

돼지감자 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질 특성

서 강 희¹ · 김 경 희^{2,*}

¹덕성여자대학교 교육대학원, ²덕성여자대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Sponge Cake Added with *Helianthus tuberosus* Powder

Kang-Hee Suh¹ and Kyung-Hee Kim^{2,*}

¹Graduate School of Education, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

²Dept. of Food & Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

Abstract

This study was conducted to evaluate the quality characteristics of sponge cake consisting of 10%, 20%, 30%, 40% and 50% *Helianthus tuberosus* powder (HTP). With higher HTP contents in sponge cake, pH of sponge cake batter decreased significantly, whereas specific gravity was increased significantly ($p < 0.05$). Meanwhile volume and symmetry indices of sponge cake were inversely proportional to HTP amounts. With higher HTP content in sponge cake, L value (brightness) of crumb significantly decreased ($p < 0.05$), whereas a value (redness) significantly increased ($p < 0.05$). b value (yellowness) of crumb in 40% and 50% HTP sponge cakes were significantly different from b value of crumb in 10%, 20% and 30% HTP sponge cakes. In 10~40% HTP sponge cake, L value, a value and b value all decreased significantly with higher HTP content in sponge cake. However in 40% and 50% HTP sponge cakes, there was no significant difference in any value. For texture characteristics, hardness of sponge cake significantly increased while cohesiveness decreased ($p < 0.05$) with higher HTP content in sponge cake. On the other hand, springiness and gumminess of sponge cake did not change. Sponge cake containing 10% HTP showed the highest values for every organoleptic property. The results of this study suggest that sponge cake containing 10% HTP is the most appropriate for quality characteristics. This study also provides a way to increase the quality, texture characteristics, and organoleptic properties of sponge cake while reducing HTP content to less than 10% in order to qualify consumer taste.

Key words : Sponge cake, *Helianthus tuberosus* powder, quality characteristics

서 론

현대 사회의 빠른 변화와 발달로 현대인의 식생활은 그 어느 때보다도 풍성해졌으나, 건강에는 적신호가 켜지고 있다. 한국인의 사망 원인에서 상위를 차지하는 악성 신생물, 뇌혈관 질환, 심장 질환, 당뇨병 등은 잘못된 식생활이 유발하는 대표적인 질병이다. 그러므로 건강한 식생활은 현대를 살아가는 우리들에게 매우 중요한 문제로 인식되고 있으며, 이러한 질병들의 치유에 필요한 항산화 물질들에 대한 관심도 증가하고 있다.

한편, 현대인들이 바쁜 일상 때문에 식생활의 간편화를 추구하게 되면서 주식인 쌀의 소비는 감소하고, 베이커리 제품의 소비가 급격하게 증가하고 있다(Lee & Son 2011b). 이에 건강을 지향하는 소비자들은 건강 기능성 소재를 첨가한 제품을 요구하고 있으며, 이러한 요구에 따라 다양한 기능성

소재들을 첨가한 베이커리들이 제품화 되고 있다. 특히 천연 재료를 첨가하여 기능성을 부여한 제품의 연구들이 활발히 진행되고 있다.

돼지감자(*Helianthus tuberosus* L.)는 국화과 식물로 한대 지역에서 온대지역까지 전 세계적으로 재배되고 있으며, 돼지감자의 덩이줄기는 칼로리가 낮고 inulin, 비타민류, 무기질 등을 많이 함유하고 있어서 건강 증진 식품의 급원으로 알려져 있다. 돼지감자에 함유된 이눌린은 다른 탄수화물보다 완만한 혈당 상승 효과가 있으므로 당뇨병 식이로 적합하며, 암을 예방하는 등 건강 증진 효과도 보고되고 있다(Bach et al 2012, Baltacioglu & Esin 2012). 또, 일부 연구에서는 돼지감자의 섭취량을 증가시키면 당뇨병 환자의 인슐린 내성이 개선되고, 혈중 중성 지방과 콜레스테롤을 줄일 수 있을 것이라고 제안하였다(Williams CM 1999). Kaur & Gupta(2002)는 돼지감자에서 얻는 프락토올리고당과 함께 이눌린은 기능성 식품으로 저칼로리 감미료로 추가할 수 있으며, 저지방 제품의 부드러움과 크림성을 높일 수 있다고 하였다.

* Corresponding author : Kyung-Hee Kim, Tel : +82-2-901-8591, Fax : +82-2-901-8372, E-mail : khkim@duksung.ac.kr

식품 첨가 재료로써 돼지감자를 활용한 연구에는 돼지감자 덩이줄기 칩(Takeuchi & Nagashima 2011), 돼지감자가루 복합분 국수(Shin *et al* 1991), 돼지감자 가루를 첨가한 설기떡(Park HS 2010), 돼지감자 가루를 첨가한 쿠키(Park *et al* 2013), 돼지감자 분말을 첨가한 부침가루(Kim *et al* 2013) 등이 있다. 최근 돼지감자에 함유되어 있는 inulin과 생리 활성 물질들의 식품 소재로서의 가능성에 초점을 맞춘 국수, 떡, 쿠키 등에 관한 다양한 연구들이 나오고 있으나, 돼지감자 분말을 첨가한 스펀지케이크에 관한 연구는 아직 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 생리 활성 물질이 함유되어 있는 돼지감자 분말을 첨가하여 스펀지케이크를 제조하고, 품질 특성과 관능검사를 실시함으로써, 돼지감자 분말을 첨가한 스펀지케이크의 신제품 개발 가능성의 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서 사용된 돼지감자 분말(*Helianthus tuberosus* powder)은 2013년 8월에 마동이 농원(대전)에서 열풍 건조한 것을 구입하여 사용하였으며, 박력분 밀가루(CJ 제일제당, Korea), 설탕(CJ 제일제당, Korea), 대두유(해표), 소금(해표 꽃소금), 베이킹파우더(오뚜기), 달걀(김포미소농장)은 시판 제품을 구입하여 사용하였다.

