

## 무청 분말이 첨가된 스펀지케이크의 품질 특성

김 찬 희

한양여자대학교 식품영양과

### Quality Characteristics of Sponge Cakes with Radish Leaf Powder

Chan-Hee Kim

Dept. of Food and Nutrition, Hanyang Women's University, Seoul 133-817, Korea

#### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the physical, textural and sensory properties of sponge cake prepared with different amounts of radish leaf powder. The specific gravity and viscosity of cake batter and cooking loss of cake increased with an increasing amount of radish leaf powder, whereas specific loaf volume and moisture content of cake decreased. Lightness, redness and yellowness of crust and crumb decreased with increasing radish leaf powder content. Measurements using a texture analyzer showed that hardness, chewiness, gumminess, adhesiveness and fracturability of sponge cake tended to increase in proportion to the amount of radish leaf powder in the formula. In the sensory evaluation, sponge cake prepared with 5% radish leaf powder was similar to the control in terms of moistness, softness, chewiness and springiness. These results suggest that adding 5% radish leaf powder is the best substitution ratio for sponge cake.

key words : Radish leaf powder, sponge cake, texture analyses, sensory evaluation

#### 서 론

맛벌이 부부 및 독신자가 늘고 있는 사회구조의 변화와 더불어 빵과 케이크류의 소비는 상당한 규모로 증가하고 있으며, 식품의 소비 추세도 기능성 식품이나 저열량 제품에 대한 선호도로 급속히 바뀌고 있는 실정이다(Kim HS 2012). 또한 각종 정보의 영향으로 기존의 재료보다는 기능성 부재료를 첨가하여 만든 건강지향적인 식품류를 선호하고 있어 제과 제빵 분야에서도 특수류의 판매를 배가시키는 요인이 되고 있기 때문에, 영양적으로 우수한 빵류 및 케이크를 개발하는 것은 중요하다고 생각된다.

무청(*Raphanus sativus* L. leaf)은 무의 잎 부분을 말하며, 우리나라에서는 오래전부터 자연 건조시킨 시래기로 채소가 귀했던 겨울철에 국이나 나물로 조리하여 비타민, 무기질, 식이섬유의 공급원으로 이용되어 왔다. 그렇지만 산업화의 정착, 도시와 농촌의 생활방식 차이, 식생활 습관의 변화 등으로 인해 무가 대량 생산되는 시기에 상응하여 생산되는 무청은 제대로 이용되지 못하고 폐기되고 있는 실정이다(Ku KH *et al* 2008). 그러나 채소류의 기능성 물질에 대한 연구(Lee SO *et al* 2005)가 광범위하게 알려지면서, 특히 무청을

말린 우거지의 경우, 35% 이상이 건강에 유용한 식이섬유 등을 많이 함유하고 있다(Ku KH *et al* 2006)고 보고되면서 무청의 효율적인 이용에 대한 관심도 점차 확대되고 있다. 무청에는  $\beta$ -carotene과 비타민 C, 칼륨과 칼슘이 풍부하게 함유되어 있고, 수용성 식이섬유소가 다량 들어 있어 혈중 콜레스테롤을 감소시키고, 암 예방 및 돌연변이 억제 등 다양한 생리활성 효과를 나타낸다고도 알려져 있다(Tatsuzawa F *et al* 2008). 무청에 관한 국내 연구로는 조리방법에 따른 미네랄 함량 변화(Han JS *et al* 1999), 열풍건조에 따른 품질 특성 변화 및 무청의 건조방법에 따른 미생물의 변화(Ku KH *et al* 2006), 무청의 항고혈압 활성(Chung DH *et al* 2012), 지방암 세포 성장억제활성(Kim WK *et al* 2011), 장 기능 개선 및 혈중 지질 개선효과(Jang HS *et al* 2008), 콜레스테롤 축적 억제효과(Rhee SJ *et al* 2005) 등에 관한 보고가 있다. 그렇지만 꾸준히 늘고 있는 소비량 증가와 재배농가의 증가 측면에서 볼 때 무청의 유용성분 및 이를 활용한 제조방법, 제품, 제품에 따른 기능성 등 관련 연구는 미흡한 실정이므로, 무청을 이용한 식품을 개발하는 것이 필요하다고 생각된다.

본 연구에서는 기능성 스펀지케이크 제조를 위한 기초 자료를 제공하고자 식이섬유소가 풍부하고, 다양한 생리활성 효과를 가지고 있는 무청분말을 첨가하여 스펀지케이크를 제조한 후 품질특성 및 기호도를 조사하여 건강기능성 케이

† Corresponding author : Chan-Hee Kim, Tel : +82-2-2290-2180, Fax : +82-2-2290-2199, E-mail : [chkim30@dreamwiz.com](mailto:chkim30@dreamwiz.com)

크를 개발하는데 가장 적합한 무청분말의 첨가비율을 알아보고자 하였다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

케이크의 주재료인 밀가루는 박력분(Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 설탕은 정백당(Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 소금은 95% 정제염(Cheiljedang Co., Seoul, Korea) 그리고 달걀(Pulmuone Co., Seoul, Korea)은 신선란을 구입하여 알끈을 제거한 후 사용하였다. 무청을 동결 건조 방법으로 제조한 무청분말(Gaon Food Co., Hwasung, Korea)을 2014년 10월 구입하여 실험에 사용하였고, 그 외 측정용 이용된 모든 시약은 특급시약(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였다.

### 2. 스폰지케이크 제조법

케이크에 무청 분말을 첨가했을 때의 효과를 관찰하기 위하여 Table 1에 나타난 바와 같이 밀가루 무게에 대하여 0, 5, 10, 15, 20, 25% 대체한 스폰지케이크를 공립법(Cho NJ *et al* 2004)으로 제조하였다. 스폰지케이크는 달걀의 사용범위에 따라 여러 종류의 배합비로 나눌 수 있는데, 밀가루 100%에 대하여 설탕 166%, 달걀 166%, 소금 2%가 기본 배합율로 알려져 있지만, 본 실험에서는 무청 분말 대체율에 따라 각 스폰지케이크의 조직감 변화 및 특성을 쉽게 관찰하기 위해 밀가루, 달걀, 설탕을 동량으로 하는 무거운 스폰지케이크 배합비율(Watanabe N *et al* 1981)을 이용하였다. 케이크의 제

조는 달걀의 기포성을 향상시키고, 설탕의 용해성을 증가시키며, 제품의 부피를 크게 하기 위하여 45℃의 물로 중탕하면서 믹싱볼을 40℃로 유지시키는 hot mixing method를 사용하였고(Cho NJ *et al* 2004), 반죽은 3단계로 나누었다. 1단계에서는 달걀(whole egg)과 설탕을 믹싱볼에 넣고 저속에서 30초, 고속에서 8분간 제과용 믹서기(Model K5SS, KitchenAid Inc., Detroit, MI, USA)의 whipper를 이용하여 egg-sugar cream을 완성시킨 후, 2단계에서는 체에 친 박력분 또는 무청 분말이 첨가된 박력분과 소금을 넣고 일정한 횟수 동안 나무주걱으로 빠르게 혼합하여 cake batter를 만들었다. 3단계에서는 6개의 케이크 반죽에 물을 넣어 고무주걱으로 빠르게 혼합한 다음 마지막 반죽을 완성하였다. 반죽이 끝난 후 각각의 반죽을 고무주걱으로 믹싱볼의 벽에서 긁어 내려 지름 15 cm, 깊이 3 cm의 팬에 300 g씩 담아 윗불 180℃, 아랫불 160℃로 미리 예열된 오븐(FDO-7103, Dae Young Bakery Machinery Co., Incheon, Korea)에서 25분간 구운 후 실온에서 1시간 방냉하여 완전히 식힌 다음, 품질 특성에 관한 실험 및 관능검사에 사용하였다.

