

## 현미분말 첨가에 의한 머핀의 품질 증진 효과

정경임 · 조은경<sup>†</sup>

신라대학교 의생명과학대학 식품영양학과

## Effect of Brown Rice Flour on Muffin Quality

Kyong Im Jung and Eun Kyung Cho<sup>†</sup>

Dept. of Food and Nutrition, Silla University, Busan 617-736, Korea

### Abstract

The purpose of this study was to examine the qualities of muffins with 20, 40, and 60% brown rice flour (BRF). The muffins containing 20, 40, and 60% BRF were lower than control muffins (made with regular flour) in weight, height, pH, and moisture content. No significant differences were observed between BRF muffins in weight and moisture content; however, height and pH decreased with increasing amounts of BRF added ( $p < 0.05$ ). The moisture content of control muffins decreased after storage at 30°C and was not significantly different than BRF muffins ( $p > 0.05$ ). The hardness and resilience in the controls were higher than BRF muffins, but increasing the amount of BRF added in muffins increased both hardness and resilience ( $p < 0.05$ ). The cohesiveness and springiness in the controls were higher than in BRF muffins and decreased with increasing the amount of BRF added to muffins ( $p < 0.05$ ). The gumminess and chewiness in muffins with BRF were higher than controls and were increased when the amount of BRF added in muffins was increased ( $p < 0.05$ ). However, the adhesiveness of the samples was not significantly different ( $p > 0.05$ ). In sensory evaluation, the external color in muffins with 20% BRF and the internal color in controls were the highest ( $p < 0.05$ ). The taste, aroma, texture, and overall acceptability were the highest in muffins with 60% BRF ( $p < 0.05$ ). The antioxidant activities, DPPH radical scavenging, and superoxide dismutase-like activity of muffins were increased with increasing the amount of BRF added to muffins ( $p < 0.05$ ).

**Key words:** muffin, brown rice, quality characteristics, DPPH radical scavenging activity, superoxide dismutase-like activity

### 서 론

쌀(rice, *Oryza sativa* L.)은 밀, 옥수수과 함께 세계 3대 곡물 중 하나로 우리나라를 비롯하여 일본 및 중국을 비롯한 동남아시아, 아프리카와 라틴아메리카 지역의 주식으로 오랫동안 이용되어 왔다(1). 그러나 우리나라는 경제발전과 생활의 서구화 등의 영향으로 쌀 중심의 생활이 밀가루 중심의 생활 즉, 쌀 문화권에서 서서히 빵 문화권으로 이동하는 경향이 두드러지면서 쌀 소비의 감소는 빵 소비의 증가를 초래하였다. 빵 소비의 증가는 빵과 함께 먹게 되는 육류나 지방질의 섭취를 증가시켜 현재 우리나라의 질병구조는 서구의 질병구조와 같은 양상을 나타나게 되었다. 이에 따라 주로 밀가루를 이용하여 만드는 기존제품에서 천연 소재를 이용한 건강 지향적 제품 개발이 진행되고 있으며 식품의 기능성에 대한 연구도 활발히 수행되고 있다(2).

이에 현미의 이용성이 고려되고 있는데 현미는 수분 12.43 ± 0.46%, 조단백질 6.60 ± 0.10, 조지방 2.1 조섬유 1.4, 조회분

1.20, 탄수화물 76.27%로 이루어져있어 백미에 비해 단백질, 비타민, 무기질, 식이섬유 등의 영양성분이 풍부하다(3). 특히, 현미는 식이섬유의 중요한 공급원으로 밀가루의 3~4배, 백미의 2배 정도 함유되어 혈압 상승을 억제하며, 분변 용적을 증가시켜 당뇨와 변비 및 대장암의 예방효과가 있다고 보고되고 있다(4). 또한, 현미에 함유되어 있는 GABA( $\gamma$ -aminobutyric acid)는 비단백 아미노산의 일종으로 포유동물의 뇌나 척수에 존재하는 억제성 신경전달물질로 뇌기능을 촉진시키고, 혈압강하 및 통증완화, 알코올 대사 증진 등의 다양한 생리활성을 가지고 있으며(5), flavonoids의 한 종류인 ferulic acid와 같은 강한 항산화제가 다량 함유되어 있어 쉽게 산화하지 않을 뿐만 아니라(6,7) 진통작용, 평활근 이완작용이 있어서 장관의 경련이나 임신 시 자궁의 수축, 경련을 억제한다고 알려져 있다(8). 그 외에도 현미에는  $\gamma$ -oryzanol, octacosanol, tocopherol과 tocotrienol 등의 유효한 성분들이 함유되어 있어 콜레스테롤 저하작용, 혈압상승억제작용, 항암작용, 면역조절기능, 혈청지질개선 등의 효과가

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: choeun@silla.ac.kr  
Phone: 82-51-999-6959, Fax: 82-51-999-6959

있는 것으로 나타났다(9).

