The Korean Journal of Culinary Research
Vol. 21, No. 3, pp. 168~180 (2015)

쌀겨 분말을 첨가한 스폰지 케이크의 품질특성

권 민 석[1)] · 이 명 호[2)¶]
한성대학교 관광호텔 외식경영대학원[1)] · 신한대학교 식품조리과학부[2)¶]

Quality Characteristics of Sponge Cake added with Rice Bran Powder

Min-Seok Kwon[1)] · Myung-Ho Lee[2)¶]
Dept. of Hotel, Tourism and Restaurant Management, Hansung University[1)]
Dept. of Food Science &, Culinary Arts, Shinhan University[2)¶]

Abstract

This study set out to make sponge cake a product of confectionery and bakery to expand the uses of rice bran and conducted a preliminary experiment to revise and supplement the addition of rice bran. The study sought to determine the level of added rice bran, 0~20%, by taking into account the taste, color, and marketability of rice bran in order to provide basic data for the possibilities of new product development and increase the usage of rice bran. As for the general composition, moisture, protein, fat, carbohydrate, and ash content comprised 9.50%, 15.51%, 18.12%, 48.17%, and 8.70% of the rice bran powder respectively. The pH of the dough decreased significantly with increased levels of rice bran. The specific gravity of the dough tended to rise significantly with the addition of rice bran. The group of 0% rice bran powder recorded the highest score of brightness , whereas the group of 20% rice bran powder scored lowest in terms of brightness. While there were significant differences between the control and experiment groups, no significant differences were found among the addition groups. Hardness also showed a tendency to significantly increase. The sensory evaluation results indicate that the group of 0% rice bran powder recorded the highest overall preference score at 5.00 and that the group of 20% rice bran powder had the lowest overall preference score at 2.87. The results also suggest that 10% rice bran powder sponge cake could be helpful in improving physical quality.

Key words: sponge cake, rice bran powder, quality characteristics

Ⅰ. 서 론

식생활이 점차 서구화 되고 외식이 증가함에 따라서 빵과 케이크의 소비가 급증하고 있다. 이들의 과도한 열량섭취는 비만, 당뇨, 고혈압, 심장병 등의 질병을 일으키는 원인이 되고 있다(Kim HS et al 2011). 한편, 건강에 대한 관심의 증대로 인해 기능성을 첨가한 부재료에 대한 인식이 높아지고 있어, 이를 이용한 제품의 소비자 욕구가 증가되고 있다(Kang CS 2007). 이러한 요구에 의해 제과 제빵 분야에서도 건강기능성 소재의 개발과 이를 이용한 제품연구가 활발히 진행되고 있다(Suh KH & Kim KH 2014). 이 중 스펀지 케이크는 달걀의 기포성을 이용하여 만든 대표적인 제품이다. 주재료로는 밀가루, 설탕, 달걀로 스펀지 케이크의 제조 방법 중 가장 보편적인 공립법

¶ : 이명호, mhlee5858@hanmail.net, 경기도 의정부시 호암로 95, 신한대학교 식품조리과학부

(sponge method)은 전란을 설탕과 혼합하여 거품을 낸 후, 그 이외의 재료를 첨가하는 방법이다. 또, 다른 하나는 별립법(separated egg sponge method)으로 달걀을 흰자와 노른자로 분리하여 각각 설탕을 넣고 거품을 낸 후 그 외의 재료를 첨가하는 방법으로 기포성이 좋은 특징을 가지고 있다. 기능성 천연소재를 첨가한 스펀지 케이크 에 관한 대표적인 연구로는 다양한 부재료를 첨가한 돼지감자(Suh KH & Kim KH 2014), 쌀가루(Kim MA 1992), 솔잎 분말(Lee SE & Lee JH 2013), 미역과 다시마(Ahn JM & Song YS 1999), 쇠비름(Ha MJ 2014), 야콘 분말, 마(Yi SY et al 2001), 브로컬리 분말(Lim EJ et al 2010), 분리대두(Lee KA 1997), 김 분말(Kweon BM et al 2003) 등의 스펀지 케이크 연구들이 이루어졌다.

우리나라 쌀겨 총 생산량의 약 70%가 가축의 사료나 미강유로 이용되고 있고, 여전히 농가에서는 비료 대용으로 사용하고 있으며, 사료자원, 비료, 유지원료, 미용 분야에서 파우더나 제과 제빵, 음료 등으로 이용이 점차 확대되고 있다(Kim DY 2009).

쌀의 겨층에 다량 함유된 식이 섬유소는 콜레스테롤 감소를 비롯하여 장내 음식물의 통과시간을 단축시켜주며, 대장암 예방, 당뇨병 등의 생리작용에 도움이 되는 것으로 알려져 있다(Park HS et al 2008).

도정과정에서 발생하는 부산물인 쌀겨는 벼의 품종이나 도정에 따라 차이가 있으며, 탄수화물, 단백질, 지질, 비타민 B군, 비타민 E, 무기질 등의 영양소가 함유되어 있다(Juliano BO 1985). 이러한 쌀겨를 이용한 다양한 연구에 따르면 인슐린 개선효과(Chen CW & Cheng HH 2006), 항스트레스 효과(Koh JH et al 2002), 항암효과(Kim HY et al 2007), 혈압강하 효과(Ardiansyah et al 2006), 종양억제(Nam SH et al 2005), 콜레스테롤 저해효과(Wilson TA et al 2007) 등이 보고되었다.

