

아마씨 분말을 첨가 스펀지케이크의 품질 및 항산화 활성

박병구¹ · 이소연² · 이명호^{3*}

¹한성대학교 경영대학원, ²한성대학교 호텔관광 외식경영대학원, ^{3*} 신한대학교 식품조리과학부

Quality and Antioxidant Properties of Sponge Cake added with Flaxseed Powder

Byung-Gu Park¹ · So-Yeon Lee² · Myung-Ho Lee^{3*}

¹Dept. of Business Administration, Hansung University

²Dept. of Hotel, Tourism and Restaurant Management, Hansung University

^{3*}Dept. of Food Science & Culinary Arts, Shinhan University

ABSTRACT

The study produced a functional sponge cake added with 0~20% proportion of excellently functional flaxseed powder aimed at obtaining basic data for the possibility to develop new products through a physiochemical properties assessment and a sensual assessment of the product. The water content was the lowest in the control, at 27.63%, and the 5~20% water content following the increase in added flaxseed powder failed to display a significant difference ($p<0.05$). The pH of the dough was 6.77~6.44, and displayed a significant difference according to the added amount of flaxseed powder ($p<0.05$). The specific weight of the dough appeared to be 0.40~0.51, and displayed a significant increase according to the added amount of flaxseed powder. The DPPH radical scavenging activity of the sponge cake added with flaxseed powder was 12.8%, and the plot added with flaxseed powder displayed a significantly higher percentage of 22.34~55.57% than the control plot. Crumb color change had increased values for value a and value b, and a significantly decreased L value. Texture significantly increased according to the increase in hardness, gumminess, chewiness, and cohesiveness, while springiness significantly decreased. Sensual assessment displayed a high preference for the 10% flaxseed powder additive plot in all items including appearance, taste, color, flavor, softness, and overall acceptability. The assessment of physiochemical properties and sensuality of the sponge cake added with flaxseed powder revealed that 10% flaxseed powder is suitable as the optimum proportion.

Keywords: flaxseed, sponge cake, quality characteristics, DPPH radical scavenging activity, texture, sensory assessment

I. 서 론

최근 현대인들의 간편식 추구하고 건강에 대한 높은 욕구에 따라 건강 기능식품에 대한 높은 관심으로 인해 슈퍼 푸드(Super food)의 식재료 종류가 다양해지고 있고, 자연 식재료를 이용한 차별화된 건강기능성 식품에 대한 개발이 요구되고 있다. 이러한 추세에 제과제빵 분야의 수요가 지속적으로 증가하고 있고(Suh & Kim, 2014), 소비자의 기호는 다양화 되고, 또한 고급화됨에 따라 새로운 기능성이 부가된 제품개발이 증가되고 있다(Lee et al., 2009). 그중 스펀지케이크는 달걀의 기포성을 이용한 거품형 케이크 제품으로

로 부드러운 맛과 촉촉한 느낌을 지니고 있어 젊은이들로부터 각광을 받고 있는 편의 식품중 하나이다(Kweon, 2002). 스펀지케이크(Sponge Cake)는 케이크의 기본이 되는 재료로 달걀흰자의 기포성을 이용하여 팽창시킨 제품이다. 스펀지케이크는 일반제과점뿐만 아니라, 양산업체에서도 대량 생산되는 주요 품목(Kweon, 2002)으로 유지를 포함하지 않아 해면성이 크고 가벼운 특징이 있다(Kim, 2006). 현재까지 선행연구로는 기능성 부재료인 흑마늘 분말(Lee et al., 2009), 돼지감자 분말(Suh & Kim, 2014), 김 분말(Kweon, Jeon, & Kim, 2003), 솔잎분말(Lee & Lee, 2013), 미역과 다시마가루(Ahn & Song, 1999), 바나나분말(Park, Lee, & Chun, 2010),

* Corresponding author: 이명호, mhlee5858@hanmail.net, 경기도 의정부시 호암로 95, 신한대학교 식품조리과학부

아콘 분말(Lee & Son, 2011), 증숙 마늘 및 유자분말(Shin, Choi, & Kwon, 2007), 마(Yi, Kim, Song, & Park, 2001), 브로콜리(Lim, Lee, & Lee, 2010), 인삼분말(Yoon, Hwang, Chun, Kong, & Kang, 2007), 분리대두 단백질(Lee, 1997) 등을 첨가하여 제조한 스펀지케이크에 성공적으로 적용된바 있다.

