

흑미가루를 첨가한 쌀 식빵의 품질 특성

임 지 순¹ · 이 영 택^{2*}

¹건양대학교 식품생명공학과, ²경원대학교 식품생물공학과

Quality Characteristics of Rice Bread Substituted with Black Rice Flour

Ji-Soon Im¹ and Young-Tack Lee^{2*}

¹Dept. of Food Science and Biotechnology, Konyang University, Nonsan 320-711, Korea

²Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungwon University, Seongnam 461-701, Korea

Abstract

Yeast-leavened rice bread with added vital wheat gluten was formulated by substituting normal rice flour with 0~30% black rice flour, and the effects of black rice flour substitution on rice bread quality were investigated. Black rice flour contained more protein, lipid, and ash contents than normal rice flour. Increasing levels of black rice flour substitution decreased the specific loaf volume of rice bread. Black rice flour decreased lightness and yellowness, and imparted a reddish color in the bread crumbs. Only a slight difference in crumb firmness was observed between control rice bread (100% normal rice flour) and rice bread containing up to 20% black rice flour. However, crumb firmness of rice bread containing 30% black rice flour was considerably higher than that of the control rice bread and increased rapidly at 2~3 days during a 3-day storage period at 25°C. Antioxidant activity of rice breads was estimated by determining electron-donating ability (EDA) to DPPH radical. The electron-donating ability slightly increased with increasing levels of black rice flour in rice bread.

Key words : Rice bread, black rice flour, baking properties, antioxidant activity.

서 론

최근 기능성 식품에 관한 소비자의 관심이 높아짐에 따라 쌀에 있어서도 전곡미 형태의 현미를 비롯하여 유색미와 같은 특수미의 섭취가 증가하고 있다. 유색미의 일종인 흑미는 일반 백미와는 달리 겉껍질만 제거되어 현미상태로 도정되기 때문에 일반 백미에 비해 식이섬유 함량이 높으며, 비타민, 무기질 등의 영양소 함량이 풍부하다(Defa & Xu 1992, Ha *et al* 1999). 흑미에는 polyphenols, flavonoids, anthocyanins, γ -oryzanol 등 생리 활성 성분들을 함유하고 있으며, 이들은 생체에서 항산화 기능을 나타내는 것으로(Fardet *et al* 2008) 알려져 있다. 흑미의 쌀겨층에 존재하는 자홍색 색소인 anthocyanin은 cyanidin-3-glucoside, malvidin-3-glucoside와 같은 배당체를 주성분으로 구성되어 있으며(Tsuda *et al* 1994), 항산화 활성뿐만 아니라 항균 활성, 항변이원성, 혈전 용해 활성, 노화 방지 효과 등 다양한 생리 활성이 있는 것으로 보고된(Park *et al* 2008, Ichikawa 2001, Nam *et al* 1998) 바 있다.

흑미는 아밀로펙틴의 함량이 높아 찰기가 있고 독특한 향

미를 부여함으로써(Ha *et al* 1999, Song *et al* 2000) 식미에 좋은 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 흑미는 주로 밥에 혼용하는 잡곡의 형태로 사용되어 왔으나, 최근 흑미에 대한 관심이 높아지면서 식빵, 스펀지케이크, 쿠키, 떡, 국수, 흑미죽 등 흑미를 이용한 다양한 가공식품에 대한 연구가 보고되어 있다(Jung *et al* 2002, Park & Chang 2007, Lee & Oh 2006, Kim *et al* 2001a, Lee & Jung 2002). 흑미를 효모 발효빵에 이용한 연구로는 유색미가루의 제빵성(Kang & Nam 1999), 흑미가루 첨가에 따른 밀가루 반죽의 물리적 특성 및 반죽의 발효에 미치는 영향(Jung & Eun 2003, Kim *et al* 2001b), 흑미가루를 첨가한 식빵의 품질(Jung *et al* 2002)에 대해 연구된 바 있다. 그러나 흑미를 이용한 식빵에 대한 연구는 밀가루에 흑미가루를 첨가한 연구들로서, 쌀가루만을 이용한 쌀빵의 제조 시에 흑미가루를 첨가하여 그 제조 특성에 대하여 연구한 바는 거의 없다.