### 3. 스폰지케이크 반죽의 비중과 점도 측정

스폰지케이크 반죽의 비중(specific gravity)은 케이크 제조 과정 중 최종 반죽 무게를 측정하여 다음의 식으로 계산하였다(Cho NJ *et al* 2004). 이때 증류수의 밀도는 1 g/mL로 가정하였다.

$$\text{비중} = \frac{\text{케이크 반죽을 담은 컵의 무게} - \text{빈 컵의 무게}}{\text{물을 담은 컵의 무게} - \text{빈 컵의 무게}}$$

**Table 1. The formula for sponge cakes substituted by different levels of radish leaf powder for flour** (Unit : g)

Ingredients	Ratio (%)	Samples <sup>1)</sup>					
		Control	RL5	RL10	RL15	RL20	RL25
Flour	100	100	95	90	85	80	75
Radish leaf powder	Variable	0	5	10	15	20	25
Whole egg	100	100	100	100	100	100	100
Sugar	100	100	100	100	100	100	100
Salt	2	2	2	2	2	2	2
Water	40	40	40	40	40	40	40

<sup>1)</sup> Control : sponge cake made without radish leaf powder.

RL5 : sponge cake made with 5% radish leaf powder substitution for flour.

RL10 : sponge cake made with 10% radish leaf powder substitution for flour.

RL15 : sponge cake made with 15% radish leaf powder substitution for flour.

RL20 : sponge cake made with 20% radish leaf powder substitution for flour.

RL25 : sponge cake made with 25% radish leaf powder substitution for flour.

스폰지케이크 반죽의 점도 측정은 완성된 반죽을 65 g씩 100 mL 비이커에 팽팽하게 담아 항온수조(TC-500, Brookfield Eng. Labs., Middleboro, MA, USA)에서 25℃로 유지하면서 Brookfield digital viscometer(Model RVDV-1+, Brookfield Eng. Labs., Middleboro, MA, USA)를 사용하여 spindle number 3, 회전속도 0.6 rpm에서 spindle이 회전하기 시작하여 1분 후 점도값을 3회 반복 측정하였다(Mizukoshi M 1983).

#### 4. 스폰지케이크의 굽기손실률과 비용적 측정

스폰지케이크의 무게는 구운 후 실온에서 1시간 방치한 후 측정하였고, 부피는 중자치환법을 이용하였다(Pyler EJ 1988). 굽기손실률은 굽기 전 반죽 무게와 구운 뒤 1시간 후 케이크 무게 차이를 반죽의 무게 값으로 나누었고, 비용적은 케이크의 부피에 대한 반죽 무게의 비로 산출하였다(Cho NJ *et al* 2004).

#### 5. 스폰지케이크의 수분함량 측정

스폰지케이크를 제조하여 1시간 방치한 후 Microwave Moisture/Solids Analyzer(WAVE 9000, Stable Micro Systems Co., WI, USA)를 사용하여 가열 건조중량 측정법으로 실시하였다. 케이크의 중심부를 취하여 3회 반복 측정하였고, 측정 전에 0점을 조절한 다음, 설정온도를 230℃(이 때 시료에 조사되는 온도 105℃)로 입력하고, 준비된 2~3 g의 시료를 cell에 올려놓고 측정하였다.

#### 6. 스폰지케이크의 색도 측정

제조 후 1시간 방치한 케이크의 외부(crust)와 내부(crumb) 부분의 색을 색도계(Model CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 표시하였으며, 각 시료당 3회 반복 측정하였다. 백색표준판(L=97.75, a=-0.49, b=+1.96)을 사용하여 색도계를 보정한 후 색도 측정에 이용하였다.

#### 7. 스폰지케이크의 물성 측정

스폰지케이크의 조직감은 제조하여 1시간 방치한 후 Texture Analyzer(Model TA-XT2, Stable Micro Systems Co., Guildford, UK)를 사용하여 측정하였으며, 분석조건은 Table 2와 같다. TPA(texture profile analysis) 분석을 통하여 각 케이크의 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 점착성(gumminess), 응집성(cohesiveness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness) 및 부서짐성(fracturability)을 각각 3회 반복 측정하였고, 이때 케이크의 크기는 3 cm×3 cm×3 cm로 잘라서 probe의 직경보다 크게 하여 케이크 중심부의 조직감을 평가하였다.

#### 8. 스폰지케이크의 관능검사

**Table 2. Operating conditions of texture analyzer for measuring the texture of sponge cake**

Parameters	Conditions
Sample size	30 mm×30 mm×30 mm
Probe	P25(25 mm, dia cylinder aluminium)
Pre-test speed	5.0 mm/sec
Test speed	2.0 mm/sec
Post-test speed	5.0 mm/sec
Distance	40%
Time	3 sec
Trigger type	Auto
Trigger force	10 g

관능검사 경험이 있는 식품영양과 여학생(21~23세) 10명을 관능검사원으로 선정하여 훈련을 통해 시료와 평가 방법 및 평가 특성에 익숙해지도록 하였다. 관능검사원들이 평가 특성의 개념과 강도에 대한 안정된 판단기준이 확립되어 재현성이 있는 결과를 보일 때까지 매일 1회 5일 동안 3시간씩 훈련을 한 후 관능검사에 응하도록 하였다. 특성 차이 검사에 사용된 항목은 스폰지케이크의 촉촉함(moistness), 부드러움(softness), 씹힘성(chewiness), 탄성(springiness) 등으로 7점 평점법(1점 : 매우 약하다, 4점 : 약하지도 강하지도 않다, 7점 : 매우 강하다)을 사용하여 1점에서 7점으로 갈수록 특성의 강도가 강해지는 것을 나타내도록 하였다. 시료는 실온에서 1시간 방냉하여 완전히 식힌 케이크를 각각 3 cm×3 cm×3 cm의 크기로 자르고, 3자리 숫자를 무작위로 조합하여 코팅한 흰색의 일회용 평판 접시에 2개씩 담은 후 물과 시료를 맬는 컵을 함께 제공하였다. 1개의 시료를 평가한 후에는 반드시 물로 입안을 깨끗하게 헹군 후 다른 시료를 평가하도록 하였으며, 검사 중의 영향을 최소화하기 위하여 전체적으로 소요되는 시간은 25~30분으로 정하였다. 또한 랜덤화 완전블록 실험계획법(randomized complete block design)에 따라 관능검사원 1인이 한번에 무작위로 배치된 6가지 시료를 모두 평가하도록 하였다. 관능검사는 3회 반복 실시하였으며, 모든 평가는 오후 3~5시 사이에 실시하였다. 소비자 기호도 검사는 특성 차이 검사에 참여하지 않은 식품영양과 여학생(20~26세) 30명을 대상으로 별도로 실시하였고, 스폰지케이크를 제조한 후 실온에서 1시간 방냉하여 완전히 식힌 다음 측정하였다. 기호의 정도는 항목 척도를 사용하였고, 검사 항목은 외형(appearance), 향미(flavor), crumb의 색(color), 조직감(texture), 전체적인 기호도(overall acceptability) 등을 7점 기호도 척도법(1점 : 매우 싫어한다, 4점 : 좋아하지도 싫어하지도 않

다, 7점 : 매우 좋아한다)으로 평가하였다(Kim KO *et al* 1997).