2. 돼지감자 분말의 일반 성분 분석

돼지감자 분말의 일반 성분 분석은 다음과 같은 방법으로 분석하였다. 수분 함량은 상압 가열 건조법, 조지방은 산분해법, 조단백은 micro-Kjeldahl 법, 조회분은 550°C 직접 회화법으로 측정하였다. 식이섬유는 식품공전의 식이섬유 측정법 제1법으로 분석하였으며, 탄수화물은 100에서 수분, 조지방, 조단백, 조회분, 조섬유를 뺀 값으로 하였다. 무기질 중 나트륨(Na) 함량은 원자 흡광 광도법으로 측정하였다.

3. 돼지감자 분말의 보수율과 알칼리수 흡수율 측정

보수율(water holding capacity, WHC)은 Colins & Post (1981)의 방법을 변형하여 측정하였다. 박력분 1 g을 대조군(control)으로 하였으며, 박력분에 돼지감자 분말을 각 10%, 20%, 30%, 40%, 50% 함량으로 첨가한 시료 1 g을 원심 분리관에 넣은 후, 증류수 5 mL 가하고, voltex shaker로 교반한 다음, 다시 20분 동안 실온에 방치하면서 5분마다 교반하였다. 3,600 rpm에서 30분간 원심분리하여 상등액을 분리하고, 5분간 원심분리관을 거꾸로 세워 상등액을 제거한 다음,

침전된 시료의 무게를 측정하여 백분율로 표시하였다.

알칼리수 흡수율(alkaline water retention capacity, AWRC)은 AACC Method 56-10(AACC 2000)에 따라 원심분리관에 시료 3 g을 넣고, 0.1 N sodium bicarbonate 용액을 15 mL를 첨가하여 voltex shaker로 교반한 후, 20분 동안 실온에 방치하면서 5분마다 교반한 다음, 8,000 rpm에서 15분간 원심분리하고, 5분간 원심분리관을 거꾸로 세워 상등액을 제거한 다음 침전된 시료의 중량과 원심분리 전 시료의 중량을 대비 백분율로 표시하였다.

4. 스펀지케이크 제조

스펀지케이크는 스펀지케이크의 배합비를 일부 수정하여 공립법으로 제조하였다. 본 실험에서 사용한 스펀지케이크 재료의 배합비는 Table 1과 같다. 본 실험을 시작하기 전에 적절한 배합비를 설정하기 위하여 돼지감자 분말을 10~100%까지 첨가하여 몇 차례의 예비 실험을 수행하였다. 제조한 돼지감자 분말 첨가 스펀지케이크를 대조군과 비교하여 관능검사를 실시한 결과, 생리 기능을 지닌 돼지감자 분말을 최대한으로 첨가하면서도 관능성을 유지할 수 있는 10~50%를 첨가하는 것으로 결정하였다. 따라서 돼지감자 분말을 첨가하지 않은 박력분 100% 스펀지케이크를 대조군(control)으로 설정하고, 실험군은 박력분 100g에 대하여 돼지감자 분말을 각 10 g, 20 g, 30 g, 40 g, 50 g을 첨가하였다. 전란을 흰자와 노른자가 잘 섞이도록 거품기를 이용하여 풀

Table 1. The formulas for sponge cakes with different levels of *Helianthus tuberosus* powder (Unit : g)

Ingredients	<i>Helianthus tuberosus</i> powder(% , w/w)					
	Control ¹⁾	10 ²⁾	20 ³⁾	30 ⁴⁾	40 ⁵⁾	50 ⁶⁾
Wheat flour	100	90	80	70	60	50
Jerusalem artichoke	0	10	20	30	40	50
Egg	50	50	50	50	50	50
Sugar	160	160	160	160	160	160
Salt	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Baking power	2	2	2	2	2	2
Oil	20	20	20	20	20	20

¹⁾ Control : Wheat flour 100%.

²⁾ Wheat flour 90%, *Helianthus tuberosus* powder 10%.

³⁾ Wheat flour 80%, *Helianthus tuberosus* powder 20%.

⁴⁾ Wheat flour 70%, *Helianthus tuberosus* powder 30%.

⁵⁾ Wheat flour 60%, *Helianthus tuberosus* powder 40%.

⁶⁾ Wheat flour 50%, *Helianthus tuberosus* powder 50%.

어주고, 설탕과 소금을 혼합한 다음, 뜨거운 물에 중탕하여 전란 혼합액의 온도가 55℃가 되도록 해준다. 스펀지케이크 제조를 위한 반죽은 제과용 믹서(K5SS, Kitchen Aid, USA)를 사용하여 8단에서 4분 믹싱하고, 다시 4단에서 6분간 믹싱하여 스텐볼에 옮겨 고무주걱으로 50회 섞는다. 여기에 대두유를 넣고, 다시 40회 섞어 믹싱이 끝난 반죽을 지름 15 cm, 높이 4.5 cm 원형 1호 팬에 200 g씩 팬닝하여 가볍게 충격을 주고, 180℃로 예열한 전기 오븐(HB-428GB, Samsung, Korea)에 넣어 30분간 굽는다. 굽기가 끝나면 가볍게 충격을 주어 팬에서 꺼내 실온에서 2시간 방냉한 후, 실험 시료로 사용하였다. 스펀지케이크는 5일간 매일 반복하여 제조하고, 각 3개의 시료를 채취하여 측정하였다.

5. 스펀지케이크 반죽의 pH와 비중 측정

케이크 반죽의 pH는 pH meter(Model 720P, Istek, Korea)를 이용하여 각 시료 당 5회 반복 측정하였다. 케이크 반죽의 비중(specific gravity)은 각각의 배합비로 반죽한 직후 AACC method 10-15(AACC 2000)에 따라 다음의 식을 사용하여 계산하였다.

$$\text{비중(Specific gravity)} = \frac{\text{케이크 반죽을 담은 무게} - \text{빈 컵 무게}}{\text{물을 담은 컵의 무게} - \text{빈 컵 무게}}$$

6. 스펀지케이크의 부피 지수 및 대칭성 지수 측정

케이크의 부피 지수(volume index) 및 대칭성 지수(symmetry index)는 AACC method 10-91(AACC 2000)에 의해 케이크의 정중앙을 단면으로 자른 후, 각 3회씩 5회 반복 측정하였다.