최근 쌀겨를 이용한 식품 연구에는 제과제빵 특성연구(Park HS et al 2008), 발효쌀겨를 이용한 반죽의 제빵 특성 (Park HS & Han GD 2008), 안정화 쌀겨를 이용한 가래떡 품질 특성(Kim WJ 2013)이 연구되었을 뿐, 다른 기능성 식물소재에 비해서는 쌀겨를 이용한 스펀지 케이크 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 실험은 풍부한 영양 성분과 식이섬유가 다량 함유된 쌀겨 분말을 밀가루 대체 첨가물로 사용하여 스펀지 케이크를 제조하고 품질특성을 조사함으로써 신제품 개발 가능성의 기초 자료를 제공하며, 쌀겨의 이용률을 증대시키고자 한다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서는 쌀은 미등영농조합법인의 벼(2014년 11월)을 사용하였고, 밀가루(대한제분, 박력분 1등급), 설탕(제일제당), 달걀(풀무원), 베이킹파우더(제니코), 소금(맛나식품 꽃소금)을 국내 마트에서 구입하여 사용하였다. 쌀겨를 얻기 위해 연삭처리 공정으로 도정된 쌀을 실험용 마찰식 도정기(VP-31T, Yamamoto, Japan)를 이용하여 벼에서 왕겨를 제거하고 현미기(HSPC-4C, Shizuoka Seiki, Japan)를 이용하여, 현미를 백미로 도정하여 쌀겨를 획득하였다. 스펀지 케이크에 첨가하기 위하여 쌀겨는 사용직전에 60 mesh 체에 걸러 냉동보관하여 사용하였다.

2. 스펀지 케이크 제조

본 연구의 스펀지 케이크의 제조는 선행 연구(Yi SY et al 2001)를 수정 보완하여 제조하였으며, 배합비는 <Table 1>과 같다. 스펀지 케이크는 공립법으로 제과용 믹서(K5SS, Kitchen aid Co. Ltd. USA)를 이용하였다. 믹싱볼에 달걀을 넣고 저속(2단)에서 30초간 풀어준 다음 설탕과 소금을 넣고, 고속(6단)에서 8분간 믹싱하여 공기를 포집하였다. 그 후 체 친 밀가루와 쌀겨분말, 베이킹파우더를 넣고, 주걱으로 20회 혼합한 반죽을 pan

<Table 1> **Formulas for sponge cake** (unit: g)

Ingredients	Flour weight basis(g)				
	0%	5%	10%	15%	20%
Flour	100	95	90	85	80
Rice bran powder	0	5	10	15	20
Granulated sugar	120	120	120	120	120
Whole egg	150	150	150	150	150
Salt	2	2	2	2	2
Baking powder	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Control : 0%.
Rice bran powder : 5%, 10%, 15%, 20%.

(내부 지름 18 cm)에 350 g씩 넣어 윗불 180℃ 아랫불 170℃로 미리 예열된 오븐(Dae-Young, Machinery Co. Korea)에서 30분간 구웠다. 완성된 스펀지 케이크는 실온에서 2시간 냉각시킨 후 실험에 사용하였다.

3. 실험방법

1) 일반 성분 분석

수분 함량, 단백질, 회분, 지방함량은 AACC 방법(30-10)에 의해 각각 3회 반복 측정하였으며, 수분 함량은 적외선 수분 측정기(FD-240, Japan)를 사용하여 3회 반복 측정하였다. 또한, 시료 전체를 100%로 하여 수분, 조단백질, 조지방, 회분의 함량 %를 감한 것을 탄수화물(carbohydrates) 함량(%)으로 구하였다.

2) 반죽의 pH와 비중

쌀겨분말을 첨가한 반죽의 pH는 AACC 방법(2-52)으로 반죽 15 g에 증류수 100 mL를 넣고 현탁액을 만든 후, 10분간 실온에 방치한 뒤 pH meter(pH/Ion 510, Oakton Instruments, Vernon Hills, IL, USA)로 3회 반복 측정하였다.

반죽의 비중은 AACC 방법(10-5)에 의해 3회 반복 측정하고, 다음의 계산식에 의해 물에 대한 반죽의 비로 구하였다.

$$\text{Specific gravity(g/mL)} = \frac{(C+B)-C}{(C+W)-C}$$

C : Weight of cup
B : Weight of batter
W : Weight of water

3) 스펀지 케이크의 수분 함량

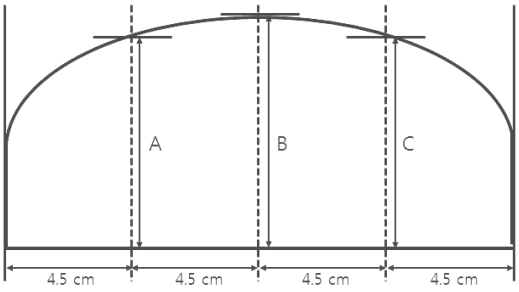
쌀겨 분말을 첨가한 스펀지 케이크의 수분 측정은 적외선 수분측정기(FD-240, Japan)를 사용하여 시료 3 g으로 3회 반복 측정하였다.

4) 스펀지 케이크의 부피지수 및 대칭성 지수

스폰지 케이크의 외관은 부피 지수(volume index), 대칭성지수(symmetry index)를 측정하여 평가하였다. 즉, AACC 방법(10-91)에 따라 케이크 중심부를 수직으로 절단한 후 <Fig. 1>과 같은 방법으로 산출하였다.

5) 스펀지 케이크의 색도 측정

스펀지 케이크의 색도는 crumb을 5.0×5.0×2.0 cm^3로 준비하여 색차계(CR-200, Minolta, USA)를 사용하여 측정하였다. 이때 측정 항목은 명도(*L*값), 적색도(*a*값), 황색도(*b*값)를 3회 반복 측정하였다. 명도(*L*값)는 밝기를 의미하고, *a*값은 적색



<Fig. 1> Measurement of volume indexes and symmetry indexes of sponge cake replacing for rice bran powder.

Volume index=A+B+C. Symmetry index=2B−A−C.