생명을 살리는 씨앗으로 알려진 아마씨(Flaxseed)는 아마과 식물(*Linum usitatissimum*)의 종자로 중앙아시아 고산지대가 원산지이다. 자생력이 강한 식물로 오메가-3 지방산이 다량 함유되어 있고, 섬유질이 풍부하며, 특히 리그난이라는 식물성 에스트로젠 성분이 풍부하게 들어있어서 암 생성 및 증식억제, 항산화 및 항암작용에 예방효과가 있어 아마씨가 최고의 슈퍼 푸드로 관심을 받고 있다(Choi, 2011). 또한 아마씨에 들어있는 리그난은 여성호르몬인 에스트로젠의 구조와 유사한 에스트로젠의 항산화제이다. 항암 효과가 우수하고 다량으로 함유되어 있는 리그난(Lignan)은 종양을 강력하게 억제하는 가능(Seonwoo, 2002)과 같은 호르몬관련 질병을 예방하는 것으로 알려져 있다(Bethrens et al., 1992). 그 외 면역관련, 심혈관계, 당뇨, 대사증후군 등에 도움을 준다(choi, 2011). 아마씨에는 식이섬유가 28% 함유되어 있으며, 수용성 섬유소와 비수용성 섬유소로 구분된다. 아마씨에 함유되어 있는 수용성 섬유소는 혈관내의 콜레스테롤을 저하 및 혈당조절을 하며, 혈액의 정화에 기여하므로 동맥경화증 및 심장질환의 질병으로부터 탁월한 예방 치료 효과가 있다(Westcott & Muir, 1996). 그 외 다이어트, 아토피, 뇌졸중 등의 치료 예방, 지능향상, 단백질, 무기질 등의 영양성분이 많이 들어있어 신진대사 촉진에 도움을 주고(Choi, 2011), 국내의 동의보감에 따르면 아마는 뼈와 피부, 부인병, 대변 장애, 염증치료에 약재로 사용되어왔다(Lim, 2009).

최근 아마씨의 유용한 건강 기능성을 활용한 아마씨 성분의 생리활성물질에 대해 연구가 되고 있으며, 유효성분을 추출하여 의약품, 건강식품, 식품첨가물 원료로 높이 평가되어 사용범위가 폭 넓게 응용되고 있다. 가정에서 손쉽게 만들 수 있는 아마씨유를 이용한 샐러드, 아마씨를 넣은 자연 식품을 활용한 음식 메뉴 개발, 아마씨를 첨가한 쿠키(Kim & Chung, 2011), 파운드(Chung, Lim & Lee, 2014) 등 다양한 제품들이 개발되었다.

예전부터 아마씨는 산업적 목적으로 사용되어 왔으며, 최근에는 영양학적·약리학적 가치가 알려지면서 건강기능성 식품소재로서 주목받고 있으나, 우리나라의 경우 아마씨에 대한 인식과 실제도입이 늦어 식재료로서 적용되지 않고, 특히 제과 제빵분야 적용 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 건강 기능성이 우수하나 현재 제과 제빵산업에서 잘 이용되고 있지 않은 아마씨 분말첨가량을 달리하여 스펀지케이크를 제조하고, 그에 따른 물리·화학적 품질특성, 항산화성 및 소비자 기호도를 조사한 후, 향후 신제품 개발에 필요한 실험적 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 연구에 사용된 아마씨 분말은 캐나다산으로 가열을 통하여 독성물질을 제거한 것을 바른 약초(바른 에프엔비, Korea)에서 2016년 6월 구입하여 사용하였다. 스펀지케이크 제조를 위한 재료로 밀가루는 1등급 박력분 (대한제분, 회분함량 0.4% 이하, Korea), 설탕(CJ 제일제당, Korea)의 제품으로 사용하였으며, 달걀(풀무원, Korea), 소금(정제염 한주, Korea), 베이킹파우더(제니코, Korea)를 시중 마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 스펀지케이크 제조

스펀지케이크의 제조는 Yi et al.(2001)의 선행 연구의 배합을 참고로 실험방법으로 예비실험을 한 후, 수정 및 보완하여 사용하였다. 본 실험에 사용한 스펀지케이크의 배합비는 Table 1과 같으며, 제과용 믹서(K5ss, Kitchenaid Co. Ltd., USA)를 이용하여 제조하였다.

모든 재료는 동일한 함량으로 고정하고 아마씨 분말을 첨가하지 않은 스펀지케이크를 대조군(Control)으로 설정하였으며, 실험군은 밀가루 100g에 대하여 아마씨 분말(Flax-

Table 1. Formula for sponge cakes substituted with different levels of flaxseed powder

Ingredients	Flour weight basis (g)				
	0%	5%	10%	15%	20%
Flour	100	95	90	85	80
Flaxseed powder	0	5	10	15	20
Sugar	120	120	120	120	120
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%.

Flaxseed powder: 5%, 10%, 15%, 20%.

seed powder)을 각 5%, 10%, 15%, 20%로 대체 첨가하였다.

아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 제조방법은 공립법으로 달걀을 믹싱볼에 넣고 다이얼 1에서 30초간 풀어준 후 설탕과 소금을 넣고 다이얼 6에서 6분간 믹싱한 다음 다이얼 4에서 2분 간 믹싱한 후 체 친 밀가루와 아마씨 분말, 베이킹파우더를 넣고 주걱으로 10회 혼합한 후, 케이크 반죽을 직경 18 cm, 높이 4.5 cm 팬에 각각 180 g씩 넣고 윗불 180℃, 아랫불 170℃로 미리 예열된 오븐(Dae-Young, NMachinery Co., Korea)에서 25분간 구운 후 실온에서 1시간 방냉 후 실험에 사용하였다.

3. 실험방법

1) 일반성분 분석

수분함량, 조단백질, 조지방, 회분을 AOAC(1995) 방법에 의해 각각 3회 반복 측정하였으며, 수분함량은 적외선 수분 측정기(FD-240, Japan)를 사용하여 3회 반복 측정하였다. 또한 시료 전체를 100%로 하여 수분, 조단백질, 조지방, 회분의 함량(%)으로 감한 것을 탄수화물 함량(%)으로 구하였다.