7. 스펀지케이크의 색도 및 외관 촬영

스펀지케이크의 crumb과 crust의 색도는 분광색차계(spectrophotometer CM-3500d, Minolta, Japan)를 이용하여 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 측정하였다. 외관 촬영은 디지털 카메라(60D, Cannon, Japan)를 이용하여 같은 장소에서 일정한 거리와 높이를 유지하면서, 플래시가 터지지 않도록 촬영하였다. 색도 및 외관 측정은 각 3회씩 5회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

8. 스펀지케이크의 조직감 측정

스펀지케이크의 texture 특성은 제조된 케이크의 중심부분을 3.0×3.0×3.0 cm 크기로 잘라 각 시료 당 3조각을 채취한 다음, Texture analyzer(LLOYD instrument, Ametek Inc, England)를 사용하여 texture profile analysis(T.P.A) mode로 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검

성(gumminess)을 측정하였다. 작동 조건은 test speed 0.5 mm/s, trigger 조건은 3 N이었으며, 지름과 높이가 각각 100.00 mm, 12.45 mm인 원기동형 탐침(probe)을 사용하였다. 이를 각 3회씩 5회 반복 측정한 15회 분석치의 평균값을 구하였다.

9. 관능검사

스펀지케이크의 관능검사는 식품영양학과 대학원생 10명을 관능검사 요원으로 선정하여, 일주일간 훈련한 후 7점 척도법으로 관능검사를 실시하였다. 각 시료를 2.0×2.0×2.0 cm 크기로 잘라 세 자리 난수표로 구분하여 접시 위에 나열한 후 생수와 함께 제시하였으며, ‘매우 싫다’ 1점에서 ‘매우 좋다’ 7점으로 질문지에 표시하도록 하였다. 평가된 특성은 외관(appearance), 껍질색(crust color), 속색(crumb color), 향(flavor), 맛(taste), 부드러움(softness), 촉촉함(moistness), 전체적인 기호도(overall preference)이다.

10. 통계 처리

본 연구의 모든 결과는 SPSS 17.0 통계 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 나타내었다. 분산분석(ANOVA)을 이용하여 Duncan의 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 $p < 0.05$ 수준에서 각 시료 간의 유의적 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 돼지감자 분말의 일반 성분 분석

본 연구에 사용된 돼지감자 분말의 일반 성분을 분석한 결과, 탄수화물은 78.41±0.60 g, 수분은 3.62±0.01 g, 조단백질은 10.83±1.13 g, 조지방 0.60±0.03 g, 조회분은 6.61±0.32 g, 식이섬유소 함량은 14.74±0.45 g이었으며, 나트륨 함량은 10.32±0.23 mg이었다(Table 2).

2. 보수율과 알칼리수 흡수율 측정

박력분 밀가루에 돼지감자 분말을 10~50% 첨가했을 때 보수율(water holding capacity, WHC)과 알칼리수 흡수율(alkaline water retention capacity, AWRC)의 변화는 Table 3과 같다. 보수율의 경우, 대조군(돼지감자 분말 0%)은 48.01, 10% 첨가군은 53.70, 40% 첨가군은 63.10, 50% 첨가군은 76.60으로 돼지감자 분말의 첨가량이 증가할수록 보수율은 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 보수율은 식이섬유소의 함량에 따라 영향을 받는다고 알려져 있는데(Lee *et al* 2010), 본 연구 결과, 돼지감자에 함유되어 있는 가용성 식이섬유소인 이눌린에 의해 보수력이 증가한 것으로 여겨진다. 한편, 돼지감자 가루를 첨가한 설기 떡의 품질 특성에 관한 연구에

Table 2. Approximate composition of the *Helianthus tuberosus* powder

<i>Helianthus tuberosus</i> powder (100g)						
Carbohydrate(g)	Moisture(g)	Crude protein(g)	Crude lipid(g)	Crude ash(g)	Dietary fiber(g)	Sodium(mg)
78.41±0.60 ¹⁾	3.62±0.01	10.83±1.13	0.60±0.03	6.61±0.32	14.74±0.45	10.32±0.23

¹⁾ Mean±S.D.

Table 3. Water holding capacity(WHC) and alkaline water retention capacity(AWRC) of wheat flour added with *Helianthus tuberosus* powder

	<i>Helianthus tuberosus</i> powder (% w/w)					
	Control ¹⁾	10 ²⁾	20 ³⁾	30 ⁴⁾	40 ⁵⁾	50 ⁶⁾
WHC	48.01±1.66 ^{7)a}	53.70±4.08 ^{ab}	58.00±5.37 ^{bc}	58.90±6.50 ^{bc}	63.10±0.13 ^c	76.60±9.17 ^d
AWRC	44.94±0.57 ^{ab}	43.72±0.71 ^a	45.44±0.83 ^{ab}	44.27±0.61 ^{ab}	47.55±2.97 ^b	65.22±5.87 ^c

¹⁾ Control : Wheat flour 100%.

²⁾ Wheat flour 90%, *Helianthus tuberosus* powder 10%.

³⁾ Wheat flour 80%, *Helianthus tuberosus* powder 20%.

⁴⁾ Wheat flour 70%, *Helianthus tuberosus* powder 30%.

⁵⁾ Wheat flour 60%, *Helianthus tuberosus* powder 40%.

⁶⁾ Wheat flour 50%, *Helianthus tuberosus* powder 50%.

⁷⁾ Mean±S.D.

^{a~d} Means with different letter within the same row are significantly different($p<0.05$).