## 9. 통계처리

모든 실험결과는 SAS software(version 8.12, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 실시하였고, Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 각 시료 간의 유의차를 5% 수준에서 검정하였다(Lee KH *et al* 1998).

## 결과 및 고찰

### 1. 스폰지케이크 반죽의 비중과 점도

스폰지케이크 반죽의 비중과 점도는 Table 3에 나타내었다. 비중은 control이 가장 낮은 값을 보였고, 무청분말을 대체할수록 유의적으로 증가하는 경향이였다. 반죽의 비중은 반죽 내 가스보유력을 나타내는 것으로 비중이 낮을수록 반죽에 가스가 많이 포함되어 완성된 케이크의 부피가 커지는 것을 의미한다. 본 실험 결과, 무청분말을 대체할수록 비중이 높아지는 것은 반죽의 가스보유력이 낮아져서 케이크의 부피가 감소하는 것으로 생각되며, 이는 대체된 무청분말이 수분을 흡착하여 글루텐 형성을 방해함으로써 생성한 달걀의 기포를 보유하지 못하기 때문이라고 생각된다. 이와 같은 결과는 야콘분말을 첨가할수록 반죽의 비중이 증가하였다는 Lee JH & Son SM(2011)의 결과와 감태분말을 첨가할수록 스폰지케이크 반죽의 비중이 증가하였다는 Lee JH & Heo SA(2010)의 보고와도 유사한 경향이였다. 일반적으로 스폰지케이크 비중은 0.45~0.55(Mizukoshi M 1983)라고 알려져 본 실험의 경우 무거운 배합 비율임에도 불구하고, 무청분말 대체량이 20%까지는 스폰지케이크 제조 조건에 영향을 주지 않을 것으로 예상된다. 점도의 경우, 무청분말 대체 반죽의 점도가 control보다 유의적으로 일정하게 증가하였고, RL25의 경우는 control보다 3배 이상의 높은 점도를 나타내었다. 이는 무청분말에 함유되어 있는 식이섬유소의 보수성이 영향

을 준 것으로 생각된다. 케이크 반죽의 점도가 높으면 반죽에 가스가 효율적으로 혼입되어 비중이 낮아진다고 보고된 바(Sahi SS 1998) 점도가 높은 것이 바람직한 현상으로 보이나, 본 실험의 경우는 반죽의 점도가 증가함에 따라 비중도 높아지는 결과를 나타내어, 케이크 반죽의 점도 증가는 첨가물의 종류와 양에 의해서도 영향을 받는 것으로 생각된다. 본 실험에서는 무청분말이 반죽 내 수분을 흡착하여 점질액으로 작용함으로써 점도를 높이는 역할도 하지만, 반죽 내 형성된 달걀의 기포에도 흡착하여 기포를 파괴하는 역할도 하므로, 기포의 안정성을 저해하여 비중도 높여준다고 생각된다. 케이크 제조 시 보리순 분말을 첨가할수록 케이크 반죽의 비중과 점도가 같이 증가하였다는 Kim YA(2011)의 보고와는 유사하였으나, 시판된장을 첨가한 스폰지케이크 반죽의 경우 첨가율이 높을수록 케이크 반죽의 점도가 일정하게 감소하였다는 Oh HJ & Kim CS(2004)의 보고와 반대의 경향을 보였다.

### 2. 스폰지케이크의 굽기 손실률과 비용적

스폰지케이크의 굽기 손실률과 비용적은 Table 4에 나타내었다. 굽기 손실은 반죽을 굽는 과정 중에 반죽이 높은 열에 의해 부풀어지고, 반죽 내 가스에서 수분이 기화됨에 따라 나타난다(Lee JH *et al* 2007). 본 실험에서 control의 굽기 손실률은 16%를 나타내어, 밀가루 100%, 달걀 180%, 설탕 120%의 비율로 제조한 스폰지케이크의 굽기 손실률이 각각 6.85%(Lee JS *et al* 2007), 12.08%(Lee SE & Lee JH 2013)라고 제시한 연구에서보다 높은 굽기 손실률을 보였는데, 이는 밀가루, 달걀, 설탕을 동량으로 사용한 무거운 배합비율 때문인 것으로 생각된다. RL5와 RL10의 굽기 손실률은 control과 유의차가 없었고, 무청분말 대체량이 증가할수록 굽기 손실률은 증가함을 보였다. 이는 무청분말의 수분흡착력으로 인해 분말의 양이 많아질수록 케이크의 골격을 형성시켜 주는 글루텐의 결합력이 약화되어 글루텐 망상구조가 튼튼하지 못하게 되므로, 가스보유력이 감소하여 가열시 기체로 증발하

Table 3. Specific gravity and viscosity of sponge cake batters substituted by different levels of radish leaf powder for flour

Properties	Samples <sup>1)</sup>						F-value
	Control	RL5	RL10	RL15	RL20	RL25	
Specific gravity (g/mL)	0.49±0.01 <sup>2)d3)</sup>	0.51±0.01 <sup>c</sup>	0.52±0.01 <sup>c</sup>	0.54±0.01 <sup>b</sup>	0.55±0.01 <sup>ab</sup>	0.56±0.01 <sup>a</sup>	26.00 <sup>****4)</sup>
Viscosity (cP)	20,670.67± 1,201.67 <sup>f</sup>	28,200.67± 595.95 <sup>e</sup>	35,060.67± 1,007.37 <sup>d</sup>	49,840.33± 1,420.35 <sup>c</sup>	75,320.33± 2,247.05 <sup>b</sup>	88,830.33± 725.95 <sup>a</sup>	901.00 <sup>***</sup>

1) See the legend of Table 1.

2) Each values are mean±S.D.(n=3).

3) In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at  $p<0.05$ .

4) Significant at  $p<0.001$ .

**Table 4. Specific loaf volume and baking loss rate of sponge cake batters substituted by different levels of radish leaf powder for flour**

Properties	Samples <sup>1)</sup>						F-value
	Control	RL5	RL10	RL15	RL20	RL25	
Specific loaf volume (mL/g)	3.31±0.01 <sup>2)a3)</sup>	3.26±0.01 <sup>a</sup>	3.08±0.01 <sup>b</sup>	2.73±0.01 <sup>c</sup>	2.59±0.01 <sup>d</sup>	2.29±0.01 <sup>e</sup>	2,054.33 <sup>***4)</sup>
Baking loss rate (%)	16.0±0.01 <sup>d</sup>	16.0±0.01 <sup>d</sup>	17.0±0.01 <sup>cd</sup>	18.0±0.01 <sup>bc</sup>	19.0±0.01 <sup>ab</sup>	20.0±0.01 <sup>a</sup>	8.00 <sup>**5)</sup>

1) See the legend of Table 1.