2) 반죽의 pH 측정

아마씨 분말을 첨가한 반죽의 pH는 AACC 2-52(2000)의 방법으로 반죽 15 g에 증류수 100 mL를 넣어 현탁액을 만든 다음, 10분간 실온에 방치한 후에 pH meter로 3회 반복 측정하였다.

3) 반죽의 비중

아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 반죽의 비중은 AACC 10-15(2000)의 방법에 따라 3회 반복 측정하고, 다음의 계산식에 의해 물에 대한 반죽의 비로 계산하였다.

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

C : Weight of cup

B : Weight of batter

W : Weight of water

4) 수분 측정

아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 수분 측정은 적외선 수분측정기(FD-240, Japan)를 사용하여 시료 1 g으로 3회 반복 측정하였다.

5) DPPH 라디칼 소거능 측정

동결 건조한 시료 50 g을 분쇄한 후 메탄올 2 L를 넣고 실온에서 12시간 추출하였다. 추출수율을 증가시키기 위해 상기 조작을 2회 반복하였다. 용매는 회전감압농축기로 감압농축(40±1℃)하였으며, 시료의 항산화력은 DPPH assay를 사용하여 측정하였다. 즉, 시료 100 µL에 0.1 mM DPPH 용액 2 mL를 첨가하여 섞은 후 30분간 암소에서 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 항산화력은 환원된 DPPH 라디칼로 나타내고, 다음의 식에 의해 계산하였으며, Butylated hydroxytoluene(BHT)를 양성대조구로 사용하였다.

DPPH 라디칼 소거능(%) =

$$\frac{\text{대조구의 흡광도} - \text{시료의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}} \times 100$$

6) 색도 측정

아마씨 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 스펀지케이크의 색도는 crumb을 5.0 × 5.0 × 2.0 cm³로 자른 후 색차계(CR-200, Minolta, USA)를 사용하였다. 측정 항목은 Hunter의 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값)를 3회 반복 측정하였다. 표준백판의 보정치는 L=98.46, a=-0.23 그리고 b=1.02이었다.

7) Texture 측정

아마씨 분말 첨가량을 달리하여 스펀지케이크의 Texture는 Texture analyser(model TA-XT plus Stable Micro System, England)를 사용하여 3회 반복 측정하였다.

스펀지케이크의 정중앙 부분을 4 × 4 × 3 cm³로 동일하게 자른 후 측정하였다. 이 때 측정된 항목은 경도(hardness), 응집성(cohesivness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 점착성(gumminess)이며, 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.

8) 관능검사

관능검사는 사전에 훈련된 조리 전공 대학생 15명을 대상으로 사전에 연구의 목적을 설명한 후, 관능검사를 실시하였다. 평가 항목은 케이크의 외관(appearance), 맛(taste), 색(color), 부드러움(softness), 향(flavor), 전체 기호도(overall acceptability)로 7점 척도법으로 평가하였다.

9) 통계 분석

모든 실험은 3회 이상 반복적으로 측정하여 ‘평균 ± 표준편차’로 표시하였다. 측정된 값은 SPSS 14.0 program으로 평균과 표준편차로 구하고, 유의성을 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

아마씨 분말의 일반성분은 Table 2와 같다. 시료인 아마씨 분말의 수분은 8.12%이며, 단백질 23.18%, 지방 38.27%, 회분 2.89%로 나타났다. 특히 단백질과 지방의 함량은 아마씨 추출물의 항산화 효과 및 조리과학적 특성에 관한 연구 분석(Sunwoo, 2002) 결과에서 보고한 지방 39.25%, 단백질 22.12%로 나타나, 본 연구의 결과와 유사한 경향을 보였다.

2. 반죽의 pH와 비중

아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 반죽의 pH와 비중은 Table 3과 같다.

케이크 반죽의 pH는 케이크의 부피, 조직감과 관계가 있

Table 2. Chemical composition of flaxseed powder

Sample	Flaxseed powder (%)
Water	8.12±0.11 ¹⁾
Crude protein	23.18±0.10
Fat	38.27±0.23
Ash	2.89±0.02

¹⁾ Mean±S.D.

Table 3. pH values and specific gravity of sponge cake with different addition rate of flaxseed powder

Sample (%)	pH	Specific gravity
5	6.77±0.01 ^{a1)2)}	0.40±0.01 ^a
5	6.62±0.04 ^b	0.41±0.02 ^a
10	6.59±0.03 ^b	0.45±0.01 ^b
15	6.51±0.02 ^c	0.47±0.01 ^b
20	6.44±0.01 ^d	0.51±0.01 ^c

Control: 0%.

Flaxseed 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.

고(Ash & Colmey, 1973) 케이크의 착색정도에 영향을 미친다고 보고되어 있다(Lee, Lee, & Yang, 2002).

아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크 반죽 pH는 대조구가 6.77±0.01로 가장 높았고, 아마씨 분말의 첨가량이 증가함에 따라 케이크의 pH는 유의적으로 감소하는 결과를 나타냈다($p < 0.05$).