따라서, 현미를 이용한 식품개발이 증대되고 있는데 식생활의 간편화를 위해 빵에 대한 연구가 이루어지고 있다. 특히, 머핀은 편리성 등으로 인하여 많이 이용되고 있는 빵으로서, 영양가가 높아 식사 및 간식대용으로 많이 소비되고 있으며, 특히 첨가 재료에 따라 다양한 제품으로 제조가 용이한 특징을 가지고 있다(10). 우리나라에서는 1990년대 후반에 이르러 머핀에 대한 연구가 시작되었는데 연구초기에는 첨가하는 재료의 함량에 따른 품질특성을 주로 보았고, 2006년경부터 머핀 제조 조건의 최적화 연구가 시도되었으며 현재는 천연물을 이용한 머핀의 최적화뿐만 아니라 생리활성 검증에 대한 연구가 이루어지고 있다. 머핀의 기능성에 대한 연구로는 ferulic acid와 p-hydroxybenzoic acid가 첨가된 기능성 머핀의 관능적 특성(8), 찹쌀가루를 이용한 머핀제조(11), 수수가루 첨가 머핀의 품질 특성에 관한 연구(10), flaxseed를 첨가하여 제조한 머핀의 품질 특성(12), lupin kernel fiber를 첨가하여 제조한 머핀(13), 버찌 분말 첨가 머핀의 품질 특성(14), apple skin powder 첨가 머핀의 식이섬유와 페놀화합물에 관한 연구(15) 등이 있다.

본 연구에서는 머핀의 품질 향상을 위한 현미분말을 첨가한 머핀을 제조하고 현미 분말 첨가량에 따른 향산화성, 관능적 기호도 및 품질 특성을 조사하여 향후 머핀 제조 및 상품화를 위한 현미 이용의 가치를 모색하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

머핀의 기본적 재료는 박력분(CJ 주식회사, Seoul, Korea), 달걀(축성농장, Busan, Korea), 버터(서울우유, Seoul, Korea), 우유(부산우유, Busan, Korea), 백설탕(CJ 주식회사), 소금(제재염, NaCl 88% 이상, 해표, Seoul, Korea), 베이킹파우더(주식회사 웰가, Gwangmyeong, Korea), 현미로 시중에서 구입하여 사용하였다. 현미는 분말 제조 시 탈습, 전분호화, 단백질 변성 등의 열변성을 방지하기 위하여 dry ice를 첨가한 고속 mill-type grinder(IKA-Labortechnik, Type A 10, JANKE & KUNKEL GMBH & Co. KG, Staufen, Germany)로 분쇄한 후 90체의 표준체(Chung Gye Industrial Mfg. Co., Seoul, Korea)를 통과시켜 -20°C 냉동고에 보관하며 사용하였다.

#### 머핀의 제조

머핀은 Table 1의 배합비에 따라 크림법으로 제조하였다. 즉, 버터를 반죽기(Hand mixer Concept-190L, EGS, Hongkong, China)로 1분간 믹싱한 다음 설탕을 넣고 1분간 혼합하고, 달걀을 3번에 나누어 넣으면서 3분간 믹싱하였다. 그리고 박력분, 베이킹파우더, 소금, 현미분말을 넣어 혼합한 후 우유를 넣고 반죽하였다. 머핀 반죽은 유산지를 깎 머핀틀에 70 g씩 팬닝하여 윗불 185°C, 아랫불 175°C로 예열된

Table 1. Formula for preparation of the muffins with brown rice flour

Ingredient (g)	Baker's percent (%)	Substitution level <sup>1)</sup> (%)			
		0	20	40	60
Wheat flour	100	200	160	120	80
Brown rice flour	100	0	40	80	120
Butter	50	100	100	100	100
Sugar	65	130	130	130	130
Egg	50	100	100	100	100
Milk	50	100	100	100	100
Baking powder	2	4	4	4	4
Salt	0.5	1	1	1	1

<sup>1)</sup>0, untreated; 20, muffin with 20% brown rice flour; 40, muffin with 40% brown rice flour; 60, muffin with 60% brown rice flour.

오븐(Auto 21, 신신공업사, Busan, Korea)에서 25분간 구워낸 다음 실온에서 1시간 방냉시켜 시료로 사용하였다.

#### 머핀의 중량, 높이 및 pH 측정

머핀의 중량과 높이는 오븐에서 구워낸 머핀을 실온에서 1시간 동안 방냉시킨 후 한 처리군당 5개의 시료를 사용하여 각 시료 당 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었으며, 높이는 머핀의 최고 높이 부분에서 종단으로 2등분한 단면을 측정하였다. pH는 머핀의 중앙부분에서 5 g을 정확히 취하여 비커에 넣고 증류수 15 mL를 가하여 vortex mixer로 1분간 혼합하고 homogenizer(AM-7, Ace homogenizer, Nihon Seiki, Osaka, Japan)를 이용하여 1,000 rpm에서 1분간 균질화한 후 pH meter로 한 처리군당 5개의 시료를 사용하여 각 시료 당 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

#### 머핀의 수분함량 측정

머핀의 수분은 구운 후 실온에서 1시간 방냉시킨 다음 polyethylene film으로 포장하여 30°C incubator에서 5일간 저장하며 실험하였다. 머핀의 중앙 부분에서 5 g을 정확히 취하여 항량 접시에 균일하게 펼친 후 수분측정기(NA 45-000230V1, Sartorius Ag, Gottingen, Germany)를 사용하여 105°C 상압가열 건조법으로 한 처리군당 5개의 시료를 사용하여 각 시료 당 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

#### 머핀의 기계적 조직감 측정

머핀의 기계적 특성은 머핀의 내부를 3×3×2 cm의 동일한 크기로 잘라 Texture analyser(CT3-4500, Brookfield Engineering LABS. Inc., Florida, MA, USA)를 사용하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 복원성(resilience), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 모든 측정은 7회 반복 측정하였고, 사용한 기기의 측정조건은 Table 2와 같다.