서는 돼지감자 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 유의적으로 감소하여(Park HS 2010), 본 실험과는 다른 경향을 나타내었다.

알칼리수 흡수율은 대조군이 44.94였으며, 10%에서 30% 첨가군까지는 의미 있는 변화를 보이지 않았으나, 40% 첨가군은 47.55, 50% 첨가군이 65.22로 돼지감자 분말의 첨가량이 40% 이상일 때 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). Lee 등(2006)은 알칼리수 흡수율은 연질 밀가루의 평가 시 사용하는 지표로 밀가루의 단백질 함량이 1% 증가함에 따라 수분 흡수율은 약 1.5% 증가한다고 보고한 바 있다. 차조와 메조 분말을 밀가루에 10~50% 비율로 첨가하여 케이크를 제조한 연구에서 메조와 차조 첨가량이 증가할수록 알칼리수 흡수율이 증가되었다고 보고하였으며(Chang HG 2004), 본 연구에서 돼지감자 분말 첨가 비율이 높아질수록 알칼리수 흡수율이 증가한 것은 돼지감자 분말에 함유된 단백질(10.83/100g)함량에 기인한 것으로 생각된다.

3. 스펀지케이크 반죽의 pH와 비중

돼지감자 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크 반죽의 pH와 비중은 Table 4와 같다. 반죽의 돼지감자 분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 낮아지는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 스펀지케이크의 적정 pH 범위는 7.3~7.6인데(Lee et al 2009), 본 실험에서는 10~20% 첨가군에서 적정한 pH 범위를 나타

내었으며, 30~50% 첨가군에서는 적정 pH보다 다소 낮은 값을 나타내었다. 반죽의 pH는 케이크 부피에 영향을 주어(Chung & Kim 2009), 산성에 가까울수록 케이크의 기공이 작아지고, 부피는 감소하게 된다(Lee & Son 2011a). 계피 분말(Lee & Lee 2013a), 솔잎 분말(Lee & Lee 2013b), 야콘 분말(Lee & Son 2011a)을 첨가한 스펀지케이크에서도 첨가량이 증가할수록 pH가 낮아지는 결과를 나타내었다. 자색 고구마를 첨가한 스펀지케이크의 연구(Kim & Lee 2013)에서도 자색 고구마를 20~30% 첨가한 시료가 대조군에 비하여 pH가 유의적으로 감소($p<0.001$)하였다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

반죽의 비중 범위는 0.35~0.53으로 대조군이 가장 낮았으며, 돼지감자 분말의 첨가량이 증가할수록 비중이 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 이와 같은 경향은 솔잎 분말(Lee & Lee 2013b), 홍삼박 분말(Park et al 2008), 부추 분말(Chok KR 2010), 브로컬리 분말(Lim et al 2010), 양파 분말(Chun SS 2003), 김 분말(Kweon et al 2003)을 첨가한 스펀지케이크에서도 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

4. 스펀지케이크의 부피 지수 및 대칭성 지수

스펀지케이크의 부피 지수(volume index)와 대칭 지수(symmetry index)는 Table 5와 같다. 부피 지수의 경우, 대조군이 가장 높은 16.38 mm로 나타났으며, 돼지감자 분말을 첨

Table 4. pH and specific gravity of sponge cake batters added with *Helianthus tuberosus* powder

	<i>Helianthus tuberosus</i> powder (% w/w)					
	Control ¹⁾	10 ²⁾	20 ³⁾	30 ⁴⁾	40 ⁵⁾	50 ⁶⁾
pH	7.28±0.12 ^{7)cd}	7.36±0.60 ^d	7.25±0.79 ^c	7.01±0.10 ^b	6.89±0.13 ^a	6.84±0.15 ^a
Specific gravity	0.35±0.02 ^a	0.38±0.03 ^b	0.42±0.04 ^c	0.43±0.03 ^c	0.46±0.02 ^d	0.53±0.40 ^e

¹⁾ Control : Wheat flour 100%.

²⁾ Wheat flour 90%, *Helianthus tuberosus* powder 10%.

³⁾ Wheat flour 80%, *Helianthus tuberosus* powder 20%.

⁴⁾ Wheat flour 70%, *Helianthus tuberosus* powder 30%.

⁵⁾ Wheat flour 60%, *Helianthus tuberosus* powder 40%.

⁶⁾ Wheat flour 50%, *Helianthus tuberosus* powder 50%.

⁷⁾ Mean±S.D.

^{a~d} Means with different letter within the same row are significantly different($p<0.05$).

가할수록 부피 지수는 낮아져 50% 첨가군은 가장 낮은 10.82 mm를 나타내 대조군에 비해 33.9% 감소되었다($p<0.05$). 케이크의 부피를 유지하기 위해서는 반죽 시 혼입되는 공기와 전분의 호화가 중요하며, 밀가루의 일부를 식이섬유원이나 곡물 가루로 대체할 경우, 부피가 감소되고 거친 조직을 형성한다(Kim YA 2003). 본 연구에서 스펀지케이크의 부피가 감소된 것은 돼지감자 분말의 첨가에 따라 돼지감자 분말이 결합하는 수분의 양이 증가하기 때문에, 상대적으로 전분의 호화에 사용될 수 있는 수분의 양이 적어지기 때문인 것으로 보인다. 이와 같은 결과는 빵잎 분말 케이크(Kim YA 2003)의 연구에서도 유사한 결과가 나타났다고 보고하였으며, 증숙마늘 및 유자 분말을 혼합한 스펀지케이크(Shin *et al* 2007)에서도 밀가루의 일부를 다른 곡물 가루나 식이섬유원으로 대체할 경우, 제품의 부피는 감소하고 거친 조직을 나타낸다고 하였다.