최근 일부 식빵, 케이크, 쿠키 등 베이커리 제품에 쌀가루가 혼용되어 사용되고 있으며, 한편으로는 밀빵에 알레르기 있는 사람들을 위한 대체 수단으로서도 쌀빵의 연구가 진행되어 왔다(Nishita *et al* 1976). 밀가루와 달리 쌀가루에는 빵의 구조를 형성하는 글루텐(gluten)이 없기 때문에 쌀빵의 제조에는 기술적인 어려움이 따르며(Kulp *et al* 1974), 이를

* Corresponding author : Young-Tack Lee, Tel : +82-31-750-5565, Fax : +82-31-750-5273, E-mail : ytleee@kyungwon.ac.kr

극복하기 위해서 활성 글루텐, 검류, 계면 활성제 등 다양한 첨가 재료를 부수적으로 사용하여 왔다(Kang *et al* 1997, McCarthy *et al* 2005, Lazaridou *et al* 2007, Kim & Lee 2009).

본 연구에서는 일반 쌀가루에 활성 글루텐, 검 및 유화제를 첨가하여 쌀빵을 제조시에 흑미가루의 부분적인 대체가 쌀 식빵의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

쌀 식빵의 제조에 사용된 쌀가루로 (주)태평양물산(Ansan, Korea)에서 생산된 백미 쌀가루와 흑미가루를 제공받았다. 활성 글루텐은 Pan-Pacific Co.(Ansan, Korea), 설탕은 제일제당, 소금은 도염원, 탈지분유는 서울우유, 쇼트닝은 큐원, 효모(instant dry yeast)는 Harbin Mauri Yeast Co. 제품을 시중에서 구입하였으며, guar gum은 (주)주피터 인터내셔널(Seoul, Korea)에서 유화제인 sodium stearoyl lactylate(SSL)은 (주)일신웰스(Seoul, Korea)에서 제공받아 사용하였다.

2. 일반성분 분석

쌀가루의 일반성분은 AACC 방법(2000)에 의해 수분 함량은 105°C 오븐 건조 방법(AACC 44-15A)에 의해 측정하였고, 회분 함량은 직접 회화법(AACC 08-01)에 의해 분석하였으며, 조지방은 Soxhlet법(AOAC 1990)으로 측정하였다. 조단백질은 Kjeltac auto sampler system 1035 Analyzer(Tecator Co., Sweden)를 사용하여 Micro-Kjeldahl법(AACC 46-13)으로 측정된 질소량에 질소계수 5.95를 곱하여 산출하였다.

3. 흑미가루 첨가 쌀가루의 호화 특성 측정

쌀가루에 흑미가루를 첨가하여(0~30%) 호화 양상을 신속 점도 측정계(Rapid Visco-Analyzer, Newport Scientific, Sydney, Australia)로 점도 변화를 측정하였다. 즉, 쌀가루 3.5 g(14% moisture basis)을 증류수에 분산시켜 25 mL로 조제한 시료를 RVA cup에 넣고 50°C에서 1분간 유지한 후 분당 12.16°C 속도로 95°C까지 증가시켰으며, 95°C에서 2.5분간 유지시킨 후 다시 11.84°C의 속도로 50°C로 냉각시켜 측정하였다. 이로부터 호화 개시 온도, 최고 점도, 95°C에서 2.5분 후의 점도, 50°C로 냉각 후의 최종 점도를 측정하였다.

