

## 양배추 분말 첨가비율에 따른 양배추 쌀 영양바의 품질특성

주신윤·최혜연<sup>1†</sup>

대전대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>공주대학교 식품과학부 외식상품학과

## Quality Characteristics of Cabbage Rice Nutritional Bars Made with Varying Ratios of Cabbage Powder

Shin-Youn Joo · Hae-Yeon Choi<sup>1†</sup>

Department of Food Science and Nutrition, Daejin University, Gyeonggi 11159, Korea

<sup>1</sup>Department of Food Service Management and Nutrition, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

### Abstract

**Purpose:** This study was conducted to investigate the effect of cabbage powder on the quality characteristics of rice nutritional bars. **Methods:** In order to analyze quality characteristics, total phenolic content, DPPH free radical scavenging activity, baking loss rate, leavening rate, specific volume, moisture content, color, texture analysis, and sensory evaluations were assessed. **Results:** The total phenolic content and DPPH free radical scavenging activity of rice nutritional bars significantly increased with an increase in the content of cabbage powder ( $p<0.05$ ). The baking loss rate, leavening rate, specific volume, and moisture content of the rice nutritional bars were significantly reduced as the amount of added cabbage powder increased ( $p<0.05$ ). As the concentration of cabbage powder increased, the lightness and redness of the bars' crust and crumbs decreased, while yellowness increased ( $p<0.05$ ). In texture analysis, the control bars showed the highest hardness values. Adhesiveness, springiness, and cohesiveness values slightly decreased with higher cabbage powder content in the groups with added cabbage powder ( $p<0.05$ ). When consumer acceptability was measured, rice nutritional bars prepared with 15% cabbage powder showed the highest scores in color, whereas the rice nutritional bars prepared with 20% cabbage powder showed the lowest scores in flavor ( $p<0.05$ ). In characteristic intensity rating, the taste and off-flavor of rice nutritional bars significantly increased with increasing amounts of cabbage powder ( $p<0.05$ ). **Conclusion:** Judging from our results, it can be concluded that the addition of cabbage powder to rice nutritional bars during processing can enhance consumer preference for the bars, total phenolic content, and DPPH free radical scavenging activity.

**Key words:** cabbage, rice nutritional bar, DPPH radical scavenging activity, consumer acceptability

## I. 서론

양배추(*Brassica oleracea* L.)는 우리나라에서 가장 많이 소비되는 십자화과 채소 중 하나로 원산지는 지중해 연안이다(McNaughton SA & Marks GC 2003). 양배추에는 수분 93.3%, 탄수화물 5.6%, 총 식이섬유 1.4%, 단백질 0.6%, 지방 0.1% 등이 함유되어 있으며, 탄수화물의 경우 fructose 2.1%, glucose 1.8%, sucrose 0.5% 등이 함유되어 양배추의 감미를 나타낸다. 또한 필수지방산(linolenic acid)과 필수아미노산(lysine), vitamin C, vitamin K 등의 영양성분이 풍부한 것으로 알려져 있다(Shim KH

등 1992, Jin TY 등 2006). 양배추에 함유된 glucosinolates는 암 예방, 면역기능 활성화, 항산화 효능 증가(Conaway C 등 2002) 등의 활성을 나타내며, S-methylmethionone는 항염증, 통증억제, 지방축적 억제 등의 효능이 보고되고 있다(Gessler NN 등 1991, Hong EY & Kim GH 2005). 최근 양배추를 가공식품의 소재로 이용한 연구로는 양배추 식빵(Lee SH 2010, Kim SH 등 2012), 양배추 증편(Yang MO & Kim GY 2010), 양배추 설기떡(Yang MO 2009) 등으로 그 연구가 많지 않다.

최근 경제성장과 국민소득의 증가로 소비자들의 건강에 대한 관심이 증가하면서 기존의 제품에 건강기능식품

<sup>†</sup>Corresponding author: Hae-Yeon Choi, Kongju National University, 54, Daehak-ro, Yesan-gun, Chungcheongnam-do 32439, Korea

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4569-7924>

Tel: +82-41-330-1505, Fax: +82-41-330-1509, E-mail: [prochoi@kongju.ac.kr](mailto:prochoi@kongju.ac.kr)



소재를 첨가한 건강 기능성 식품의 선호도가 높아지고 있으며(Jung SJ 2006), 국내 1인 가구의 증가로 간편한 식품을 찾는 소비자들이 많아지면서 베이커리 제품의 소비가 증가되고 있다(Kim SJ 등 2005). 소비자들이 이용하는 식사대용의 베이커리 제품은 주로 밀가루를 사용하고 있으나, 최근 알레르기 질환인 셀리악병(celiac disease)의 원인이 밀가루에 함유된 글루텐에 기인한 것으로 밝혀지면서 글루텐 프리 제품의 개발 필요성이 대두되고 있어 밀가루 대용으로 쌀가루를 이용한 베이커리제품의 연구가 진행되고 있다(Lazaridou A 등 2007, Song JY & Shin M 2007). 이와 관련된 연구로는 머루 분말 첨가 쌀 시폰 케이크(Bing DJ & Chun SS 2015), 아로니아 부산물 분말 첨가 쌀 영양바(Ryu HS 등 2015), 분질미, 연질미 및 경질미를 이용한 잉글리쉬 머핀(Choi OJ 등 2015), 돼지갑 자분말 첨가 쌀 스펀지케이크(Kim MK 등 2014), 솔잎분말과 생즙 첨가 쌀 마들렌(Kim WJ 등 2014) 등이 있다.