#### 머핀의 관능적 특성 평가

관능 요원은 지속적으로 관능훈련을 받은 신라대학교 식품영양학과 대학원생 및 학부생 22명을 panel로 선정하였다. 검사에 사용된 관능특성은 외관(appearance), 내부색(crumb

Table 2. Analytical conditions of texture profile analyzer

	Analysis condition
Type	TPA (texture profile analyzer)
Fixture	TA-RT-KIT
Probe type	Sylinder Probe (TA11/1000)
Test speed	2.0 mm/s
Trigger load	10.0 g
Distance	10.0 mm
Trigger force	5 g

color), 맛(taste), 향(flavor), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptability)로 매우 좋다 7점, 좋지도 싫지도 않다 4점, 매우 나쁘다 1점의 7점 기호척도법으로 평가하였다. 시료의 검사 순서상에서 발생할 수 있는 오차를 줄이기 위해 세 자리 숫자로 암호화하여 일정한 크기(2.5×2.5×4 cm)로 잘라 동일한 흰색 접시에 담아 물과 함께 제공하였다. 검사자는 관능평가 시 우선 외관을 살피고, 향을 맡은 후 맛을 평가하도록 하였으며 한 개의 시료를 평가한 다음에는 반드시 생수로 입안을 깨끗하게 헹군 다음 다른 시료를 평가하도록 하였다.

#### 머핀의 DPPH 라디칼 소거능 측정

머핀 5 g에 2배량의 에탄올을 가하여 vortex mixer로 1분간 혼합하고 homogenizer를 이용하여 1,000 rpm에서 1분간 균질화한 후 원심분리 하였다. 이후 상등액을 취하여 Whatman No. 2 filter paper로 여과한 후 DPPH radical 소거능 측정을 위한 시료로 사용하였다. DPPH 라디칼(radical) 소거능은 Blois의 방법(16)에 따라 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. DPPH 용액은 100 mL 에탄올에 DPPH  $1.5 \times 10^{-4}$  M을 녹인 후 증류수와 혼합하여 Whatman No. 2 filter paper로 여과하여 만들었다. 96 well plate에 시료와 DPPH 용액을 1:4 비율로 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후, ELISA reader(VeraMax Microplate Reader, Molecular Device, Los Angeles, CA, USA)를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능(electron donating ability; EDA)은 시료를 첨가하지 않은 대조그룹과 흡광도차를 비교하여 free radical의 제거 활성을 백분율로 나타내었다.

$$\text{EDA}(\%) = \frac{\text{대조군 흡광도} - \text{시료 첨가구 흡광도}}{\text{대조군 흡광도}} \times 100$$

#### 머핀의 SOD(superoxide dismutase) 유사활성 측정

머핀 5 g에 2배량의 멸균 증류수를 가하여 vortex mixer로 1분간 혼합하고 homogenizer를 이용하여 1,000 rpm에서 1분간 균질화한 후 원심분리 하였다. 이후 상등액을 취하여 Whatman No. 2 filter paper로 여과한 후 SOD 유사활성(superoxide dismutase-like activity, SODA) 측정을 위한 시료로 사용하였다. SOD 유사활성(superoxide dismutase-like activity)은 Marklund와 Marklund의 방법(17)에 따라 활성 산소종을 과산화수소( $\text{H}_2\text{O}_2$ )로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 나타내었다. 시료를 농도별로 희석하여 10  $\mu\text{L}$ 씩 96 well plate에 첨가한 후, Tris-HCl buffer(50 mM Tris aminomethane, 10 mM EDTA, pH 8.0) 150  $\mu\text{L}$ 와 7.2 mM pyrogallol 10  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 실온에서 10분간 반응시키고, 1 N HCl 50  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 반응을 정지시킨 후 ELISA reader를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은 시료 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었으며 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{SODA}(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

#### 통계처리

실험결과는 통계 SAS package(Version 9.1, Statistical Analysis System, Chicago, IL, USA)를 사용하여 각 시료의 평균과 표준편차를 계산하였고, 분산분석(ANOVA)과 Duncan's multiple range test를 실시하여  $\alpha=0.05$  level에서 시료 간의 유의차를 검정하였다.

