

마(*Dioscorea*)를 첨가한 스펀지 케이크의 품질특성에 관한 연구

이선영 · 김창순[†] · 송양순 · 박재희

창원대학교 식품영양학과

Studies on the Quality Characteristics of Sponge Cakes with Addition of Yam Powders

Sun-Young Yi, Chang-Soon Kim[†], Yang-Soon Song and Jae-Hee Park

Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

Abstract

This study investigated the quality characteristics of sponge cakes with addition of yam (*Dioscorea*) powders prepared by different drying methods, hot air (HDYP: hot air dried yam powder) and freeze drying (FDYP: freeze dried yam powder), using several physical and sensory examinations. For the foam forming ability and foam stability, the specific gravities of egg foams containing 5% yam powders were measured by drainage using funnels for 8 hrs. The results showed that HDYP and FDYP did not affect the foam forming ability but FDYP increased foam stability due to increased viscosity. When the strength of 8% gels composed of wheat starch and HDYP/FDYP was measured to predict the setting of cake structure, the strengths of starch gels containing yam powders were higher than those of control without yam powders. The volume of sponge cake containing 5% HDYP increased whereas those containing FDYP decreased at the levels of 5, 7%. From the texture profile analysis data, hardness, gumminess and chewiness of cakes containing yam powders increased. The color of cake crust and crumb became darker as the amount of yam powders increased. The results of sensory evaluation by QDA (quantitative descriptive analysis) to compare two different drying methods showed that appearance and texture of cakes containing 5% HDYP were closer to those of control than cakes containing 5% FDYP but overall acceptability of sponge cakes containing yams were comparable to the control cakes regardless of drying methods. The addition of yam powders to sponge cakes increased yam flavor and decreased egg smell. Therefore, it can be suggested that HDYP and FDYP can be added to the sponge cake formula up to 7% and 5%, respectively.

Key words: sponge cakes, hot air/freeze-dried yam powders, egg foam stability, texture measurement, sensory evaluation

서 론

최근 소비자들은 각종 건강정보 등의 영향으로 식이 조절과 관련한 저열량 제품이나 기능성을 부여한 제품에 대한 선호가 급증되고 있으며, 이러한 추세는 일반식품 뿐만 아니라 빵류 및 케이크류에서도 예외는 아니다(1-4). 이렇게 인체에 유용한 영양성분을 일상식을 통하여 섭취하려는 것은 손쉽고, 부작용의 부담이 없이 보충할 수 있는 편리함 때문이라 하겠다. 더구나 과거와는 달리 복잡한 사회생활에서 오는 스트레스로 현저히 증가되고 있는 성인병의 치료와 예방을 위하여 현대 의학의 기술적인 면에만 의존하기보다는 식품으로부터 안전한 생리활성 물질을 얻거나, 더 나아가 핵심 치료물질을 찾고 있는 추세이다(5,6). 이중 최근 관심을 갖기 시작한 식품 중에는 마(山藥, Yam; *Dioscorea*)를 들 수 있다. 특히 마의 점질물은 당뇨병을 비롯한 고콜레스테롤혈증,

대장암 예방 및 면역기능 증강에 효능이 있는 식품으로 밝혀졌다(6-10). 이러한 마는 오래 전부터 유용하게 이용되어 왔으나 주로 생으로 갈아먹거나, 굽거나 찌서 먹는 실정으로 가공방법이 다양하지 못하였는데, 최근 마의 생리효능이 밝혀지면서 점차 그 이용방법이 다양화되고 있다(11).

스펀지 케이크는 대표적인 거품류(foam type)제품으로 이상적인 조직감을 갖는 최종 제품이 되기 위해서는 반죽단계(batter stage)에서 생성된 달걀 거품을 굽기 후까지 안정적으로 잘 유지할 수 있어야 하며(12), 이를 위하여 반죽의 점도를 높이는 것이 유리하다(13). 용액 상태에서 높은 점성을 나타내는 검물질은 케이크나 빵류에 사용할 경우 조직의 팽창을 비롯하여 노화방지, 수분유지, 제품표면의 균질화를 좋게 한다고 알려져 있다(14). 일반적으로 케이크의 물성 개량에 빈번히 이용되는 검물질로 xanthan검은 온도나 pH의 영향을 받지 않고, 냉동과 해동적성도 좋으며, 필름 형성능이 있

[†]Corresponding author. E-mail: cskim@sarim.changwon.ac.kr
Phone: 82-55-279-7484, Fax: 82-55-281-7480

어 안정제나 점도 및 수분 조절제, 케이크의 품질향상을 위하여 자주 이용된다(13,15). 그 예로 xanthan점을 첨가한 layer 케이크에서는, 반죽의 점도가 증가하였고, 반죽 팽창시 가스 손실율이 적어 최종 부피가 증가하였으며, 표면 수축현상도 감소한다고 보고되었다(2,13). Miller와 Hosoney(13)는 모든 검물질이 케이크의 최종 부피를 증가시키는 것은 아니며, 첨가된 검물질이 케이크의 제조공정 전 단계에 걸쳐 어떤 영향을 주는지가 중요하다고 하였다.