현대인들의 식생활 변화는 과자 및 빵류에 대한 수요를 증가시켰고 그 결과 국내와 동아시아 국가의 쌀 소비가 감소하고 있으며(Kim MH 등 2008), 2015년 쌀 관세화를 시행함에 따라 쌀 소비확대 방안이 절실한 상황에서 쌀을 이용한 다양한 형태의 베이커리제품 개발이 매우 필요한 실정이다(Choi OJ 등 2015). 이에 본 연구에서는 글루텐 프리 기능성 베이커리제품 개발의 일환으로 건강기능성 재료인 양배추를 분말화하여 쌀 영양바를 제조하고 양배추 분말과 쌀분말의 성분분석, 영양바의 성분분석, 품질특성 및 관능특성을 측정함으로써 양배추 분말을 이용한 쌀 가공 식품의 기초자료를 제시하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 영양바 제조

본 실험에서 사용한 양배추(Sejong, Korea)는 세척하여 자른 후 동결건조(TD5508 Freeze dryer, Inshin Lab. Co., LTD, Seoul, Korea)하여 분쇄하고 40 mesh의 표준망체에 내려 시료로 이용하였다. 쌀 영양바를 제조하기 위해 사용된 쌀 분말(Nabigolnonghyup, Jeonnam, Korea), 설탕(CheilJedang Corporation, Seoul, Korea), 달걀(Moguchon, Seoul, Korea), 버터(Seoulmilk, Yangju, Korea), 우유(Seoulmilk, Yangju, Korea), 소금(Haepyo, Seoul, Korea), 베이킹파우더(Poongjeon, Jecheon, Korea)는 대형마트에서 구입하였다.

쌀 영양바는 Cho SA 등(2013)의 방법을 참고하여 제조하였으며, 그 배합표는 Table 1과 같다. 쌀 분말, 양배추 분말, 소금, 베이킹파우더는 먼저 체를 쳐서 두고, 버터는 반죽기(5K5SS, Kitchen Aid, St. Joseph, MI, USA)로 1분간 부드럽게 풀어주었다. 여기에 설탕을 넣고 4분 동안 크림화한 후 달걀을 3회 나누어 넣으며 2분간 섞어주었

**Table 1.** Formulations of rice nutritional bar added with cabbage powder

Ingredients (g)	Addition ratio of cabbage powder (%)				
	0	5	10	15	20
Cabbage powder	0	10	20	30	40
Rice powder	200	190	180	170	160
Sugar	100	100	100	100	100
Egg	80	80	80	80	80
Butter	75	75	75	75	75
Milk	90	90	90	90	90
Salt	2	2	2	2	2
Baking powder	4	4	4	4	4

다. 체친 건조 재료를 넣어 가볍게 혼합하면서 우유를 넣고 섞어 반죽을 완성하였다. 양배추 쌀 영양바의 반죽은 25 g씩 무게를 달아 팬(가로 8 cm×세로 4 cm×높이 2 cm)에 넣고 180°C로 예열된 오븐(FDO-7102, Daeyoung, Daejeon, Korea)에서 13분간 구워준 후 실온에서 1시간 냉각하여 시료로 사용하였다.

### 2. 총 페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능 측정

양배추 분말, 쌀 분말 및 영양바의 총 페놀 함량은 Lin JY & Tang CY(2007)의 방법을 참고하여 측정하였다. 먼저 시료 10 g에 ethanol(Duksan, Asan, Korea) 90 mL를 가하여 15,000 rpm에서 30초간 균질화(Polytron PT-MR 2100, Kinematica, Luzern, Switzerland)시켰다. 균질액을 20°C에서 24시간 동안 150 rpm으로 shaking incubator(SI-900R, Jeio Tech, Kimpo, Korea)에서 추출한 후 그 여과액을 실험에 사용하였다. 시료액 0.1 mL에 증류수 2 mL와 2 N Folin-Ciocalteu reagent(Sigma Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 0.2 mL를 넣고 섞은 후 3분간 방치하였다. 여기에 10% sodium carbonate(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)(Duksan, Asan, Korea) 2 mL를 가하여 1시간 반응 시킨 후 765 nm에서 흡광도(Jasco V-530, Jasco Co., Ltd., Kyoto, Japan)를 측정하였다. Gallic acid(Sigma Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 사용하였으며, 총 페놀 함량은 시료 100 g 중의 mg gallic acid(mg GAE/100 g)로 나타내었다.

