다시마 분말 첨가 스펀지 케이크의 품질 특성

*임 은 정

한양여자대학교 외식산업과

Quality Characteristics of Sponge Cake Added with *Laminaria japonica* Powder

*Eun-Jeong Lim

Dept. of Foodservice Industry, Hanyang Women's University, Seoul 133-790, Korea.

Abstract

This study was performed in order to investigate the quality characteristics of sponge cake made with *Laminaria japonica* powder. To evaluate the physical and sensory analysis, *Laminaria japonica* powder was added to wheat flour in various ratio (3, 5, 7, 9%, w/w). The specific gravity and loss rate increased with the addition of *Laminaria japonica* powder. The crude protein and ash levels in the sponge cakes increased linearly with the addition of 0~9 g of *Laminaria japonica* powder/100 g of wheat flour. For the crumb color values, lightness (L) and yellowness (b) decreased with the addition of *Laminaria japonica* powder, whereas redness (a) significantly increased ($P<0.05$). In the texture analysis, the hardness, gumminess and chewiness were increased; however, the cohesiveness and resilience were reduced by the addition of *Laminaria japonica* powder. When the sensory characteristics were evaluated, 5% *Laminaria japonica* sponge cake showed the highest sensory properties, except for color. Therefore, the results suggested that 5% *Laminaria japonica* sponge cake could be helpful in improving the physical quality as well as the taste.

Key words: sponge cake, *Laminaria japonica*, texture, color value, sensory evaluation

서 론

최근 식생활의 변화로 인해 비만, 심장질환, 고혈압, 당뇨 등의 성인병이 급증함에 따라 식이섬유소원으로서 해조류에 대한 관심이 높아지고 있다(Han 등 2002). 해양생물의 성인병 관련 질병의 예방과 치료 등 많은 생화학적 약리효과가 입증됨으로써 이들의 생리활성 물질의 규명과 이용한 신약 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Choi 등 2000; Yoon 등 2000a; Shim 등 2002). 그 중에서도 해조류는 다양한 생리활성 물질을 가진 기능성 식품자원으로 그 중요성이 부각되고 있다(Kim & Han 1998).

해조류 중 우리의 식탁에서 흔히 볼 수 있는 다시마에 20~30% 함유된 알긴산은 갈조류의 세포벽을 구성하는 성분으로 mannuronic acid와 glucuronic acid로 형성된 복합다당이다(Cho

등 1995a). 이는 당에 대한 내성을 증가시키고, 지질대사를 개선시켜 당뇨병에 효과적이며, 소화되지 않는 식이섬유로서의 기능을 나타내고 있다(Lee 등 1996; Kim & Choi 2008). 또한 혈청 콜레스테롤을 저하시키는 작용 등 다양한 효과가 밝혀지고 있다(Kim 등 2000). 그리고 다시마에는 황산기를 함유한 산성다당이 다량 함유되어 있는데, 그 대표적인 함황 산성 다당은 fucoidan이다(Cho 등 1995b). Fucoidan은 수용성 다당류로 혈액 중에 존재하는 함황산성다당인 heparin과 생리적 특성이 비슷하여 항혈액 응고 작용을 나타낼 뿐 아니라, 항암 작용 등 다양한 생리적 기능이 밝혀지고 있다(Schoen 등 1999; Yoon 등 2000b). 이러한 fucoidan은 점성이 낮으며, 용해성이 우수하여 수용성 식이섬유 소재로서의 이용 가능성이 매우 높다. 또한 다시마는 칼륨, 나트륨, 칼슘, 마그네슘 등의 알칼리성 금속이온을 풍성하게 함유하고 있어, 육류의 소비가 많

* Corresponding author: Eun Jeong Lim, Dept. of Foodservice Industry, Hanyang Women's College, Seoul 133-793, Korea. Tel: +82-2-2290-2592, Fax: +82-2-2290-2599, E-mail: myann70@hanmail.net

은 현대 식생활의 균형을 유지할 수 있을 뿐 아니라, 다량의 요오드를 함유하고 있는 훌륭한 무기질의 공급원이다(National Federation of Fisheries Cooperative 2000).

다시마의 이러한 우수한 효능으로 인해 해조류를 식량자원으로써 재평가하는 추세로 새로운 가공식품의 개발에 있어 수용성 식이섬유이며 생리활성 물질의 원료로 각광 받고 있기에 설기떡, 쿠키, 발아현미 쿠키 등 최근 다시마를 식품에 첨가하거나 제품화하는 연구가 활발하다(Cho 등 2006; Kim 등 2008; Pyo 등 2010). 삼면이 바다인 우리나라에서 풍부하게 생산되는 해조류의 각종 생리활성물질을 최대한 이용하고, 풍부한 비타민이나 무기질 등의 천연성분을 그대로 유지할 수 있는 가공 방법의 개발은 매우 중요하다. 특히 빵의 소비가 증가되는 등 서구화된 식생활에서 부족되기 쉬운 식이섬유를 다량 함유한 다시마를 이용한 스펀지 케이크의 개발은 그 의의가 크다고 생각된다. 이에 기존의 연구에서 그 생리적 활성과 영양성이 인정되었고, 식이섬유 함량이 높은 다시마를 첨가한 스펀지 케이크를 개발하여 그 물리적 특성과 관능적 특성에 대해 알아보려고 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험의 재료 중 다시마는 완도 수협에서 구입한 후 blender (SFM-2800B, Shinil Industrial Co., Ltd., Seoul, Korea)로 분쇄하여 40 mesh의 체로 내린 후 사용하였고, 밀가루는 (주)대한제분(Seoul, Korea)의 박력분 1급품을 사용하였으며, 식염은 (주)한주 정제염(Ulsan, Korea), 설탕은 대한제당 제품(Seoul, Korea), 계란은 풀무원 제품(Seoul, Korea)을 이용하였다.