이에 본 연구에서는 국내산 마를 스펀지 케이크 제조에 이용하고자 열풍건조와 냉동건조로 각각 가공된 두 가지 마가루가 스펀지 케이크의 달걀거품 형성과 거품 안정성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고, 최종제품의 물리적, 관능적 품질평가를 통하여 적절한 마 첨가비율을 결정하여 스펀지케이크 배합비에 마 이용 가능성을 확인하고 이와 관련한 연구와 제품개발에 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 모든 재료는 실온 보관하여 사용하였으며, 박력분(수분 12.7%, 단백질 8.9%, 회분 0.3%)과 설탕은 (주)삼양사에서, 주석산수소칼륨은 (주)남영사에서 구입하여 사용하였다. 마가루는 경남 사천에서 재배한 99년산 참마(Dioscorea japonica)를 두가지 건조방법으로 가공하여 120 mesh로 분말화된 열풍건조 마가루(hot air dried yam powder: HDYP; % on the dry basis : 수분 13.3%, 단백질 10.0%, 회분 3.4%)와 동결건조 마가루(freeze dried yam powder : FDYP; % on the dry basis : 수분 6.2%, 단백질 10.3%, 회분 5.7%)를 (주)본촌식품으로부터 구입하여 사용하였다. 마 전분 겔의 제조에 사용한 밀전분(수분함량 11.6%)은 (주)신승산업에서 구입하였다.

밀가루와 마가루의 일반 성분 분석은 AACC법(16)에 따라 수분함량은 air-oven법, 회분은 550°C 건식 회화법, 그리고 조단백질은 micro-Kjeldahl법으로 분석하였다.

마를 첨가한 스펀지 케이크의 제조

스펀지 케이크의 재료배합 및 제조는 Kim과 Lee(1)의 방법을 변형하여 Table 1 및 Fig. 1과 같이 사용하였으며, 본 실험에 사용한 대조구 스펀지케이크의 배합은 박력분 200 g, 신선란

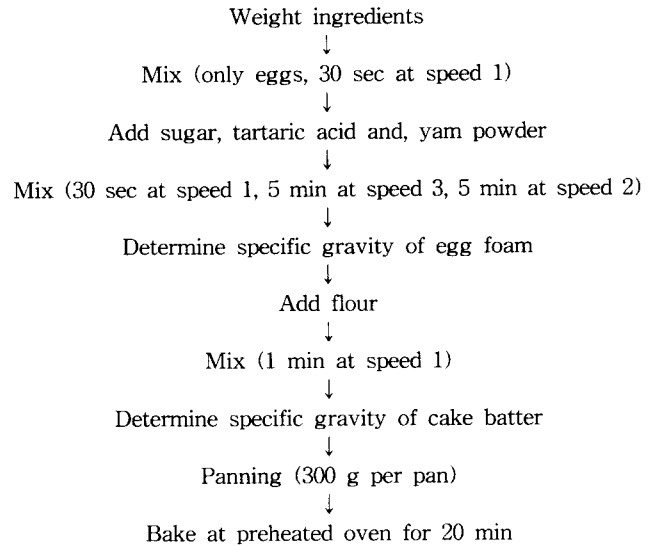


Fig. 1. Flow of sponge cake baking procedure.

300 g, 설탕 240 g, 주석산수소칼륨 1 g이며, 마는 HDYP 및 FDYP를 각각 밀가루 중량 100%를 기준하여(Baker's ratio) 3, 5, 7% 수준으로 첨가하였다. 믹싱이 완료된 케이크 반죽은 윗불 190°C, 아랫불 170°C로 예열된 오븐(Dae-Young Machinery Co., Korea)에서 20분간 구워 실온에서 2시간 정도 식힌 후 줍살을 이용하여 종자 치환법(17)으로 부피(cc)를 측정하였고, 단면을 잘라 template를 이용하여 5곳의 케이크 높이를 측정하여 AACC method 10-91(16)에 따라 symmetry index를 계산하였다. 그 후 polyethylene bag(thickness : 0.02 mm)에 보관하면서 품질특성에 관한 실험 및 관능 검사에 사용하였으며 모든 품질특성 평가는 케이크 제조 완료 후 12시간 이내에 실시하였다.