양배추 분말, 쌀 분말 및 영양바의 DPPH 라디칼 소거능은 Lee YL 등(2007)의 방법을 참고하여 측정하였다. 시료 1 g에 ethanol을 99 mL를 가하여 15,000 rpm에서 30초간 균질화(Kinematica)시킨 후 shaking incubator(Jeio Tech)에서 추출(20°C, 24시간, 150 rpm)한 여과액을 실험에 사용하였다. 시료액 4 mL에 DPPH solution(1.5×10<sup>-4</sup> M)(Sigma Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 가하여 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도

(Jasco)를 측정하였고, 시료액 대신 ethanol을 가하여 대조군의 흡광도로 사용하였다. 각 실험은 3회 반복 측정하여 평균과 표준편차로 나타내었고, DPPH 라디칼 소거능은 다음의 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{Scavenging activity (\%)} \\ = \{1 - (\text{O.D. of sample} / \text{O.D. of control})\} \times 100$$

### 3. 굽기 손실률 및 팽창률 측정

양배추 쌀 영양바의 굽기 손실률(baking loss rate)과 팽창률(leavening rate)은 쌀 영양바를 굽기 전과 후의 무게를 이용하여 다음의 식에 의하여 계산하였다(Joo SY & Choi HY 2012).

$$\text{Baking loss rate (\%)} \\ = \frac{\text{굽기 전·후 영양바 한 개의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전 영양바 한 개의 중량(g)}} \times 100$$

$$\text{Leavening rate (\%)} \\ = \frac{\text{굽기 전·후의 실험군 영양바의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전·후의 대조군 영양바의 중량 차(g)}} \times 100$$

### 4. 비용적 측정

양배추 쌀 영양바의 비용적(specific volume)은 종자치환법을 이용하여 부피를 측정한 후 다음의 식에 의하여 계산하였다(AACC 1995).

$$\text{Specific volume (mL/g)} \\ = \frac{\text{굽기 후 영양바 한 개의 부피(mL)}}{\text{굽기 전 영양바 한 개의 중량(g)}}$$

### 5. 수분함량 측정

양배추 분말, 쌀 분말 및 영양바의 수분함량은 적외선 수분측정기(MB45 Moisture Analyzer, Ohaus Corporation, Zurich, Switzerland)를 이용하여 105°C에서 시료 1 g을 사용하여 측정하였다.

### 6. 색도 측정

양배추 분말, 쌀 분말 및 영양바의 색도는 색도계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L값(lightness), a값(+red/-green), b값(+yellow/-blue)을 측정하였다. 영양바의 경우 외부(crust)와 내부(crumb)의 색을 측정하기 위해 가로 30 mm, 세로 30 mm, 높이 15 mm로 잘라서 시료로 사용하였다. 사용한 표준백색판(standard plate)은 L\*=97.26, a\*=-0.07, b\*=+1.86이었다.

### 7. 조직감 측정

양배추 쌀 영양바의 조직감 측정은 영양바를 가로 20 mm, 세로 20 mm, 높이 15 mm로 자른 후 texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemerd, UK)를 사용하여 측정하였다. 측정조건은 pre-test speed 2.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec, test distance 7.0 mm, trigger force 5 g이었다.

### 8. 관능검사

양배추 쌀 영양바의 관능검사는 식품영양학과 학생 20명을 대상으로 평가기준, 평가용어 등에 대해 숙지시킨 후 실시하였다. 평가방법은 7점 척도법(1점: 아주 나쁘다 또는 아주 약하다, 7점: 아주 좋다 또는 아주 강하다)으로 관능특성을 평가하도록 하였다. 기호도 평가항목으로 전반적인 기호도(overall preference), 외관(appearance), 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 조직감(texture)을 측정하였고, 특성강도의 평가항목으로는 양배추의 맛(cabbage taste), 이취(off-flavor), 촉촉함(moistness), 삼킨 후의 느낌(after taste)을 측정하였다.

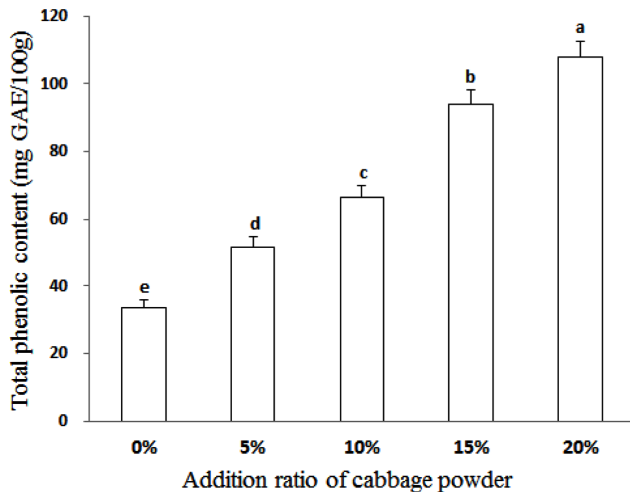
### 9. 통계처리

본 연구의 모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였으며, 실험결과는 SPSS Statistics(ver. 21.0, IBM Inc., Armonk, NY, USA)를 이용하여 각 시료의 평균과 표준편차로 나타내었다. 각 처리군 간 차이의 유의성( $p < 0.05$ ) 검증을 위하여 ANOVA test를 실시하였으며, 사후검정으로 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