2) Each values are mean±S.D.(n=3).

3) In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at  $p<0.05$ .

4) Significant at  $p<0.001$ .

5) Significant at  $p<0.01$ .

는 수분의 손실량이 커지기 때문이라고 생각된다. Lee SE & Lee JH(2013)도 솔잎분말을 첨가할수록 스펀지케이크의 굽기 손실률이 유의적으로 증가하였다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향이었지만, 브로콜리분말을 첨가할수록 스펀지케이크의 굽기 손실률은 감소하였다고 보고한 Lim EJ 등(2010)의 보고와는 상반되는 결과였다. 케이크의 부피를 표현하는 비용적은 control이 3.31 mL/g으로 스펀지케이크의 표준 비용적인 5.08 mL/g(Mizukoshi M 1983)에 비해 작은 부피로 판단되었는데, 이는 굽기 손실률이 큰 이유와 마찬가지로 반죽의 배합비 때문으로 간주된다. 본 실험과 동일한 배합비로 수행된 Hwang YK & Kim SY(1999)의 연구에서도 control이 1.75 mL/g의 낮은 비용적을 보였다고 보고하였다. Control과 유의차를 보이지 않는 RL5를 제외한 나머지 무청분말 대체 케이크의 비용적은 무청분말의 양이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 이는 밀가루 대체물로 사용한 무청분말의 혼입으로 글루텐 형성과 전분의 팽윤도가 감소되는 동시에, 가열시 글루텐의 응고와 전분의 호화가 이용되어야 할 수분도 무청분말 내의 식이섬유소가 흡착하기 때문에, 상대적으로 글루텐의 망상구조와 전분의 호화가 제대로 형성되지 않아, 가스 보유력도 낮아짐으로써 케이크의 구조에 변화가 온 것이라고 생각된다. 이러한 결과는 반죽 내 기포의 혼입량 및 굽는 동안 전분의 호화가 케이크의 부피 유지에 관여한다는 이론(Sahi SS 1998)에 일치하는 경향이었다. 밀감분말을 첨가할수록 케

이크의 부피가 감소하였다고 보고한 Park YS 등(2008)의 결과와 케이크 제조 시 첨가되는 클로렐라분말의 양이 증가할수록 케이크의 부피는 감소하였다는 연구(Kim KJ & Chung HC 2010)와는 유사한 경향이었지만, 보리순 분말을 첨가한 케이크 제조 시 첨가량에 따른 부피의 변화는 나타나지 않았다고 보고한 Kim YA(2011)의 결과와는 다른 경향이었다.

### 3. 스펀지케이크의 수분함량

스푼지케이크의 수분함량 결과는 Table 5에 나타내었다. 본 실험에서는 대체된 무청분말이 반죽 내 수분을 흡착함으로써 가스보유력이 낮아졌기 때문에, 케이크의 굽기손실율이 커지는 동시에 부피가 작아져서 무청분말을 대체할수록 수분함량도 적어질 것이라고 예상하였다. 그러나 무청분말 대체 케이크의 수분함량은 RL25를 제외하고는 30.52~31.49%로, 30.6%를 보인 control과 유사하거나, 약간 높은 수분함량을 보였다. 다시 말하면 케이크 간에 굽기손실율은 유의차를 보였지만, 수분함량 결과에서는 유사함을 보였다는 것이다. 이는 완성된 케이크 구조 내에서는 수분결합력이 높은 무청분말의 식이섬유소가 가열시 겔화되어 보수력을 유지하면서 호화전분의 수분증발도 억제시키는 역할을 하기 때문이라고 사료된다. Control과 비교 시 수분함량이 유의적으로 가장 낮게 나타난 RL25의 경우는 무청분말의 양이 증가함에 따라 식이섬유소의 수분결합력이 상대적으로 다른 역할을 하기

**Table 5. Moisture content of sponge cakes substituted by different levels of radish leaf powder for flour**

Control	Samples <sup>1)</sup>					F-value
	RL5	RL10	RL15	RL20	RL25	
30.60±0.22 <sup>2)b3)</sup>	31.49±0.38 <sup>a</sup>	31.01±0.19 <sup>ab</sup>	30.64±0.11 <sup>ab</sup>	30.52±0.45 <sup>bc</sup>	29.65±0.41 <sup>c</sup>	10.72 <sup>***4)</sup>

1) See the legend of Table 1.

2) Each values are mean±S.D.(n=3).

3) In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at  $p<0.05$ .

4) Significant at  $p<0.001$ .

때문인 것으로 사료된다. 즉, 무청분말 내 식이섬유소의 양이 많아짐에 따라 가열 후 호화전분의 수분증발을 억제하여 보유하기 보다는 오히려 호화전분의 수분을 흡착해오는 역할을 하기 때문에, RL25의 경우 수분함량이 적어진다고 생각된다. 따라서 무청분말 대체 케이크의 수분함량은 무청분말 대체량 정도에 따라, 즉 식이섬유소 겔의 흡착력 정도에 따라 증감의 변화가 있다고 판단된다. 케이크의 수분함량 결과로는 대체량이 15% 정도까지도 가능할 것으로 보이나, 그 이상은 오히려 케이크의 보수력을 저하시킨다고 생각된다. 스폰지케이크에 증숙마늘 및 유자분말을 2~10%로 첨가할 경우, 4% 이하 첨가량에서는 수분이 control보다 증가하였으나 4% 이상 첨가 시 오히려 수분이 감소하였다는 Shin JH 등(2007)의 연구결과와는 유사하였고, 부추분말을 첨가할수록 스폰지케이크의 수분함량이 일정하게 증가하였다는 보고(Cho KR 2010)와 솔잎분말을 첨가할수록 스폰지케이크의 수분함량이 일정하게 감소하였다는 보고(Lee SE & Lee JH 2013)와는 다른 경향이었다.

#### 4. 스폰지케이크의 색

스폰지케이크의 색을 측정 한 결과는 Table 6과 같다. 케이크 외부의 경우, 명도를 나타내는 L값이 control은 64.79인 반면, 무청분말 대체 케이크는 54.23~63.02로 나타나, 대체량이 증가할수록 낮은 값을 보이면서 현저하게 어두워졌다. 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값에서도 control이 가장 높은 값을 보인 반면, 대체량이 많을수록 유의적으로 감소하였다. 케이크 내부의 L, a, b값도 모두 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소함을 보여, 케이크 외부와 동일한 경향을 나타내었다. 특히 a값은 대체할수록 무청분말이 가지는 녹색으로 인해 현저하게 감소하였으며, RL25의 경우에는 -9.65

로 육안으로도 어두운 녹색이 짙어짐을 관찰할 수 있었다. 무청분말을 첨가할수록 b값도 점차 낮아지는 경향이었으나, 케이크 간의 유의차는 나타나지 않았다. 케이크를 굽는 동안 메일라이드 반응이 일어나기 때문에 황색도를 나타내는 b값이 증가할 것으로 예상하였지만, 무청분말의 첨가로 글루텐과 전분의 함량이 줄어들어 메일라이드 반응 정도가 감소하였기 때문이며, 또한 무청분말 자체의 녹색으로 인해 푸른색이 더 짙어진 것으로 사료된다. 머핀 제조 시 보리순가루를 첨가할수록 L, a, b값이 모두 감소한다고 보고한 Cho JS & Kim HY (2014)의 결과와 유사하였다. 본 실험의 결과는 제과 제빵 제품에 밀가루를 대신하여 다른 분말을 첨가할 경우, 첨가되는 분말의 종류와 색, 굽는 과정 중의 메일라이드 반응, 열분해에 의한 갈변 정도는 완성된 케이크의 색도에 영향을 미치는 중요한 요소라고 보고한 내용(Shin JH *et al* 2007)과 일치하는 경향이었다.