4. 쌀 식빵의 제조

쌀가루에 흑미가루를 0~30% 대체하여 쌀 식빵을 제조하였으며, 쌀 식빵의 제조에 사용된 원료의 배합비율은 Table 1과 같다. 원료를 반죽기(SM200, SINMAG, Taiwan)를 사용하여 1단에서 2분, 2단에서 6분간 반죽한 후 200 g으로 분할

Table 1. Baking formula for rice bread based on flour basis

Ingredients	Rice flour substituted with black rice flour (%)			
	0	10	20	30
Rice flour	100.0	90.0	80.0	70.0
Black rice flour	0	10.0	20.0	30.0
Vital wheat gluten	17.0	17.0	17.0	17.0
Sugar	10.0	10.0	10.0	10.0
Salt	2.3	2.3	2.3	2.3
Shortening	10.0	10.0	10.0	10.0
Yeast	3.8	3.8	3.8	3.8
NFDM ¹⁾	6.3	6.3	6.3	6.3
Guar gum	0.5	0.5	0.5	0.5
SSL ²⁾	0.5	0.5	0.5	0.5
Water	81.3	81.3	81.3	81.3

¹⁾ Non-fat dry milk.

²⁾ Sodium stearoyl lactylate.

하여 둥글리기 하였으며, 실온에서 13분간 방치하였다. 그 후 moulder & sheeting roll(National Mfg. Co., Lincoln, USA)을 사용하여 성형한 후 식빵 팬(위 14.3×9.7 cm, 아래 12.9×6.4 cm, 높이 5.7 cm)에 넣은 다음 온도 38°C, 상대 습도 85%에서 55분간 발효를 하였다. 발효 후 윗불 200°C, 아랫불 218°C로 예열한 오븐에서 17분간 굽기를 하였다.

5. 쌀 식빵의 품질 평가

쌀 식빵의 무게(g)는 굽기 후 1시간 동안 방냉시킨 후 측정하였고, 부피(cc)는 종자치환법으로 측정하였으며, 이로부터 비용적(cc/g)을 구하였다. 쌀 식빵의 저장 중 경도 측정은 Texture Analyzer(TA-XT 2, Stable Micro Systems Co., England)를 사용하여 측정하였다. 쌀 식빵을 20 mm 두께로 절단한 후 지퍼백에 넣어 밀봉한 다음 25°C에서 3일간 저장하면서 저장 중 경도의 변화를 측정하였다. 이때 지름 40 mm의 알루미늄 probe를 사용하여 0.5 mm/sec의 속도로 10 mm까지 압축하여 측정하였다.

6. 쌀 식빵의 항산화력 측정

쌀 식빵의 항산화력은 Blois *et al* (1958)의 방법을 변형한 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) free radical 소거능 측정에 의해 평가하였다.

동결 건조한 식빵 시료에 증류수를 가한 후 10분간 수화시켰으며, 5분간 균질화시킨 다음 15,000 rpm에서 30분간 원심 분리하였다. 상징액 0.4 mL를 시험관에 취한 후 5.6 mL

의 1×10^{-4} M DPPH ethanol 용액을 가하여 총 6 mL가 되도록 하였으며, 이를 4분간 반응시키고 다시 여과한 다음 총 반응시간이 10분이 되면 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 바탕시험인 시료 무첨가구는 시료 대신 증류수를 사용하여 측정하였으며, DPPH radical 소거능(%)은 $[1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도})] \times 100$ 으로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 쌀가루의 일반성분

쌀 식빵의 제조에 사용한 일반 쌀가루와 흑미가루의 일반 성분을 분석한 결과는 Table 2에 나타나 있다. 흑미가루의 단백질, 지방, 회분 함량은 각각 7.8, 2.4, 1.1%로 쌀가루의 7.4, 0.7, 0.5%에 비해 그 함량이 높게 나타났다. 흑미가루의 단백질, 지방, 회분 함량이 쌀가루보다 높은 것은 흑미를 정미되지 않은 현미상태에서 분쇄하였기 때문으로 판단되었다. 흑미는 일반 백미뿐만 아니라 일반 현미에 비하여 단백질, 지방 함량에 있어 높은 값을 나타내고, 또한 같은 흑미 중에서도 품종 및 산지에 따라 일반성분의 차이가 있음이 보고된 (Ha *et al* 1999) 바 있다.