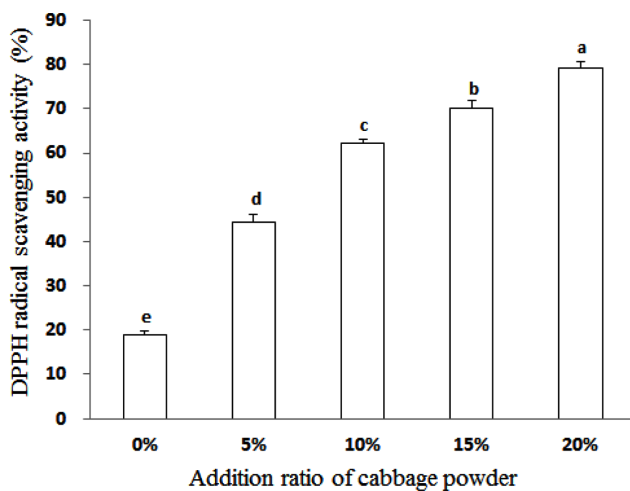
## III. 결과 및 고찰

### 1. 총 페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능

양배추 쌀 영양바의 총 페놀 함량 측정 결과 0% 첨가군이 33.6 mg/100 g으로 가장 낮았고, 쌀 영양바의 양배추 분말 함량이 5%에서 20%까지 증가함에 따라 총 페놀 함량도 51.81 mg/100 g에서 108.08 mg/100 g으로 증가하였다( $p < 0.05$ , Fig. 1). 쌀 영양바에 양배추 분말을 20% 첨가할 경우 0% 첨가군에 비해 222%의 총 페놀 함량이 증가되는 것을 확인 할 수 있었다. Hwang ES 등(2012)의 연구에서 양배추와 배추에 함유된 페놀 성분은 십자화과 채소의 주요 생리활성 물질로 알려진 glucosinolates와 함께 항산화 및 항암 활성에 기여할 수 있다고 보고하여, 본 연구에서 양배추 분말을 첨가하여 쌀 영양바의 총 페놀 함량을 증가시키는 것은 바람직한 것으로 생각된다. 양배추 분말과 쌀 분말의 총 페놀 함량은 gallic acid를 기준으로 건조 중량 1 g 당 각각 4.71 mg과 0.10 mg으로 측정되었다(Table 2). 양배추 분말을 첨가하지 않은 시료



**Fig. 1.** Total phenolic content of rice nutritional bar added with cabbage powder. Different superscripts (a-e) indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.



**Fig. 2.** DPPH radical scavenging activity of rice nutritional bar added with cabbage powder. Different superscripts (a-e) indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

에서도 총 페놀 함량을 나타낸 것은 쌀 분말과 부재료의 영향으로 사료된다.

양배추 쌀 영양바의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과 50 mg/mL 수준에서 양배추 분말 0%, 5%, 10%, 15%, 20% 첨가군이 각각 18.94%, 44.39%, 62.14%, 70.23%, 79.18%의 활성을 보여주었다(Fig. 2). 양배추 분말의 DPPH 라디칼 소거능은 1 mg/mL 농도에서 63.32%로 나타났고, 쌀 분말의 경우 10 mg/mL 농도에서 양배추 분말과 비슷한 61.32%의 라디칼 소거능을 나타냈다(Table 2). Hwang ES & Thi ND(2015)는 양배추 분말의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과 1 mg/mL 농도에서 58.81%를 나타냈다고

**Table 2.** The total phenolic content, DPPH radical scavenging activity, moisture content and color value of cabbage and rice powder

Parameters		Cabbage powder	Rice powder
Total phenolic content (mgGAE/g)		4.70±0.17 <sup>1)</sup>	0.10±0.02
DPPH radical scavenging activity (%)		63.32±0.26	61.32±0.27
Moisture content (%)		3.57±0.04	8.18±0.31
Color values	Hunter L	73.35±0.72	94.15±0.41
	Hunter a	-6.81±0.18	-1.41±0.05
	Hunter b	24.61±0.42	4.54±0.02

<sup>1)</sup> Data are means±SD.

보고하여 본 연구의 결과보다 다소 낮은 활성을 보여주었다.

## 2. 굵기 손실률, 팽창률 및 비용적

양배추 쌀 영양바의 굵기 손실률, 팽창률 및 비용적을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 쌀 영양바의 굵기 손실률과 팽창률은 무첨가군과 5% 첨가군이 다른 첨가군에 비해 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 아로니아 부산물 분말을 첨가한 쌀 영양바의 연구(Ryu HS 등 2015)와 인삼씨박 분말 첨가 영양바의 연구(Cho SA 등 2013)에서 시료 첨가가 영양바의 굵기 손실률 및 팽창률을 감소시킨다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다.

쌀 영양바의 비용적은 양배추 분말 5%와 10% 첨가군이 무첨가군보다 높았고, 15%와 20% 첨가군이 무첨가군에 비해 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 이는 적당량의 양배추 분말은 쌀 영양바의 비용적을 증가시키지만 그 첨가량이 15%를 초과할 경우 쌀 영양바의 비용적을 오히려 감소시키는 것으로 생각된다. 빵잎 옐로우 레이어 케이크의 연구(Kim YA 2003)에서 빵잎분말 첨가량이 증가할수록 케이크의 부피도 증가하다가 20% 첨가량부터 부피가 감소하기 시작하였으며, 이는 시료 첨가량이 증가되면서 결합하는 수분의 양이 증가하여 상대적으로 전분의 호화에 사용될 수 있는 수분의 양이 감소하여 발생한 결과라고 보고한 바 있다. Kim SH 등(2012)은 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 부피가 감소한다고 보고하였고, Kim WJ 등(2014)은 쌀 마들렌에 솔잎분말을 첨가할 경우 그 첨가량에 따라 부피가 감소하는 경향을 나타낸다고 보고하여 본 연구 결과와 다소 차이를 나타냈다.