대칭성 지수는 케이크의 중앙 부분과 측면 부분의 높이를 통해 케이크의 균형을 보는 것인데, 10%와 20% 첨가군에서는 케이크의 중앙 부분이 약간의 돔을 형성하였고, 30~50%

첨가군에서는 거의 평평하게 나타났다($p<0.05$). 꾸지뽕잎(Lee & Son 2011b), 야콘(Lee & Son 2011a), 솔잎(Lee & Lee 2013b)을 첨가한 스펀지케이크의 경우에서도 본 연구와 유사하게 대칭성 지수가 감소되는 경향을 나타냈다고 보고하였다.

5. 스펀지케이크의 색도 및 외관

돼지감자 분말을 첨가한 스펀지케이크의 crumb과 crust의 색도는 Table 6과 같으며, 외관의 색과 모양을 비교한 사진은 Fig. 1에 나타내었다. Crumb의 경우, L값(명도)은 10% 첨가군이 48.08, 20% 첨가군이 41.94, 50% 첨가군이 32.57로 나타나, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮은 수치를 보이면서 어두워졌다($p<0.05$). 이는 돼지감자 분말의 진한 녹색색의 영향으로 전반적으로 색도가 어두워지는 것으로 생각된다. 돼지감자 분말 첨가 쿠키의 품질 특성을 연구한 Park *et al*(2013)의 연구에서도 돼지감자 분말의 첨가량이 증가할수록 L값이 유의적으로 감소하였다고 보고하여($p<0.05$) 본 연구의 결과와 일치하였다. 매생이 분말(Lee *et al* 2007), 감태

Table 5. Volume index and symmetry index of sponge cakes added with *Helianthus tuberosus* powder

	<i>Helianthus tuberosus</i> powder (% w/w)					
	Control ¹⁾	10 ²⁾	20 ³⁾	30 ⁴⁾	40 ⁵⁾	50 ⁶⁾
Volume index(mm)	16.38±0.40 ^{7)d}	15.72±0.34 ^d	13.28±0.63 ^c	12.26±0.84 ^{bc}	11.28±1.40 ^{ab}	10.82±0.61 ^a
Symmetry index	1.00±0.18 ^c	0.56±0.24 ^b	0.50±0.30 ^b	0.26±0.48 ^{ab}	0.24±0.08 ^{ab}	0.02±0.24 ^a

¹⁾ Control : Wheat flour 100%.

²⁾ Wheat flour 90%, *Helianthus tuberosus* powder 10%.

³⁾ Wheat flour 80%, *Helianthus tuberosus* powder 20%.

⁴⁾ Wheat flour 70%, *Helianthus tuberosus* powder 30%.

⁵⁾ Wheat flour 60%, *Helianthus tuberosus* powder 40%.

⁶⁾ Wheat flour 50%, *Helianthus tuberosus* powder 50%.

⁷⁾ Mean±S.D.

^{a~d} Means with different letter within the same row are significantly different($p<0.05$).

Table 6. Color characteristics of sponge cakes added with *Helianthus tuberosus* powder

		<i>Helianthus tuberosus</i> powder (% w/w)					
		Control ¹⁾	10 ²⁾	20 ³⁾	30 ⁴⁾	40 ⁵⁾	50 ⁶⁾
Crumb	L	65.99±0.95 ^{7)f}	48.08±0.70 ^c	41.94±0.99 ^d	38.86±1.11 ^c	35.87±0.85 ^b	32.57±1.45 ^a
	a	-4.75±0.15 ^a	0.16±0.50 ^b	1.40±0.48 ^c	2.04±0.60 ^c	1.67±0.17 ^d	2.20±0.09 ^d
	b	20.55±0.35 ^c	14.39±0.47 ^b	14.26±0.47 ^b	14.02±0.45 ^b	13.39±0.30 ^a	13.27±0.44 ^a
Crust	L	48.26±1.33 ^c	43.45±1.29 ^d	39.66±0.96 ^c	37.41±1.00 ^b	34.24±0.68 ^a	34.78±0.62 ^a
	a	12.25±0.28 ^d	11.64±0.37 ^c	11.44±0.32 ^{bc}	11.26±0.46 ^b	10.66±0.29 ^a	10.72±0.65 ^a
	b	20.50±2.82 ^e	17.69±0.82 ^d	15.94±0.49 ^c	14.57±0.80 ^b	12.80±0.40 ^a	13.48±0.36 ^a

1) Control : Wheat flour 100%.

2) Wheat flour 90%, *Helianthus tuberosus* powder 10%.

3) Wheat flour 80%, *Helianthus tuberosus* powder 20%.

4) Wheat flour 70%, *Helianthus tuberosus* powder 30%.

5) Wheat flour 60%, *Helianthus tuberosus* powder 40%.

6) Wheat flour 50%, *Helianthus tuberosus* powder 50%.

7) Mean±S.D.

a~d Means with different letter within the same row are significantly different($p<0.05$).

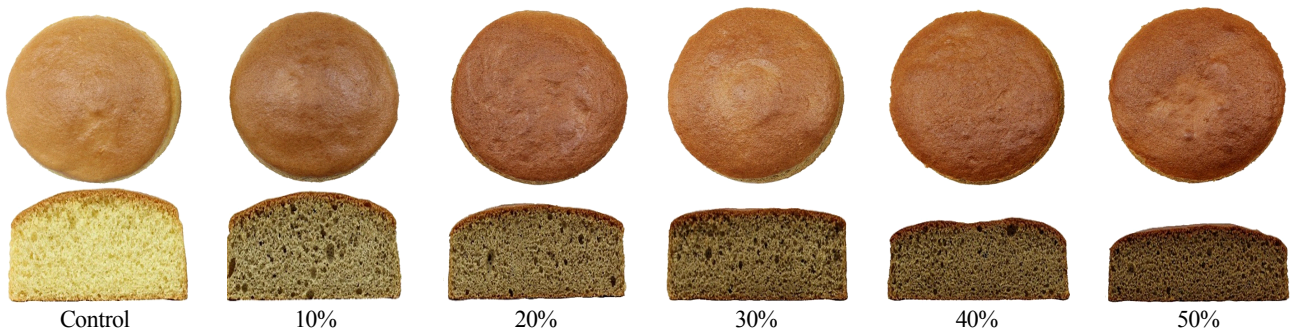


Fig. 1. Visual comparison of sponge cakes incorporated with different levels of *Helianthus tuberosus* powder.