2. 흑미 첨가 쌀가루의 호화 특성

흑미가루를 10~30% 대체한 쌀가루의 신속 점도 측정계

Table 2. Proximate composition(%)¹⁾ of rice flour

Component (%)	Rice flour	Black rice flour
Moisture	11.33	13.15
Crude protein ²⁾	7.39	7.80
Crude lipid	0.69	2.37
Crude ash	0.46	1.12

¹⁾ Values are means of duplicate analyses.

²⁾ Nitrogen \times 5.95.

(RVA) 호화 양상을 측정된 결과는 Table 3과 같다. RVA 최고 점도는 흑미가루 첨가 비율이 10~20%에서 최고 점도가 약간 증가한 후 30% 첨가 비율에서 감소하는 경향을 주었다. 최고 점도와 trough 점도의 차이인 breakdown은 10% 흑미가루 첨가구에서 약간 증가한 이후 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 추세를 보여주었다. RVA의 50℃ 냉각에 따른 paste의 최종 점도는 흑미가루 첨가에 따라 약간 감소함을 보여주었으나 크게 차이를 보이지는 않았으며, 이에 따라 최종 점도와 최고 점도의 차이인 setback은 10~20% 흑미가루 첨가구에서 다소 감소한 후 30% 처리구에서 증가하는 경향을 나타내 주었다. 흑미가루 10~20% 첨가 쌀가루의 setback이 상대적으로 낮은 반면 30% 첨가구에서는 setback이 다소 높게 나타나, 쌀빵의 저장 시에 빵 내부의 경도에 영향을 줄 수 있는 것으로 생각되었다.

3. 흑미 첨가 쌀 식빵의 부피 및 색도

쌀가루에 흑미가루를 10~30% 대체하여 제조한 쌀 식빵의 특성은 Table 4에 나타나 있다. 일반적으로 식빵의 부피는 빵의 품질을 평가하는 주요한 지표이다. 특히 쌀 식빵의 경우, 쌀가루에는 빵의 구조를 형성하는 글루텐 단백질이 없어(Kulp *et al* 1974) 반죽의 가스 보유력을 확보해 주는 것이 쌀 식빵의 제조에 필수적이며, 이에 따라 쌀 식빵의 부피는 식빵의 품질 평가에서 가장 중요한 요소 중 하나이다. 본 실험에서는 활성 글루텐뿐만 아니라 gum, 유효제의 첨가가 쌀 식빵의 제조 적성을 향상시킨다는 이전의 결과(Kim & Lee 2009)를 토대로 쌀 식빵의 제조 실험을 하였다. 백미 쌀가루로만 제조한 대조구 쌀 식빵의 체적은 591 cc였으며, 흑미가루를 10, 20, 30% 대체하여 제조함에 따라 각각 564 cc, 506 cc, 423 cc로 감소하였다(Fig. 1). 따라서 쌀 식빵의 비체적(cc/g)은 대조구의 3.36에서 흑미가루 첨가 쌀 식빵의 3.21~2.39로 점차 감소하였다. 흑미가루의 첨가가 일반 쌀가루만으로 제조한 쌀빵의 부피에 비해 감소하는 이유는 흑미가루의 첨가 수준이 증가함에 따라 현미 상태인 흑미에 함유된 식이섬유의 영향

Table 3. Rapid visco-analyzer(RVA) pasting properties of rice flour substituted with different levels of black rice flour¹⁾

Black rice flour substituted (%)	Pasting temp. (°C)	Viscosity(RVU) ²⁾				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
0	70.6	285.8	231.0	54.8	361.6	75.6
10	71.4	296.4	232.3	64.1	357.5	61.1
20	72.2	290.0	228.9	61.1	354.5	64.5
30	70.6	271.4	213.7	57.7	356	84.6

¹⁾ Values are means of duplicate determinations.