본 연구의 반죽의 pH는 일반 스펀지케이크의 적정 pH보다 다소 낮게 나타나, 아마씨 분말 첨가가 스펀지케이크의 pH에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

이는 연잎분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질특성과 백년초 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질특성에서도 연잎 분말 및 백년초 분말을 첨가할수록 pH가 점차 낮아지는 결과가 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 반죽의 비중은 밀가루의 종류, 온도와 시간 등의 믹싱조건, 화학팽창제의 사용유무와 종류, 믹싱속도 등의 영향을 받으므로 스펀지케이크의 texture와 volume의 형성에 중요한 요소이다(Baik, Marcote, & Castaigne, 2000).

비중은 대조구가 0.40으로 가장 낮게 나타났으며, 아마씨 분말의 첨가량이 증가할수록 스펀지케이크의 비중이 증가하는 결과를 보였다. 이는 스펀지케이크의 반죽에서 아마씨 분말의 대체물질의 사용량을 증가할수록 첨가군의 비중이 유의적으로 증가하여 부피와 조직감 및 기공에 영향을 주는 것으로 판단된다. 스펀지케이크의 반죽 비중은 거품형성 정도로 케이크의 내부 구조를 형성하여 제품의 텍스처를 결정하는 요인으로 반죽의 비중과 부피 및 내부조직에 영향을 미치는 요인이라고 알려져 있다(Chung, 2009). 이는 함초 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질특성(An, Hong, & Lee, 2010), 흑마늘 농축액을 첨가한 멍쌀 스펀지케이크의 품질특성(Kim, 2013), 구운 검은콩 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질특성(Jung, 2012) 등에서도 각 분말의 첨가량이 증가함에 따라 비중이 증가하는 결과가 나타나, 본 연구와 유사한 경향을 보였다.

3. 수분함량

아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 수분함량은 Table 4와 같다. 스펀지케이크의 수분함량은 대조구 27.63%로 가장 낮게 나타났고, 아마씨 분말 5% 첨가군에서 28.34%로 유의적 차이가 없었으며, 아마씨 분말 10~20%를 첨가한 첨가군의 각각 수분함량은 31.80%, 33.26%, 33.53%로 10~20% 첨가군 간에는 유의적인 차이가 없었으나, 아마씨 분말의 첨가량을 늘릴수록 첨가군의 수분함량이 높게 나타났다. 전체적으로 볼 때 아마씨 분말의 첨가량이 증가함에 따

Table 4. Moisture contents of sponge cake with different

Sample (%)	Moisture (%)
0	27.63±0.18 ^{b1)2)}
5	28.34±0.25 ^b
10	31.80±0.14 ^a
15	33.26±0.27 ^a
20	33.53±0.41 ^a

Control: 0%.

Flaxseed 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.

라 수분함량은 유의적으로 증가하는 결과를 보였다($p<0.05$).

스펀지케이크의 수분함량은 저장성과 조직감을 결정하는 중요한 요인이며, 수분함량이 높을수록 조직이 부드럽고 노화를 지연시킨다는 연구(Yook et al., 2000)가 보고되었다. 이는 아마씨 분말 첨가가 수분함량을 증가시켜 조직을 부드럽게 하고, 노화방지에 도움을 주어 품질향상에 기여하는 것으로 사료된다.

4. DPPH 라디칼 소거능

아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 DPPH 라디칼 소거능을 측정할 결과는 Table 5와 같다.

대조구의 경우, DPPH 라디칼 소거능이 12.08% 값을 보였으며, 아마씨 분말을 첨가군에서는 22.34~55.57%로 대조구

Table 5. DPPH radical scavenging activity of sponge cake with different addition rate of flaxseed powder

Sample (%)	DPPH (%)
0	12.08±0.21 ^{e1)2)}
5	22.34±0.27 ^d
10	33.48±0.38 ^c
15	43.51±0.55 ^b
20	55.57±0.44 ^a

Control: 0%.

Flaxseed 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.

보다 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 아마씨 분말 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼소거능이 증가함에 따라 항산화제의 기능성을 부여할 것으로 판단된다. 유리라디칼은 인체 내에서 지질 또는 단백질 등과 결합하여 산화를 일으키기 쉬운데, DPPH는 보라색의 비교적 안정한 자유라디칼로써 다양한 천연물로부터 항산화 물질을 검색하는데 많이 이용되고 있다(Kim et al., 2011) 이는 오미자 추출물의 생리활성과 오미자 분말을 첨가한 스펀지케이크(Lee, 2011)와 돼지감자분말을 첨가한 쌀 스펀지케이크(Kim, 2014)에서 돼지감자분말 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거능도 유의적으로 증가함에 따라 돼지감자의 페놀 물질들이 강력한 자유라디칼 소거능에 기여한다는 연구 결과가 나타나, 본 연구와 유사한 경향을 보였다.

5. 색도

아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 색도는 Table 6과 같다. 명도(lightness)를 나타내는 L값은 아마씨 분말 0% 첨가군이 30.48로 가장 밝게 나타났고, 아마씨 분말 20% 첨가군이 30.33으로 가장 어둡게 나타났으며, 대조구와는 아마씨 분말 15% 첨가군부터 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 이는 새송이 버섯 분말(Jeong & Shim, 2004), 연잎 분말(Song, 2013), 함초 분말(An et al., 2010)을 첨가한 스펀지케이크는 위 결과와 같이 분말 첨가량이 증가함에 따라 L값이 낮아져 어두워지는 결과와 유사한 경향을 보였다.