#### 결과 및 고찰

##### 머핀의 중량, 높이 및 pH

머핀의 중량과 높이 및 pH를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 머핀의 중량은 대조군이  $64.06 \pm 0.42$  g, 현미분말을 첨가한 머핀은  $63.71 \pm 0.39 \sim 63.79 \pm 0.39$  g으로 대조군이 높게 나타났으나 시료 간에 큰 유의적인 차이는 없었다. Im 등(10)은 수수가루를 10, 20, 30% 첨가한 머핀의 중량은 대조군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향이었다. 머핀의 높이는 대조군이  $6.01 \pm 0.07$  cm로 가장 높았고, 현미분말을 첨가한 머핀은  $5.60 \pm 0.58 \sim$

Table 3. Weight, height, and pH of the muffins with brown rice flour

	Substitution level <sup>1)</sup> (%)			
	0	20	40	60
Weight (g)	$64.06 \pm 0.42^{2)a3)}$	$63.75 \pm 0.27^a$	$63.79 \pm 0.39^a$	$63.71 \pm 0.39^a$
Height (cm)	$6.01 \pm 0.07^a$	$5.77 \pm 0.15^b$	$5.71 \pm 0.13^{bc}$	$5.60 \pm 0.58^c$
pH	$8.18 \pm 0.02^a$	$7.92 \pm 0.01^b$	$7.74 \pm 0.02^c$	$7.60 \pm 0.01^d$

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>2)</sup>Mean  $\pm$  SD.

<sup>3)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

5.77±0.15 cm로 현미의 첨가량이 증가할수록 점차 감소하였다(p<0.05). Im 등(10)은 수수가루 첨가량이 증가할수록 머핀의 높이가 감소하였으며 글루텐의 희석효과에 의한 영향으로 부피 또한 감소하였다고 보고하였고, Johnson(11)은 찹쌀가루의 첨가량이 증가할수록 머핀의 높이가 줄고 옆으로 퍼지는 모양이라고 보고하였는데, 본 연구에서는 머핀 반죽을 정형화된 머핀 틀에 팬닝하여 구웠기 때문에 옆으로 퍼지지는 못하였지만 현미분말의 첨가량이 증가할수록 머핀의 높이가 감소하였는데 이 역시 글루텐의 희석효과로 인하여 망목구조가 약화되었기 때문인 것으로 생각된다. 머핀의 pH는 대조군이 8.18±0.02로 가장 높았고 현미분말을 첨가한 머핀은 7.60±0.01~7.92±0.01로 현미의 첨가량이 증가할수록 점차 감소하였다(p<0.05). 그럼에도 불구하고 시료 간에 큰 유의적인 차이는 없었다.

**머핀의 수분함량**

현미분말이 머핀의 수분함량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 머핀을 30°C에서 저장하면서 수분함량을 측정하였으며 그 결과는 Table 4에 나타내었다. 본 연구에 사용한 현미분말의 수분함량은 12.39±0.18%, 박력분의 수분함량은 12.91±0.15%이었으며, 현미분말을 첨가한 머핀의 제조 직후 수분함량은 대조군이 29.51±0.37%로 가장 높게 나타나 현미 첨가군의 28.31±0.37~28.50±0.22%와 유의적인 차이가 있었다(p<0.05). 이는 호박이 첨가된 발아현미 식빵의 제조 직후 수분함량은 대조군보다 낮게 나타났다는 연구 결과(18)와 유사하였는데, 이와 같은 결과는 사용된 재료의 수분함량에 차이가 있었기 때문으로 생각된다. 저장 3일차

에서는 현미분말 40% 첨가군이 22.52±0.33%로 수분 감소 폭이 가장 적게 나타났으며 대조군의 수분함량 22.92±0.55%와는 유의적인 차이가 없었다. 저장 5일차에는 20.96±0.40~21.97±1.18%로 모든 시료 간에 유의적인 차이가 없었다. 따라서 머핀 제조에 있어서 첨가된 현미는 수분함량에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났으므로 머핀 생산에 밀가루 대신 현미분말 이용 가능성을 제시하고 있다.

**머핀의 기계적 조직감**

머핀의 기계적 조직감 측정 결과는 Table 5와 같다. 경도는 대조군이 338.38±35.58 g으로 가장 낮았고, 현미분말의 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다(p<0.05). 수수가루를 첨가한 머핀(10)의 경우 대조군 및 10, 20% 첨가군 사이에는 유의적인 차이가 없었으나 30% 첨가군에서는 유의적으로 높게 나타났으며, 홍국분말을 첨가한 머핀(19)의 경우 1, 3, 5% 첨가군은 대조군보다 유의적으로 낮았으나 10% 첨가군에서는 유의적인 차이를 보였다. Ju 등(20)은 쌀가루의 첨가량이 10, 20, 30, 40%로 증가함에 따라 대조군보다 스펠지케이크의 경도가 높게 나타났다고 하여 본 연구와 같은 경향이 있었다. 이와 같은 결과는 현미분말의 첨가량이 증가할수록 머핀의 높이가 감소한 결과와 같이 밀가루 대신 현미분말의 대체량이 증가할수록 글루텐의 희석효과로 인하여 망목구조가 약화되고 가스포집능력이 저하되어 머핀의 밀도가 증가됨에 따라 경도가 증가된 것으로 생각된다. 부착성은 0.02±0.01~0.10±0.16 mJ로 나타나 시료 간에 유의적인 차이가 없었다. 현미가루를 첨가한 식빵(21) 및 수수가루의 첨가량에 따른 머핀(10)의 부착성에 유의적인 차이가 없었다는 연

