37-41

Kim YD, Ha KY, Lee KB, Shin HT, Cho SY. 1998. Varietal variation of anthocyanin content and physicochemical

- properties in colored rice. *Korean J Breed* 30(3): 305-308
- Kim MJ, Kim MH, Kim SD. 2001. Effect of black rice powder on fermentation of dough. *Korean J Baking* 1(1): 15-19
- Lee YC, Kim KO. 1989. *Sensory Evaluation of the Food*. p179. Hak Yeon Sa, Seoul
- Lee JS, Oh MS. 2006. Quality characteristics of cookies with black rice flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22(2): 193-203
- Nam SH, Kang MY. 1997. In vitro inhibitory effect of colored rice bran extracts carcinogenicity. *Agri Chem Biotechnol* 40: 307-312
- Nam SH, Kang MY. 1998. Comparison of effect of rice bran extracts of the colored rice cultivars on carcinogenesis. *Agri Chem Biotechnol* 41: 78-83
- Ramarathnam N, Osawa T, Namiki M, Kawakishi, S. 1988. Chemical studies on novel antioxidants I. Isolation, fractionation and partial characterization. *J Agric Food Chem* 36: 723-727
- Reddy KR, Ali SZ, Bhattacharya KR. 1993. The fine structure of rice starch amylopectin and its relation to the texture of cooked rice. *Carbohydrate Polymers*. 22: 267-275
- Singh N, Sodhi NS, Kaur M, Saxena SK. 2003. Physico-chemical, morphological, thermal, cooking and textural properties of chalky and translucent rice kernels. *Food Chemistry* 82: 433-439
- Tsuda T, Watanabe M, Ohshima K, Norinobu S, Kawakishi S, Choi SW, Osawa T. 1994. Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-O- β -D-glucoside and cyanidin. *J Agric Food Chem* 42: 2407-2411

(2006년 9월 28일 접수, 2006년 12월 13일 채택)