

야콘 스펀지 케이크의 품질 특성

¹이준호 · 손석민*

¹대구대학교 식품공학과, 호서대학교 식품생물공학과

Quality of Sponge Cakes Incorporated with Yacon Powder

¹Jun Ho Lee and Seok Min Son*

¹Department of Food Science and Engineering, Daegu University
Department of Food and Biotechnology, Hoseo University

Abstract

The baking performance of yacon powder as a value-added food ingredient was investigated in a model system of sponge cakes. Yacon powder was incorporated into cake batter at 4 levels (0, 10, 20, and 30%, w/w) by replacing equivalent amount of wheat flour. The specific gravity of batter increased significantly while pH decreased significantly with the increase in yacon powder content ($p < 0.05$). The specific volume and moisture content of sponge cakes decreased while baking loss increased ($p < 0.05$). Volume of the cakes decreased with higher amount of yacon powder in the formulation as indicated by the decrease in the volume index. The symmetry index was not affected by the amount of yacon powder in the formulation ($p > 0.05$). Sponge cakes became darker and firmer with increase in yacon powder content ($p < 0.05$). Finally, the consumer acceptance test indicated that incorporation of yacon powder up to 20% in the formulation of sponge cakes did not significantly influence the consumers' overall acceptability.

Key words: sponge cake, yacon powder, physicochemical, total polyphenol, consumer preference

서 론

야콘(*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl.)은 도라지목 국화과에 속하는 쌍자엽 식물이며 다년생 괴근식물로 원산지는 남아메리카 안데스 산맥의 중부고지대이다(Lee & Shim, 2010). 뿌리의 생김새는 고구마와 비슷하고 상부는 돼지감자와 흡사한 특징을 가지고 있다(Itaya et al., 2002). 우리나라에는 1985년에 일본으로부터 도입되어 농촌진흥청의 시험재배를 거쳐 현재에는 경기도, 충청북도, 강원도, 경상북도 지역에서 지배되고 있다(Kang & Ko, 2004; Lee, 2010).

야콘은 수분함량이 높고 아삭아삭한 조직감과 단맛이 나며(Elsa, 1991), 전분 대신 올리고당을 다량 함유하고 있어 저칼로리 섬유질식품으로 각광을 받고 있다(Kim et al., 2010). 또한 야콘의 항산화 활성(Yan et al., 1999; Simonovska

et al., 2003; Moon et al., 2010), 항균성(Lin et al., 2003; Kim, 2005), 항당뇨기능(Aybar et al., 2001), 비만 억제효과(Kim et al., 2010) 등 여러 가지 기능성이 밝혀짐으로써 식품 기능성 신소재로서 활용가치가 높은 식품재료로 주목 받고 있다.

한편 현대사회의 식생활 양식 변화에 따라 주식인 쌀의 소비는 감소하는 반면 각종 베이커리 제품의 소비가 급증하고 있다(Lee et al., 2007). 또한 건강 지향적 기능성 식품에 대한 소비자의 인식변화에 따라 베이커리 제품에서도 열량이 낮고 기능성이 가미된 제품에 대한 요구가 지속적으로 증가하고 있다. 최근에 야콘은 잼(Kim, 2005), 시럽(Genta et al., 2009), 코팅 쌀(Lee, 2010), 발효 초음료(Lee et al., 2010), 설기떡(Lee & Shim, 2010), 초절임제품(Moon et al., 2010) 등의 제조에 성공적으로 활용된 바 있다.

그럼에도 현대인들이 간편하게 이용할 수 있는 편이식품 중의 하나인 스펀지 케이크에는 활용된 바 없는데 따라서 본 연구에서는 야콘 분말을 이용하여 스펀지 케이크를 제조하고 야콘 분말 대체비율에 따른 물리화학적 및 관능적 품질특성을 비교함으로써 야콘의 기능성 및 부가가치가 향상된 스펀지 케이크를 개발하고자 하였다.

*Corresponding author: Seok Min Son, Dept. of Food and Biotechnology, Hoseo University, Asan, Chungnam, 336-795, Korea
Tel: +82-41-540-5643; Fax: +82-41-532-5640
E-mail: sson@office.hoseo.ac.kr
Received August 9, 2011; revised August 22, 2011; accepted August 22, 2011

Table 1. Cake formulations, substituted with different percentages of yacon powder.