## 3. 수분함량

양배추 쌀 영양바의 수분함량은 무첨가군이 29.12%로 가장 높았고, 5-20% 첨가군이 23.50-28.72%로 시료 첨가량이 증가할수록 낮은 경향을 나타냈다( $p < 0.05$ , Table 3).

**Table 3.** The baking loss rate, leavening rate, specific volume, moisture content and color value of rice nutritional bar added with cabbage powder

Parameters	Addition ratio of cabbage powder (%)					F-value		
	0	5	10	15	20			
Baking loss rate (%)	11.03±0.28 <sup>1) b2)</sup>	11.98±0.49 <sup>a</sup>	10.39±0.42 <sup>c</sup>	10.47±0.55 <sup>c</sup>	10.13±0.48 <sup>c</sup>	15.84 <sup>***</sup>		
Leavening rate (%)	100±0.00 <sup>a</sup>	104.54±3.71 <sup>a</sup>	91.40±4.52 <sup>b</sup>	91.21±4.52 <sup>b</sup>	89.92±6.47 <sup>b</sup>	13.09 <sup>***</sup>		
Specific volume (mL/g)	1.44±0.09 <sup>ab</sup>	1.49±0.07 <sup>a</sup>	1.48±0.03 <sup>a</sup>	1.40±0.03 <sup>b</sup>	1.40±0.05 <sup>b</sup>	3.28 <sup>*</sup>		
Moisture content (%)	29.13±4.81 <sup>a</sup>	28.72±1.68 <sup>ab</sup>	25.38±0.55 <sup>abc</sup>	23.50±0.39 <sup>c</sup>	24.43±0.10 <sup>bc</sup>	3.69 <sup>*</sup>		
Color value	Hunter L	81.88±2.05 <sup>a</sup>	74.16±1.70 <sup>b</sup>	70.21±2.08 <sup>c</sup>	66.55±1.48 <sup>d</sup>	62.09±2.20 <sup>e</sup>	209.11 <sup>***</sup>	
	Crust	Hunter a	-4.15±0.24 <sup>a</sup>	-4.77±0.36 <sup>b</sup>	-4.79±0.59 <sup>b</sup>	-4.88±0.66 <sup>b</sup>	-5.02±0.56 <sup>b</sup>	5.72 <sup>***</sup>
		Hunter b	28.25±0.78 <sup>b</sup>	34.05±1.08 <sup>a</sup>	34.06±1.12 <sup>a</sup>	34.43±1.00 <sup>a</sup>	34.27±1.11 <sup>a</sup>	88.56 <sup>***</sup>
	Crumb	Hunter L	82.44±1.65 <sup>a</sup>	75.77±1.79 <sup>b</sup>	72.70±1.88 <sup>c</sup>	69.80±1.17 <sup>d</sup>	66.76±0.94 <sup>e</sup>	185.72 <sup>***</sup>
		Hunter a	-4.44±0.07 <sup>a</sup>	-7.34±0.20 <sup>b</sup>	-7.81±0.32 <sup>c</sup>	-8.49±0.36 <sup>d</sup>	-8.53±0.61 <sup>d</sup>	258.74 <sup>***</sup>
	Hunter b	24.64±0.78 <sup>c</sup>	30.31±0.64 <sup>d</sup>	32.45±0.43 <sup>c</sup>	34.17±0.56 <sup>b</sup>	35.33±0.59 <sup>a</sup>	570.30 <sup>***</sup>	

<sup>1)</sup> Data are means±SD.

<sup>2)</sup> Different superscripts (a-e) in a row indicate significant differences at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

머루 분말 첨가 쌀 시폰 케이크(Bing DJ & Chun SS 2015)의 연구에서 머루분말 첨가량이 증가할수록 쌀 시폰 케이크의 수분함량이 유의적으로 높아졌다고 보고하여 본 연구와 상이한 결과를 나타냈다. 본 연구에 사용된 양배추 분말(3.57%)과 쌀 분말(8.18%)의 수분함량 차이(Table 2)와 양배추 분말에 함유된 식이섬유의 영향으로 인한 시료 간 수분결합력의 차이(Bing DJ & Chun SS 2015)가 쌀 영양바의 수분함량에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

#### 4. 색도

양배추 분말 첨가비율에 따른 쌀 영양바의 껍질(crust)과 내부(crumb)의 색도를 나타낸 결과는 Table 3과 같다. 양배추 쌀 영양바 껍질의 색도를 측정된 결과 명도와 적색도는 무첨가군이 가장 높았고, 명도의 경우 시료 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌으나, 적색도의 경우 5-20% 첨가군 사이에 유의적인 차이는 없었다( $p < 0.05$ ). 황색도는 무첨가군이 가장 낮았으며, 나머지 시료들 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p < 0.05$ ).