도를 나타내는데, +값이 클수록 붉은색을 나타내며 −값이 클수록 녹색을 의미한다. *b*값은 황색을 나타내는 값으로 +값이 클수록 노란색을 나타내며, −값이 클수록 청색을 나타낸다. 이 때 사용한 표준백판의 보정치는 L=98.46, a=−0.23, 그리고 b=1.02이었다.

6) 스펀지 케이크의 조직감 측정

스펀지 케이크의 조직감은 Texture analyser(model TA-XT plus Stable Micro System, England)를 이용하여 3회 반복 측정하였다. 스펀지 케이크의 가운데 부분을 4×4×3 cm^3로 동일하게 자른 다음 경도(hardness), 응집성(cohesivness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 점착성(gumminess) 항목을 측정하였다. 측정 조건은 Pre-test speed 5.0 mm/s, Test speed 5.5 mm/s. Post-test speed 5.0 mm/s, Distance 30%, Trigger type Auto-10 g, Data acquisition rate 400 pps와 같다.

7) 관능검사

관능검사는 조리 전공 대학생 15명을 관능검사 요원으로 선정하여 본 실험의 목적과 평가방법에 대해 잘 인지할 수 있도록 사전교육을 실시하였다. 평가 항목은 케이크의 외관(appearance), 맛(taste), 색(color), 부드러움(softness), 향(flavor), 전체 기호도(overall acceptability)에 대하여 관능특성이 좋을수록 7점 쪽에, 낮을수록 1점 쪽에 표시하도록 하였다. 각 시료마다 무작위로 조합된 3자리 숫자가 주어졌으며, 동일 크기로 자른 후에 시료의 번호가 적혀진 일회용 접시에 담아 제시하였다.

8) 통계 분석

모든 실험은 3회 이상 반복적으로 측정하여 '평균±표준편차'로 표시하였다. 자료 분석은 SPSS 12.0 program으로 평균과 표준편차로 구하고, 유의수준 5%에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 쌀겨 분말의 일반성분

쌀겨 분말의 일반성분은 <Table 2>와 같다. 수분이 9.50%이며, 단백질은 15.51%, 지방은 18.12%, 탄수화물은 48.17%, 회분은 8.70%로 나타났다.

2. 반죽의 pH와 비중

쌀겨 분말 첨가 스펀지 케이크 반죽의 pH와 비중(Specific gravity)은 <Table 4>와 같다. 반죽의 pH는 6.89~6.49로 나타났으며, 쌀겨의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다. 반죽의 pH는 중요재료의 특성과 팽창형태에 따라 결정된다. 설탕, 쇼트닝, 베이킹파우더 등은 영향을 주지 않으나, 이외의 재료는 pH를 낮추거

<Table 2> Approximate composition of the rice bran powder

Factor	Contents(%)
Moisture	9.50±0.01
Crude protein	15.51±0.03
Crude fat	18.12±0.34
Carbohydrate	48.17±0.27
Ash	8.70±0.03

나 높인다. 또한, 케이크의 부피, 조직감과 관계가 있고 케이크의 착색 정도에 영향을 미친다고 보고되어 있다(Lee KA et al 2002). 일반적으로 pH 범위에서 벗어나 알칼리 쪽에 가까우면 기공이 거칠고, 껍질색이 진해지고, 부피가 크게 나타난다. 반면, 산성에 가까워지면 기공이 작고, 껍질색이 여리며, 부피가 작은 제품이 된다. 이것은 pH가 최종 제품의 색과 질감에 영향을 주는 중요한 요인이라 할 수 있다(Lee SE & Lee JH 2013).

반죽의 비중은 0.43~0.50의 범위를 보였으며, 쌀겨의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 비중이 증가하는 경향을 보였다. 스펀지 케이크 반죽 비중은 거품 형성 정도로 케이크의 내부 구조를 형성하여 제품의 텍스처를 결정하는 요인으로 반죽의 비중과 부피 및 내부 조직에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Chung YS 2009). 이러한 특징을 가진 반죽의 비중은 밀가루 종류, 믹싱 환경(속도, 온도 등), 화학 팽창제 유무 등의 영향을 받으며, 반죽 시 첨가되는 달걀이 점질액으로 작용하여 거품의 겉 표면에서 기포의 벽을 두껍게 하여 얇은 막의 형성을 억제하기 때문이라고 보고하였다(Yi SY et al 2001). 비중이 높을수록 반죽 기포의 함유량이 적어져 구운 후 부피가 감소되고, 쌀겨 분말첨가량이 증가할수록 쌀겨 분말이 밀가루보다 무기질, 섬유소 비율이 높아서 조직이 거칠어진다고 볼 수 있다. 또한, 쌀겨 분말의 비중이 밀가루의 비중보다 크기 때문에, 쌀겨 분말의 첨가량이 증가할수록 스펀지 케이크의 비중이 증가하는 것으로 판단된다.