**Table 4. Moisture content of the muffins with brown rice flour**

	Substitution level <sup>1)</sup> (%)			
	0	20	40	60
0 days	29.51±0.37 <sup>2)aA3)</sup>	28.50±0.22 <sup>2)ba</sup>	28.31±0.37 <sup>2)ba</sup>	28.49±0.66 <sup>2)ba</sup>
3 days	22.92±0.55 <sup>2)ab</sup>	21.74±0.59 <sup>2)ab</sup>	22.52±0.33 <sup>2)ab</sup>	21.75±0.64 <sup>2)ab</sup>
5 days	21.97±1.18 <sup>2)ab</sup>	21.43±0.43 <sup>2)ab</sup>	20.96±0.40 <sup>2)ac</sup>	21.35±0.19 <sup>2)ab</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>2)</sup>Mean±SD.

<sup>3)</sup>Means with different letters within a row (a,b) and a column (A-C) are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

**Table 5. Textural characteristics of the muffins with brown rice flour**

	Substitution level <sup>1)</sup> (%)			
	0	20	40	60
Hardness (g)	338.38±35.58 <sup>2)c3)</sup>	438.00±18.63 <sup>b</sup>	471.50±43.08 <sup>ab</sup>	529.83±40.32 <sup>a</sup>
Adhesiveness (mJ)	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.16 <sup>a</sup>	0.05±0.06 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>
Resilience	0.23±0.01 <sup>a</sup>	0.22±0.01 <sup>ab</sup>	0.22±0.01 <sup>ab</sup>	0.21±0.01 <sup>b</sup>
Cohesiveness	0.56±0.01 <sup>a</sup>	0.54±0.01 <sup>ab</sup>	0.52±0.02 <sup>bc</sup>	0.51±0.02 <sup>c</sup>
Springiness (mm)	9.38±0.27 <sup>a</sup>	9.36±0.29 <sup>a</sup>	9.20±0.21 <sup>a</sup>	8.68±0.24 <sup>b</sup>
Gumminess (g)	190.73±22.64 <sup>b</sup>	235.80±8.01 <sup>a</sup>	242.20±23.33 <sup>a</sup>	270.03±27.86 <sup>a</sup>
Chewiness (mJ)	16.99±2.37 <sup>b</sup>	21.63±0.51 <sup>a</sup>	21.84±1.85 <sup>a</sup>	23.32±2.10 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>2)</sup>Mean±SD.

<sup>3)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

구결과로 볼 때 곡류의 특성에 따라 일정수준까지의 첨가는 부착성에 대한 부정적인 영향을 주지 않을 것으로 판단된다. 이는 현미가루를 첨가한 식빵(21) 및 수수가루의 첨가량에 따른 머핀(10)의 부착성에 유의적인 차이가 없었다는 연구결과와 같은 경향이었다. 복원성은 대조군이  $0.23 \pm 0.01$ 로 가장 높게 나타났으며 20% 첨가군( $0.22 \pm 0.01$ )과 40% 첨가군( $0.22 \pm 0.01$ ) 사이에는 유의적인 차이가 없었으나 60% 첨가군( $0.21 \pm 0.01$ )과는 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 응집성은 현미분말의 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향이었는데 대조군이  $0.56 \pm 0.01$ 로 가장 높게 나타났으며 20% 첨가군( $0.54 \pm 0.01$ )과는 유의적인 차이가 없었으나 40% 첨가군( $0.52 \pm 0.02$ ) 및 60% 첨가군( $0.51 \pm 0.02$ )과는 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). Ju 등(20)은 쌀가루의 첨가량이 증가할수록 스펀지케이크의 응집성이 감소하였으며 대조군과 10, 20% 첨가군 사이에는 유의적인 차이가 없었다고 하였고, Im 등(10)은 수수가루의 첨가량이 증가할수록 응집성이 감소하였으며 대조군과 10, 20% 첨가군 사이에는 유의적인 차이가 없었다고 하여 본 연구와 유사한 경향이었다. 탄력성은 대조군이  $9.38 \pm 0.27$  mm로 가장 높게 나타났으며 현미분말의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향이었는데 20% 첨가군( $9.36 \pm 0.29$  mm) 및 40% 첨가군( $9.20 \pm 0.21$  mm)과는 유의적인 차이가 없었다. Ju 등(20)은 쌀가루의 첨가량이 증가할수록 스펀지케이크의 탄력성은 감소하였으며 대조군과 20% 첨가군까지는 유의적인 차이가 없었다고 하였고, Im 등(10)은 수수가루의 첨가량이 증가할수록 머핀의 탄력성이 감소한다고 하여 본 연구와 유사하였다. 이는 머핀의 높이 및 경도의 결과에서와 같이 글루텐의 희석효과에 의한 결과라 생각된다. 겉성은 대조군이  $190.73 \pm 22.64$  g으로 가장 낮게 나타났으며 현미분말의 첨가량이 증가할수록  $235.80 \pm 8.01 \sim 270.03 \pm 27.86$  g으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). Im 등(10)은 수수가루 20% 첨가군까지는 머핀의 겉성이 감소하였으나 30% 첨가군에서는 가장 높게 나타났다고 하여 본 연구와는 차이가 있었다. 씹힘성은 대조군이  $16.99 \pm 2.37$  mJ로 가장 낮게 나타났으며 현미분말의 첨가량이 증가할수록 증가하였다( $p < 0.05$ ). 이는 수수가루 첨가군 머핀이 대조군보다 씹힘성이 낮게 나타났다는 연구결과(10)와는 차이가 있었으나 쌀가루 첨가군 스펀