Control : Wheat flour 100%.

10% : Wheat flour 90%, *Helianthus tuberosus* powder 10%.

20% : Wheat flour 80%, *Helianthus tuberosus* powder 20%.

30% : Wheat flour 70%, *Helianthus tuberosus* powder 30%.

40% : Wheat flour 60%, *Helianthus tuberosus* powder 40%.

50% : Wheat flour 50%, *Helianthus tuberosus* powder 50%.

분말(Lee & Heo 2010), 솔잎 분말(Lee & Lee 2013b)을 첨가한 스펀지케이크에서도 이와 유사한 결과를 나타내었다. a값(적색도)의 경우는 돼지감자 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로($p<0.05$) 높게 나타났다. b값(황색도)은 대조군에 비하여 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 10~30% 첨가군 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 40%와 50% 첨가군은 유의적인 차이를 보였다. 돼지감자 분말 쿠키의 경우는 a값이 30~40% 첨가 시료에서 유의적으로 증가하였으며, b값은 돼지감자 분말을 20% 이상 첨가한 시료에서 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다고 보고하여(Park *et al* 2013), 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

Crust의 색도는 10~40% 첨가군에서 L값(명도), b값(황색도), a값(적색도) 모두 돼지감자 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로($p<0.05$) 감소하는 결과를 보여 crumb의 색도와는 b값에서 다소 다른 결과를 나타내었다. 40%와 50% 첨가군 간에는 유의적 차이가 나타나지 않았다.

스펀지케이크의 외형 사진은 Fig. 1과 같다. 돼지감자 가루의 첨가량이 증가할수록 crumb과 crust의 색은 짙어지고, 부피가 감소하여 기공이 작아지는 결과가 나타났다.

6. 스펀지케이크의 조직감

돼지감자 분말을 첨가한 스펀지케이크의 조직감(texture)

Table 7. Texture properties of sponge cakes added with *Helianthus tuberosus* powder

	<i>Helianthus tuberosus</i> powder (% , w/w)					
	Control ¹⁾	10 ²⁾	20 ³⁾	30 ⁴⁾	40 ⁵⁾	50 ⁶⁾
Hardness(kgf)	0.61±0.23 ^{7)a}	0.69±0.30 ^a	0.91±0.64 ^{ab}	0.92±0.43 ^{ab}	0.93±0.39 ^{ab}	1.16±0.65 ^b
Cohesiveness(%)	0.46±0.19 ^d	0.45±0.25 ^{cd}	0.45±0.26 ^{cd}	0.43±0.30 ^{bc}	0.41±0.32 ^{ab}	0.39±0.04 ^a
Springiness(mm)	20.66±2.14 ^{NS}	20.34±2.16	20.32±2.28	20.00±2.60	20.33±2.35	19.44±2.91
Gumminess(kgf)	0.33±0.06 ^{NS}	0.33±0.07	0.36±0.10	0.37±0.08	0.39±0.06	0.41±0.12

1) Control : Wheat flour 100%.

2) Wheat flour 90%, *Helianthus tuberosus* powder 10%.

3) Wheat flour 80%, *Helianthus tuberosus* powder 20%.

4) Wheat flour 70%, *Helianthus tuberosus* powder 30%.

5) Wheat flour 60%, *Helianthus tuberosus* powder 40%.

6) Wheat flour 50%, *Helianthus tuberosus* powder 50%.

7) Mean±S.D.

^{a~d} Means with different letter within the same row are significantly different($p<0.05$).

^{NS} : not significant at the 5% level.

의 변화는 Table 7과 같다. 케이크의 경도는 대조군 0.61, 10% 첨가 시료는 0.69로 증가하였으나, 20% 이상 첨가 시료 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 응집성은 돼지감자 분말 첨가 비율이 높을수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며($p<0.05$), 탄력성과 겉성은 대조군과 모든 첨가군 사이에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과를 종합하면 돼지감자 분말의 첨가량이 증가할수록 경도는 증가하는 경향을 보이고, 응집성은 감소하였으며, 탄력성과 겉성은 첨가량에 따른 유의적인 차이를 보이지 않음을 알 수 있다. 백년초 분말을 첨가한 스펀지케이크에서 백년초의 첨가에 따라 경도와 점착성, 씹힘성은 증가하였고, 탄력성과 응집성은 감소하였다고 보고하여(Cho & Kim 2013), 본 연구에서 돼지감자 분말 첨가량이 증가할수록 경도가 증가한 것과 유사한 결과를 보였다. 스펀지케이크의 경도는 수분 함량, 완성된 케이크의 기공의 발달 정도, 부피 등에 영향을 받으며 기공이 잘 발달된 케이크일수록 부피가 크고, 경도가 낮다고 보고되었다(Yang *et al* 2010). 따라서 돼지감자 분말 첨가 스펀지케이크 제조 시 돼지감자 분말의 첨가량이 증가할수록 기공의 발달이 저해되어 부피가 감소함으로써 스펀지케이크의 경도가 증가하여 관능 특성을 저해할 수 있으므로 돼지감자 분말의 첨가량을 적절하게 조절하는 것이 요구된다.