2. 케이크의 제조

스펀지 케이크의 제조 배합비는 Table 1과 같으며, 다시마 분말을 밀가루 중량에 대해서 3%, 5%, 7% 및 9%의 비율로 첨가하였다. 예비 실험 결과, 3% 이하 첨가구는 케이크로서의 물리적 특성과 관능적 특성의 차이가 대조구와 비교해 거의 없었고, 10% 이상 첨가구의 경우 케이크로서의 물리적, 관

능적 특성의 손상이 심해 실험에서는 다시마 분말 첨가량의 비율을 위와 같이 하였다. 제조 방법은 전란을 사용하는 공립법을 이용하였다. 반죽기(K5SS, Kitchen Aid Co., Joseph, MI, USA)의 믹싱볼에 전란을 넣고 1단에서 30초간 혼합한 후 설탕과 소금을 넣고 3단에서 5분간 믹싱하였다. 믹싱볼의 옆면을 고무주걱으로 긁어내리고, 다시 3단으로 5분간 믹싱한 후 1단으로 30초간 믹싱하였다. 믹싱기에서 꺼낸 반죽에 다시마 분말을 첨가하여 체 친 밀가루를 넣고 고무주걱으로 균일하게 혼합한 후, 원형 팬에 360 g씩 넣고 윗불 180°C, 아랫불 160°C로 예열된 오븐(Daeyung Co., Seoul, Korea)에서 25분간 구운 후 상온에서 60분간 냉각시켜 시료로 사용하였다.

3. 일반 성분 함량

스펀지 케이크의 일반성분은 AOAC법(AOAC, 1990)에 따라 수분 함량은 상압가열 건조법, 회분은 건식 회화법, 조지방은 Soxhlet 추출법 그리고 조단백질은 semi-micro Kjeldahl 법에 의해 측정하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 회분, 조단백질과 조지방 함량을 제외한 값으로 하였다.

4. 반죽의 비중, 굽기 손실 및 반죽 수율 측정

케이크 반죽의 비중(Specific gravity)은 케이크 반죽이 완성된 직후의 무게를 AACC법(AACC, 1983)에 따라 측정하였으며, 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량의 차이를 이용하여 굽기 손실률(%)과 반죽 수율(%)을 다음의 식에 의해 산출하였다.

$$\text{Specific gravity} = \frac{\text{Weight of cake dough}}{\text{Weight of water}}$$

$$\text{Backing loss rate (\%)} = \frac{\text{Weight of dough} - \text{Weight of cake}}{\text{Weight of dough}} \times 100$$

$$\text{Dough yield (\%)} = \frac{\text{Weight of cake}}{\text{Weight of dough}} \times 100$$

5. 색도 측정

스펀지 케이크의 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter scale에 의한 L값(명도, lightness), a값(적색도, redness), b값(황색도, yellowness)을 3회 반복 측정하고, 표준색은 L값, a값, b값의 백색의 calibration plate를 사용하였고, L값이 97.05, a값이 0.06, b값이 1.85였다.

6. Texture 측정

스펀지 케이크의 조직감은 Brookfield texture analyzer(TA-CT3, Brookfield, WI, USA)를 사용하였으며, texture profile analysis(TPA)

Table 1. Formula for the sponge cake made with *Laminaria japonica* powder (Unit: %)

Ingredients	<i>Laminaria japonica</i> powder content (%)				
	0	3	5	7	9
Wheat flour	100	97	95	93	91
<i>Laminaria japonica</i>	0	3	5	7	9
Egg	160	160	160	160	160
Sugar	120	120	120	120	120

분석을 통하여 각 시료의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 회복탄력성(resilience)을 측정하였으며, 각 실험군 별로 3회 반복하여 측정한 값의 평균±표준편차로 나타내었다. 분석 조건으로 probe는 TA4/1000 25.0 mm D, sample size 20×20×20 mm, test speed 1 mm/sec, trigger load 50 g, distance 10 mm, deformation 50%로 하였다.

7. 외관 관찰

스펀지 케이크의 외관은 디지털 카메라(CANON IXUS 500, Tokyo, Japan)로 외관의 특성을 촬영하여 관찰하였다.