제과 및 제빵 제품에 밀가루를 대신하여 각종 분말을 첨가할 경우, 첨가되는 분말의 종류와 자체색, 그리고 굵는 과

Table 6. Hunter's value of sponge cake with different addition rate of flaxseed powder

Sample (%)	Hunter's color value		
	L	a	b
0	30.48±0.00 ^{a1)2)}	0.55±0.00 ^c	-0.77±0.00 ^a
5	30.43±0.05 ^{ab}	0.60±0.02 ^b	-0.79±0.02 ^{ab}
10	30.43±0.04 ^{ab}	0.62±0.05 ^b	-0.79±0.00 ^{ab}
15	30.40±0.04 ^b	0.63±0.02 ^b	-0.79±0.01 ^{ab}
20	30.33±0.00 ^c	0.66±0.00 ^a	-0.81±0.00 ^b

Control: 0%.

Flaxseed 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.

정 중의 아미노-카아보닐 반응, 열분해에 의한 갈변 정도는 완성된 케이크의 색도에 영향을 미치는 주 인자로 알려져 있다(Raidle & Klein, 1983).

적색(redness)을 나타내는 a 값의 경우, 아마씨 분말 20% 첨가군이 0.66으로 가장 큰 값을 보였고, 첨가량이 증가함에 따라 대조구보다 유의적으로 a 값이 증가하는 결과가 나타났다($p<0.05$). 이는 감잎 분말 첨가 비율에 따른 스펀지케이크의 품질특성(Choi, Kim, & Bae, 2007), 백년초 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질특성(Cho & Kim, 2013)에서 첨가량이 증가할수록 a 값이 높게 나타났다고 보고한 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

황색(yellowness)을 나타내는 b 값은 대조구가 -0.77로 가장 높게 나타났고, 아마씨 분말 20% 첨가군만이 대조구와 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 이는 매생이 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질특성(Lee, Kwak, Kim, & Lee, 2007), 솔잎분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질 및 황산화 특성(Lee & Lee, 2013)에서 첨가량이 증가할수록 미미하게 증가하는 경향을 나타냈다고 보고한 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 따라서 아마씨 분말 자체의 색과 아마씨 분말 첨가로 반죽의 기포가 조밀하게 되고, 스펀지케이크의 부피가 감소하게 됨으로써 첨가량이 증가함에 따라 색이 전반적으로 어두워지는 경향이 있는 것으로 사료된다.

6. 조직감

아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 조직감은 Table 7과 같다. 아마씨 분말의 첨가량을 달리하여 스펀지케이크의 조직감(texture property)을 측정하였다. 케이크의 경도는 케이크 제조 시에 첨가되는 물질의 비용적에 직접적으로 영향을 받으며, 간접적으로는 중량, 부피, 수분함량 등에 영향을 받는다. 기공이 잘 발달될수록 부피가 크고 경도는 낮

아진다고 알려져 있다(Chabot, 1979).

아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 경도(hardness)는 대조구 165.06~276.33의 값을 나타냈으며, 아마씨 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 결과를 보였다($p<0.05$). 탄력성(Springiness)은 대조구와 아마씨 분말 5% 첨가군 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 아마씨 분말 10% 첨가군부터는 대조구과 유의적인 차이를 보였으며, 첨가량에 따라 감소하는 결과를 보였다($p<0.05$). 점착성(Gumminess)은 아마씨 분말 20% 첨가군이 188.52로 가장 큰 값을 보였으며, 아마씨 분말 첨가량이 증가함에 따라 점착성은 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 아마씨 분말 5~15%의 첨가군 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다($p<0.05$). 씹힘성(Chewness)은 아마씨 분말 20% 첨가군이 131.07로 가장 큰 값을 나타냈고, 아마씨 분말 0% 첨가군이 76.39로 가장 낮은 값을 보였으며, 아마씨 분말 첨가량이 증가함에 따라 씹힘성이 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 케이크의 품질은 원재료와 부재료의 적합성, 배합비의 균형성, 혼합방법 및 굽기 과정의 적정성에 따라 결정되며, 첨가되는 부재료에 의해서도 영향을 받게 된다(Park, Jeong, & Jang, 2009). 케이크 반죽에 밀가루 이외 다른 분말이 첨가될 경우, 글루텐 회석 효과와 분말 자체의 수분 흡수력에 기인하여 밀가루 반죽의 상대적 수분 보유력을 감소시킨다(Kweon et al., 2003). 또한 글루텐 형성에 필요한 수분 부족을 초래하여 반죽 혼합과정 중의 글루텐의 불안정한 수화로 글루텐 분자간의 이황화 형성을 억제하여 반죽 발달이 저하되어 케이크의 골격 형성을 방해한다는 보고가 있다(Ahn & Song, 1999; Lee & Kang, 2005).