3. 스펀지 케이크의 수분 함량

쌀겨 분말을 첨가한 스펀지 케이크의 수분 함량은 <Table 4>와 같다. 쌀겨 분말 0% 첨가군에서는 28.42%, 5~20% 첨가군에서는 28.33~26.47%의 범위에서 유의적 차이가 없이 나타났다($p<0.05$).이는 쌀겨에 함유되어 있는 수용성 식이섬유가 케이크 내 전분입자에서 수분의 유실을 막아 주어 나타난 결과로 판단되며, 쌀겨의 농도에 따라 영향을 받는 것으로 확인되었다. 스펀지 케이크의 수분함량은 스펀지 케이크의 저장성과 조직감을 결정하는 중요한 인자 중에 하나이며, 케이크의 수분 함량이 높을수록 조직이 부드럽고 노화를 지연시킨다는 연구(Yook HS et al 2000)가 보고되어 있다. 이러한 수분함량의 변화는 쌀겨 첨가 머핀(Kang HJ et al 2012)의 연구에서 첨가량이 증가함에 따라 수분 함량에 유의적 차이가 없었다는 결과와 유사한 경향으로 나타났다. 따라서 스펀지 케이크 제조 시에 대조군과 밀가루 대비 5%, 10%, 15%, 20%의 쌀겨 분말을 첨가하여도 스펀지 케이크의 저장성에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

<Table 3> pH values and specific gravity of sponge cake with different addition of the rice bran powder

Sample	pH	Specific gravity
0 %	6.89±0.02[a1)2)]	0.43±0.02[a]
5 %	6.78±0.02[b]	0.44±0.01[a]
10 %	6.65±0.03[c]	0.46±0.01[b]
15 %	6.60±0.02[c]	0.49±0.01[c]
20 %	6.49±0.01[d]	0.50±0.00[d]

Control : 0%, Rice bran powder: 5%, 10%, 15%, 20%.

1) Means in the column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ as by Duncan's multiple range test.

2) Mean±S.D. *$p<0.05$.

<Table 4> **Moisture contents of sponge cake with different addition rate of the rice bran powder**

Sample	Moisture(%)
0 %	28.42±0.23[a1)2)]
5 %	28.33±0.37[a]
10 %	27.61±0.71[a]
15 %	26.47±1.08[a]
20 %	26.91±1.12[a]

Control : 0%, Rice bran powder : 5%, 10%, 15%, 20%.
1) Means in the column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ as by Duncan's multiple range test.
2) Mean±S.D. *$p<0.05$.

4. 스펀지 케이크의 부피지수 및 대칭성 지수

스펀지 케이크의 부피와 대칭성 지수는 <Table 5>와 같다. 부피 지수(volume index)는 케이크의 부피를 설명하는 지표이다(Gomez M et al 2008). 케이크의 부피는 반죽 시 혼입된 공기의 양뿐만 아니라, 구울 때, 반죽할 때 형성된 기표가 어느 정도 안전하게 유지되느냐에 따라 달라진다. 스펀지 케이크의 부피 지수는 쌀겨 분말 0% 첨가군이 16.12 로 가장 높았고, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 11.32 로 가장 작게 나타났으며, 쌀겨분말 10% 첨가군과 15% 첨가군 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 대조군과 비교하였을 때 쌀겨 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$).

Chang JO & Ryu HJ(1998)는 전통적인 케이크 제조시에 밀가루 일부를 200 mesh 쌀가루로 대체하였을 때 부피가 감소하였다고 하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. Kim MA(1992)은 쌀가루 첨가 시 스펀지 케이크의 부피가 감소하였는데, 이러한 현상은 쌀가루의 기포 안정성이 낮고, 글루텐이 없기 때문이라고 설명하였다. 따라서 쌀겨 분말의 기포 안정성이 낮고 글루텐이 부족하기 때문에, 쌀겨 분말 첨가량이 증가함에 따라 부피가 감소하는 것으로 판단된다.

대칭성지수(Symmetry index)는 케이크 모양의 균형을 나타내는 지표로 케이크의 중앙부분과 측면 부분의 높이 차이를 나타내는 것으로, 높은 대칭지수는 케이크의 중앙부분이 높게 구워진 경우를 의미한다(Gomez M 2008). 스펀지 케이크의 대칭성 지수의 경우는 쌀겨 분말 0% 첨가군이 1.01로 가장 크게 나타났고, 쌀겨 5~15% 첨가군까지는 유의적 차이를 보이지 않았으나, 첨가량 증가에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$).

밀가루의 일부를 다른 곡물이나 식이 섬유원으로 대체할 경우 부피가 감소하고, 거친 조직을 나타내는데, 이는 이들 분말이 글루텐의 수화 및 전

<Table 5> **Volume and symmetry index of sponge cake prepared with rice bran powder**

Sample	Volume index	Symmetry index
0 %	16.12±0.32[a]	1.01±0.18[a1)2)]
5 %	15.51±0.11[b]	0.68±0.14[b]
10 %	14.49±0.34[c]	0.51±0.20[b]
15 %	13.78±0.46[c]	0.34±0.04[b]
20 %	11.32±0.75[d]	0.10±0.18[c]

Control : 0%, Rice bran powder: 5%, 10%, 15%, 20%.
1) Means in the column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ as by Duncan's multiple range test.
2) Mean±S.D. * $p<0.05$.

분의 호화를 지연시키고, 이로 인해 단백질의 망상구조가 잘 발달되지 못한 결과의 일부로 알려져 있다(Shin JH et al 2007). 따라서 글루텐이 부족한 기능성 재료를 첨가한 스펀지 케이크 제조에서 이러한 부피와 대칭성을 보완하기 위한 연구가 필요하다고 사료된다.

5. 스펀지 케이크의 색도

쌀겨 분말을 첨가한 스펀지 케이크의 색도는 <Table 6>과 같다. 명도(*L*값)의 경우, 쌀겨 분말 0% 첨가군이 83.41로 가장 밝게 나타났고, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 74.76으로 가장 어둡게 나타났으며, 대조구와 유의적인 차이를 보였을 뿐 첨가군 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다($p<0.05$). 백미로 도정시 발생되는 부산물인 쌀겨는 그 색이 어두운 흑갈색을 띄는데, 이는 적갈색계인 탄닌계 색소와 흑자색계인 안토시아닌계 색소의 영향 (Lim JK et al 1998)으로 스펀지 케이크의 색도에 변화를 주어 0% 첨가군 색보다 *L*값이 감소하는 것으로 판단된다. 적색도의 경우는 쌀겨 분말 15% 첨가군이 1.38로 가장 큰 값을 보였으며, 쌀겨 분말 0% 첨가군이 −1.90으로 가장 적은 값을 나타냈다. 쌀겨 분말 첨가량이 증가함에 따라 쌀겨 분말 15% 첨가군까지는 적색도는 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 황색도의 경우는 쌀겨 분말 0% 첨가군이 33.99로 가장 높게 나타났고, 쌀겨 분말 15% 첨가군이 32.01로 가장 낮은 값을 보였으며, 쌀겨 분말 첨가량에 따라 유의적인 경향을 보이지 않았다($p<0.05$).