8. 관능 검사

제품의 관능검사는 20명의 훈련된 검사요원들을 대상으로 하여 각 시료별 스펀지 케이크의 전반적인 기호도(overall preference), 색(color), 향기(flavor), 조직감(texture), 맛(taste)의 5가지 특성에 대하여 7점 채점법으로 매우 좋다는 7점, 매우 싫다는 1점으로 평가하였다.

9. 통계 처리

실험결과와 통계처리는 SAS Package(Statistic Analysis System, version 8.1, SAS Institute Inc.)를 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며, ANOVA, Duncan's multiple range test로 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 일반 성분 함량

다시마 분말 첨가 스펀지 케이크의 수분 함량은 Table 2와 같다. 케이크 특유의 촉촉하고 부드러운 감촉에 가장 크게 영향을 미치는 요인은 수분으로 수분함량이 증가할수록 노화가 지연되므로 초기 수분 함량을 증가시키면 케이크의 노화

를 감소시킬 수 있다(Park 등 2008). 다시마의 일반 성분은 수분 12.3%, 지질 1.1%, 단백질 7.4%, 회분 34%, 탄수화물 45.2%, 식이섬유가 27.6%이다. 다시마 분말 첨가량이 증가함에 따라 반죽 내의 식이섬유가 증가하면 식이섬유의 보습성에 기인하여 완성된 스펀지 케이크의 수분 함량이 증가할 것으로 예상하였으나, 스펀지 케이크의 수분 함량은 대조구가 26.82%였고, 3% 첨가구는 26.95%, 5% 첨가구는 27.91%, 7% 첨가구는 26.83%, 9% 첨가구는 26.65%로 첨가구 간의 유의적 차이는 없었다. 밀가루를 일부 다른 곡물가루나 식이섬유원과 대체할 경우, 이들 분말이 글루텐의 수화 및 전분의 호화를 지연시키고, 이로 인해 단백질의 망상 구조가 잘 발달되지 못해 결과적으로 케이크의 부피가 감소하고, 거친 조직을 형성했다는 보고(Shin 2007b)하고 있다. 다시마 분말 첨가량이 증가함에 따라 케이크 반죽이 불안정하게 되어 굽기 손실이 증가한 결과에서 알 수 있듯 다시마 분말 첨가는 식이섬유의 증가로 케이크의 보습성을 증가시키기도 하지만, 다른 한편으로는 스펀지 케이크의 구조 약화를 초래하여 실제 케이크의 수분 함량에서는 큰 변화가 없는 것으로 사료된다.

탄수화물 함량과 조지방 함량은 대조구와 다시마 분말 첨가구간의 유의적 차이는 없었으며, 조단백질 함량은 대조구가 5.08%로 가장 낮았고, 3% 첨가구가 5.37%, 5% 첨가구가 5.57%, 7% 첨가구가 5.71%, 9% 첨가구가 5.70%로 나타났다.

회분 함량은 대조구가 0.69%로 가장 낮는데 비해, 3% 첨가구가 0.86%, 5% 첨가구가 0.96%, 7% 첨가구가 1.06%, 9% 첨가구는 1.14%로 대조구에 비해 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가한 것을 볼 수 있었다($p<0.05$).

2. 반죽의 비중, 굽기 손실을 및 수율

다시마 분말 첨가량을 달리한 스펀지 케이크의 비중은 Table 3과 같다. 대조구의 비중이 0.41로 가장 낮게 나타났으며, 3% 첨가구와 5% 첨가구가 0.42, 7% 첨가구가 0.43이었으며, 9% 첨가구가 0.44로 대조구에 비해 다시마 분말 첨가군의

Table 2. Proximate composition of sponge cake added with *Laminaria japonica* powder

	<i>Laminaria japonica</i> powder content (%)				
	0	3	5	7	9
Moisture content (g/100 g)	26.82±2.46 ^{1)NS3)}	26.95±1.14	27.91±0.90	26.83±0.83	26.65±1.16
Protein content (g/100 g)	5.08±0.12 ^{b2)}	5.37±0.36 ^{ab}	5.57±0.25 ^a	5.71±0.18 ^a	5.70±0.20 ^a
Fat content (g/100 g)	6.30±0.57 ^{NS}	5.92±0.57	5.45±0.81	6.35±0.41	6.00±0.78
Ash content (g/100 g)	0.69±0.03 ^c	0.86±0.04 ^d	0.96±0.02 ^c	1.06±0.02 ^b	1.14±0.01 ^a
Carbohydrate content (g/100 g)	60.19±1.56 ^a	60.90±0.90 ^a	60.10±0.80 ^a	60.05±0.54 ^a	60.50±0.68 ^a

¹⁾ Each values are mean±S.D.