지케이크가 대조군보다 높게 나타났다는 연구결과(20)와는 유사한 경향이었다. 고형 식품을 삼킬 수 있는 상태로까지 씹는데 필요한 힘인 씹힘성 역시 높이와 경도 및 탄력성의 결과와 같은 양상이라 생각된다.

#### 머핀의 관능적 특성

머핀의 관능적 특성 측정 결과는 Table 6과 같다. 외관은 20% 첨가군이  $5.91 \pm 1.11$ 로 가장 높게 나타났으나 60% 첨가군( $5.36 \pm 1.26$ )과는 유의적인 차이가 없었다. Kim과 Shin(21)은 현미가루를 첨가한 식빵의 외관에 대한 기호도는 대조군보다 높게 나타났다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향이었는데, 수수가루 첨가 머핀의 외관에 대한 기호도가 낮게 나타났다는 연구결과(10)와는 차이가 있었다. 내부색은 대조군이  $5.27 \pm 1.28$ 로 가장 높게 나타났으나 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 현미가루를 첨가한 식빵의 내부색에 대한 기호도는 대조군보다 낮게 나타났다는 연구결과(21) 및 발아현미를 첨가한 식빵의 색에 대한 기호도가 대조군보다 낮게 나타났다는 연구결과(22)와 유사한 경향이었다. 맛은 60% 첨가군이  $5.36 \pm 1.22$ 로 가장 높게 나타났으나 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. Kim과 Shin(21)은 현미 첨가군 식빵의 맛에 대한 기호도가 대조군보다 높게 나타났으나 시료 간에 유의적인 차이가 없었다고 하였고, Lee와 Oh(3)은 현미 30% 첨가군에서 쿠키의 맛에 대한 기호도가 가장 높게 나타났으나 시료 간에 유의적인 차이가 없었다고 하여 본 연구와 유사하였다. 향은 60% 첨가군이  $5.27 \pm 1.24$ 로 가장 높게 나타났으나 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. Choi(22)는 발아현미 50% 첨가군에서 식빵의 향에 대한 기호도가 가장 높게 나타났으나 시료 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다고 하여 본 연구와 유사하였다. 조직감은 60% 첨가군이  $5.18 \pm 1.30$ 로 가장 높게 나타났으나 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 따라서 현미는 머핀의 맛과 향 및 조직감에 대한 기호도에 긍정적인 영향을 줄 것으로 생각된다. 전반적인 기호도는 60% 첨가군이  $5.50 \pm 1.26$ 로 가장 높게 나타났으나 40% 첨가군( $5.18 \pm 1.30$ ) 및 대조군( $4.91 \pm 1.15$ )과는 유의적인 차이가 없었다. Ju 등(20)은 쌀가루를 40% 첨가한 스펀지케이크의 전반적인 기호도가 가장 높았

Table 6. Sensory characteristics of the muffins with brown rice flour

	Substitution level <sup>1)</sup> (%)			
	0	20	40	60
Appearance	$4.23 \pm 1.31^{2)c3)$	$5.91 \pm 1.11^a$	$4.86 \pm 0.99^{bc}$	$5.36 \pm 1.26^{ab}$
Crumb color	$5.27 \pm 1.28^a$	$5.32 \pm 1.00^a$	$4.95 \pm 0.79^a$	$5.05 \pm 1.00^a$
Taste	$4.95 \pm 1.00^a$	$4.91 \pm 1.27^a$	$5.05 \pm 1.25^a$	$5.36 \pm 1.22^a$
Flavor	$4.59 \pm 1.33^a$	$5.05 \pm 1.21^a$	$5.00 \pm 0.87^a$	$5.27 \pm 1.24^a$
Texture	$4.91 \pm 1.27^a$	$4.68 \pm 1.39^a$	$5.09 \pm 1.31^a$	$5.18 \pm 1.30^a$
Overall acceptability	$4.91 \pm 1.15^{ab}$	$4.59 \pm 1.22^b$	$5.18 \pm 1.30^{ab}$	$5.50 \pm 1.26^a$

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>2)</sup>Mean  $\pm$  SD.

<sup>3)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

Table 7. DPPH radical scavenging activity (DPPH) and superoxide dismutase (SOD)-like activity of the muffins with brown rice flour

	Substitution level <sup>1)</sup> (%)			
	0	20	40	60
DPPH (%)	9.96 ± 3.28 <sup>2)c3)</sup>	17.61 ± 2.72 <sup>bc</sup>	21.68 ± 4.6 <sup>ab</sup>	28.01 ± 7.19 <sup>a</sup>
SOD-like activity (%)	12.95 ± 6.47 <sup>b</sup>	14.24 ± 4.90 <sup>b</sup>	19.25 ± 3.02 <sup>ab</sup>	30.59 ± 9.08 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>2)</sup>Mean ± SD.