따라서 쌀겨 분말 자체의 색과 쌀겨 분말 첨가로 반죽의 기포가 조밀하게 되고 스펀지 케이크의 부피가 감소하게 됨으로써, 첨가량이 증가함에 따라 색이 전반적으로 어두워지는 것으로 사료된다.

6. 조직감

쌀겨 분말 첨가 스펀지 케이크의 조직감 측정은 <Table 7>과 같다. 경도(hardness)의 경우 73.37~206.20 g/cm^{2}의 값을 보였으며, 쌀겨 분말 첨가량이 증가함에 따라 경도가 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 케이크의 경도는 케이크 제조 시에 첨가되는 재료의 비용적에 직접적으로 영향을 받으며, 간접적으로는 중량, 부피, 수분함량 등에 영향을 받는다. 기공이 잘 발달될수록 부피가 크고 경도는 낮아진다고 알려져 있다(Chabot JF 1979). 이는 매생이 분말 첨가 스펀지 케이크(Lee JH et al 2007)에서 첨가량이 증가할수록 스펀지 케이크의 경도가 증가하였다는 연구와 본 연구가 유사한 결과를 보였다. 따라서 쌀겨 분말 첨가 시, 스펀지 케이크 반죽의 비중이 증가하고

<Table 6> Hunter's value of sponge cake with different addition rate of the rice bran powder

Sample	Hunter's color value		
	L	*a*	*b*
0 %	83.41±1.50$^{a1)2)}$	−1.90±0.31^{d}	33.99±0.75^{a}
5 %	78.29±1.26^{b}	−0.63±0.17^{c}	33.46±2.99^{a}
10 %	78.14±1.13^{b}	0.15±0.40^{b}	33.97±0.53^{a}
15 %	74.90±4.58^{b}	1.38±0.25^{a}	32.01±0.87^{a}
20 %	74.76±1.48^{b}	1.10±0.42^{a}	33.42±0.71^{a}

Control : 0%, Rice bran powder: 5%, 10%, 15%, 20%.

1) Means in the column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ as by Duncan's multiple range test.

2) Mean±S.D. *$p<0.05$.

<Table 7> Textural characteristics of sponge cakes with different addition of the rice bran powder

Sample	Hardness (g/cm^2)	Cohesiveness (ratio)	Gumminess (g/cm^2)	Springiness (mm)	Chewiness (g)
0 %	73.37±10.16[c1)2)]	0.43±0.03[a]	32.00±4.47[d]	0.88±0.06[a]	25.60±4.31[c]
5 %	98.72±13.34[b]	0.38±0.03[b]	40.13±1.56[c]	0.93±0.04[a]	27.16±2.18[c]
10 %	117.47±27.60[b]	0.35±0.04[b]	51.54±4.11[b]	0.89±0.01[a]	43.42±3.65[b]
15 %	174.04±14.21[a]	0.30±0.02[b]	57.21±2.73[b]	0.93±0.09[a]	50.08±5.00[a]
20 %	206.20±36.41[a]	0.28±0.01[c]	87.65±3.82[a]	0.96±0.18[a]	57.19±1.02[a]

Control : 0%, Rice bran powder: 5%, 10%, 15%, 20%.

1) Means in the column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ as by Duncan's multiple range test.

2) Mean±S.D. $*p<0.05$.

잘 부풀지 못했기 때문에 더 단단한 스펀지 케이크가 만들어진 것으로 사료된다.

응집성(cohesiveness)의 경우, 쌀겨 분말 0% 첨가군이 0.43 비율로 가장 큰 값으로 가장 높은 응집성을 나타내었고, 쌀겨 분말 첨가량이 5~15%에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 0.28의 비율로 가장 낮은 값을 보였다($p<0.05$). 이는 쌀가루 첨가가 글루텐과 전분의 열변성 조직을 약하게 만들어 탄력성을 떨어뜨린 것으로 판단된다. 쌀가루를 첨가한 스펀지 케이크의 품질특성(Park HO et al 2010) 연구에서 쌀가루를 첨가한 실험군들이 응집성이 낮아지는 경향을 보여 본 연구와 유사한 결과를 보이고 있었다. 점착성(gumminess)의 경우, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 87.65 g/cm^2로 가장 큰 값을 보였고, 쌀겨 분말 첨가량이 증가함에 따라 점착성은 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 쌀겨 분말 10% 첨가군과 15% 첨가군 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다($p<0.05$).

탄력성(springiness)의 경우, 쌀겨 분말 0% 첨가군이 0.88 mm로 가장 낮은 값을 보여 탄력성이 좋았으며, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 0.96 mm으로 가장 큰 값을 나타나, 대조구에 비해 유의적인 차이는 없었으나 약간의 단단함을 보였다($p<0.05$). 씹힘성(chewiness)의 경우, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 57.1 g로 가장 큰 값을 보였고, 쌀겨분말 15% 첨가군과 유의적인 차이를 보이지 않았다($p<0.05$). 쌀겨 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 씹힘성이 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 쌀겨 분말 첨가량에 따른 스펀지 케이크의 조직감 특성을 검토해본 결과, 쌀겨 분말 첨가량이 증가함에 따라 경도(hardness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness)은 유의적으로 증가하는 경향을 보였고, 응집성(cohesiveness)은 감소하는 경향을 보였으며 탄력성(springiness)의 경우는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

7. 관능검사

쌀겨 분말을 첨가한 스펀지 케이크의 관능평가는 <Table 8>과 같다.