Ingredients (g)	Yacon powder level (%)			
	0	10	20	30
Whole egg	450	450	450	450
Sugar	300	300	300	300
Wheat flour	250	225	200	175
Butter	50	50	50	50
Yacon powder	0	25	50	75
Salt	2.5	2.5	2.5	2.5
Total	1052.5	1052.5	1052.5	1052.5

재료 및 방법

재료

본 연구에서 사용된 야콘 분말(인투푸드, Incheon, Korea), 시판용 1등급 박력밀가루((주)CJ, Seoul, Korea), 설탕((주)CJ, Seoul, Korea), 무가염 버터((주)서울우유, Seoul, Korea), 소금 및 계란 등은 시중에서 구입하여 사용하였다.

스펀지 케이크의 제조

야콘 분말을 대체한 스펀지 케이크의 배합비는 Table 1과 같다. 야콘 분말은 박력분 중량을 기준으로 0-30%를 대체하였으며, 스펀지 케이크는 전란을 사용하는 공립법을 이용하여 다음과 같이 제조하였다(Ronda et al., 2005). 먼저 Mixing bowl에 계란을 풀고 설탕, 소금을 혼합한 후 믹서(SK5SS, KitchenAid Inc., St. Joseph, MI, USA)를 이용하여 6 배속으로 8 분간 거품을 형성시킨 후, 체에 친 밀가루와 야콘 분말을 첨가해 2-3 분간 혼합하고, 중탕시킨 버터를 첨가하고 3-4 분간 혼합한 후 400 g씩 파운드 팬에 붓고 175°C로 예열된 오븐(KXS-4G+H, Salva Industrial S.A., Lezo, Spain)에서 32 분간 구웠다. 완성된 스펀지 케이크는 실온에서 2 시간 방냉한 후 실험에 사용하였다.

반죽의 비중 및 pH

반죽의 비중은 AACC method 10-15(AACC, 2000)에 따라 밀가루 투입 후 반죽 패닝 직전에 물의 무게에 대한 최종 반죽 무게의 비로 나타내었다. pH는 10 g 시료를 90 mL 증류수와 혼합한 후 균질기로 1 분간 균질화시킨 후 pH meter(MP230, Mettler-Toledo Intl. Inc., Zurich, Switzerland)를 이용하여 5 회 반복 측정하였다.

케이크의 비체적, 수분함량 및 굽기 손실

케이크의 비체적(mL/g)은 약 7 g 시료의 부피를 종자치 환법(AACC, 1988)으로 3 번 반복 측정 후 무게(W_{batter})=반죽의 무게(g), W_{cake} =케이크의 무게(g)로 나누어 표시하였고, 각 시료(ca. 5 g)의 수분함량은 105°C 상압건조법을 이용하여 5 회 반복하여 측정하였다. 굽기 손실

(baking loss)은 아래의 식으로 계산하였다(Sumnu et al., 2005).

$$\text{Baking loss (\%)} = \frac{W_{batter} - W_{cake}}{W_{batter}} \times 100$$

부피지수 및 대칭성지수

케이크의 외관상 특성인 부피지수(volume index) 및 대칭성지수(symmetry index)는 AACC method 10-91(AACC, 2000)에 따라 케이크 정중앙을 단면으로 자른 후 5 회 반복하여 측정하였다. 케이크 정중앙 부분을 단면으로 잘라 그 높이를 5 회 반복하여 측정하였다.

케이크의 색도 및 외관촬영

케이크 crumb 부분의 색도는 분광색차계(CM-600d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 명도(L^*), 적색도(a^*) 및 황색도(b^*)를 각 조건별로 5 회 반복 측정 후 평균값을 비교하였다. 외관색도 비교를 위한 촬영은 디지털 사진기(IXUS 960IS, Canon Inc., Tokyo, Japan)를 이용하였으며 같은 장소, 조명에서 시료와 사진기의 거리, 높이는 일정하게 유지하고 플래시가 터지지 않도록 하였다.

케이크의 경도

케이크의 경도(firmness)는 Advanced Universal Testing System(LRXPlus, Lloyd Instrument Ltd., Fareham, Hampshire, UK)을 이용하여 실온에서 15 회 반복 측정 후 평균값을 비교하였다. 시료의 크기는 2 cm × 2 cm × 2 cm, test speed는 1 mm/sec, trigger 조건은 0.01 kg이었으며, 지름과 높이가 각각 12.45 mm, 50.00 mm인 원기둥형 탐침(probe)을 사용하였다.