<sup>3)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

으나 시료 간에 유의적인 차이가 없었다고 하였고, Choi(22)는 발아현미를 50% 첨가한 식빵의 전반적인 기호도가 가장 높았다고 하였다. 이상의 결과로 미루어 보면 현미분말의 첨가는 머핀의 외관, 내부색, 맛, 향, 조직감, 전반적인 기호도의 모든 관능적 특성에 긍정적인 것으로 나타났다. 따라서 현미분말을 이용한 다양한 제품 개발의 기초자료가 될 것으로 생각된다.

머핀의 DPPH radical 소거능

인체 내의 free radical은 지질, 단백질 등과 반응하여 생체의 노화를 촉진할 수 있는 물질이다. 특히 DPPH radical 소거법은 항산화물질의 전자공여능을 이용한 항산화 측정법으로 주로 phenolic 구조와 aromatic amine 화합물의 항산화능 측정에 많이 사용되는 방법이다. Woo 등(7)은 현미 70% 에탄올 추출물에 대한 DPPH radical 소거능을 44.75%라고 보고하였고, Kim 등(23)은 현미 70% 에탄올 추출물에 대한 DPPH radical 소거능을 품종에 따라 7.76~88.79%로 보고하였다. 이에 본 연구에서는 현미분말을 첨가한 머핀의 DPPH radical 소거능을 측정하여 Table 7에 나타내었다. 대조군(9.96±3.28%)에 비해 현미분말 첨가군에서 높은 DPPH radical 소거능을 보였고, 특히 60% 첨가군(28.01±7.19%)에서 가장 높게 나타나 현미분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다(p<0.05). Yang 등(24)은 흑마늘의 첨가량이 증가함에 따라 머핀의 DPPH radical 소거능이 2.59±0.06~49.76±0.51%로 유의적으로 증가한다고 하였고, Kim 등(14)은 동결 건조한 버찌분말의 첨가량이 증가함에 따라 머핀의 DPPH radical 소거능이 24.77±0.92~87.90±0.14%로 유의적으로 증가한다고 하였다. 본 연구 결과는 흑마늘 추출 분말 및 동결 건조한 버찌분말 첨가 머핀의 DPPH radical 소거능보다 낮게 나타났는데 이는 농축 또는 추출물이 아닌 현미 그대로를 사용하였기 때문인 것으로 생각된다. 하지만 현미를 첨가한 머핀은 쌀 소비 촉진 및 머핀의 기능성 부여 면에서 충분한 가치가 있는 것으로 판단된다.

머핀의 SOD 유사활성

Superoxide dismutase(SOD)는 산패로 인하여 형성된 세포에 유해한 oxygen radical을 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>로 전환시키는 반응을 촉매하고 다시 catalase에 의하여 생성된 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 무해한 물

분자와 산소 분자로 전환시키는 활성산소로부터 생체를 보호하는 항산화효소로 알려져 있다. Woo 등(7)은 현미 70% 에탄올 추출물에 대한 SOD 유사활성을 30.72%로 보고하였고, Kang 등(9)은 현미 80% 메탄올 추출물에 대한 SOD 유사활성을 63.5%(200 ppm의 농도)로 보고하였다. 이에 본 연구에서는 현미분말을 첨가한 머핀의 SOD 유사활성을 측정하여 Table 7에 나타내었다. 대조군(12.95±6.47%)에 비해 현미분말 첨가군에서 높은 SOD 유사활성을 보였고, 특히 60% 첨가군(30.59±9.08%)에서 가장 높게 나타났으며 현미분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다(p<0.05). Jung 등(25)은 감태 열수 추출물의 첨가량이 증가함에 따라 머핀의 SOD 유사활성은 14.89±3.66~76.79±1.05%로 유의적으로 증가한다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향이 있었다. 이와 같은 결과로 현미는 머핀의 기능성을 향상시키는 데 좋은 재료가 될 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 머핀의 품질향상을 위한 기능성 천연소재의 개발을 위해 현미분말을 0, 20, 40, 60% 농도로 첨가하여 제조한 머핀의 품질특성을 살펴보았다. 머핀의 중량은 대조군이 높았으나 현미분말 첨가군 간에 유의적인 차이는 없었고, 높이와 pH 또한 대조군이 높았던 반면 현미분말 첨가군은 첨가량이 증가할수록 감소하였다(p<0.05). 현미분말 첨가 머핀 수분함량의 측정결과는 제조 직후 대조군이 현미분말 첨가 머핀보다 높았지만, 30°C에서 저장기간이 길어짐에 따라 수분함량은 대조군과 현미분말 첨가군 간에 유의적인 차이는 없었다(p<0.05). 경도와 복원성은 대조군이 높았고 현미분말 첨가량이 증가할수록 높아졌으며, 응집성, 탄력성은 대조군이 높았으며 현미분말 첨가량이 증가할수록 낮아졌다(p<0.05). 이에 반해 검성과 씹힘성은 대조군이 낮았고 현미분말 첨가량이 증가할수록 높았으며, 부착성은 시료 간에 유의적인 차이가 없었다(p<0.05). 관능검사 결과 외부색은 20% 첨가군이, 내부색은 대조군이 높게 나타났고(p<0.05), 맛, 향, 조직감, 전반적인 기호도는 60% 첨가군이 가장 높게 나타났다. 현미분말 첨가 머핀의 항산화활성을 측정한 결과는 현미분말 첨가 농도가 증가할수록 DPPH radical 소거능과 SOD 유사활성이 증가하는 것으로 나타났다. 이상의 결과