7. 관능검사

돼지감자 분말을 첨가한 스펀지케이크의 외관(appearance), 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 부드러움(softness), 촉촉함(moistness), 전반적인 기호도(overall preference)에 대한 결과는 Table 8과 같다. 외관은 대조군과 10%, 20%, 30% 첨가군 간에는 차이가 없었고, 40%, 50% 첨가군이 유의적으로 낮게

나타났다($p<0.05$). Crust color(겉질 색상)는 10% 첨가군에서 5.72로 가장 높게 나타났고, 50% 첨가군이 4.85로 가장 낮게 나타났다. Crumb color(내부 색상)는 5.67로 대조군이 가장 높게 나타냈다. 향미에서는 10% 첨가군이 5.15로 가장 높게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 돼지감자의 독특한 향기가 오히려 부정적인 영향을 미쳐 낮은 기호도를 나타냈다. 맛에서는 대조군과 10%, 20% 첨가군에서는 유의적인 차이가 없었으나, 40%, 50% 첨가군이 낮게 나타났었다($p<0.05$). 이는 돼지감자 첨가량을 일정량 이상 과다하게 증가할 경우, 돼지감자 분말의 고유의 향이 스펀지케이크의 맛에 영향을 미칠 수 있음을 의미한다. 스펀지케이크의 부드러움에서는 대조군과 첨가군들 간에 유의적 차이가 나타나지 않았다. 스펀지케이크의 촉촉한 정도는 대조군이 4.50으로 가장 낮은 값을 나타냈으며, 돼지감자 분말의 첨가량이 증가할수록 높은 점수를 나타내었다($p<0.05$). 전반적인 기호도는 대조군과 10% 첨가군이 가장 높았고, 50% 첨가군이 가장 낮았다($p<0.05$). 모든 항목의 평가 결과, 돼지감자 분말 10% 첨가군이 가장 좋은 평가를 받았는데, 이는 돼지감자 분말의 첨가량이 증가할수록 돼지감자 분말의 고유의 향과 색에 대한 거부감이 증가하는 것으로 생각된다. 따라서 스펀지케이크의 품질 특성과 관능성을 동시에 충족시킬 수 있는 최적의 첨가 농도는 10%로 생각된다. 돼지감자 분말을 10~40% 첨가하여 쿠키를 제조하고, 품질 특성을 조사한 연구에서 관능검사 결과, 돼지감자 분말 10% 첨가군이 외관, 색, 맛이 가장 높은 점수를 받았고, 전체적인 기호도와 구매 의향도 가장 높게 나타나(Park *et al* 2013) 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 본 연구에서 제조한 스펀지케이크의 texture 측정 결과, 돼지감자 분말의 첨가량이 10% 이상으로 증가할수록 경도는 증가하였고,

Table 8. Sensory evaluation of sponge cakes as affected by *Helianthus tuberosus* powder

	<i>Helianthus tuberosus</i> powder (% w/w)					
	Control ¹⁾	10 ²⁾	20 ³⁾	30 ⁴⁾	40 ⁵⁾	50 ⁶⁾
Appearance	5.75±1.33 ^{7)b}	5.40±1.31 ^b	5.35±1.14 ^b	5.22±1.22 ^b	4.65±1.18 ^a	4.55±1.48 ^a
Crust color	5.62±1.19 ^{bc}	5.72±1.06 ^c	5.62±1.25 ^{bc}	5.15±1.29 ^{abc}	5.10±1.21 ^{ab}	4.85±1.23 ^a
Crumb color	5.67±1.42 ^c	5.25±1.42 ^{abc}	5.37±1.21 ^{bc}	5.00±1.24 ^{ab}	4.67±1.32 ^a	4.67±1.49 ^a
Flavor	4.65±1.23 ^{bc}	5.15±1.12 ^c	4.87±1.3 ^{bc}	4.50±1.45 ^{bc}	4.42±1.48 ^b	3.80±1.68 ^a
Taste	5.30±0.91 ^c	5.30±10.91 ^c	5.00±1.28 ^c	4.87±1.13 ^{bc}	4.32±1.7 ^{ab}	4.22±1.88 ^a
Softness	5.05±1.13 ^a	5.30±0.82 ^a	5.50±0.87 ^a	5.15±1.09 ^a	5.30±1.22 ^a	5.33±1.32 ^a
Moistness	4.50±1.08 ^a	5.15±0.83 ^b	5.35±0.8 ^{bc}	5.32±1.18 ^{bc}	5.75±1.17 ^{cd}	6.02±1.25 ^d
Overall preference	5.30±0.96 ^c	5.37±1.16 ^c	5.15±1.29 ^{bc}	4.67±1.57 ^{abc}	4.55±1.06 ^{ab}	4.17±1.99 ^a

1) Control : Wheat flour 100%.

2) Wheat flour 90%, *Helianthus tuberosus* powder 10%.

3) Wheat flour 80%, *Helianthus tuberosus* powder 20%.

4) Wheat flour 70%, *Helianthus tuberosus* powder 30%.

5) Wheat flour 60%, *Helianthus tuberosus* powder 40%.

6) Wheat flour 50%, *Helianthus tuberosus* powder 50%.

7) Mean±S.D.

Rate using a scale of 1~7, 7 : excellent, 6 : very good, 5 : good, 4 : fair, 3 : poor, 2 : very poor, 1 : bad.

^{a~d} Means with different letter within the same row are significantly different($p<0.05$).

응집성은 감소하여 스펀지케이크 고유의 조직감과 관능 특성을 가지지 못하는 것으로 나타났다.

요약 및 결론

본 실험에서는 inulin과 생리 활성 물질이 풍부한 돼지감자 분말을 10~50% 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 품질 및 관능적 특성을 비교하였다. 스펀지케이크 반죽의 pH는 유의적으로 감소하였고, 비중은 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 케이크의 부피 지수와 대칭 지수는 돼지감자 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. Crumb의 L값(명도)은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다($p<0.05$). a값(적색도)은 돼지감자 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로($p<0.05$) 높게 나타났다. Crumb의 b값(황색도)은 10%~30% 첨가군 간에 유의적인 차이가 없었고, 40%와 50% 첨가군은 각각 13.39와 13.27로 나타나, 10%~30% 첨가군과는 유의적인 차이를 보였다. Crust의 색도는 10%~40% 첨가군에서는 L값, b값 및 a값 모두 돼지감자 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로($p<0.05$) 감소하는 경향을 보였다. 돼지감자 분말의 첨가량이 증가할수록 crumb과 crust의 색은 짙어지고 부피가 감소하여 기공이 작아지는 결과가 나타났다. Texture 특성 중 경도는 돼지감자 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하였고 응집성은 감소하였다. 탄력성과 겹성에서