²⁾ Trough = minimum viscosity after the peak, breakdown = peak viscosity minus trough viscosity, setback = final viscosity minus peak viscosity.

Table 4. Baking properties of rice bread prepared from rice flour substituted with different levels of black rice flour¹⁾

Black rice flour substituted (%)	Loaf volume (cc)	Loaf weight (g)	Specific loaf volume (cc/g)
0	590.7±11.5 ^a	175.8±0.4 ^b	3.36±0.06 ^a
10	564.4±14.2 ^b	175.6±0.2 ^b	3.21±0.08 ^b
20	505.8±21.5 ^c	177.1±2.3 ^a	2.86±0.16 ^c
30	422.9±22.5 ^d	177.2±0.9 ^a	2.39±0.11 ^d

¹⁾Values are means of triplicate determinations. Means with the same alphabet in each column are not significantly different at $p < 0.05$ using Duncan's multiple range test.

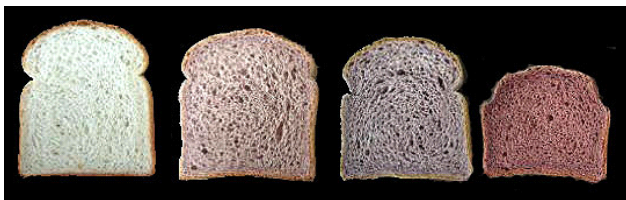


Fig. 1. Internal appearance of rice bread prepared from rice flour substituted with different levels(0~30%) of black rice flour.

으로 식빵 부피의 감소가 발생한 것으로 판단되었다. 식이섬유를 첨가한 식빵의 경우, 부피가 감소하고 단단해진다고 보고한 바(Pomeranz *et al* 1977, Lai *et al* 1989)와 유사하게 흑미가루 식이섬유는 쌀빵 반죽의 글루텐과 작용하여 반죽의 발달을 방해하여 반죽의 가스 보유력을 떨어뜨리는 것으로 생각되었다.

흑미가루를 첨가하여 제조한 쌀 식빵의 겉껍질과 내부의 색을 측정 한 결과는 Table 5와 같다. 쌀 식빵의 내부색은 흑미가루의 첨가량이 증가함에 따라 L값이 현저히 떨어져 어두워졌고, 적색도는 증가하면서 황색도는 약간 감소하였다.

이는 밀가루에 흑미가루를 첨가한 식빵에서 흑미가루 anthocyanin의 적자색이 강해지면서 전체적으로 색상이 어두워지고 적색도가 증가하였다는 결과(Jung & Eun 2002, Lee *et al* 2007)와 일치하였다. 쌀빵의 겉껍질 색의 경우 내부색과 마찬가지로 흑미가루 첨가량이 증가함에 따라 L값이 감소하여 색상은 점차 어두워졌으며, a, b값은 다소 감소하는 경향을 보여 적색도와 황색도가 떨어지는 것으로 나타났다.