를 종합해 볼 때 현미를 첨가할 경우 관능특성 및 기능성을 개선하여 품질향상에 도움을 주는 것으로 나타났는데 이는 현미를 이용한 기능성식품 개발의 기초자료로 제공될 수 있을 것으로 사료된다.

## 문 헌

1. Lim SY. 2008. Inhibitory effects of methanol extracts from Korean *Oryza sativa* and *Coix lachryma-jobi* var. mayuen on mutagenicity and growth of human cancer cells. *J Life Sci* 18: 1415-1419.
2. Lee SM, Joo NM. 2007. The optimization of muffin with the addition dried sweet pumpkin powder. *J Korean Diet Assoc* 13: 368-378.
3. Lee MH, Oh MS. 2006. Quality characteristics of cookies with brown rice flour. *Korean J Food Culture* 21: 685-694.
4. Kim MH, Shin MS. 2003. Quality characteristics of bread made with brown rice flours of different preparations. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19: 136-143.
5. Narayan YS, Nair PM. 1990. Metabolism, enzymology and possible roles of  $\gamma$ -aminobutyrate in higher plants. *Phytochemistry* 29: 367-375.
6. Omori MT, Tano J, Okamoto T, Tsushida T, Higuchi MM. 1987. Effect of anaerobically treated tea on blood pressure of spontaneously hypertensive rats. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 61: 1449-1451.
7. Woo KS, Chun AR, Oh SK, Kim KJ, Kim DJ, Yang CI, Kim YG, Kim JH, Jeong SJ. 2010. Antioxidant and anti-tumor activities of ethanol extracts from unhulled and hulled rice *hiami* (*Oryza sativa* L. cv. *hiami*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 179-185.
8. Jeon SY, Jeong SH, Kim HC, Kim MR. 2002. Sensory characteristics of functional muffin prepared with ferulic acid and p-hydroxybenzoic acid. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 476-481.
9. Kang BR, Park MJ, Lee HS. 2006. Germination dependency of antioxidative activities in brown rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 389-394.
10. Im JG, Kim YS, Ha TY. 1998. Effect of sorghum flour addition on the quality characteristics of muffin. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1158-1162.
11. Johnson FCS. 1990. Characteristics of muffins containing various levels of waxy rice flour. *Cereal Chem* 67: 114-119.
12. Alpers L, Sawyer-Morse MK. 1996. Eating quality of banana nut muffins and oatmeal cookies made with ground flaxseed. *J Am Diet Assoc* 96: 794-796.
13. Clark R, Hohnson S. 2002. Sensory acceptability of foods with added lupin (*Lupinus angustifolius*) kernel fiber using pre-set criteria. *J Food Sci* 76: 356-362.
14. Kim KH, Lee SY, Yook HS. 2009. Quality characteristics of muffins prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 750-756.
15. Vasantha Rupasinghe HP, Wang L, Huber GM, Pitts NL. 2008. Effect of baking on dietary fiber and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder. *Food Chem* 107: 1217-1224.
16. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1198-1200.
17. Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of superoxide anion radical in the antioxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 469-474.
18. Joo SJ, Kim KS, Uoon HS, Hong JS, Kim SJ. 2004. Quality characteristics on sprouted brown rice-bread added with pumpkin powder. *Korean J Food Preserv* 11: 503-507.
19. Park SH, Lim SI. 2007. Quality characteristics of muffin added red yeast rice flour. *Korean J Food Technol* 39: 272-275.
20. Ju JE, Nam YH, Lee KA. 2006. Quality characteristics of sponge cakes with wheat-rice composite flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 923-929.
21. Kim MH, Shin MS. 2003. Quality characteristics of bread made with brown rice flours of different preparations. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19: 136-143.
22. Choi JH. 2001. Quality characteristics of the bread with sprouted brown rice flour. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 323-328.
23. Kim DJ, Oh SK, Yoon MR, Chun AR, Hong HC, Lee JS, Kim YK. 2010. Antioxidant compounds and antioxidant activities of the 70% ethanol extracts from brown and milled rice by cultivar. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 467-473.
24. Yang SM, Kang MJ, Kim SH, Shin JH, Sung NJ. 2010. Quality characteristics of functional muffins containing black garlic extract powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 737-744.
25. Jung KI, Choi YJ, Cho EK. 2010. Effect of *Ecklonia cava* hot water extracts on shelf-life and quality of muffin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1672-1677.

(2011년 4월 20일 접수; 2011년 6월 17일 채택)