아마씨 분말 첨가량에 따른 스펀지케이크의 조직감 특성을 검토해본 결과, 아마씨 분말 첨가량이 증가함에 따라 경도(hardness), 응집성(Cohesiveness), 점착성(Gumminess), 씹힘

Table 7. Textural characteristics of sponge cakes with different addition rate of flaxseed powder

Sample (%)	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewness
0	165.06±33.47 ^{b1)2)}	0.86±0.06 ^a	0.58±0.03 ^b	99.33±2.79 ^c	76.39± 8.73 ^c
5	182.87±40.81 ^b	0.83±0.04 ^a	0.60±0.03 ^b	121.62±8.52 ^b	87.80± 2.72 ^b
10	183.65±27.60 ^b	0.69±0.01 ^b	0.60±0.04 ^b	126.11±17.15 ^b	101.30± 8.23 ^b
15	248.59±28.50 ^a	0.69±0.09 ^b	0.67±0.02 ^b	136.41±14.32 ^b	127.45±15.90 ^b
20	276.33±17.16 ^a	0.68±0.18 ^b	0.77±0.01 ^a	188.52±15.94 ^a	131.07±10.32 ^a

Control: 0%.

Flaxseed 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.

성(Chewness)은 유의적으로 증가하였으며, 탄력성(Springiness)은 유의적으로 감소하는 결과를 보였다.

7. 관능검사

아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 관능평가 결과는 Table 8과 같다.

스펀지케이크에 외관(appearance)은 아마씨 분말 10% 첨가군이 5.70으로 가장 높은 값을 보였으며, 아마씨 분말 20% 첨가군이 2.50으로 가장 낮게 나타났다($p<0.05$). 맛(taste)은 아마씨 분말 10% 첨가군이 5.30으로 가장 높게 나타났으며, 아마씨 분말 20% 첨가군이 3.10으로 가장 낮은 결과를 보였다. 색(color)은 아마씨 분말을 10% 첨가한 첨가군이 5.30으로 가장 높게 평가된 반면, 아마씨 분말 20% 첨가군이 3.10으로 가장 낮은 결과를 보였으며, 대조구와 비교하였을 때 아마씨 분말 10% 첨가군과 20% 첨가군만이 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$). 향(flavor)은 아마씨 분말 10% 첨가군이 5.80으로 가장 높게 나타났으며, 대조구와는 아마씨 분말 10% 첨가군부터 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 부드러움(softness)은 아마씨 분말 10% 첨가군이 5.20으로 가장 높은 결과를 보였으며 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.05$). 전반적인 기호도(overall acceptability)의 경우, 대조구는 아마씨 분말 10%와 20% 첨가군만이 유의적으로 차이가 있는 것으로 평가되었으며, 아마씨 분말 10% 첨가군이 가장 높은 값을 보였고, 아마씨 분말 20% 첨가군이 2.50으로 가장 낮은 결과를 나타내었다($p<0.05$). 이와 같은 결과를 볼 때 대조구가 스펀지케이크의 외관, 맛, 색, 향, 부드러움, 전반적인 기호도의 모든 항목에서 아마씨 분말 10% 첨가군의 기호도가 가장 높았다. 따라서 아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크 제조 시 아마씨 분말 10%가 최적의 비율이라고 판단된다.

IV. 요약 및 결론

아마씨의 다양한 활용방안을 연구하고자 아마씨 분말을 스펀지케이크에 0%, 5%, 10%, 15%, 20%를 첨가하여 스펀지케이크를 제조하여 반죽의 수분함량, 반죽의 pH와 비중, DPPH 라디칼 소거능, 색도, 조직감, 관능검사를 실시하였다.

아마씨 분말의 일반 성분중 수분함량은 8.12%이며, 단백질은 23.18%. 지방은 38.27%. 회분은 2.89%로 나타났다. 지방 중 오메가-3지방산이 다량 함유되어 있고, 단백질은 콩 단백질 함량과 유사하였으며, 식이섬유소가 풍부하다는 것을 알 수 있었다. 아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 수분함량은 대조구에서 27.63%로 가장 낮게 나타났고, 아마씨 분말 20% 첨가한 스펀지케이크가 33.53%로 가장 높게 나타났다. 아마씨 분말의 첨가량이 증가함에 따라 대조구 5%, 10%, 15%, 20%의 수분함량은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 아마씨 분말 첨가가 수분함량을 증가시켜 조직을 부드럽게 하고, 노화방지에 도움을 주어 품질향상에 기여하는 것으로 사료된다. 아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 반죽의 pH는 6.77~6.44로 나타났고, 아마씨 분말의 첨가량에 따라 유의적인 차이를 보였다. 일반 스펀지케이크의 적정 pH보다 다소 낮게 나타나 아마씨 분말의 첨가가 스펀지케이크의 pH에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 반죽의 비중은 0.40~0.51의 범위를 보였으며, 아마씨 분말의 첨가량에 따라 비중이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 따라서 반죽의 비중을 일정하게 조절하는 것이 필요하다고 사료된다.

DPPH 라디칼 소거능의 경우, 대조구에서 12.08%였으며, 아마씨 분말의 첨가군에서는 22.34~55.57%로 대조구보다 유의적으로 높게 나타나는 결과를 보였다. 이는 아마씨 분말 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼소거능이 증가함에 따라 항산화제의 기능성을 부여할 것으로 판단된다.