케이크의 총 페놀화합물 함량

총 페놀화합물의 함량은 Folin-Ciocalteu 방법(Obanda & Owuor, 1997)에 준하여 측정하였다. 시료 2.5 g을 70% 에탄올 용액 50 mL에 1 시간 동안 추출시킨 후 8,000 rpm에서 10분간 원심분리하고 Whatman No. 1 여과지로 여과하여 시료로 사용하였다. 시료액 1 mL에 2 N Folin-Ciocalteu reagent 1 mL를 넣고 35% Na₂CO₃ 2 mL를 첨가하고 증류수 2 mL를 혼합하여 상온에서 30 분 동안 반응시킨 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로서 gallic acid를 사용하여 검량선을 작성하였다.

소비자 기호도 검사

소비자 기호도 검사는 무작위로 선발된 대학생 50 명(남여 각각 25 명, 20-26 세)을 대상으로 실시하였다. 각 시료를 3 cm × 3 cm × 3 cm 크기로 잘라 세자리 난수표로 구분하여 종이접시위에 나열한 후 제시되었으며, 9 점 척도(1: 대단히 싫어함, 9: 대단히 좋아함)를 사용하여 평가하였다.

Table 2. Specific gravity and pH of sponge cake batters as affected by yacon powder.

Property	Yacon powder level (%)			
	0	10	20	30
Specific gravity	0.40±0.01 ^d	0.46±0.00 ^c	0.50±0.01 ^b	0.57±0.01 ^a
pH	7.77±0.02 ^a	7.61±0.00 ^b	7.51±0.00 ^c	7.43±0.00 ^d

^{a-d}Means within the same row without a common letter are significantly different ($p < 0.05$).

평가 항목은 색(Color), 향미(Flavor), 맛(Taste), 씹힘성 (Chewiness) 및 전체적 기호도였으며, 시료간 잔향 또는 잔미의 방해를 최소화하기 위해 충분한 시간간격을 두고 검사를 실시하였고 각 시료간 물을 이용하여 입안을 헹군 후 측정하도록 하였다.

통계처리

실험결과는 SAS(SAS, 2005)를 이용하여 분산분석하였고, 유의성있는 시료 간 평균값의 비교는 Duncan's multiple range test에 의해 분석하였다.

결과 및 고찰

반죽의 물성

야콘 분말을 대체하여 제조한 스펀지 케이크 반죽의 비중은 Table 2에 요약된 바와 같다. 시료의 비중값 범위는 0.40-0.57로 대조군의 값이 가장 낮았고, 30% 대체군의 비중이 가장 높은 것으로 나타났다. 야콘 분말의 대체비율이 증가함에 따라 비중은 단계적으로 유의적인 증가 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 이 같은 기능성 부재료의 첨가율 또는 대체율의 증가에 따른 비중의 증가는 매생이 스펀지 케이크(Lee et al., 2007), 파프리카 스펀지 케이크(Jeong et al., 2007), 로즈마리 스펀지 케이크(Kang & Moon, 2009), 청경채 스펀지 케이크(Chung & Kim, 2009) 및 감태 스펀지 케이크(Lee & Heo, 2010)에서 유사한 결과가 보고된 바 있다. 이는 첨가된 야콘 분말이 교반 시 형성되는 달걀 거품의 유화를 방해하여 기포가 파괴되고 따라서 비중이 증가하는 것으로 판단된다(Kang & Moon, 2009). 일반적인 스펀지 케이크 제조에 적절한 반죽 비중의 범위가

0.45-0.55(Kang & Moon, 2009)임을 고려할 때, 본 연구에 적용된 야콘 분말의 대체비율은 적절한 것으로 판단된다.

반죽의 pH는 야콘 분말의 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으며($p < 0.05$), 7.43-7.77 범위의 값을 나타내었다. 이는 스펀지 케이크의 일반적인 pH값의 범위 7.3-7.6(Lee et al., 2009)과 유사한 것으로 나타났다. 반죽의 pH는 케이크의 조직감, 부피 및 입자의 크기 등에 영향을 주며 산성에 가까우면 미세한 기공을 형성하고 부피가 작아지는 특징이 있으며, 알칼리성에 치우치게 되면 거친 기공을 형성하게 된다(Ash & Colmey, 1973).