양배추 쌀 영양바 내부의 색도를 측정된 결과 명도와 적색도는 무첨가군이 가장 높았고, 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 황색도의 경우 양배추 분말 무첨가군이 가장 낮은 황색을 나타내었고, 시료 첨가량에 따라 황색도가 증가하는 경향을 보여주었다( $p < 0.05$ ). 본 연구에 사용된 쌀 분말과 양배추 분말의 색도 측정 결과, 명도는 각각 94.15, 73.35, 적색도는 각각 -1.38, -6.81, 황색도는 각각 4.69, 24.61를 나타냈다. 양배추 분말 첨가량에 따른 쌀 영양바의 색 변화는 쌀 분

말과 양배추 분말의 색에 영향을 받은 것으로 생각된다. Lee SH(2010)의 연구에서도 양배추 분말 첨가 빵의 색도는 양배추 분말 자체의 색도가 주된 영향을 준다고 보고한 바 있다.

#### 5. 조직감

양배추 분말 첨가비율에 따른 쌀 영양바의 조직감을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 쌀 영양바의 경도(hardness)는 양배추 분말 무첨가군이 가장 높았고, 5-20% 첨가군 사이에 유의적인 차이는 없었다( $p < 0.05$ ). Eun SD 등(2008)은 시료의 첨가량에 따라 쌀 전분 함량이 희석되고, 시료 중 식이섬유소가 수분 결합력이 커서 보수성을 갖기 때문에 제품의 견고성이 감소된다고 보고하였다. 양배추 분말의 경우 건물 당 조섬유 함량이 7.9%라고 보고(Yang MO 2009)된 바 있어, 본 연구의 양배추 분말에 함유되어 있는 식이섬유소가 쌀 영양바의 경도에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness) 및 응집성(cohesiveness)의 측정결과 무첨가군이 가장 낮은 수치를 나타냈으며, 양배추 분말 5-20% 첨가군에서 시료 첨가량이 증가할수록 부착성, 탄성 및 응집성이 다소 감소하는 경향을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)은 시료 간 유의적인 차이가 없었다. 양배추 분말을 첨가한 빵의 연구(Lee SH 2010)에서 양배추 분말의 첨가하는 양을 증가할수록 탄성과 응집성이 감소하였다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였고, 돼지감자분말을 첨가한 쌀스펀지케이크의 연구(Kim MK 등 2014)에서 돼지감자분말의 비율이 증가할수록 경도는 높아지고 응집성은 낮아진다고 보고하여 본 연구 결과와

**Table 4.** Texture analysis of rice nutritional bar added with cabbage powder

Parameters	Addition ratio of cabbage powder (%)					F-value
	0	5	10	15	20	
Hardness	559.16±89.17 <sup>1)ab2)</sup>	422.32±45.12 <sup>b</sup>	419.25±37.80 <sup>b</sup>	421.06±84.93 <sup>b</sup>	454.03±73.69 <sup>b</sup>	8.26 <sup>***</sup>
Adhesiveness	-0.82±0.43 <sup>c</sup>	-0.10±0.06 <sup>a</sup>	-0.16±0.09 <sup>a</sup>	-0.33±0.19 <sup>b</sup>	-0.38±0.16 <sup>b</sup>	18.76 <sup>***</sup>
Springiness	0.84±0.02 <sup>c</sup>	0.90±0.01 <sup>a</sup>	0.89±0.01 <sup>ab</sup>	0.89±0.02 <sup>b</sup>	0.85±0.01 <sup>c</sup>	31.66 <sup>***</sup>
Cohesiveness	0.56±0.03 <sup>c</sup>	0.69±0.02 <sup>a</sup>	0.70±0.01 <sup>a</sup>	0.68±0.02 <sup>a</sup>	0.65±0.02 <sup>b</sup>	80.32 <sup>***</sup>
Gumminess	311.75±39.18	289.36±27.12	291.40±22.14	286.41±48.66	295.02±43.06	0.78
Chewiness	262.36±28.02	260.02±24.02	258.93±17.66	253.15±39.62	250.45±34.88	0.37

<sup>1)</sup> Data are means±SD.

<sup>2)</sup> Different superscripts (a-e) in a row indicate significant differences at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

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

**Table 5.** Sensory evaluations of rice nutritional bar added with cabbage powder

Parameters	Addition ratio of cabbage powder (%)					F-value	
	0	5	10	15	20		
Overall preference	4.41±1.28 <sup>1)</sup>	4.35±1.17	4.47±0.92	5.07±0.92	3.94±1.06	2.15	
Appearance	4.71±1.31	4.39±1.09	4.76±1.00	5.10±1.12	4.24±1.41	1.60	
Acceptability	Color	4.79±1.13 <sup>ab2)</sup>	4.00±1.30 <sup>b</sup>	4.76±1.14 <sup>ab</sup>	5.26±1.10 <sup>a</sup>	4.29±1.42 <sup>b</sup>	3.13 <sup>*</sup>
	Flavor	4.94±0.83 <sup>a</sup>	4.43±1.25 <sup>a</sup>	4.33±1.28 <sup>a</sup>	4.29±1.05 <sup>a</sup>	3.29±1.15 <sup>b</sup>	5.55 <sup>***</sup>
	Taste	4.24±1.48	4.11±0.96	4.15±1.28	4.35±1.06	3.28±1.23	2.20
Texture	4.11±0.94	4.17±0.79	4.50±1.05	4.33±0.97	4.33±1.32	0.44	
Characteristic intensity rating	Cabbage taste	1.78±0.88 <sup>c</sup>	3.63±0.90 <sup>b</sup>	4.23±0.83 <sup>b</sup>	4.27±0.80 <sup>b</sup>	5.26±1.28 <sup>a</sup>	31.96 <sup>***</sup>
	Off-flavor	2.00±1.12 <sup>c</sup>	3.15±1.35 <sup>b</sup>	3.62±1.04 <sup>b</sup>	3.88±1.32 <sup>b</sup>	4.85±1.84 <sup>a</sup>	11.21 <sup>***</sup>
	Moistness	3.54±0.88	3.50±1.19	3.71±0.99	3.74±0.87	3.80±0.86	0.30
	After taste	3.40±1.10	3.74±0.87	3.86±0.66	3.70±1.13	4.10±1.07	1.28