Table 8. Sensory quality of sponge cake with different addition rate of flaxseed powder

Sample (%)	Appearance	Taste	Color	Flavor	Softness	Overall acceptability
0	4.88±0.33 ^{b1)2)}	4.44±0.52 ^b	4.66±0.20 ^b	4.66±0.50 ^b	4.22±0.44 ^b	4.44±0.53 ^b
5	4.81±0.75 ^b	4.54±0.52 ^b	4.27±0.38 ^b	5.00±0.44 ^b	5.00±0.63 ^a	4.63±0.50 ^b
10	5.70±0.67 ^a	5.30±0.94 ^a	5.30±0.22 ^a	5.80±0.63 ^a	5.20±0.63 ^a	5.90±0.74 ^a
15	4.80±0.78 ^b	3.70±0.67 ^c	4.60±0.07 ^b	3.90±0.99 ^c	3.60±0.51 ^c	4.10±0.56 ^b
20	2.50±0.52 ^c	3.10±0.56 ^c	3.10±0.31 ^c	3.50±0.52 ^c	3.30±0.47 ^c	2.50±0.52 ^c

Control: 0%.

Flaxseed 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.

명도(L)는 아마씨 분말 0% 첨가군이 30.48로 가장 밝게 나타났고, 아마씨 분말 20% 첨가군이 30.33으로 가장 어둡게 나타났으며, 대조구와는 아마씨 분말 15% 첨가군부터 유의적인 차이를 보였다. 조직감(texture property) 측정결과, 경도(hardness)는 165.06~276.33의 값을 나타냈고, 아마씨 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 탄력성(Springiness)은 대조구와 아마씨 분말 5% 첨가군 간에는 유의적 차이를 보이지 않았으나, 아마씨 분말 10% 첨가군 부터는 대조구와 유의적인 차이를 보였으며, 첨가량에 따라 감소하였다. 응집성(Cohesiveness)은 아마씨 분말 20% 첨가군이 0.77로 가장 큰 값을 나타냈고, 대조구 0~15% 첨가군 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 점착성(Gumminess)은 아마씨 분말 20% 첨가군이 188.52로 가장 큰 값을 보였고, 아마씨 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 씹힘성(Chewiness)은 아마씨 분말 20% 첨가군이 131.07로 가장 큰 값을 나타냈고, 아마씨 분말 첨가량이 증가함에 따라 씹힘성이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크의 관능평가는 외관, 맛, 색, 향, 부드러움, 전반적인 기호도의 모든 항목에서 아마씨 분말 10% 첨가군의 기호도가 가장 높았다.

이상의 결과를 통해 건강기능성 효과 등을 중시하는 소비자들의 기호를 충족시키기 위해서는 아마씨 분말 10%를 첨가한 스펀지케이크가 최적의 비율로 적합하다고 판단된다.

REFERENCES

- AACC. (2000). *Approved methods of the AAC*. 10thed. American Association of Cereals Chemists, St. Paul, MN, USA.
- AOAC, (1995). *Official methods of analysis*. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC 20.
- Ahn, J. M., & Song, Y. S. (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.
- An, H. K., Hong, G. J., & Lee, E. J. (2010). Properties of sponge cake with added saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J Food Culture*, 25(1), 47-53.
- Ash, D. J., & Colmey, J. C. (1973). The role of pH in cake baking. *The Bakers Digest*, 47(2), 36-42.
- Baik, O. D., Marcote, M., & Castaigne, F. (2000). Cake baking in tunnel type multi-zone industrial ovens part II. Evaluation of quality parameters. *Food Res Intl*, 33(7), 599-607.
- Bethrens, W. A., Ratnayake, W. M. N., Fischer, P. W. F., L'Abbe, M. R., Mongeau, R., & Beare Rogers, J. L. (1992). Chemical and nutritional studies of flaxseed in rats. *J Nutr Biochem*, 3, 232-240.
- Chabot, J. E. (1979). Preparation of food science sample for SEM. *Scanning Electron Microscopy*, 3(3), 279-286.
- Cho, A. R., & Kim, N. Y. (2013). Quality characteristics of sponge cake containing *beaknyuncho*(*Opuntia ficusindica* var. *saboten*) powder. *J East Asian Soc Dietary Life*, 23(1), 107-118.
- Choi, C. W. (2011). *Amassi: Seeds for life*. Sol-a gihog.
- Choi, G. Y., Kim, H. D., & Bae, J. H. (2007). Quality characteristics of sponge cakes occurred with percentages of persimmon leaves powder added. *Culinary Society of Korea*, 13(4), 269-278.
- Chung, H. S., Lim, J. A., & Lee, J. H. (2014). Quality and antioxidant properties of pound cakes supplemented with flaxseed powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 43(12), 1959-1963.
- Chung, Y. S. (2009). *Quality characteristics of sponge cakes with functional ingredient* (Doctoral dissertation). Dong-A University.
- Jeong, C. H., & Shim, K. H. (2004). Quality characteristics of sponge cakes with addition of *Pleurotus eryngii* mushroom powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 33(4), 716-722.
- Jung, H. C. (2012). Quality characteristics of sponge cake with added baked black soybean powder. *The East Asian Society of Dietary Life*, 22(3), 401-407.
- Kim, C. H. (2006). *A study on the preparation and qualitative properties of functional sponge cake using of whey protein isolate(WPI)* (Doctoral dissertation). Department of Food & Nutrition Graduated School of Sungshin Women's University.
- Kim, M. K. (2014). *Quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cakes containing various levels of Jerusalem artichoke powder* (Master dissertation). Department of Food and Nutrition Graduated School of Duksung Women's University.
- Kim, T. E. (2013). *Quality characteristics of rice sponge cake added with black garlic extract* (Master's thesis). Dankook University.
- Kim, S. Y., & Chung, H. J. (2011). Quality characteristics of cookies made with flaxseed powder. *Food Eng Pro*, 15, 235-242.