²⁾ In a column, means with different superscripts in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

³⁾ NS: Not significant: Means with different superscripts along horizontal line are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

Table 3. Specific gravity, baking loss rate and dough yield of sponge cake at varied levels of *Laminaria japonica* powder

Properties	<i>Laminaria japonica</i> powder content (%)				
	0	3	5	7	9
Specific gravity (mℓ/g)	0.41±0.01 ^{1) b2)}	0.42±0.00 ^b	0.42±0.00 ^b	0.43±0.00 ^a	0.44±0.00 ^a
Loss rate (g/100 g)	11.91±0.20 ^b	12.11±0.10 ^{ab}	12.72±0.82 ^{ab}	12.44±0.10 ^{ab}	13.00±0.17 ^a
Dough yield (g/100 g)	88.06±0.20 ^a	87.89±0.10 ^{ab}	87.61±0.26 ^{ab}	87.56±0.10 ^b	87.00±0.17 ^c

¹⁾ Each values are mean±S.D.

²⁾ In a column, means with different superscripts in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

비중이 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다.

스펀지 케이크는 계란의 기포성을 이용하여 반죽을 부풀려 부피를 증가시키는 제품으로 반죽에 열이 전해지면 수증기압이 증대되고, 이 힘에 의해 반죽이 팽창된다(Yoon & Kim 2009). 반죽의 비중은 달걀 거품의 형성 정도를 알 수 있는 지표로서, 비중이 낮다는 것은 반죽에 공기가 많이 포함되어 있음을 의미하고, 비중 값이 높으면 반죽의 기포 함유 정도는 적어지므로 완제품의 부피는 감소하게 된다(An 등 2010). 이렇듯 반죽의 비중은 기공과 조직에 결정적인 영향을 미치기 때문에 반죽 제조에 있어 중요한 요인으로 작용하며, 스펀지 케이크의 부피와 텍스처의 형성에 중요한 요소가 된다.

증숙 마늘 첨가 스펀지 케이크에 대한 연구 결과, 증숙 마늘 분말 첨가량이 증가함에 따라 케이크 반죽의 비중이 증가한 이유는 첨가된 분말이 반죽 내 달걀 액에 일부 용해된 채 점질액으로 작용하여 밀가루와 함께 달걀 거품의 겉 표면에 엉겨 붙어 기포 벽을 두껍게 함으로서 달걀흰자의 표면을 변성시켜 얇은 막의 형성을 억제하기 때문이라는 보고가 있다(Shin 등 2007a). 실험 결과, 다시마 분말 첨가량이 증가함에 따라 비중이 증가한 것은 다시마 분말이 케이크 반죽 내 달걀흰자 등과 결합함으로써 달걀 단백질을 변성시키고, 기포 형성을 위한 얇은 막의 형성 즉, 망상구조의 형성을 어렵게 하였기 때문인 것으로 사료된다. 이는 김 분말과 매생이 분말 첨가량이 증가함에 따라 비중이 증가하였다는 보고들과 일치한다(Kweon 등 2003; Lee 등 2007).

다시마 분말 첨가량을 달리한 스펀지 케이크의 굽기 손실

과 수율은 Table 2와 같다. 다시마 분말 첨가 스펀지 케이크의 굽기 손실은 대조구가 11.91%로 가장 낮았고, 3% 첨가구가 12.11%, 5% 첨가구가 12.72%, 7% 첨가구가 12.44%였으며, 9% 첨가구가 13.00%로 가장 높게 나타났다. 반죽은 굽는 과정 중에 높은 열에 의하여 팽창하게 되며, 이때 반죽 내 기공이 열리면서 수분이 기체로 증발해 굽기 손실이 발생하게 된다(An 등 2010). 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 케이크의 굽기 손실이 유의적으로 증가한 이번 실험 결과는 매생이 분말 첨가 스펀지 케이크에서 매생이 분말 첨가량이 증가되면서 스펀지 케이크의 반죽이 불안정하게 되어 굽기 손실이 증가하였다는 보고와도 일치하는 경향을 나타냈다(Lee 등 2007).

반죽 수율은 대조구가 88.06%로 가장 높았고, 3% 첨가구가 87.89%, 5% 첨가구가 87.61%, 7% 첨가구가 87.56%였으며, 9% 첨가구가 87.00%로 가장 낮았다.

3. 케이크의 색도

다시마 분말 첨가 케이크의 색도 측정 결과는 Table 4와 같다. 제과, 제빵 제품에 밀가루를 대신하여 다른 분말을 첨가할 경우, 첨가되는 분말의 종류와 색은 완성된 케이크의 색도에 영향을 미치는 주요 인자로 보고되고 있다(Shin 등 2007a; Shin 등 2007b). 다시마 첨가에 의하여 케이크의 색은 다소 어둡고 푸른색을 띠는 변화를 보였다. 밝은 정도를 나타내는 L값은 대조군이 78.13으로 다른 첨가군들에 비해 유의적으로 높게 평가되었고, 다시마 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 다시마 분말 9% 첨가 시 67.59로 가장 어두운 색을

Table 4. Color value of sponge cake added with *Laminaria japonica* powder

Color values	<i>Laminaria japonica</i> powder content (%)				
	0	3	5	7	9
L ¹⁾	78.13±1.29 ^{4) a5)}	75.05±2.01 ^b	73.70±1.67 ^b	70.85±2.25 ^c	67.59±1.58 ^d
a ²⁾	-5.45±0.27 ^a	-4.57±0.13 ^b	-3.96±0.22 ^c	-3.53±0.12 ^d	-2.59±0.19 ^e
b ³⁾	21.93±0.65 ^a	21.80±0.63 ^a	20.58±0.88 ^b	19.91±0.54 ^b	17.36±0.74 ^c

¹⁾ Degree of whiteness (white+100↔0 black). ²⁾ Degree of redness (red+100↔-80 green).