케이크의 비체적 및 굽기 손실

야콘 분말 대체량을 달리하여 제조한 스펀지 케이크의 비체적과 굽기 손실의 결과는 Table 3에 나타나 있다. 야콘 분말 대체량이 증가할수록 비체적은 현저하게 감소하는 경향을 나타내었으나($p < 0.05$), 대조군과 10% 대체군 사이에 유의적인 차이는 발견되지 않았다($p > 0.05$). 이러한 감소현상은 매생이 스펀지 케이크(Lee et al., 2007), 청경채 스펀지 케이크(Chung & Kim, 2009), 에리스리톨 스펀지 케이크(Chung et al., 2009) 등에서도 보고된 바 있다. 이는 야콘 분말이 대체됨에 따라 전체 시료 중의 글루텐 함량이 낮아지고, 또한 야콘 분말이 수분을 흡수함으로써 글루텐 형성이 억제되어 반죽의 가스 보유력이 감소되었기 때문으로 판단된다(Lee et al., 2007).

한편 굽기 과정을 통하여 반죽에 열이 침투하여 수증기 압이 증가되고 팽창하면서 반죽 내 기공이 열리고 수분이 기화됨에 따라 굽기 손실이 발생하게 된다(Lee et al., 2007). 대조군의 굽기 손실은 10.81로 가장 낮았고, 30% 대체군의 굽기 손실은 13.71로 가장 높아 야콘 분말 대체량이 증가함에 따라 단계적으로 현저하게 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 스펀지 케이크의 굽기 손실은 수분 보유력과 관련이 있는데(Berglund & Hertsgaard, 1986; Sumnu et al., 2005) 수분함량이 낮을수록 굽기 손실이 큰 것을 알 수 있다(Table 3). 한편 올리고당이 첨가된 스펀지 케이크의 경우 올리고당이 설탕에 비해 보습성이 크기 때문에 올리고당 사용 케이크가 대조군에 비해 굽기 손실이 적고 수분 함량이 높은 것으로 보고된 바 있다(Ju et al., 2007).

Table 3. Specific volume, baking loss, and moisture content of sponge cakes as affected by yacon powder.

Property	Yacon powder level (%)			
	0	10	20	30
Specific volume (mL/g)	4.02±0.33 ^a	3.69±0.12 ^{ab}	3.42±0.08 ^b	2.70±0.12 ^c
Baking loss (%)	10.81±0.13 ^c	11.03±0.47 ^c	12.61±0.47 ^b	13.71±0.36 ^a
Moisture content (% w.b.)	37.68±3.83 ^a	36.26±1.75 ^{ab}	35.40±1.25 ^{ab}	34.39±0.45 ^b

^{a-c}Means within the same row without a common letter are significantly different ($p < 0.05$).

Table 4. Volume index and symmetry index of sponge cakes as affected by yacon powder.

Property	Yacon powder level (%)			
	0	10	20	30
Volume index	145.81±2.44 ^a	137.44±2.99 ^b	130.89±3.92 ^c	124.00±3.74 ^d
Symmetry index	3.28±2.55 ^a	2.57±2.46 ^a	2.02±1.27 ^a	1.27±1.17 ^a
Height (mm)	50.14±1.14 ^a	46.24±0.74 ^b	44.59±1.21 ^{bc}	42.99±1.82 ^c

^{a-d}Means within the same row without a common letter are significantly different ($p < 0.05$).

케이크의 부피 및 대칭지수

케이크의 외관상 특성인 부피지수(volume index) 및 대칭지수(symmetry index)는 Table 4와 같다. 부피지수는 케이크의 부피를 설명하는 지표로(Gómez et al., 2008), 본 실험결과 대조군이 145.81로 가장 높은 값을 나타내었으며 야콘 분말의 대체량이 증가함에 따라 단계적으로 현저하게 감소하여 케이크의 부피가 작아짐을 알 수 있었다($p < 0.05$). 조 스펀지 케이크(Chang, 2004), 잎새버섯 스펀지 케이크(Lee et al., 2007), 홍삼박 스펀지 케이크(Park et al., 2008) 및 감태 스펀지 케이크(Lee & Heo, 2010) 등에서도 유사한 감소현상이 보고된 바 있다.