는 통계적인 유의성이 나타나지 않았다. 돼지감자 분말을 첨가한 스펀지케이크의 외관, 색, 향미, 맛, 부드러움, 촉촉함, 전반적인 기호도에 대한 관능적 특성을 조사한 결과에서는 모든 부분에서 돼지감자 분말 10% 첨가군이 가장 점수가 높게 나타났다. 본 연구의 결과에서 관능성과 건강 기능성 효과의 측면을 고려할 때 돼지감자 분말을 10% 첨가한 스펀지케이크가 가장 적합한 것으로 판단된다. 또한 앞으로의 연구를 통해 돼지감자 분말의 첨가량을 10% 이하로 줄이면서도 스펀지케이크의 품질 특성을 개선하고, 건강 기능성의 효과를 최대로 나타낼 수 있는 방법을 개발하여 소비자의 기호도 및 건강 요구를 충족시키는 것이 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 덕성여자대학교 교내연구비 지원에 의해 수행되었기에 감사드립니다.

문헌

- AACC (2000) Approved Methods of the AACC. 10th ed. Method 10-15, 10-91, 56-10. American Association of Cereal Chemists, St. Paul MN, USA.
- Bach V, Kidmose U, Kjeldsen GB, Edelenbos M (2012) Effects

- of harvest time and variety on sensory quality and chemical composition of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. *Food Chem* 133: 82-89.
- Baltacioglu C, Esin A (2012) Chips production form Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Food and Nutr Sci* 3: 1321-1328.
- Chang HG (2004) Quality characteristics of sponge cake containing various levels of millet flour. *Korean J Food Sci Technol* 36: 952-958.
- Cho KR (2010) Quality characteristics of sponge cake added with leek (*Allium uberosum* Rottler) powder. *Korean J Food & Nutr* 23: 478-484.
- Cho AR, Kim NY (2013) Quality characteristics of sponge cake containing *beaknyuncho* (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 107-118.
- Chun SS (2003) Development of functional sponge cakes with onion powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 62-66.
- Chung YS, Kim DJ (2009) Quality characteristics of sponge cake with *pakchoi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 914-919.
- Collins JL, Post AR (1981) Peanut hull flour as a potential source of dietary fiber. *J Food Sci* 46: 445-448.
- Kaur N, Gupta AK (2002) Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. *J Biosci* 27: 703-714.
- Kim GC, Kim HS, JO IH, Kim JS, Kim KM, Jang YE (2013) Qualitative characteristics and antioxidant activities of *buchimgaru* supplemented with Jerusalem artichoke powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1065-1070.
- Kim JH, Lee KJ (2013) Antioxidant activities and gelatinization characteristics of sponge cake added with purple sweet potato. *J East Asian Soc Dietary Life* 23(6): 750-759.
- Kim YA (2003) Effects of mulberry leaves powders on the quality characteristics of yellow layer cakes. *Korean J Food Sci Technol* 35: 871-876.
- Kweon BM, Jeon SW, Kim DS (2003) Quality characteristics of sponge cake with addition of laver powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1278-1284.
- Lee MH, Lee SY, Lee SA, Choi YS (2010) Physicochemical characteristics of rice flour sponge cakes containing various levels of pumpkin flour. *Korean J Food & Nutr* 23: 162-170.
- Lee JH, Heo SA (2010) Physicochemical and sensory properties of sponge cakes incorporated with *Ecklonia cava* powder. *Food Eng Prog* 14: 222-228.
- 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 JH, Son SM (2011a) Quality of sponge cakes incorporated with yacon powder. *Food Eng Prog* 15: 269-275.
- Lee JH, Son SM (2011b) Effect of *Cudrania tricuspidata* leaf powder addition on the quality of sponge cakes. *Food Eng Prog* 15: 376-381.
- Lee JS, Seong YB, Jeong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH (2009) Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1222-1228.
- Lee SB, Lee JH (2013a) Quality of sponge cakes supplemented with cinnamon. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 650-654.
- Lee SE, Lee JH (2013b) Quality and antioxidant properties of sponge cakes incorporated with pine leaf powder. *Korean J Food Sci Technol* 45: 53-58.
- Lee YS, Park YS, Chang HG (2006) Physicochemical properties and white layer cake making potentialities of wheat flour and soy protein isolate blends. *Korean J Food Sci Technol* 38: 534-542.
- Lim EJ, Lee HS, Lee YH (2010) Physical and sensory characteristics of sponge cake with added broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 873-880.
- Park HS (2010) Quality characteristics of *sulgidduk* by the addition of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) powder. *Korean J Culin Res* 16: 259-267.
- Park HY, An NY, Ryu HK (2013) The quality characteristics and hypoglycemic effect of cookies containing *Helianthus tuberosus* powder. *Korean J Community Living Sci* 24: 233-241.
- 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.
- Shin JH, Choi DJ, Kwon OC (2007) Physical and sensory characteristics of sponge cakes added steamed garlic and yuzu powder. *Korean J. Food & Nutr* 20(4):392-398
- Shin JY, Byun MW, Noh BS, Choi EH (1991) Noddle characteristics of Jerusalem artichoke added wheat flour and improving effect of texture modifying agents. *Korean J Food Sci Technol* 23: 538-545.

Takeuchi J, Nagashima T (2011) Preparation of dried chips from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers and analysis of their functional properties. *Food Chem* 122: 922-926.

Williams CM (1999) Effects of inulin on lipid parameters in humans. *J Nutr* 129: 1471S-1473S.

Yang HY, Lee JS, Park KH (2010) Effect of whole egg spray-

drying conditions on physical and sensory properties of sponge cake. *Korean J. Food Sci. Technol* 42(3): 310-316.

접 수: 2013년 12월 30일
 최종수정: 2014년 2월 27일
 채 택: 2014년 2월 28일