³⁾ Degree of yellowness (yellow+70↔-80 blue). ⁴⁾ Each values are mean±S.D.

⁵⁾ Means with different superscripts in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

나타내었다($p<0.05$).

적색도를 나타내는 a값도 대조구가 -5.45였음에 비해 다시마 분말 9% 첨가구는 -2.59로 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 황색도를 나타내는 b값은 다시마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다($p<0.05$).

4. Texture 특성

다시마 분말 첨가 스펀지 케이크의 texture 특성으로 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 회복탄력성(resilience)을 측정하였으며, 그 결과는 Table 5와 같다. 경도는 3% 첨가구와 5% 첨가구에서 다소 변화를 보이나, 다시마 분말 7% 첨가구까지는 대조구와 비교하여 큰 차이가 없으나, 다시마 분말 9% 첨가구가 653.39 g으로 대조구의 537.26 g에 비해 경도가 유의적으로 증가함을 알 수 있었다($p<0.05$). 이는 기존에 보고된 매생이 분말 첨가 스펀지 케이크에서 첨가량이 증가할수록 스펀지 케이크의 경도가 증가하였다는 연구 결과와 일치한다(Lee 등 2007). 스펀지 케이크의 탄력성은 대조구와 다시마 분말 첨가구간에 통계적 유의성은 확인되지 않았다. 이는 기존에 보고된 김 첨가 스펀지 케이크에서의 결과와 일치한다(Kweon 등 2003). 케이크의 응집성은 대조구가 0.70으로 가장 높았고, 3%, 5%와 7% 첨가구에서는 0.69, 0.65, 0.67로 감소하였으나, 첨가구 간의 유의적 차이가 보이지 않았으나, 9%에서는 0.64로 유의적으로 낮아졌다. 회복탄력성도 대조구가 가장 높았고, 다시마 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 점착성과 씹힘성은 다시마 분말 9% 첨가구가 다른 첨가구에 비해 증가한 것을 볼 수 있었다.

케이크의 품질은 원재료와 부재료의 적합성, 배합비의 균형성, 혼합방법 및 굽기 과정의 적정성에 따라 결정되며, 첨가되는 부재료에 의해서도 영향을 받게 된다(Park 등 2009). 케이크 반죽에 밀가루 이외 다른 분말 첨가될 경우, 글루텐 형식 효과와 분말 자체의 수분 흡수력에 기인하여 밀가루 반

죽의 상대적 수분 보유력을 감소시킨다(Kweon 등 2003). 이는 글루텐 형성에 필요한 수분 부족을 초래하여 반죽 혼합 과정 중의 글루텐의 불완전한 수화로 글루텐 분자간의 이황화 결합의 형성을 억제하여 반죽 발달이 저하되어 케이크의 골격 형성을 방해한다는 보고가 있다(Ahn & Song 1999; Lee & Kang 2005).

다시마 분말 첨가량에 따른 스펀지 케이크의 texture 특성을 검토해본 결과, 다시마 분말 3%, 5%와 7% 첨가구는 대조구와 비교하여 그 물리적 특성이 비슷하거나 큰 차이가 없었으나, 다시마 분말 9% 첨가구의 경우 단단해지고, 끈적거리며, 부서지기 쉽고, 회복탄력성은 가장 낮은 특성을 나타내므로 스펀지 케이크의 texture로서 바람직하지 않은 것으로 나타났다. 이는 매생이 분말 첨가 스펀지 케이크에 대한 기존의 연구에서 매생이 분말이 6% 이상 첨가될 경우, 단단하고 끈적거리면서 부서지기 쉬운 texture 특성으로 인해 스펀지 케이크의 texture로서 바람직하지 않은 것 같다는 결과와 일치하는 경향을 나타냈다(Lee 등 2007).

이상의 다시마 분말 첨가 스펀지 케이크의 texture 특성으로 볼 경우, 다시마 분말 3%, 5%, 7% 첨가구는 대조구와 비교해 비슷하거나 큰 차이가 없으나, 다시마 분말 9% 첨가구는 스펀지 케이크로서의 texture 특성을 저하시키는 첨가량임을 확인 할 수 있었다.

5. 외관

다시마 분말을 첨가한 스펀지 케이크의 외관은 Fig. 1과 같다. 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 부피와 높이가 감소하였으며, 가운데 부분이 약간 주저앉은 것을 확인할 수 있었다.