한편 대칭지수는 케이크의 중앙부분과 측면부분의 높이 차이를 나타내는 것으로 높은 대칭지수는 케이크의 중앙부분이 높게 구워진 경우를 의미한다(Gómez et al., 2008). 야콘 분말 대체량이 증가함에 따라 대칭지수는 감소하는 경향을 나타내었으나 시료간 유의적인 차이는 발견되지 않았다($p > 0.05$). 이러한 결과는 야콘 분말 대체량이 증가할수록 케이크의 가운데 부분이 평평하게 형성되는 것을 의미하며, 최종 굽기과정에서 시료내의 가스보존과도 깊은 관계를 나타낸다(Gómez et al., 2008). 병아리콩(chickpea) 스펀지 케이크(Gómez et al., 2008) 및 잎새버섯 스펀지 케이크(Lee et al., 2007)의 경우 본 연구결과와 유사한 대칭지수의 감소가 보고된 바 있다.

케이크의 색도

야콘 분말을 대체하여 제조한 스펀지 케이크의 색도를 측정된 결과는 Table 5, 외관 색을 비교 촬영한 사진은 Fig. 1에 각각 나타내었다. Crumb의 밝기를 나타내는 L^* 값

Table 5. Color characteristics of sponge cakes as affected by yacon powder.

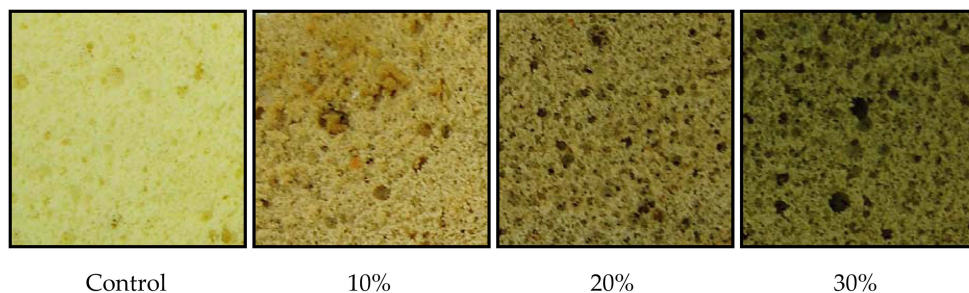
Property	Yacon powder level (%)			
	0	10	20	30
L^*	79.34±2.06 ^a	63.79±2.23 ^b	57.01±0.80 ^c	56.21±1.52 ^c
a^*	-0.08±0.17 ^d	3.94±0.25 ^a	3.43±0.22 ^b	2.19±0.25 ^c
b^*	26.91±1.22 ^a	25.43±0.87 ^b	24.42±0.67 ^c	24.12±0.44 ^c

^{a-d}Means within the same row without a common letter are significantly different ($p < 0.05$).

은 야콘 분말의 대체량이 증가할수록 단계별로 유의적으로 감소(79.34→56.21)하였으며($p < 0.05$), 매생이(Lee et al., 2007), 잎새버섯(Lee et al., 2007), 파프리카(Jeong et al., 2007), 홍삼박(Park et al., 2008) 및 감태 스펀지 케이크(Lee & Heo, 2010)에서도 유사한 결과가 보고된 바 있다. 한편 적색도를 나타내는 a^* 값은 대조군에서 최소값을 나타내고 10% 대체군에서 최대값을 나타낸 후 대체량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었고, 황색도를 나타내는 b^* 값은 야콘 분말 대체량이 증가함에 따라 단계적으로 감소하는 경향을 나타내었다.

케이크의 경도

야콘 분말을 대체하여 제조한 스펀지 케이크의 경도(firmness)를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 케이크의 경도는 야콘 분말의 대체량이 0-20%로 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며($p < 0.05$) 이후 20%와 30% 대체군 간 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$). 이와 같은 결과는 야콘 분말이 케이크 반죽의 기포형성을 방해하여 케이크의 내부

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

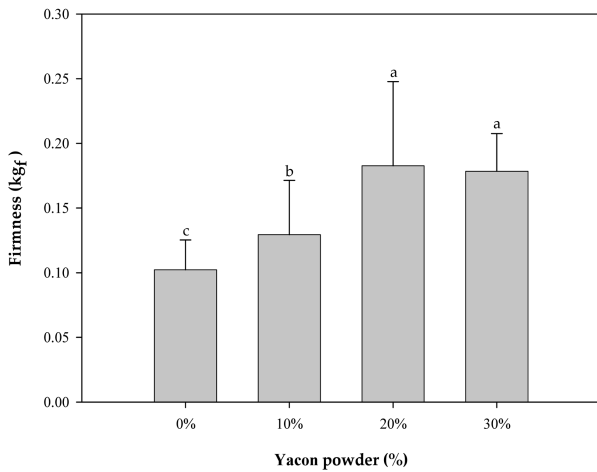


Fig. 2. Firmness of sponge cakes as affected by yacon powder. Means without a common letter are significantly different ($p < 0.05$).