#### 5. 스폰지케이크의 단면 관찰 결과

스폰지케이크의 단면은 Fig. 1에 나타내었다. 무청분말을 첨가할수록 가스보유력이 저하되어 비중이 증가되면서 케이크의 부피가 감소하고, 색은 짙어지는 결과를 보였다. Nagae S 등(1976)은 반죽의 비중은 제품의 가공적성에 영향을 주어 비중이 크면 부피가 줄고, 조밀한 기공으로 인해 씹힘성이 떨어지며, 비중이 낮으면 매우 약하고 부스러지기 쉬운 케이크의 내부가 제조된다고 하였다. 본 실험에서도 control에 비해 부피가 현저하게 감소된 RL25의 단면은 비중이 커져 육안으로 보기에 기공이 조밀해져 무겁게 보였고, 다공성의 부드러운 스폰지케이크 조직이라기보다도 오히려 뻘뻘해 보이는 파운드케이크의 조직감과 유사하였다. 이는 밀가루 이외의 부재료를 과도하게 많이 첨가할 경우, 반죽 혼합 과정 중 글루

Table 6. Hunter's value of sponge cakes substituted by different levels of radish leaf powder for flour

Color values	Samples <sup>1)</sup>						F-value	
	Control	RL5	RL10	RL15	RL20	RL25		
L	64.79±0.14 <sup>2)a3)</sup>	63.02±0.02 <sup>b</sup>	58.88±0.18 <sup>c</sup>	55.23±0.01 <sup>d</sup>	55.07±0.01 <sup>d</sup>	54.23±0.02 <sup>c</sup>	6,456.03 <sup>****4)</sup>	
Crust	a	12.91±0.06 <sup>a</sup>	9.39±0.56 <sup>b</sup>	7.51±0.91 <sup>c</sup>	6.45±0.14 <sup>c</sup>	4.62±0.12 <sup>d</sup>	3.12±0.32 <sup>e</sup>	168.36 <sup>***</sup>
	b	30.59±0.09 <sup>a</sup>	27.47±0.02 <sup>b</sup>	26.97±0.10 <sup>c</sup>	26.53±0.11 <sup>d</sup>	23.11±0.08 <sup>e</sup>	21.17±0.14 <sup>f</sup>	3,371.93 <sup>***</sup>
L	83.81±0.17 <sup>a</sup>	71.75±0.04 <sup>b</sup>	67.65±0.01 <sup>c</sup>	62.82±0.04 <sup>d</sup>	57.31±0.03 <sup>e</sup>	55.82±0.28 <sup>f</sup>	17,120.60 <sup>***</sup>	
Crumb	a	-3.38±0.06 <sup>a</sup>	-5.85±0.08 <sup>b</sup>	-6.41±0.05 <sup>c</sup>	-7.77±0.01 <sup>d</sup>	-8.69±0.02 <sup>e</sup>	-9.65±0.14 <sup>f</sup>	2,061.71 <sup>***</sup>
	b	25.03±0.24 <sup>a</sup>	24.56±0.01 <sup>ab</sup>	24.13±0.24 <sup>bc</sup>	24.63±0.01 <sup>ab</sup>	24.41±0.21 <sup>b</sup>	23.72±0.11 <sup>c</sup>	21.08 <sup>***</sup>

1) See the legend of Table 1.

2) Each values are mean±S.D.(n=3).

3) In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at  $p<0.05$ .

4) Significant at  $p<0.001$ .

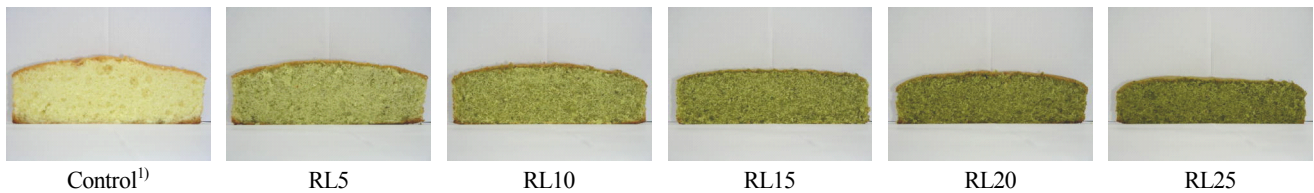


Fig. 1. Cross sectional view of sponge cakes substituted by different levels of radish leaf powder for flour.

<sup>1)</sup> See the legend of Table 1.

텐의 불완전한 수화로 글루텐 분자 간의 이황화 결합의 형성을 억제하고, 반죽발달이 저하된다고 보고한 An HK 등(2010)의 이론과 유사하였다. 따라서 본 실험에서도 무청분말 첨가 케이크의 부피 감소는 글루텐의 수화가 불완전하여 반죽 발달을 방해한 결과라고 생각된다. 여주 분말을 첨가할수록 스펀지케이크의 색이 짙어지면서 부피가 감소하므로, 첨가 재료의 양이 증가할수록 기공이 커지고, 기공의 크기는 불균일하며, 거칠어진다고 보고한 Kim MW(2009)의 결과와도 유사하였다. 또, 케이크의 중심부가 약간 평평하게 가라앉는 것도 관찰되었지만, 좌우대칭의 불균형 현상은 나타나지 않았다. Lee JS 등(2007)도 스펀지케이크 제조 시 잎새버섯 분말을 첨가할수록 케이크의 중앙이 낮아진다고 보고하여 유사함을 보였다. 크고 작은 기공의 발달로 다공성 스펀지 구조를 보인 control과 비교해 볼 때, RL5와 RL10에서는 균일하면서도 발달된 기공이 육안으로 관찰되어 부피 및 조직감의 부드러움 정도가 control과 유사하다는 것을 알 수 있었다. 따라서 케이크 조직 내 무청분말의 대체는 단면의 조직감으로 볼 때 10% 이하 정도로 가능할 것으로 예상되며, 케이크 제조 시 식품재료의 대체는 케이크의 외형과 조직감에 영향을 미치는

것으로 보였다.