케이크의 부피는 완성된 제품의 중요한 품질 평가 척도가 된다. 부피는 반죽 시 혼합되는 공기의 혼입량, 구울 때 케이크의 골격을 형성시켜 주는 글루텐의 양, 반죽 시 형성된 기포의 안정도와 밀가루 내의 전분에 의한 반죽 점성 유지 및 굽는 동안 전분의 호화에 의한 부피 유지에 의해 결정된다(Kim 2005; Lee & Kang 2005). 밀가루에 물을 넣고 반죽하면

Table 5. Textural properties of sponge cake at varied levels of *Laminaria japonica* powder

	Laminaria japonica powder content (%)				
	0	3	5	7	9
Hardness (g)	537.26±52.13 ^{1)bc2)}	515.31±43.39 ^c	572.45±26.12 ^b	544.91±17.79 ^{bc}	653.39±38.59 ^a
Springiness (mm)	0.79± 0.05 ^a	0.81± 0.04 ^a	0.79± 0.03 ^a	0.82± 0.04 ^a	0.83± 0.02 ^a
Cohesiveness (ratio)	0.70± 0.03 ^a	0.69± 0.03 ^{ab}	0.65± 0.03 ^{ab}	0.67± 0.04 ^{ab}	0.64± 0.04 ^b
Gumminess (g)	376.33±50.65 ^{ab}	355.61±41.60 ^b	374.72±33.81 ^{ab}	362.81±28.51 ^{ab}	345.77±32.34 ^a
Chewiness (g)	300.52±57.83 ^{ab}	287.02±43.11 ^b	295.77±36.92 ^{ab}	297.00±35.58 ^{ab}	345.77±32.34 ^a
Resilience (%)	0.30± 0.02 ^a	0.30± 0.02 ^{ab}	0.28± 0.02 ^{ab}	0.28± 0.01 ^b	0.28± 0.02 ^b

¹⁾ Each values are mean±S.D. ²⁾ Means with different superscripts in the same row are significantly different at $p<0.05$.

Fig. 1. Sponge cake with various levels of supplemental *Laminaria japonica* powder. A: Control (without added *Laminaria japonica* powder). B: Added with 3% *Laminaria japonica* powder. C: Added with 5% *Laminaria japonica* powder. D: Added with 7% *Laminaria japonica* powder. E: Added with 9% *Laminaria japonica* powder.

글루텐이 형성되고, 글루텐은 탄력성과 점성이 있기 때문에 케이크 반죽을 구울 때 공기, 탄산가스, 수분에서 생기는 팽창된 증기를 포집하여 부피가 늘어나게 된다. 반죽 시 형성된 기포가 구운 후까지 안정하게 잘 유지가 되어야 부피가 유지될 수 있다. 거품의 안정성은 거품 구성체의 점도가 높을수록 유리하고, 글루텐 형성 정도, 제조 과정, 첨가 재료의 종류 등에 의해 좌우된다(Ahn & Song 1999).

기존의 연구에서 스펀지 케이크 제조 시 밀가루 이외의 분말 첨가 시 케이크의 부피에 변화를 초래하였다고 보고하고 있는데, 홍삼박 분말 첨가 케이크 제조에서 홍삼박 첨가량이 증가함에 따라 반죽 시 형성된 기포의 안정도가 대조군보다 낮아서 부피가 감소하였다는 보고(Park 등 2008), 함초 분말 첨가 스펀지 케이크 연구에서 함초 첨가량이 증가함에 따라

밀가루 글루텐의 희석효과와 함초 분말의 높은 보수력 때문에 글루텐이 불완전하게 수화되어 반죽 발달이 방해되어 케이크의 부피가 감소하였다고 보고하고 있다(An 등 2010). 다시마 분말 첨가 스펀지 케이크에서도 밀가루 글루텐의 희석효과와 기포의 안정성 감소에 기인하여 부피 감소를 보였다. 특히, 9% 이상의 첨가량은 급격한 구조 약화로 스펀지 케이크의 특성이 사라지는 것을 확인할 수 있었다.

6. 관능적 특성

다시마 분말을 첨가한 스펀지 케이크의 전반적인 기호도, 향기, 조직감, 맛에 대한 관능적 특성을 조사한 결과는 Table 6에 나타내었다.

전반적인 기호도는 3%와 5% 첨가구가 선호도가 높았으

Table 6. Sensory evaluation scores¹⁾ on sponge cake prepared with various levels of *Laminaria japonica* powder

Sensory characteristics	<i>Laminaria japonica</i> powder content (%)				
	0	3	5	7	9
Overall perference	3.92±1.39 ^{1)bc2)}	5.52±1.60 ^a	5.52±1.39 ^a	4.32±1.70 ^{ab}	2.76±1.56 ^c
Color	5.80±1.86 ^a	4.44±1.57 ^{bc}	5.16±1.21 ^{ab}	4.24±1.25 ^{bc}	3.36±2.06 ^a
Flavor	3.44±2.06 ^b	4.32±1.78 ^{ab}	5.08±1.30 ^a	4.04±1.95 ^{ab}	4.08±1.65 ^{ab}
Texture	4.28±1.87 ^a	4.92±1.49 ^a	5.00±1.33 ^a	4.16±1.68 ^a	2.52±1.71 ^b
Taste	3.88±1.45 ^b	5.44±1.61 ^a	5.52±1.25 ^a	4.16±1.51 ^b	3.16±1.45 ^b

¹⁾ Each value represents the means and standard deviation (SD) of ratio by 20 panels using 7-point scale (1: very poor, 7: very good).