<sup>1)</sup> Data are means±SD.

<sup>2)</sup> Different superscripts (a-e) in a row indicate significant differences at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

<sup>\*</sup>  $p<0.05$ , <sup>\*\*\*</sup>  $p<0.001$ .

차이를 보였다.

## 6. 관능검사

양배추 분말 0%, 5%, 10%, 15%, 20%를 첨가하여 제조한 쌀 영양바의 기호도와 특성강도 검사결과는 Table 5와 같다. 기호도 검사 결과, 색과 향에서 유의적인 차이가 나타났다( $p<0.05$ ). 양배추 쌀 영양바 색의 기호도에서는 15% 첨가군이 5.26으로 가장 높은 점수를 보였고, 5%와 20% 첨가군이 각각 4.00, 4.29로 낮은 점수를 나타냈다. 또한 향의 기호도에서는 20% 첨가군이 낮은 점수를 나타냈고, 다른 시료들 간에는 차이가 없었다. Kim SH 등(2012)은 양배추 분말을 첨가한 식빵의 관능검사에서 양배추 첨가량이 증가할수록 기호도가 증가하다가 일정 시점 이후에는 다시 감소하는 경향을 나타냈다고 보고하였고, Lee SH(2010)는 식빵에 5% 이상의 양배추 분말을

첨가할 경우 식빵의 전체적인 기호도를 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 양배추 분말을 식품에 첨가한 선행연구에서 식빵(Lee SH 2010, Kim SH 등 2012), 증편(Yang MO & Kim GY 2010), 설기떡(Yang MO 2009) 모두 양배추 분말 첨가량 최대 10%를 넘지 않았으며, 10%를 첨가한 경우 전체적인 기호도가 감소하는 경향을 나타냈다. 본 연구에서 양배추 분말 15% 첨가군이 대체적으로 높은 기호도를 나타낸 것은 식빵, 증편 및 설기떡에는 사용하지 않은 달걀, 버터가 양배추의 맛과 향을 좀 더 부드럽게 한 결과라 생각되며, 양배추 분말을 쌀 영양바에 첨가할 경우 건강기능성 소재인 양배추 분말의 소비량을 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다.

특성강도 검사 결과, 양배추 맛과 이취에서 유의적인 차이를 나타냈다( $p<0.05$ ). 양배추 분말이 증가함에 따라 양배추의 맛이 강하게 느껴진다고 하였고, 20% 첨가군이 다른 첨가군에 비해 이취의 강도가 높다고 나타났다. 그

러나 촉촉함과 삼킨 후의 느낌에서는 유의적인 차이가 없었다. 따라서 양배추 분말의 첨가는 쌀 영양바의 기호도를 높여주지만 15%를 초과하는 첨가량은 양배추 쌀 영양바의 관능적인 특성을 다소 감소시키는 것으로 생각된다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 양배추 분말을 이용한 쌀 영양바를 제조하여 양배추 분말이 쌀 영양바의 품질특성에 미치는 영향을 살펴보았다. 양배추 분말의 첨가는 쌀 영양바의 총 페놀 함량을 증가시켰고, DPPH 라디칼 소거능을 높여 주었다. 또한 쌀 영양바의 굽기 손실율, 팽창율, 비용적, 수분함량을 감소시켰다. 양배추 쌀 영양바 껍질과 내부의 색도를 측정된 결과 양배추 분말의 첨가량에 따라 명도와 적색도는 감소하였고 황색도는 증가하는 경향을 나타냈다. 조직감 측정 결과에서 쌀 영양바의 경도는 양배추 분말 무첨가군이 가장 높았고, 시료 첨가구에서 부착성, 탄성 및 응집성은 시료 첨가량이 증가할수록 다소 감소하는 경향을 나타냈다. 기호도 검사 결과, 양배추 쌀 영양바 색의 기호도에서 15% 첨가군이 가장 높은 점수를 보였고, 향의 기호도에서는 20% 첨가군이 낮은 점수를 나타냈다. 특성강도 검사 결과, 양배추 분말이 증가함에 따라 양배추의 맛과 이취의 강도가 증가하는 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 쌀 영양바 제조 시 양배추 분말의 첨가는 기호도를 증가시키고 총 페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능을 높여주어 쌀 영양바의 가치를 증진시킬 수 있을 것으로 생각된다.

#### Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was supported.

#### References

AACC. 1995. Approved methods of the AACC. 8th ed. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA. Method 02-52, 72-10.