4. 흑미 첨가 쌀 식빵의 저장 중 경도 변화

Texture analyzer를 사용하여 흑미가루를 첨가한 쌀 식빵의 저장 중 내부 텍스처를 측정 한 결과는 Fig. 2에 나타나 있다. 쌀 식빵을 제조한 직후에 측정 한 쌀 식빵의 초기 경도는 대조구 쌀빵의 234 g에서 흑미가루를 첨가량에 따라 증가하였으며, 특히 30% 흑미가루를 첨가한 쌀빵의 경도가 대조구 쌀빵보다 약 2배 가량 높았다. 밀가루에 흑미가루를 첨가한 식빵의 경우, 흑미가루 첨가 비율이 증가함에 따라 식빵의 경도에 다소간의 증감이 있지만, 20% 첨가 비율까지 유의적인 차이가 없는 것으로 보고된 바 있다(Oh *et al* 2001, Jung *et al* 2003). 쌀 식빵의 경도에 영향을 줄 수 있는 요인으로는 빵의 수분함량, 부피, crumb 기공의 발달 정도 등이 있으며, 흑미 첨가량이 증가함에 따라 쌀 식빵의 부피가 감소하고, 빵 내부의 기공 크기가 조밀해짐에 따라 쌀 식빵의 초기 경도가 높아지는 것으로 생각되었다. 쌀빵의 저장 중 경도는 모든 처리구에서 저장 1일까지는 완만하게 증가한 이후로 저장 3일째까지 증가율이 높게 나타났다. 대조구 쌀 식빵에 비해 흑미가루 첨가 10~20% 쌀빵에서는 저장 중 쌀 식빵의 경도에 크게 차이를 보이지 않은 반면, 초기 경도가 현저히 높은 30% 흑미가루 첨가 쌀빵에서는 저장 중 경도가 계속적으로 가장 높은 추세로 측정되었다.

5. 흑미 첨가 쌀 식빵의 항산화 효과

흑미가루를 첨가하여 제조한 쌀 식빵을 동결 건조하여 준비한 시료의 항산화성을 DPPH radical 소거법으로 측정 한

Table 5. Crumb and crust color of rice bread prepared from rice flour substituted with different levels of black rice flour¹⁾

Black rice flour (%)	Crust color			Crumb color		
	L	a	b	L	a	b
0	53.16±3.58 ^a	11.84±2.62 ^a	34.75±0.92 ^a	74.32±0.83 ^a	-2.20±3.72 ^b	29.63±0.53 ^a
10	48.28±2.74 ^a	9.77±3.18 ^{ab}	33.67±0.86 ^a	52.30±1.69 ^b	2.00±4.10 ^{ab}	25.83±0.46 ^b
20	43.05±1.14 ^b	10.30±1.29 ^a	32.05±0.89 ^b	43.37±0.44 ^c	4.52±3.76 ^a	25.02±1.32 ^{bc}
30	39.36±0.93 ^c	8.15±2.29 ^b	30.53±0.82 ^c	34.94±1.14 ^d	3.91±3.98 ^a	23.18±0.46 ^c

¹⁾ Values are means of triplicate determinations. Means with the same alphabet in each column are not significantly different at $p < 0.05$ using Duncan's multiple range test.

L=lightness value, 100=white, 0=black : +a=red : -a=green : +b=yellow : -b=blue.

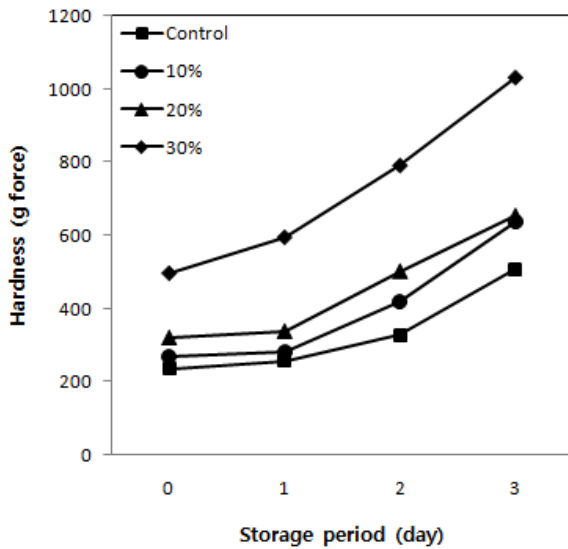


Fig. 2. Changes in crumb hardness of rice bread prepared from rice flour substituted with different levels of black rice flour.