## 6. 스펀지케이크의 물성

스푼지케이크의 물성은 Table 7과 같다. RL5의 부피와 경도는 control과 유사함을 보였지만, 다른 무청분말 첨가 케이크의 경우는 무청분말의 대체율이 증가할수록 부피가 감소하면서 경도는 높은 값을 나타내었다. 이는 스펀지케이크 제조 시 무청분말 5% 정도의 대체는 control과 같이 가스보유력이 유지되어 기공이 발달하므로 부드러운 조직감을 보이지만, 대체량이 많아질수록 기포안정성이 낮아져 케이크 팽창이 억제되면서 기공이 발달되지 않으므로 부피가 감소하여 경도가 유의적으로 높아졌다고 판단된다. 이는 케이크의 기공이 발달될수록 부피가 커지면서 경도가 낮아진다는 이론(Nagae S *et al* 1976)에 일치하는 경향이었다. 홍삼박 분말을 3~15%의 수준으로 케이크에 첨가하였을 때, 3% 대체 정도는 control과 유사하였으나, 그 이상의 대체 경우는 경도가 증가하였다고 보고한 Park YR 등(2008)의 결과와 바나나분말을 첨가할수록 케이크의 경도가 증가했다는 Park JS 등(2010)의 보고와는 유사하였다. 그렇지만 브로콜리분말을 첨가할수록 스펀지케

Table 7. Texture characteristics analysis of sponge cakes substituted by different levels of radish leaf powder for flour

Texture parameters	Samples <sup>1)</sup>						F-value
	Control	RL5	RL10	RL15	RL20	RL25	
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	202.15±2.13 <sup>2)e3)</sup>	207.14±4.17 <sup>e</sup>	219.32±0.88 <sup>d</sup>	233.75±3.21 <sup>c</sup>	250.28±4.71 <sup>b</sup>	282.97±3.48 <sup>a</sup>	246.14 <sup>***4)</sup>
Chewiness (g)	76.26±1.36 <sup>c</sup>	77.89±2.13 <sup>c</sup>	86.42±0.91 <sup>d</sup>	95.68±2.07 <sup>c</sup>	109.53±2.87 <sup>b</sup>	125.57±1.93 <sup>a</sup>	286.52 <sup>***</sup>
Gumminess (g)	79.34±2.13 <sup>d</sup>	82.76±3.05 <sup>cd</sup>	88.13±1.64 <sup>c</sup>	88.48±0.26 <sup>c</sup>	110.32±1.34 <sup>b</sup>	132.79±2.94 <sup>a</sup>	282.59 <sup>***</sup>
Cohesiveness (%)	0.63±0.01 <sup>ab</sup>	0.62±0.01 <sup>b</sup>	0.62±0.01 <sup>b</sup>	0.64±0.01 <sup>a</sup>	0.63±0.0 <sup>ab</sup>	0.63±0.01 <sup>ab</sup>	1.76 <sup>N.S5)</sup>
Adhesiveness	-0.22±0.01 <sup>c</sup>	-0.06±0.01 <sup>d</sup>	-0.01±0.01 <sup>d</sup>	0.10±0.02 <sup>c</sup>	0.22±0.05 <sup>b</sup>	0.41±0.02 <sup>a</sup>	169.39 <sup>***</sup>
Springiness (%)	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.93±0.01 <sup>ab</sup>	0.92±0.04 <sup>ab</sup>	0.91±0.03 <sup>ab</sup>	0.89±0.01 <sup>b</sup>	2.35 <sup>N.S</sup>
Fracturability	3.96±0.32 <sup>c</sup>	3.57±0.41 <sup>c</sup>	5.33±0.20 <sup>d</sup>	7.36±0.21 <sup>c</sup>	10.27±0.06 <sup>b</sup>	13.63±0.49 <sup>a</sup>	68.09 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup> Each values are mean±S.D.(n=3).

<sup>3)</sup> In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at  $p<0.05$ .

<sup>4)</sup> Significant at  $p<0.001$ .

<sup>5)</sup> Not significant.

이크의 경도가 유의적으로 감소하였다는 Lim EJ 등(2010)의 보고와 천마분말을 첨가할수록 스폰지케이크의 경도가 유의적으로 감소하였다는 Kang CS(2007)의 결과와는 상반됨을 보였다. 씹힘성과 점착성 및 부서짐성도 무청분말을 대체할수록 증가하는 경향이었지만, RL5는 control과 유사함을 보였다. 이는 무청분말을 첨가할수록 커지는 굽기 손실률로 인해 케이크 내부의 기공이 감소하면서도 조밀해지는 결과로 케이크 내부의 뭉침성이 강해져서 점착성이 커지므로 부서짐성도 높아지고, 조직감도 다소 거칠고 질겨져, 씹힘성은 떨어진다고 해석된다. 이와 같은 결과는 솔잎분말 첨가량이 증가할수록 솔잎분말이 밀가루보다 무기질과 섬유소 함량이 높기 때문에, 제조한 케이크의 조직이 거칠어진다는 보고(Lee SE & Lee JH 2013)와 케이크 제조 시 콩섬유 복합분을 첨가할수록 씹힘성과 점착성이 증가한다고 보고한 Park JY 등(2008)의 연구 결과와도 유사하였다. 부착성은 control이 가장 낮게 나타났고, 무청분말을 대체할수록 유의적으로 증가하였다. 이는 케이크 제조 후 방냉하는 동안 케이크의 내부로부터 외부 쪽으로 열과 수분이 점차 이동해감에 따라 내부쪽은 단단해지고, 외부쪽은 이동하는 수분으로 인해 끈적끈적함이 커지기 때문이라고 생각된다. 한편, 응집성과 탄성은 모든 케이크 간에 유의차를 보이지 않았다. 이는 무청분말이 기포안정성을 방해하는 역할을 하므로, 가스보유력이 저하되어 부피가 줄어들면서 조직감이 단단해지는 경향이었음에도 불구하고, 각 케이크 간의 수분함량에는 유의차가 나타나지 않는 결과와 같은 이유라고 사료된다. 글루텐망 속 호화전분의 수분을 무청분말의 식이섬유소가 흡착하고 있기 때문에 응집성과 탄성이 유사하였다고 본다. 따라서 밀가루의 10% 정도까지를 무청분말로 대체할 경우, 케이크의 수분함량이 증가하면서 control과 유사한 조직감을 유지할 수 있는 것으로 나타나, 무청분말은 케이크의 노화지연과 품질 향상에 도움이 될 것으로 예상된다.