Bing DJ, Chun SS. 2015. Quality characteristics and antioxidant properties of rice chiffon cakes with wild grape powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 44(1):118-127.

Cho SA, Yoo KM, Lee S, Kim KT, Hwang IK. 2013. Quality characteristics of nutrition bar substituted with defatted ginseng seed meal. Korean J Food Cook Sci 29(3):249-256.

Choi OJ, Shim KH, Ma EB, Lee SU, Son KS, Jung HN. 2015. Quality characteristics of English muffin with powdered, soft and hard type rice flour by different grinding methods.

Korean J Food Cook Sci 31(5):544-550.

Conaway C, Yang YM, Chung FI. 2002. Isothiocyanates as cancer chemopreventive agents: Their biological activities and metabolism in rodents and humans. Curr Drug Metab 3(3):233-255.

Eun SD, Kim MY, Chun SS. 2008. Quality characteristics of *Sulgidduk* prepared with *Houttuynia cordata* Thunb. powder. Korean J Food Cook Sci 24(1):23-30.

Gessler NN, Bezzubov AA, Podlepa EM, Bykhovski VY. 1991. S-methylmethionine (vitamin U) metabolism in plants. Appl Biochem Microbiol 27(2):192-199.

Hong EY, Kim GH. 2005. Changes in vitamin U and amino acid levels of Korean Chinese cabbages during Kimchi fermentation. Korean J Food Preserv 12(4):411-416.

Hwang ES, Hong EY, Kim GH. 2012. Determination of bioactive compounds and anti-cancer effect from extracts of Korean cabbage and cabbage. Korean J Food Nutr 25(2):259-265.

Hwang ES, Thi ND. 2015. Impact of cooking method on bioactive compound content and antioxidant capacity of cabbage. Korean J Food Sci Technol 47(2):184-190.

Jin TY, Oh DH, Eun JB. 2006. Change of physicochemical characteristics and functional components in the raw materials of *Saengsik*, uncooked food by drying methods. Korean J Food Sci Technol 38(2):188-196.

Joo SY, Choi HY. 2012. Antioxidant activity and quality characteristics of cookies with chestnut inner shell. Korean J Food Nutr 25(2):224-232.

Jung SJ. 2006. Plan of information service publicity through the survey on the consumer's usage and recognition of functional foods. Master's thesis. Chungang University, Seoul, Korea. pp 9-12.

Kim MH, Kim HJ, Kim MY, Kim MR. 2008. Optimization of spirulina using response surface methodology. Korean J Food Cult 23(6):761-770.

Kim MK, Lee EJ, Kim KH. 2014. Effects of *Helianthus tuberosus* powder on the quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cakes. Korean J Food Cult 29(2):195-204.

Kim SH, Lee HJ, Paik JE, Joo NM. 2012. Quality characteristics and storage stability of bread with cabbage powder. Korean J Food Cook Sci 28(4):431-441.

Kim SJ, Kim HJ, Ma SJ, Kim SJ. 2005. Preparation and quality characteristics of rice breads. Korean J Food Cult 20(4):433-437.

Kim WJ, Kim JM, Cheong HS, Huh YR, Shin MS. 2014. Antioxidative activity and quality characteristics of rice madeleine added with pine needle powder and extract. J Korean Soc Food Sci Nutr 43(3):446-453.

Kim YA. 2003. Effects of mulberry leaves powders on the quality characteristics of yellow layer cakes. Korean J Food Sci Technol 35(5):871-876.

Lazaridou A, Duta D, Papageorgiou M, Bele N, Biliaderis CG. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and

- bread quality parameters in gluten-free formulations. *J Food Eng* 79(3):1033-1047.
- Lee SH. 2010. Effect of cabbage powder on baking properties of white breads. *Korean J Food Preserv* 17(5):674-680.
- Lee YL, Huang GW, Liang ZC, Mau JL. 2007. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT-Food Sci Technol* 40(5):823-833.
- Lin JY, Tang CY. 2007. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chem* 101(1):140-147.
- McNaughton SA, Marks GC. 2003. Development of a food composition database for the estimation of dietary intakes of glucosinolates, the biologically active constituents of cruciferous vegetables. *Brit J Nutr* 90(3):687-697.
- Ryu HS, Choi HY, Joo SY. 2015. Quality characteristics of rice nutritional bar added with aronia byproducts powder. *Korean J Food Nutr* 28(6):947-955.
- Shim KH, Sung NK, Kang KS, Ahn CW, Seo KI. 1992. Analysis of glucosinolates and the change of contents during processing and storage in cruciferous vegetables. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 21(1):43-48.
- Song JY, Shin M. 2007. Effects of soaking and particle sizes on the properties of rice flour and gluten-free rice bread. *Food Sci Biotechnol* 16(5):759-764.
- Yang MO. 2009. Quality characteristics of *Sulgidduk* added with cabbage powder. *J East Asian Soc Diet Life* 19(5):729-735.
- Yang MO, Kim GY. 2010. Quality properties of Jeungpyun prepared with cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) powder. *J East Asian Soc Diet Life* 20(2):291-298.

Received on Jul.12, 2016/ Revised on Aug.8, 2016/ Accepted on Aug.8, 2016