결과는 Table 6에 나타나 있다. DPPH radical은 항산화 물질의 전자공여능으로 인해 radical이 소거되어 원래의 질은 자식이 탈색되는 정도로서 항산화능을 측정하는데 널리 사용되고 있다. 전자공여능이 클수록 활성 radical에 전자를 공여하여 이를 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 커서 강한 항산화력을 나타내므로 전자 공여 작용은 식품 중의 항산화력의 척도로 사용될 뿐만 아니라 인체 내에서 노화를 억제하는 작용과 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 일반 쌀가루로만 제조한 쌀 식빵의 DPPH radical 소거능은 15.9%였으며, 흑미가루의 첨가 비율이 증가함에 따라(10~30%) 19.1~28.3%로 높게 측정되어 흑미가루 첨가 쌀 식빵은 대조구 쌀 식빵에 비해 항산화능이 약 20~80% 증가하는 것으로 나타났다. 이는 흑미 첨가 밀가루 식빵에서 흑미가루 첨가 비율이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능이 증가한다는 결과(Kim & Lee

Table 6. DPPH radical scavenging effect of rice bread prepared from rice flour with different levels of black rice flour

Black rice flour substituted (%)	DPPH radical scavenging activity ¹⁾ (%)
0	15.9
10	19.1
20	25.9
30	28.3

¹⁾ Values are means of duplicate analyses.

2007)와도 일치하였다.

흑미는 일반 백미, 현미뿐만 아니라 유색미 중에서도 총 폴리페놀 함량이 현저히 높았으며, 이는 anthocyanin 색소에 기인하여 DPPH에 대한 강한 소거능이 있는 것으로 보고된(Seo *et al* 2008) 바 있다. 흑미는 조리방법에 따라 anthocyanin 함량에 영향을 미치며(Hiemori *et al* 2009) 열에 대해서는 비교적 안정성이 있는 것으로 연구된(Yoon *et al* 1997) 바 있다.

흑미가루를 첨가한 쌀 식빵에서 항산화 활성이 높아지는 이유는 흑미 anthocyanin이 제빵 과정 중에서도 충분히 보존되어 DPPH radical 소거 활성에 기여함으로써 항산화 활성으로 작용하기 때문으로 생각되었다.

요 약

일반 쌀가루에 활성 글루텐, gum 및 유화제를 첨가하여 쌀 빵을 제조시에 흑미가루의 부분적인 대체(10~30%)가 쌀 식빵의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 쌀 식빵의 부피는 일반 쌀가루로만 제조한 100% 쌀가루 식빵에 비해 흑미가루의 첨가 수준이 증가함에 따라 점차 감소하였다. 흑미가루를 첨가한 쌀 식빵의 내부색은 흑미의 어두운 색상에 의해 L값이 현저히 감소하여 어두워졌으며, 적색도는 증가하고, 황색도는 약간 감소하였다. 흑미가루 첨가 쌀 식빵의 저장 중 텍스처에서 대조구 쌀 식빵과 비교하여 흑미가루 10~20% 첨가 쌀 식빵은 3일간 저장 기간 중에 식빵의 경도에 크게 차이를 보이지 않았으나, 흑미가루 30% 첨가 쌀 식빵에서는 경도가 현저히 높게 증가하였다. 흑미가루 첨가 쌀 식빵의 DPPH radical 소거능은 흑미 첨가 비율이 증가함에 따라 증가하여 흑미 첨가 쌀 식빵의 항산화 활성은 높아지는 것으로 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 경원대학교 지원에 의한 결과로 이에 감사드립니다.

문 헌

- AACC (2000) *Approved Methods of the AACC* 10th ed. American association of cereal chemists, St. Paul, MN, USA.
 AOAC (1990) *Official Methods of Analysis* 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC, USA.
 Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
 Defa G, Xu M (1992) A study on special nutrient of purple glutinous rice. *Scientia Agric Sinica* 25: 36-41.