## 7. 스폰지케이크의 관능결과

밀가루 대신 무청분말을 0, 5, 10, 15, 20, 25%로 대체하여 제조한 스폰지케이크의 특성 강도 검사 결과는 Table 8과 같다. 밀가루의 일부를 다른 소재로 대체하는 경우에는 케이크를 씹을 때의 조직감이 주로 영향을 받기 때문에(Oh HJ & Kim CS 2004; Kim MJ & Jang MS 2005), 무청분말의 대체가 케이크의 품질 특성에 미치는 영향을 촉촉함, 부드러움, 탄성 및 씹힘성 등으로 평가하였다. 촉촉함과 부드러움 및 탄성은 control과 RL5가 다른 케이크에 비해 유의적으로 높게 평가되었고, 대체율이 증가할수록 상대적으로 낮은 평가를 얻었다. 씹힘성도 control과 RL5가 가장 낮은 특성을 나타내었고, 무청분말이 10% 이상 대체되었을 때는 씹히는 정도가 유의적으로 강해지는 것으로 평가되었다. 스폰지케이크 제조 시 잎새버섯 분말(Lee JS *et al* 2007)이나 콩섬유 복합분(Park JY *et al* 2008)을 첨가한 실험에서도 일정한 수준 이상의 분말을 대체할 때 조직감이나 부드러움이 떨어져서 관능적 특성이 저하되었다고 보고하였다. 소비자 기호도 검사 결과는 Table 9에 나타내었다. 외형과 입에서 느끼는 조직감은 RL5가 높은 선호도를 보였고, RL10은 control과 유사한 점수를 얻었지만 분말의 대체량이 증가할수록 기호도가 유의적으로 낮게 평가되었다. 이는 반죽의 비중에 따른 케이크 비용적 변화와 유사한 경향으로, 대체량이 많을수록 케이크의 중심부가 약간 가라앉아 평평해지는 동시에 부피가 줄어들어 촉촉함, 부드러움, 탄성이 저하되는 것이 원인이라고 생각된다. 향미에 있어서는 RL5와 RL10도 높은 선호도를 보였는데, 이는 적절한 양으로 대체된 무청분말이 스폰지케이크에서 발생하는 특유의 달걀 비린내와 설탕의 강한 단맛을 미미하지만, 상쇄시키기 때문이라고 생각된다. Crumb의 색과 전체적인 기호도에서도 control과 함께 RL5가 좋은 평가를 얻었고 무청분말을 대체할수록 유의적으로 선호도가 감소하는 경향이 었다. 이상의 특성강도와 기호도 검사 결과, 무청분말의 대체

**Table 8. Characteristic intensity rating of sponge cakes substituted by different levels of radish leaf powder for flour**

Sensory parameters	Samples <sup>1)</sup>						F-value
	Control	RL5	RL10	RL15	RL20	RL25	
Moistness	5.00±0.81 <sup>2)ab3)</sup>	5.50±0.52 <sup>a</sup>	4.50±0.84 <sup>b</sup>	2.70±0.48 <sup>c</sup>	1.70±0.46 <sup>d</sup>	1.60±0.51 <sup>d</sup>	34.00 <sup>***4)</sup>
Softness	4.90±0.73 <sup>ab</sup>	5.50±0.71 <sup>a</sup>	4.60±0.84 <sup>b</sup>	2.60±0.51 <sup>c</sup>	1.60±0.53 <sup>d</sup>	1.30±0.48 <sup>d</sup>	35.01 <sup>***</sup>
Chewiness	1.60±0.84 <sup>d</sup>	1.70±0.48 <sup>d</sup>	3.00±0.47 <sup>c</sup>	4.40±0.51 <sup>b</sup>	5.50±0.52 <sup>a</sup>	5.60±0.52 <sup>a</sup>	72.50 <sup>***</sup>
Springiness	4.80±1.13 <sup>ab</sup>	5.50±0.53 <sup>a</sup>	4.10±0.31 <sup>b</sup>	2.70±0.48 <sup>c</sup>	1.60±0.52 <sup>d</sup>	1.50±0.53 <sup>d</sup>	48.35 <sup>***</sup>

1) See the legend of Table 1.

2) Each values are mean±S.D.(n=3).

3) In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at  $p < 0.05$ .

4) Significant at  $p < 0.001$ .



Table 9. Consumer acceptance of sponge cakes substituted by different levels of radish leaf powder for flour

Sensory parameters	Samples <sup>1)</sup>						F-value
	Control	RL5	RL10	RL15	RL20	RL25	
Appearance	4.80±0.91 <sup>2)bc3)</sup>	5.70±0.48 <sup>a</sup>	4.40±0.69 <sup>b</sup>	2.60±0.51 <sup>c</sup>	1.50±0.52 <sup>d</sup>	1.30±0.48 <sup>d</sup>	40.28 <sup>***4)</sup>
Crumb color	5.00±0.81 <sup>a</sup>	5.30±0.67 <sup>a</sup>	3.90±0.99 <sup>b</sup>	2.50±0.52 <sup>c</sup>	1.40±0.51 <sup>d</sup>	1.40±0.52 <sup>d</sup>	38.34 <sup>***</sup>
Flavor	4.20±0.78 <sup>b</sup>	5.20±0.91 <sup>a</sup>	5.30±0.48 <sup>a</sup>	3.90±1.37 <sup>b</sup>	1.70±0.67 <sup>c</sup>	1.60±0.51 <sup>c</sup>	16.04 <sup>***</sup>
Texture	4.90±0.87 <sup>ab</sup>	5.50±0.52 <sup>a</sup>	4.60±0.84 <sup>b</sup>	2.70±0.48 <sup>c</sup>	1.50±0.52 <sup>d</sup>	1.30±0.48 <sup>d</sup>	35.08 <sup>***</sup>
Overall acceptability	4.40±0.96 <sup>b</sup>	5.60±0.51 <sup>a</sup>	4.90±0.73 <sup>ab</sup>	2.80±0.63 <sup>c</sup>	1.40±0.51 <sup>d</sup>	1.20±0.42 <sup>d</sup>	34.27 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup> Each values are mean±S.D.(n=3).

<sup>3)</sup> In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at  $p<0.05$ .

<sup>4)</sup> Significant at  $p<0.001$ .

는 케이크의 관능적 특성을 향상시키거나 변형시키는 것으로 평가되었으며, 제품의 특성을 고려하여 케이크의 물리화학적 성질에 영향을 미치지 않는 범위에서의 최적 비율은 5% 이하가 바람직한 것으로 보이나, 건강기능상으로 볼 때는 10% 이하까지도 가능할 것으로 사료된다.

### 요약 및 결론

본 연구에서는 건강지향성 제과 제빵 제품 개발을 위하여 식이섬유소가 풍부하고, 다양한 생리활성 기능을 가진 무청분말을 여러 가지 비율로 대체하여 스폰지케이크를 제조하면서 반죽의 특성 및 제품의 품질 특성을 평가하였다. 무청분말 대체율이 증가할수록 케이크 반죽의 비중과 점도, 완성된 케이크의 굽기 손실률은 증가하였고, 비용적은 감소함을 보였다. 케이크의 수분함량 증감은 일정한 변화를 보이지 않았고 케이크 crust와 crumb의 색은 무청분말이 많을수록 명도와 적색도 및 황색도가 감소하는 동일한 변화를 보였다. 외형은 육안으로 보이는 단면의 조직감 면에서 RL5와 RL10이 가장 바람직한 스폰지케이크의 형태를 가지는 동시에, 기공의 발달 정도도 유사하게 보였다. 무청분말 대체량이 클수록 탄성은 감소하는 반면, 경도, 씹힘성, 점착성, 부착성 및 부서짐성은 증가하였고, 케이크 중 RL5는 물성 결과의 모든 값에서 control과 유의차가 없었다. 관능검사 결과에서도 RL5가 control과 가장 유사하게 나타났으며, 15% 이상을 대체할 경우에는 관능 특성이 낮아지는 것으로 평가되었다. 이상의 결과에서 스폰지케이크 내 무청분말의 가장 적절한 대체비율은 5%로 제시할 수 있으며, 무청분말의 첨가량은 10%까지도 가능할 것으로 보인다. 또한 이후 무청분말의 대체가 스폰지케이크의 저장성에 미치는 영향 등에 대한 추가적인 연구를 통하여 무청분말을 여러 가지 가공식품에 확대 적용함

이 필요하다고 사료된다.