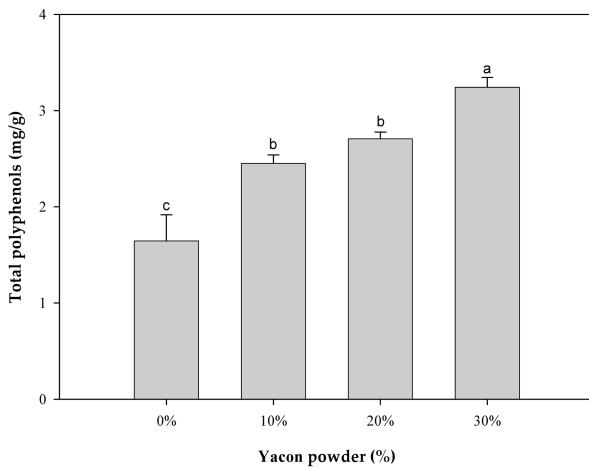


Fig. 3. Total polyphenolic contents of sponge cakes as affected by yacon powder. Means without a common letter are significantly different ($p < 0.05$).

조직을 치밀하게 형성하기 때문으로 판단되며(Jeong & Shim, 2004; Choi et al., 2007), 새송이 버섯(Jeong &

Shim, 2004), 흑미 가루(Park & Chang, 2007) 및 감태(Lee & Heo, 2010) 스펀지 케이크에서도 유사한 결과가 보고되었다.

케이크의 총 페놀화합물 함량

야콘 분말을 대체하여 제조한 스펀지 케이크의 총 페놀화합물의 함량은 Fig. 3에 나타나있다. 대조군의 총 페놀화합물 함량은 1.64 mg/g이었으며 야콘 분말의 대체량이 10, 20, 30% 증가함에 따라 단계별로 각각 49.39, 65.24, 97.56% 증가하여($p < 0.05$), 30% 대체군의 함량은 최대값인 3.24 mg/g으로 나타났으며, 10% 및 20% 대체군 사이에서는 유의차를 나타내지 않았다($p > 0.05$). 대조군의 총 페놀화합물 함량은 밀가루에 함유된 phytochemical 성분에 기인하며(Adom et al., 2005) 야콘 분말이 대체됨으로서 총 페놀화합물의 함량이 유의적으로 증가함을 확인할 수 있었다. 페놀화합물은 식물계에 널리 분포하고 있는 2차 대사산물의 하나로서 항산화 및 항암 등의 다양한 생리활성을 나타낸다(Yu et al., 2004). 따라서 스펀지 케이크의 제조 시 야콘 분말을 대체함으로써 생리활성 기능이 향상된 제품을 제조할 수 있을 것으로 기대된다.

케이크의 소비자 평가

야콘 분말을 대체하여 제조한 스펀지 케이크의 색, 향미, 맛, 씹힘성 및 전체적인 기호도에 대한 소비자 평가결과는 Table 6과 같다. 스펀지 케이크 색에 대한 선호도는 대조군이 가장 높게 나타났고 대체량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 소비자들이 짙은색을 띠고 있는 스펀지 케이크가 다소 생소하게 받아들이고 있는 것에 기인하는 것으로 판단된다. 그럼에도 색 및 향미의 경우 대조군, 10% 및 20% 대체군 사이에 유의적인 차이는 없었고($p > 0.05$), 모든 시료간 씹힘성의 유의적 차이 또한 발견되지 않았다($p > 0.05$). 전체적인 기호도 역시 대조군, 10% 및 20% 대체군 사이에 유의적인 차이는 발견되지 않았으나($p > 0.05$), 관능품질을 저해하지 않고 야콘 분말의 건강 기능성 효과 등을 고려할 때 20% 대체군이 가장 적절한 것으로 판단된다.

Table 6. Effect of yacon powder incorporation on consumer acceptance of sponge cakes.