²⁾ Means with different superscripts in the same row are significantly different determined by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

며, 그 다음으로 7% 첨가구, 대조구 순이었으며, 9% 첨가구가 가장 낮은 선호도를 나타냈다. 색은 9% 첨가구와 대조구에 대한 선호도가 높은 것으로 유의성 있는 결과를 보였으며, 향기는 대조구보다 첨가구들에 대한 선호도가 높은 것으로 나타났으며, 그 중 5% 첨가구에 대한 선호도가 가장 높은 것으로 유의성 있는 결과를 나타냈다($p<0.05$). 조직감은 9% 첨가구만 낮게 나왔으며, 대조구와 3%, 5%, 7% 첨가구의 선호도는 유의적인 차이가 없었다. 맛은 3%와 5% 첨가구를 선호하는 것으로 나타났으며, 대조구와 7%, 9% 첨가구에서는 유의적인 차이가 없었다.

본 실험에서는 다시마 분말 첨가 스펀지 케이크의 개발 가능성 검토를 위해 다시마 분말을 다양한 수준으로 첨가한 스펀지 케이크를 제조하여 관능적 특성을 검토해본 결과, 색은 대조구를 선호하였고, 조직감은 9% 첨가구를 제외하고 대조구와 첨가구 간에서는 차이가 없는 것으로 보였으며, 향기, 맛이나 전체적 기호도에서는 대조구보다 다시마 첨가구들을 선호하는 것으로 유의성($p<0.05$) 있는 결과를 보였다. 특히, 3%와 5% 첨가구에 대한 맛과 전반적 기호도는 다른 군들에 비해 높게 나타나 다시마 분말 첨가 스펀지 케이크의 관능적 특성을 만족시킬 수 있는 첨가량임을 확인할 수 있었다.

요 약

다시마 분말을 밀가루 중량에 대해서 3%, 5%, 7%와 9%의 비율로 첨가하여 제조한 스펀지 케이크의 물리적 관능적 특성을 검토해본 결과, 다시마 분말 첨가 스펀지 케이크의 수분 함량은 첨가구간의 유의적 차이는 없었으며, 조단백질 함량은 대조구가 가장 낮았고, 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 조지방 함량은 대조구와 다시마 분말 첨가구 간의 유의적 차이가 없었다. 회분 함량은 대조구가 가장 낮게 비해 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가한 것을 볼 수 있었다. 다시마 분말 첨가 스펀지 케이크의 탄수화물 함량은 대조구와 첨가구 간의 유의적 차이는 없었다.

비중은 대조구가 가장 낮게 나타났으며, 대조구에 비해 다시마 분말 첨가군의 비중이 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 굵기 손실은 대조구가 가장 낮았고, 9% 첨가구가 가장 높게 나타났으며, 반죽 수율은 대조구가 가장 높았고, 9% 첨가구가 가장 낮았다.

다시마 첨가에 의하여 케이크의 색은 다소 어둡고 푸른색을 띠는 변화를 보였다. 밝은 정도를 나타내는 L값은 대조군이 다른 첨가군들에 비해 유의적으로 높게 평가되었고, 다시마 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 다시마 분말 9% 첨가구가 가장 어두운 색을 나타내었다($p<0.05$). 적색도를 나타내는 a값도 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 유의적

으로 증가하였다. 황색도를 나타내는 b값은 다시마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다($p<0.05$).

다시마 분말 첨가량에 따른 스펀지 케이크의 texture 특성으로 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 회복탄력성(resilience)을 검토해본 결과, 3%, 5%와 7% 첨가구는 대조구와 비교하여 그 물리적 특성이 비슷하거나 큰 차이가 없었으나, 9% 첨가구의 경우 스펀지 케이크의 texture로서 바람직하지 않은 것으로 나타났다.

스펀지 케이크의 외관은 다시마 분말 첨가량이 증가할수록 부피와 높이가 감소하였으며, 가운데 부분이 약간 주저앉은 것을 확인할 수 있었다.

스펀지 케이크의 전반적 기호도, 색, 향기, 조직감, 맛에 대한 관능적 특성을 조사한 결과, 3%와 5% 첨가구에 대한 전반적 기호도와 맛에 대한 선호도가 높은 것으로 유의성($p<0.05$) 있는 결과가 나타났다.

다시마 분말 첨가 스펀지 케이크의 개발 가능성 검토를 위해 다시마 분말을 다양한 수준으로 첨가한 케이크를 제조하여 물리적 관능적 특성을 검토해본 결과, 다시마 분말 3% 첨가 스펀지 케이크와 5% 첨가 스펀지 케이크가 물리적 특성과 관능적 특성을 모두 만족시킬 수 있는 첨가량임을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 한양여자대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행된 것이며 이에 감사합니다.