### REFERENCES

- An HK, Hang GJ, Lee EJ (2010) Properties of sponge cakes with added saltwort(*Salicornia herbacea* L.). *Korean J Food Culture* 25:47-53.
- Chung DH, Kim SH, Myung N, Cho KJ, Chang MJ (2012) The antihypertensive effect of ethylacetate extract of radish leaves in spontaneously hypertensive rats. *Nutr Res Pract* 3:308-314.
- Cho NJ, Kim SG, Kim YH (2004) Bakery Science. B & C World, Korea. pp 146-184.
- Cho KR (2010) Quality characteristics of sponge cakes added with leek(*Allium tuberosum* Rottler) powder. *Korean J Food & Nutr* 23:478-484.
- Cho JS, Kim HY (2014) Quality characteristics of muffins by the addition of dried barley sprout powder. *Korean J Food Cook Sci* 30:1-10.
- Han JS, Kim JS, Kim MS, Choi YH (1999) Changes on mineral contents of vegetable by various cooking methods. *Korean J Soc Food Sci* 15:382-387.
- Hwang YK, Kim SY (1999) Effects of amount of egg and specific gravity on the quality of sponge cake. *Korean J Food Cook Sci* 15:377-381.
- Jang HS, Ahn JM, Ku KH, Rhee SJ, Kang SK, Choi JH (2008) Effect of radish leaves powder on the gastrointestinal function and fecal triglyceride and sterol excretion in rats feed a hypercholesterolemic diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:1258-1263.

- Kim HS (2012) Quality characteristics and antioxidant of muffins with the acaiberry(*Euterpe oleracea* Mart.) powder. *MS Thesis* Sejong University, Seoul. pp 35-48.
- Ku KH, Lee KA, Kim YE (2008) Physiological activity of extracts from radish(*Raphanus sativus* L.) leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:390-395.
- Ku KH, Lee KA, Kim YL, Lee YW (2006) Quality characteristics of hot-air dried radish(*Raphanus sativus* L.) leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:780-785.
- Kim KJ, Chung HC (2010) Quality characteristics of yellow layer cake containing different amounts of chlorella powder. *Korean J Food Cook Sci* 26:860-865.
- Kim WK, Kim JH, Jeong DH, Chun YH, Kim SH, Cho KJ, Chang MJ (2011) Radish(*Raphanus sativus* L.) ethanol extract inhibits protein and mRNA expression of ErbB(2) and ErbB(3) in MDA-MB-231 human breast cancer cells. *Nutr Res Pract* 5:288-293.
- Kim KO, Kim SS, Sung NK, Lee YC (1997) Methods & Application of Sensory Evaluation. Sinkwang Press, Korea. pp 131-135.
- Kim YA. (2011) Effects of young barley leaf powder on the yellow layer cakes. *Korean J Food Preserve* 18:830-835.
- Kim MW (2009) Effects of bitter melon powder on the quality of sponge cake. *MS Thesis* Yonsei University, Seoul. pp 22-56.
- Kang CS (2007) Qualitative characteristics of sponge cakes with addition of *Gastrodiae rhizoma* powder. *Korean J Culinary Research* 13:211-219.
- Kim MJ, Jang MS (2005) Quality characteristics of sponge cakes with addition of corn starch. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:1427-1433.
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG (2005) Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetable produced in Ullung Island. *Korean J Food Sci Technol* 37:233-240.
- Lee KH, Park HC, Her ES (1998) Statistics and Data Analysis Method. Hyoil Press, Korea. pp 253-296.
- Lee JH, Son SM (2011) Quality sponge cakes incorporated with yacon powder. *Food Eng Prog* 15:269-275.
- Lee JH, Heo SA (2010) Physicochemical and sensory properties of sponge cakes incorporated with *Ecklonia cava* powder. *Food Eng Prog* 14:222-228.
- Lim EJ, Lee HS, Lee YH (2010) Physical and sensory characteristics of sponge cakes with added Broccoli(*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) powder. *J East Dietary Life* 20: 873-880.
- Lee SE, Lee JH (2013) Quality and antioxidant properties of sponge cakes incorporated with pine leaf powder. *Korean J Food Sci Technol* 45: 53-58.
- Lee JH, Kwak EJ, Kim JS, Lee YS (2007) Quality characteristics of sponge cakes added with *mesangi* powder. *Korean J Food Cook Sci* 23:83-89.
- Lee JS, Kim HS, Lee YJ, Jung IC, Bae JH, Lee JS (2007) Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of *Grifola frondosa* powder. *Korean J Food Sci Technol* 39:400-405.
- Mizukoshi M (1983) Model studies of cake baking. III. Effect of silicone on foam stability of cake batter. *Cereal Chem* 60:399-500.
- Nagae S, Imai S, Sato T, Kaneto Y, Otsubo H (1976) Quality characteristics of soft wheats and their use in Japan. 1. Methods of assessing wheat suitability for Japanese products. *Cereal Chem* 53:991-998.
- Oh HJ, Kim CS (2004) The effect of commercial *doenjangs* (Korean soybean paste) on the sponge cake making. *Korean J Food Cook Sci* 20:387-395.
- Pylar EJ (1988) Physical and chemical test methods. In *Baking Sci & Technol* 3rd ed. Sosland Publishing Co., USA. pp 992-998.
- Park YR, Han IJ, Kim MY, Choi SH, Shin DW, Chun SS (2008) Quality characteristics of sponge cake prepared with red ginseng marc powder. *Korean J Food Cook Sci* 20:236-242.
- Park JS, Lee YJ, Chun SS (2010) Quality characteristics of sponge cakes added with banana powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1509-1515.
- Park JY, Park YS, Chang HG (2008) Quality characteristics of sponge cake supplemented with soy fiber flour. *Korean J Food Sci Technol* 40:412-418.
- Park YS, Shin S, Shin GM (2008) Characteristics of yellow layer cake made with mandarine powder. *Korean J Food Preserv* 15:656-661.
- Rhee SJ, Ahn JM, Ku KH, Choi JH (2005) Effect of radish leaves powder on hepatic antioxidative system in rats fed high-cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:1157-1163.
- Sahi SS (1998) Influence of aeration and emulsifiers on cake batter rheology and textural properties of cakes. UMIST,

- UK. pp 257-260.
- Shin JH, Choi DJ, Kwon OC (2007) Physical and sensory characteristics of sponge cakes added steamed garlic and yuza powder. *Korean J Food Nutr* 20:392-398.
- Tatsuzawa F, Toki K, Saito N, Shinoda K, Shigihara A, Honda T (2008) Anthocyanin occurrence in the root peels, petioles and flowers of red radish(*Raphanus sativus* L.). *Dyes and Pigments* 79:83-88.
- Watanabe N, Suzuki S, Jwao Y, Ohaha T (1981) Confectionary Dictionary. Asakura bookstore, Japan. pp 335-348.
- 

Date Received May 12, 2015  
Date Revised Jun. 9, 2015  
Date Accepted Jun. 18, 2015