Attributes	Yacon powder level in cakes (%)			
	0	10	20	30
Color	7.30±1.63 ^a	5.74±1.70 ^b	5.60±1.48 ^b	4.80±1.76 ^c
Flavor	6.06±1.90 ^{ab}	6.16±1.67 ^a	5.90±1.82 ^{ab}	5.34±1.89 ^b
Taste	6.48±1.84 ^a	6.14±1.76 ^{ab}	6.34±1.67 ^{ab}	5.72±1.80 ^b
Chewiness	6.04±2.09 ^a	5.82±1.42 ^a	6.18±1.60 ^a	6.36±2.03 ^a
Overall acceptability	6.44±1.86 ^a	6.00±1.64 ^{ab}	6.30±1.30 ^a	5.48±1.75 ^b

^{a-c}Means within the same row without a common letter are significantly different ($p < 0.05$).

요 약

야콘 분말의 대체량을 0-30%로 달리하여 스펀지 케이크를 제조한 후 물리화학적 및 관능적 품질특성을 비교하였다. 야콘 분말의 대체비율이 증가함에 따라 반죽의 비중은 단계별로 유의적으로 증가하였고 pH는 감소하는 경향을 나타내었다. 한편 케이크의 비체적과 수분함량은 야콘 분말 대체에 따라 유의적으로 감소하였고 굽기 손실은 증가하였다($p < 0.05$). 부피지수는 감소하는 경향을 보여 야콘 분말 비율이 높아지면 케이크의 부피 또는 높이가 작아짐을 알 수 있었다. 반면 대칭지수는 야콘 분말 대체량에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p > 0.05$). 밝기는 나타내는 L^* 값은 유의적으로 감소하였으며($p < 0.05$), 경도는 점차적으로 증가하였으나 20% 및 30% 대체군 사이에 유의적인 차이는 발견되지 않았다. 소비자 기호도 검사결과 대조군, 10% 및 20% 대체군 사이에 전체적인 기호도에 대한 유의적인 차이는 발견되지 않았으나($p > 0.05$), 관능품질을 저해하지 않고 야콘 분말의 건강 기능성 효과 등을 고려할 때 20% 대체군이 가장 적절한 것으로 판단된다.