외관(appearance)에 있어서는 쌀겨 분말 0% 첨가군이 5.00으로 가장 높게 평가되었고, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 2.87로 가장 낮게 평가되었으며, 0%와 비교하였을 때 쌀겨 분말 15% 첨가군부터 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 맛(taste) 항목의 경우는 쌀겨 분말 첨가량 증가에 따라 유의적으로 맛이 감소하는 것으로 나타났고($p<0.05$), 색(color)의 경우 쌀겨 분말을 0~15% 첨가군에서 유의적 차이는 없었으나 0%에서 다소 높게 평가되었으며, 15%, 20% 첨가군에서는

<Table 8> **Sensory evaluation of sponge cake with different addition of the rice bran powder**

Sample	Appearance	Taste	Color	Flavor	Softness	Overall acceptability
0 %	5.00±0.53[a1)2)]	5.25±0.46[a]	5.25±0.70[a]	5.25±0.46[a]	4.87±0.83[a]	5.00±0.53[a]
5 %	4.87±0.64[a]	4.50±0.53[b]	4.75±0.46[a]	4.62±0.51[b]	4.75±0.46[a]	4.62±0.74[a]
10 %	4.50±0.75[a]	4.50±0.53[b]	4.87±0.64[a]	4.75±0.46[ab]	4.50±0.75[a]	4.87±0.64[a]
15 %	3.37±0.51[b]	3.75±0.70[c]	3.62±0.51[b]	3.75±0.46[c]	3.62±0.74[b]	3.62±0.51[b]
20 %	2.87±0.64[b]	2.87±0.35[d]	3.25±0.70[b]	3.00±0.75[d]	2.75±0.70[c]	2.87±0.64[c]

Control : 0%, Rice bran powder: 5%, 10%, 15%, 20%.
1) Means in the column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ as by Duncan's multiple range test.
2) Mean±S.D. * $p<0.05$.

3.62, 3.25로 대조구에 비해 떨어지는 경향을 보였다($p<0.05$).이는 다양한 부재료를 이용한 제과 및 제빵제품에 대한 소비자의 경험이 많아지면서 다양한 부재료입자 및 색의 변화에 소비자들의 순반응과 변화들이 관능적 기호도에 거부감이 없기 때문이라 판단되어진다.

향(flavor), 부드러움(softness)에 있어서 쌀겨 분말을 첨가하지 않은 대조군부터 쌀겨 분말 10% 첨가군까지는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 쌀겨 분말 15% 첨가군부터 쌀겨 첨가량에 따라 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 전반적인 기호도(overall acceptability)의 경우, 쌀겨 분말 0% 첨가군이 5.00으로 가장 높게 평가되었고, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 2.87로 가장 낮게 평가되었으며, 15% 첨가군부터 대조군과 유의적으로 감소하는 결과를 보였다($p<0.05$). 관능검사 결과, 대조군이 스펀지 케이크의 외관, 맛, 색, 향, 부드러움, 전반적인 기호도의 항목에서 높은 점수를 획득하였지만, 쌀겨 분말 10% 첨가군과 맛 항목을 제외하고 유의적인 차이가 없었다. 따라서 쌀겨 분말 10%을 첨가한 스펀지 케이크 제조 시, 품질특성 및 기호도에는 영향을 주지 않으면서 기능성 스펀지 케이크의 제조가 가능할 것으로 판단된다.

Ⅳ. 요약 및 결론

쌀겨의 다양한 활용방안을 연구하고자 쌀겨 분말을 스펀지 케이크에 0%, 5%, 10%, 15%, 20%를 첨가하여 스펀지 케이크를 제조하였으며, 이에 따른 반죽의 pH와 비중, 스펀지 케이크의 수분함량, 부피 지수 및 대칭성 지수, 색도, 조직감 등의 품질특성을 파악하고, 다음과 같은 결론을 얻었다. 쌀겨 분말의 일반성분은 수분의 경우 9.50%이며 단백질은 15.51%, 지방은 18.12%, 탄수화물은 48.17%, 회분은 8.70%로 나타났다. 반죽의 pH는 6.89~6.49로 나타났으며, 쌀겨의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 낮아지는 경향을 보였고, 반죽의 비중은 0.43~0.50의 범위를 보였으며, 쌀겨의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 비중이 증가하는 경향을 보였다. 스펀지 케이크의 수분함량은 쌀겨 분말 0% 첨가군에서는 28.42%로 비교적 높게 나타났으며, 15% 첨가군이 26.47%로 낮게 나타났으나, 첨가량이 증가함에 따라 수분함량은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 스펀지 케이크의 부피와 대칭성 지수 결과, 부피는 쌀겨 분말 0%의 첨가군이 16.12 mm로 가장 높게 나타났고, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 11.32 mm로 가장 작게 나타났으며, 쌀겨분말 첨가량에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 대칭성 지수의 경우는 쌀겨 분말 0% 첨가군이 1.01로 가장 크게 나타났고, 쌀겨 5% 첨가군에서 15% 첨가군까지는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 명도(L)의 경우 쌀겨 분말 0% 첨가군이 83.41로 가장 밝게 나타났고, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 74.76으로 가장 어둡게

나타났으며, 대조구와 유의적인 차이를 보였을 뿐, 첨가군 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 적색도(*a*)의는 쌀겨 분말 15% 첨가군이 1.38로 가장 큰 값을 보였으며, 쌀겨 분말 0% 첨가군이 −1.90으로 가장 적은 값을 나타냈다. 쌀겨 분말 첨가량이 증가함에 따라 쌀겨 분말 15% 첨가군까지는 적색도는 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 황색도(*b*)의 경우는 쌀겨 분말 첨가량에 따라 유의적인 경향을 보이지 않았다. 경도(hardness)는 73.37~206.20 g/cm^2 범위를 보였으며, 쌀겨 분말 첨가량이 증가함에 따라 경도가 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 응집성(cohesiveness)의 경우 쌀겨 분말 0% 첨가군이 0.43 비율로 가장 큰 값을 보였으며, 쌀겨 분말 첨가량이 5~15% 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았고, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 0.28의 비율로 가장 낮은 값을 보였다.