케이크 최종 수분함량은 crust를 제외한 케이크 중심부의 crumb을 이용하여 air-oven법에 따랐으며(16), 마첨가 케이크의 저장 안정성 예측을 위해 최종 제품의 수분 활성도를 digital 수분 활성도 측정기(CH-8303, Rotronics Co., Swiss)을 이용하여 측정하였다. 또한 굽기전의 반죽 중량과 굽고 난 후의 케이크의 중량의 차를 이용하여 굽기손실률(baking loss %)을 계산하였으며, 케이크의 crust 및 crumb color는 colormeter(CM-3400d, Minolta Co., Japan)를 이용하여 측정하였으며, L(명도), a(적색도), b(황색도) 및 ΔE값으로 나타내었다.

Table 1. Formula for sponge cakes containing yam powders

(Unit : g)

Ingredients	Ratio (%)	Control	HDYP			FDYP		
			3%	5%	7%	3%	5%	7%
Flour	100	200	200	200	200	200	200	200
Egg	150	300	300	300	300	300	300	300
Sugar	120	240	240	240	240	240	240	240
Potassium-hydro tartarate	0.5	1	1	1	1	1	1	1
Yam powder	Variable	-	6	10	14	6	10	14

Abbreviations : HDYP=Hot air-dried yam powder; FDYP=Freeze-dried yam powder.

달걀 거품 안정성(foam stability) 평가와 점도 측정

달걀 거품의 안정성과 점도 측정은 마 치리구중 중간수준의 5% HDYP 및 FDYP시료를 Mizkoshi(18,19)의 방법을 변형하여 다음과 같이 실시하였다. 즉, 케이크 제조 과정에 따라 일정량의 달걀, 설탕, 주석산 수소칼륨 및 마가루를 혼합하여 만든 거품을 거름종이(Whatman No. 2)를 간 깔대기에 19 g씩 덜어 윗면을 편평하게 한 뒤 거품이 마르지 않도록 plastic wrap을 씌우고 10 mL 메스실린더에 수직으로 세운 후에 총 8시간에 걸쳐 1시간 경과할 때마다 drip양을 기록하였다. 점도 측정은 거품 안정성 평가에서와 같은 방법으로 준비된 거품 500 mL을 비이커에 취하여 Brookfield 항온 수조(TC-500, Brookfield Eng. Labs., USA)에서 25°C로 유지하면서, Brookfield digital viscometer(Model LV, Brookfield Eng. Labs., USA)를 사용하여 spindle number 3, 4를 이용해 회전 속도 6, 30 rpm에서 각각 6회 측정하였고, 5% 농도의 마가루 현탁액의 점도는 spindle number 1을 사용하여 100 rpm에서 측정하였다.

달걀 거품과 케이크 반죽의 비중 측정

달걀 거품 및 케이크 반죽의 비중(specific gravity)은 AACC method 10-15(16)에 따라 케이크 제조과정 중 밀가루의 투입 전 달걀 거품과 투입 후의 반죽 무게를 재어 아래 식으로 각각 계산하였다.

$$\text{비중} = \frac{\text{케이크 반죽(달걀 거품)을 담은 컵무게} - \text{빈 컵무게}}{\text{물을 담은 컵의 무게} - \text{빈 컵무게}}$$

마 혼합 밀전분 겔 및 스폰지 케이크의 기계적 조직감

마 첨가가 스폰지 케이크의 구조형성과 최종제품의 경도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 8% 농도의 마 혼합 전분 겔을 Takahashi 등(20)의 방법을 변형하여 제조한 후 겔 조직감을 측정하였으며, 마 혼합 밀전분 겔의 조성비율은 Table 2와 같다. 겔시료는 500 mL 비이커에 증류수를 넣고, 각 시료별 계량된 재료를 담아 잘 혼합한 후 95°C로 예열된 Brookfield 항온 수조(TC-500, Brookfield Eng. Labs., USA)에 넣어 600 rpm의 digital stirrer(SS-20D, Hana Inst. Co., Korea)로 저으면서 30분간 호화액을 만든다. 겔용기(높이 3 cm, 직경 4.5 cm)둘레를 코팅종이로 덧대어 겔용기 옆면을 1 cm정도 높이 세우고, 만들어진 호화액을 덧댄 종이의 높이까지 부어 25°C에서 24시간 정도 방치하여 굳힌다. 그후 겔이 형성되었

Table 2. Formula of mixed gels containing wheat starch and yam powders

Gel samples	WS (%)	WF (%)	HDYP (%)	FDYP (%)
WS	8	-	-	-
WS+WF	4	4	-	-
WS+HDYP	4	-	4	-
WS+FDYP	4	-	-	4

Abbreviations : WS=Wheat starch ; WF=Wheat flour ; HDYP=Hot air-dried yam powder ; FDYP=Freeze-dried yam powder.