- Kim, Y. S., Lee, S. J., Hwang, J. W., Kim, E. H., Park, P. J., & Jeon, B. T. (2011). Antioxidant activity and protective effects of extracts from *Helianthus tuberosus* L. leaves on t-BHP induced oxidative stress in Chang cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40(11), 1525-1531.
- Kweon, B. M. (2002). *Quality of sponge cake added with laver seaweed fusiform powder* (Master's thesis). Kyungsoong University.
- Kweon, B. M., Jeon, S. W., & Kim, D. S. (2003). Quality characteristics of sponge cake with addition of laver powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 32(8), 1278-1284.
- Lee, H. J. (2011). *Biological activities of Omija extracts and quality characteristics of sponge cake with Omija powder* (Master's thesis). Sunchon National University.
- Lee, J. H., Kwak, E. J., Kim, J. S., & Lee, Y. S. (2007). Quality characteristics of sponge cake added with *Mesangi* (*Capsosiphon fulvescens*) powder. *Korean J Food Cookery Sci*, 23(1), 83-89.
- Lee, J. H., & Son, S. M. (2011). Effect of *Cudrania tricuspidata* leaf powder addition on the quality of sponge cakes. *Food Eng Prog*, 15, 376-381.
- Lee, J. S., Seong, Y. B., Jeong, B. Y., Yoon, S. J., Lee, I. S., & Jeong, Y. H. (2009). Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38(9), 1222-1228.
- Lee, K. A. (1997). Effect of isolated soy protein cake quality. *Korean J Soc Food Sci*, 13(3), 299-303.
- Lee, K. A., Lee, Y. J., & Yang, J. S. (2002). Effects of irradiated egg white on the quality of angel food cake. *Korean Society of Food & Cookery Science*, 18(1), 30-33.
- Lee, S. E., & Lee, J. H. (2013). Quality and antioxidant properties of sponge cakes incorporated with pine leaf powder. *Korean J Food Sci Technol*, 45(1), 53-58.
- Lee, S. W., & Kang, C. S. (2005). Effect of high molecular weight water soluble chitosan on quality attributes of sponge cake. *Korean J Food & Nutr*, 18(4), 309-315.
- Lim, E. J., Lee, H. S., & Lee, Y. H. (2010). Physical and sensory characteristics of sponge cake with added broccoli powder. *J East Asian Soc Dietary Life*, 20(6), 873-880.
- Lim, S. Y. (2009). Inhibitory effect of *Linum usitatissimum* and *Perilla frutescens* as sources of omega-3 fatty acids on mutagenicity and growth of human cancer cell lines. *Journal of Life Science*, 19(12), 1737-1742.
- Park, J. E., Jeong, H. D., & Jang, M. S. (2009). Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of sponge cake with bamboo (*Pseudosasa japonica* Makino) leaves powder. *Korean J Food Cookery Sci*, 25(3), 317-239.
- Park, J. S., Lee, Y. J., & Chun, S. S. (2010). Quality characteristics of sponge cake added with banana powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39(10), 1509-1515.
- Raidle, M. A., & Klein, B. P. (1983). Effect of soy or field pea flour substitution on physical and sensory characteristics of chemically leavened quick breads. *Cereal Chem*, 60(5), 367-370.
- Seonwoo, J. Y. (2002). (A) *Study on the antioxidative effects of flaxseed extracts and cooking scientific properties of flaxseed* (Master dissertation). Department of Food & Nutrition Graduate School Sungshin Women's University.
- Shin, J. H., Choi, D. J., & Kwon, O. C. (2007). Physical and sensory characteristics of sponge cakes added steamed garlic and yuja powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 20(4), 392-398.
- Song, Y. K. (2013). Original articles: Quality characteristics of sponge cake with added lotlls leaf powder. *Journal of the Korean Society of Dietary Culture*, 28(6), 651-656.
- Suh, K. H., & Kim, K. H. (2014). Quality characteristics of sponge cake added with *Helianthus tuberosus* powder. *J East Asian Soc Dietary Life*, 24(1), 126-135.
- Westcott, N. D., & Muir, A. D. (1996). Variation in flaxseed lignin concentration with variety, location and year. *Proc. Flax Inst*, 56.
- Yi, S. Y., Kim, C. S., Song, Y. S., & Park, J. H. (2001). Studies the quality characteristics of sponge cakes with addition of yam powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 30(1), 48-55.
- Yook, H. S., Kim, Y. H., Ahn, H. J., Kim, D. H., Kim, J. O., & Byun, M. W. (2000). Rheological properties of wheat flour dough and qualities of bread prepared with dietary fiber purified from ascidium (*Halocynthia roretzi*) tunic. *Korean J Food Sci Technol*, 32(2), 387-395.
- Yoon, S. B., Hwang, S. Y., Chun, D. S., Kong, S. K., & Kang, K. O. (2007). An investigation of the characteristics of sponge cake with ginseng powder. *Korean J Food & Food Nutr*, 20(1), 20-26.