반면 점착성(gumminess)과 씹힘성(chewness)의 경우 쌀겨 분말 첨가량이 증가함에 따라 점착성은 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 탄력성(springiness)의 경우는 쌀겨 분말 0% 첨가군이 0.88 mm로 가장 낮은 값을 보였고, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 0.96 mm로 가장 높은 값을 보였으나 첨가량의 변화에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다. 관능평가 결과, 외관, 색 ,향 , 부드러움에 있어서는 쌀겨 분말 0% 첨가군에서 가장 높게 평가되었으며, 10% 첨가군까지는 대조구와 유의적인 차이가 없게 나타났다. 맛의 경우는 쌀겨 분말 0% 첨가군이 5.25로 평가된 반면, 쌀겨 분말 첨가량에 따라 유의적으로 맛이 감소하는 경향을 보였다.

전반적인 기호도의 경우, 쌀겨 분말 0% 첨가군이 5.00으로 가장 높게 평가되었으며, 5~15% 첨가군까지는 유의적인 차이가 없이 평가되었으나, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 2.87로 전반적인 기호도가 가장 낮게 평가되었다. 따라서 쌀겨분말을 첨가한 스펀지의 제조는 색, 향기, 조직감, 전반적인 기호도를 살펴보았을 때, 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않는 쌀겨분말 10% 첨가까지 스펀지 케이크의 물리적, 관능적 특성을 만족시킬 수 있는 첨가량임을 확인할 수 있었다.

한글 초록

본 연구에서는 쌀겨의 이용을 확대하고자 제과제빵 제품을 활용한 스펀지 케이크를 제조하기 위해 예비실험으로 쌀겨의 첨가량을 수정 보완하였다. 맛과 색깔 및 스펀지 케이크의 상품성에 적합한 첨가량을 고려하여 첨가량을 결정하여 박력분에 각각 0%, 5%, 10%, 15%, 20%의 쌀겨 분말을 첨가하여 스펀지 케이크를 제조하여 품질 특성을 살펴봄으로써 신제품 개발 가능성의 기초자료를 제공하여 쌀겨의 이용률을 증대시키고자 반죽의 pH와 비중, 스펀지 케이크의 수분함량 부피지수 및 대칭성지수, 색도, 조직감, 관능검사 등을 분석하였다. 쌀겨 분말의 일반성분은 수분의 경우 9.50%이며, 단백질은 15.51%, 지방은 18.12%, 탄수화물은 48.17%, 회분은 8.70%로 나타났다. 반죽의 pH의 경우, 쌀겨의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 낮아지는 경향을 보였으나, 비중은 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 명도의 경우, 쌀겨 분말 0% 첨가군이 83.41로 가장 밝게 나타났고, 쌀겨 분말 20% 첨가군이 74.76으로 가장 어둡게 나타났으며 대조구와 유의적인 차이를 보였을 뿐 첨가군 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았고, 경도의 경우 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 반면, 점착성(gumminess)과 씹힘성(chewness)의 경우 쌀겨 분말 첨가량이 증가함에 따라 점착성은 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 탄력성(springiness)의 경우는 첨가량의 변화에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다. 관능평가 결과, 외관, 색, 향, 부드러움에 있어서는 쌀겨 분말 0% 첨가군에서 가장 높게 평가되었으며, 10% 첨가군까지는 대조구와 유의적인 차이가 없게 나타났다. 맛의 경우는 쌀겨 분말 0% 첨가군이 5.25로 평가된 반면, 쌀겨 분말 첨가량에 따라 유의적으로 맛이 감

소하는 경향을 보였다. 전반적인 기호도의 경우 쌀겨 분말 0% 첨가군이 5.00으로 가장 높게 평가되었으며, 5~15% 첨가군까지는 유의적인 차이가 없이 평가되었으나 쌀겨 분말 20% 첨가군이 2.87로 전반적인 기호도가 가장 낮게 평가되었다. 따라서 쌀겨 분말을 첨가한 스펀지의 제조는 색, 향기, 조직감, 전반적인 기호도를 살펴보았을 때, 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않는 쌀겨분말 10% 첨가까지 스펀지 케이크의 물리적 , 관능적 특성을 만족시킬 수 있는 첨가량임을 확인할 수 있었다.

참고문헌

AACC(2000). Approved Methods of the AACC. The American Association of Cereal Chemists, Paul, MN, USA.

Ahn JM, Song YS(1999). Physico-chemical and sensory characteristics of cakes added sea mustard and sea tangle powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(3):534-541.

Ardiansyah, Shirakawa H, Koseki T, Ohinata K, Hashizume K, Komai M (2006). Rice bran fraction improve blood pressure, lipid profile, and glucose metabolism in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *J Agri Food Chem* 54 (1):1914-1920.

Chabot JF (1979). Preparation of food science sample for SEM. *Scanning Electron Microscopy* 3(3):279-286.

Chang JO, Ryu HJ (1998). The physical properties of rice colorrice-added cakes. *J East Asian Soc Diet Life* 8(3):51-56.