참고문헌

- AACC. 1988. Approved methods of the AACC. Method 74-09. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- AACC. 2000. Approved Method of the AACC. Method 10-15. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- AACC. 2000. Approved Method of the AACC. Method 10-91. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Adom KK, Sorrells ME, Liu RH. 2005. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *J. Agric. Food Chem.* 53: 2297-2306.
- Ash DJ, Colmery JC. 1973. The role of pH in cake baking. *Baker's Digest* 47: 36-42.
- Aybar MJ, Sánchez Riera AN, Grau A, Sánchez SS. 2001. Hypoglycemic effect of the water extract of *Smilax sonchifolia* (yacon) leaves in normal and diabetic rats. *J. Ethnopharmacol.* 74: 125-132.
- Berglund PT, Hertsgaard DM. 1986. Use of vegetable oils at reduced levels in cake, pie crust, cookies and muffins. *J. Food Sci.* 51: 640-644.
- Chang HG. 2004. Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of millet flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 952-958.
- Choi GY, Kim HD, Bae JH. 2007. Quality characteristics of sponge cakes occurred with percentages of persimmon leaves powder added. *Korean J. Culin. Res.* 13: 269-278.
- Chung YS, Kim DJ. 2009. Quality characteristics of sponge cake with Pakchoi (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* Jusl.) powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 914-919.
- Chung YS, Kwak YH, Lee MN, Kim DJ. 2009. Quality characteristics of sponge cake with erythritol. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 1606-1611.
- Elsa Z. 1991. Ethnobotanical notes on "yacon", *Polymnia sonchifolia* (Asteraceae). *Econ. Bot.* 45: 72-76.
- Genta S, Cabrera W, Habib N, Pons J, Carillo IM, Grau A, Sánchez S. 2009. Yacon syrup: Beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. *Clin. Nutr.* 28: 182-187.
- Gómez M, Oliete B, Rosell CM, Pando V, Fernández E. 2008. Studies on cake quality made of wheat-chicken flour blends. *LWT-Food Sci. Technol.* 41: 1701-1709.
- Itaya NM, De Carvalho MAM, Figueiredo-Ribeiro RDL. 2002. Fructosyl transferase and hydrolase activities in rhizophores and tuberous roots upon growth of *Polymnia sonchifolia* (Asteraceae). *Physiol. Plantarum* 116: 451-459.
- Jeong CH, Shim KH. 2004. Quality characteristics of sponge cakes with addition of *Pleurotus eryngii* mushroom powders. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 716-722.
- Jeong CH, Kim JH, Cho JR, Ahn CG, Shim KH. 2007. Quality characteristics of sponge cake upon addition of paprika powder. *Korean J. Food Preserv.* 14: 281-287.
- Ju JE, Byon KE, Lee KA. 2007. The effects of oligosaccharides on the quality characteristics of rice flour sponge cakes. *Korean J. Food Cookery Sci.* 23: 530-536.
- Kang BS, Moon SW. 2009. Effect of rosemary powder on the physicochemical characteristics of sponge cake during storage. *Korean J. Food Preserv.* 16: 155-159.
- Kang YK, Ko MR. 2004. Effect of transplanting date on growth and yield of yacon. *Korean J. Crop Sci.* 49: 188-193.
- Kim AR, Lee JJ, Jung HO, Lee MY. 2010. Physicochemical composition and antioxidative effects of yacon (*Polymnia sonchifolia*). *J. Life Sci.* 20: 40-48.
- Kim AR, Lee JJ, Lee YM, Jung HO, Lee MY. 2010. Cholesterol-lowering and anti-obesity effects of *Polymnia sonchifolia* Poep. & Endl. powder in rats fed a high fat-high cholesterol diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 201-218.
- Kim YS. 2005. Antimicrobial activity of yacon K-23 and manufacture of functional yacon jam. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 1035-1038.
- Lee AR. 2010. A study on the development of cooked rice according to the different coating ratio of yacon (*Polymnia sonchifolia*) root and its antioxidant and sensory properties. *Korean J. Food Nutr.* 23: 600-606.
- Lee ES, Shim JY. 2010. Quality characteristics of *sulgidduk* with yacon powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* 26: 545-551.
- 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, Heo SA. 2010. Physicochemical and sensory properties of sponge cakes incorporated with *Ecklonia cava* powder. *Food Eng. Prog.* 14: 222-228.
- Lee JS, Kim HS, Lee YJ, Jung IC, Bae JH, Lee JS. 2007. Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of *Gri-fola frondosa* powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 400-405.
- Lee JS, Seong YB, Jeong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH. 2009. Quality characteristics of sponge cakes with black garlic powder added. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 1222-1228.
- Lee SY, Yoo KM, Moon BK, Hwang IK. 2010. A study on the development of vinegar beverage using yacon roots (*Smilax sonchifolia*) and analysis of components changes during the fermentation. *Korean J. Food Cookery Sci.* 26: 95-103.

- Lin F, Hasegawa M, Kodama O. 2003. Purification and identification of antimicrobial sesquiterpene lactones from yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves. *Biosci. Biotech. Bioch.* 67: 2154-2159.
- Moon MJ, Yoo KM, Kang HJ, Hwang IK, Moon BK. 2010. Antioxidative activity of yacon and changes in the quality characteristics of yacon pickles during storage. *Korean J. Food Cookery Sci.* 26: 263-271.
- Obanda M, Owuor PO. 1997. Flavonal composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan black teas. *J. Sci. Food Agric.* 74: 209-215.
- 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.
- Park YS, Chang HG. 2007. Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of black rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 406-411.
- Ronda F, Gómez M, Blanco CA, Caballero PA. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chem.* 90: 549-555.
- SAS. 2005. SAS User's Guide. SAS Institute, Ver. 9.1., Cary, NC, USA.
- Shin JH, Choi DJ, Kwon OC. 2007. The quality characteristics of sponge cake with added steamed garlic powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* 23: 696-702.
- Simonovska B, Vovk, I, Andrensk S, Valentova K, Ulrichova J. 2003. Investigation of phenolic acids in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves and tubers. *J. Chromatogr. A* 1016: 89-98.
- Sumnu G, Sahin S, Sevimli M. 2005. Microwave, infrared and infrared-microwave combination baking of cakes. *J. Food Eng.* 71: 150-155.
- Yan XJ, Suzuki M, Ohnishi-Kameyama M, Sada Y, Nakanishi T, Nagata T. 1999. Extraction and identification of anti-oxidants in the roots of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *J. Agric. Food Chem.* 47: 4711-4713.
- Yu MH, Lee SO, Im HG, Kim HJ, Lee IS. 2004. Antioxidant activities of *Prunus salicina* Lindl. cv. Soldam (plum) at different growth stages. *Korean J. Food Preserv.* 11: 358-363.