참고문헌

- AOAC. 1983. Official Method of Analysis. 8th ed. American Association of Cereal Chemists, St Paul MN. USA
- Ahn JM, Song YS. 1999. Physico-chemical and sensory characteristics of cake added sea mustard and sea tangle powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:534-541
- An HK, Hang GJ, Lee EJ. 2010. Properties of sponge cake with added saltwort (*Salicornia herbacea* L.) *Korean J Food Culture* 25:47-53
- AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. USA
- Chio SJ, Jun WJ, Yu KW, Shin DH, Hong BS, Cho HY, Yang HC. 2000. Purification and characterization of angiotensin I-converting enzyme inhibition from *Porphyra yezoensis*. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 29:719-725

- Cho DM, Kim DS, Lee DS, Kim HR, Pyeun JH. 1995b. Trace components and functional saccharides in marine algae. *J Kor Fish Soc* 28:270-278
- Cho DM, Kim DS, Lee DS, Kim HR, Pyeun JH. 1995a. Trace components and functional saccharides in seaweed-2. *J Kor Fish Soc* 28:49-59
- Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. *Korean J Food Culture* 21:541-549
- Han KH, Choi MS, Ahn CK, Youn MJ, Song TH. 2002. Soboru bread enriched with dietary fibers extracted from kombu. *Kor J Soc Food Cookery Sci* 18:619-624
- Kim HJ, KIM HJ, Yoo SS. 2008. Impacts of the proportion of sea-tangle on quality characteristics of muffin. *Korean J Food Cookery Sci* 24:565-572
- Kim SG, Choi DS. 2008. The present state of diabetes mellitus in Korea. *J Korean Med Assoc* 51:791-798
- Kim SJ, Han YS. 1998. Effect of green laver on the extraction of shelf-life of Muk. *Kor J Soc Food Sci* 14:119-123
- Kim YA. 2005. Effects of *Lycium chinense* powder on the quality characteristics of yellow layer cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:403-407
- Kim YY, Lee KW, KIM GB, Cho YJ. 2000. Studies on physicochemical and biological properties of depolymerized alginate from sea tangle. *J Kor Fish Soc* 33:393-398
- Kweon BM, Jeon SW, Kim. 2003. Quality characteristics of sponge cake with addition of laver powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:1278-1284
- Lee HS, Choi MS, Park SH, Kim YJ. 1996. A study on the development of high-fiber supplements for the diabetic patients (1) Effect of seaweed supplement on the gastrointestinal function and diabetic symptom control in streptozotocin-induced diabetic rat. *Korean J Nutr* 29:286-295
- 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* 23:83-89
- Lee SW, Kang CS. 2005. Effect of high molecular weight water soluble chitosan on quality attributes of sponge cake. *Korean J Food & Nutr* 18:309-315
- National Federation of Fisheries Cooperative. 2000. A Comprehensive Bibliography on the Fishery Special Commodity in Korea. pp. 411-414
- Park JE, Jeong HD, Jang MS. 2009. Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of sponge cake with bamboo (*Pseudosasa japonica* Makino) leaves powder. *Korean J Food Cookery Sci* 25:317-329
- 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 Cookery Sci* 24:236-242
- Pyo SJ, Lee SM, Joo NM. 2010. Optimization of germinated brown rice cookie prepared with (*Laminaria longissima*) seatangle powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26:617-626
- Schoen RE, Tangen CM, Kuller LH, Burke GL, Cushman M, Tracy RP, Dobs A, Savage PJ. 1999. Increased blood glucose and insulin, body size and incident colorectal cancer. *J Natl Cancer Inst* 33:1726-1734
- Shim YY, An JH, Cho WD, Chun H, Kim KI, Cho HY, Yng HC. 2002. Inhibitory mechanism of blood coagulation and *in vivo* anticoagulant activities of polysaccharides isolated from *Codium fragile*. *J Kor Food Sci Nutr* 31:917-923
- Shin JH, Choi DJ, Kwon OC. 2007a. The quality characteristics of sponge cake with added steamed garlic powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23:692-702
- Shin JH, Choi DJ, Kwon OC. 2007b. Physical and sensory characteristics of sponge cakes added steamed garlic and yuja powder. *Korean J Food & Nutr* 20:392-398
- Yoon JA, Yu KW, Jun WJ, Cho HY, Son YS, Yang HC. 2000b. Screening of anticoagulant activity in the extracts of edible seaweeds and optimization of extraction condition. *J Kor Food Sci Nutr* 29:1098-1106
- Yoon JA, Yu KW, Jun WJ, Cho HY, Son SY, Yang HC. 2000a. Purification of blood anticoagulant polysaccharide from *Pachymeniopsis elliptica*. *J Kor Food Sci Nutr* 29:908-916
- Yoon KH & Kim MK. 2009. Quality characteristics and storage properties of chiffon-cake containing added bamboo leaf powder. *Korean J Food Culture* 24:552-560

접 수 : 2012년 10월 7일
 최종수정 : 2012년 11월 25일
 채 택 : 2012년 11월 28일