Chen CW, Cheng HH (2006). A rice bran oil diet increases LDL-receptor and HMG-CoA reductase RNA expressions and insulin sensitivity in rats with streptozotocin. Nicotinamide-induced type 2 diabetes. *J Nutr* 136(3):1472-1476.

Chung YS (2009). Quality characteristics of sponge cakes with functional ingredient. department of food science. Graduate School Dong-a University, Busan Korea:3-55.

Gomez M, Oliete B, Rosell CM, Pando V, Femandez E (2008). Studies on cake quality made of wheat-chicken flour blends. *LWT-Food Sci Technol* 41(3):1701-1709.

Ha MJ (2014). Physiochemical characteristics of sponge cake added with purslane. Hansung University. Seoul Korea: 1-10.

Juliano BO (1985). Rice bran. In Rice: Chemistry and Technology. 2nd ed.

Juliano BO. ed. American Association of Cereal Chemists Inc St Paul MN : 647-687.

Kang HJ, Park JD, Lee HY, Kum JS (2012). Quality characteristics of muffin add with rice bran. *The Korea Society of Food Preservation* 19(5):681-687.

Kang CS (2007). Qualitative characteristics of spong cake with addition of *Gastordiae rhizoma* powder. *The Korea Journal of Culinary Research* 13(4):211-219.

Kim DY (2009). Studies on antioxidative effects of fermented rice bran. Department of Food Science & Technology, Graduate School Yeungnam University, Deagu, Korea :3-55.

Kim HY, Kim JH, Yang SB, Hong SG, Lee SA, Hwang SJ, Shin KS, Suh HJ, Park MH (2007). A polysacchairde extracted from rice bran fermented with *Lentinus edodes* enhances NKsell activity and exhibition anticaner effects. *J Med Food* 10(1):25-31.

Kim HS, Lee CH, Oh JW, Lee JH, Lee SK (2011). Quality characteristics of sponge cake with added lotus leaf and lotus root powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(9):1285-1291.

Kim MA (1992). Effect of different kinds of rice

flours on characters of sponge cake. *Korean J Soc Food Sci* 8(4):371-378.

Kim WJ (2013). Quality and antioxidative activity of *Garaedduk* prepared with stabilized rice bran and rice flours by semi-dry milling. Department of Food and Nutrition, Graduate School Chonnam National University. Chonnam Korea.

Koh JH, Yu KW, Suh HJ (2002). Biological activities of *Saccharomyces cerevisiae* and fermented rice bran as additives. *Lett Appl Microbiol* 35(4):47-51.

Kweon BM, Jeon SW, Kim DS (2003). Quality characteristics of sponge cake with addition of laver powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(1):1278-1284.

Lee JH, Kwak EJ, Kim JS, Lee YS (2007). Quality characteristics of sponge cake added with *Mesangi* (*Capsosiphon fulvescens*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23(3):83-89.

Lee KA (1997). Effect of isolated soy protein cake quality. *Korean J Soc Food Sci* 13(3):299-303.

Lee KA, Lee YJ, Yan JS (2002). Effects of irradiated egg white on the quality of angel food cake. *Korea Society of Food & Cookery Science* 18(1):30-34.

Lee SE, Lee JH (2013). Quality and antioxidant properties of sponge cakes incorporated with pine leaf powder. *Korea J Food Sci Technol* 45(1):53-58.

Lim EJ, Lee HS, Lee YH (2010). Physical and sensory characteristics of sponge cake with added broccoli powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(2):873-880.

Lim JK, Kim YS, Ha TY (1998). Effect of sorghum flour addition on the quality characteristics of muffin. *Korean J Food Sci Technol* 30(2):1158-1162.

Nam SH, Choi SP, Kang MY, Koh HJ, Kozukue N, Friedman M (2005). Bran extracts from pigmented rice seeds inhibit tumor promotion in lymphoblastoid B cells by phorbol ester. *Food Chem Toxicol* 43(3):741-745.

Park HO, Jang JS, Sohn CY (2010). Quality characteristics of sponge cake with added rice flour produced by modified genoise method. *Korean J Food & Nutr* 23(4):607-614.

Park HS, Choi KM, Han GD (2008). Changes of bread making characteristics with the addition of rice bran, fermented rice bran and rice bran oil. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(5):640-646.

Park HS, Han GD (2008). Characteristics of breadmaking according to the addition of fermented rice bran. *Korean J Food Culture* 23(1):62-67.

Shin JH, Choi DJ, Kwon OC (2007). Physical and sensory characteristics of sponge cakes added steamed garlic and yuza powder. *Korean J Food & Nutr* 20(4):392-398.

Suh KH, Kim KH (2014). Quality characteristics of sponge cake added with *Helianthus tuberosus* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 24(1): 126-135.

Wilson TA, Nicolosi RJ, Woolfrey B, Kritchevsky D (2007). Rice bran oil and oryzanol reduce plasma lipid and lipoprotein cholesterol concentrations and aortic cholesterol ester accumulation to a greater extent than ferulic acid in hypercholesterolemic hamsters. *J Nutr Biochem* 18(3):105-112.

Yi SY, Kim CS, Song YS, Park JH (2001). Studies the quality characteristics of sponge cakes with addition of yam powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(1):48-55.

Yook HS, Kim YH, Ahn HJ, Kim DH, Kim JO, Byun MW (2000). Reological properties of wheat flour and qualities of bread prepared with dietary fiber purified from Ascidiam(*Halocynthia roretzi*) tunic. *Korean J Food Sci Technol* 32(1):387-395.

2015년 03월 12일 접수
2015년 04월 21일 1차 논문수정
2015년 05월 11일 2차 논문수정
2015년 05월 25일 3차 논문수정
2015년 06월 13일 논문 게재확정