- Fardet A, Rock E, Remesy C (2008) Is the *in vitro* antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected *in vivo*? *J Cereal Sci* 48: 258-276.
- Ha TY, Park SH, Lee CH, Lee SH (1999) Chemical composition of pigmented rice varieties. *Korean J Food Sci Technol* 31: 336-341.
- Hiemori M, Koh E, Mitchell E (2009) Influence of cooking on anthocyanins in black rice (*Oryza sativa* L. *japonica* var. SBR). *J Agric Food Chem* 57: 1908-1914.
- Ichkawa H (2001) Antioxidant activity of anthocyanin extract from purple black rice. *J Medical Food* 4: 211-218.
- Jung DS, Eun JB (2003) Rheological properties of dough added with black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 35: 38-43.
- 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: 232-237.
- Kang MY, Choi YH, Choi HC (1997) Effects of gums, fats and glutens adding on processing and quality of milled rice bread. *Korean J Food Sci Technol* 29: 700-704.
- Kang MY, Nam YJ (1999) Studies on bread-making quality of colored rice(Suwon 415) flours. *Korean J Food Sci Technol* 15: 37-41.
- Kim KE, Lee YT (2009) Combined effects of vital gluten, gum, emulsifiers, and enzyme on the properties of rice bread. *Food Engineering Progress* 13: 320-325.
- Kim WM, Lee YS (2007) A study on antioxidant activity of bread with waxy black rice flour added. *Korean J Culinary Research* 13: 178-185.
- Kim JD, Lee JC, Hsieh FH, Eun JB (2001a) Rice cake production using black rice and medium-grain brown rice. *Food Sci Biotechnol* 10: 315-322.
- Kim MJ, Kim MH, Kim SD (2001b) Effect of black rice powder on fermentation of dough. *Korean J Baking* 1: 15-19.
- Kulp K, Hepburn FN, Lehmann TA (1974) Preparation of bread without gluten. *Baker's Digest* 48: 34-37.
- Lai CS, Hosney RC, Davis AB (1989) Effects of wheat bran in breadmaking. *Cereal Chem* 66: 217-219.
- Lazaridou A, Duta D, Papageorgiou M, Belc N, Biliaderis CG (2007) Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *J Food Eng* 79: 1033-1047.
- Lee JS, Oh MS (2006) Quality characteristics of cookies with black rice flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 193-203.
- Lee WJ, Jung JK (2002) Quality characteristics and preparation of noodles from brown rice flour and colored rice flour. *Korean J Culinary Research* 8: 267-278.
- Lee YS, Kim WM, Kim TH (2007) A study in the rheological and sensory properties of bread added waxy black rice flour. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 337-345.
- McCarthy DF, Gallagher E, Gormley TR, Schober TJ, Arendt EK (2005) Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. *Cereal Chem* 82: 609-615.
- Nam SH, Kang MY (1998) Comparison of inhibitory effect of rice bran-extracts of the colored rice cultivars on carcinogenesis. *Agric Chem Biotechnol* 41: 78-83.
- Nishita KD, Roberts RL, Bean MM (1976) Development of yeast-leavened rice-bread formula. *Cereal Chem* 53: 626-635.
- Oh YA, Kim MH, Kim SD (2001) Fermentation of dough and quality of bread with Korean pigmented rice. *J East Asian Soc Dietary Life* 11: 498-505.
- Park YS, Chang HG (2007) Quality characteristics of sponge cake containing various levels of black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 39: 406-411.
- Park YS, Kim SJ, Chang HI (2008) Isolation of anthocyanin from black rice (Heugjinjubyeo) and screening of its antioxidant activities. *Korean J Microbiol Biotechnol* 36: 55-60.
- Pomeranz Y, Shogren MD, Finney KF, Bechtel DB (1977) Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal Chem* 54: 25-41.
- Seo SJ, Choi Y, Lee SM, Kong S, Lee J (2008) Antioxidant activities and antioxidant compounds of some specialty rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 129-135.
- Song SJ, Lee YS, Rhee CO (2000) Volatile flavor components in cooked black rice. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1015-1021.
- 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.
- Yoon JM, Cho MH, Hahn TR, Paik YS, Yoon HH (1997) Physicochemical stability of anthocyanins from a Korean pigmented rice variety as natural food colorants. *Korean J Food Sci Technol* 29: 211-217.