을 때 덧댄 종이를 떼어 내고 낚시줄을 이용하여 윗면을 겔용기 높이대로 편평하게 잘라 조직감 측정을 위한 시료로 준비하고, 케이크 crumb의 조직감 측정은 케이크의 중심부를 6×6×2.3 cm로 잘라서 2회 압착 실험을 실시하였으며, 이들의 조직감 측정에는 모두 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., England)를 사용하였으며, 각 측정치는 texture profile로부터 산출하였다. 그 측정 조건은 Table 3과 같다.

관능 검사

훈련된 식품영양학과 대학원생과 학부생 9명을 대상으로 케이크 시료를 정량적 묘사분석(quantitative descriptive analysis: QDA)방법을 사용하여 관능검사를 2회 실시하였으며 사용된 관능특성은 crust color, crumb color, 기공의 크기 및 균일한 정도, 단맛(sweetness), 달걀 비린내(egg smell), 마 풍미(yam flavor), 단단한 정도(firmness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 촉촉한 정도(moistness), 전반적인 기호도(overall acceptability) 등 12개 항목이며, 사용된 선척도는 15 cm 직선위에 좌로부터 우로 갈수록 특성 강도가 증가하도록 선의 양쪽에 용어 한계를 표시하였으며(21), 외관 평가중 기공의 균일한 정도는 우로 갈수록 특성 강도가 감소하도록 표시하였다. 시료는 8인치 케이크를 부채꼴 모양으로 12등분하여 흰색 접시에 담아 물과 함께 제공하였다.

통계적 분석 방법

모든 실험결과 data는 SPSS/PC+(Statistical Package for the Sience)에 의한 분산분석(ANOVA)을 실시하여 각 측정 평균값간의 유의성을 p<0.05 수준으로 던컨의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)을 사용하여 검정하였으며(22), 관능검사의 조직감 항목과 기계적 측정치간의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson의 상관분석을 이용하였다.

결과 및 고찰

마 첨가가 달걀 거품 형성 및 거품 안정성(foam stability)에 미치는 효과

달걀 거품의 비중 측정은 달걀 거품의 형성정도를 말하며, 그 측정결과는 Table 4에 나타내었고 달걀 거품의 안정성 측정 결과는 Fig. 2와 같다. 달걀 거품의 비중은 마 첨가량이 나 건조방법에 상관없이 측정 시료간에 유의적인 차이가 나

Table 3. Operation conditions of texture analyzer for wheat starch gels and sponge cakes containing yam powders

	Gel	Cake
Option	TPA (Texture profile analysis)	
Pre-test speed	2.0 mm/s	2.0 mm/s
Test speed	0.5 mm/s	1.0 mm/s
Post-test speed	5.0 mm/s	5.0 mm/s
Strain	50%	50%
Trigger type	Auto-100 g	Auto-40 g
Accessory	25 mm plexiglass cylinder probe (P/25P)	

타나지 않았다. 마가루 5% 첨가에 대한 달걀 거품의 안정성은 FDYP첨가구가 대조구나 HDYP첨가구에 비하여 시간당 유출량(drainage)이 적은 것으로 관찰되었다. 즉, 8시간 경과 후 HDYP 첨가구의 최종유출량은 대조구의 83%이고, FDYP 첨가구는 16%에 불과하였다. 이것으로 달걀 거품은 HDYP보다 FDYP에서 더 안정성이 높은 것을 알 수 있으며, 이러한 특성은 최종 스펀지케이크 제품이 될 때까지 기포(air cell)를 지지하는데 기여할 것이라고 기대하였다. 또한, 달걀 거품의 안정성은 점도변화에 의하여 영향을 받는 것으로 알려져 있으므로(13), 마 첨가가 달걀거품의 점도를 어떻게 변화시키는지 관찰한 결과(Fig. 3), 대조구와 HDYP 5% 첨가구는 유의적인 점도 차이가 나타나지 않았으나, FDYP 5% 첨가구는 유의적으로 높은 점도를 나타내었다. 이것으로 FDYP에 의한 거품의 점도 상승은 거품의 안정성 향상과 직접적으로 관련되어지는 것으로 보이며, 이와 같이 달걀 거품 안정성과 점도에 대하여 마 점질물의 효과가 특히 FDYP 첨가구에서 더 잘 나타났다. 이것은 본 실험에서 5% FDYP와 HDYP현탁액의 점도 측정치가 각각 2.56 ± 0.39 , 0.99 ± 0.12 cPs로 FDYP의 점성이 더 높을 것과 관련하여 Lee와 Kim(23)이 보고한 바와 같이 마의 동결건조가 열풍건조보다 점성의 보존

성이 더 우수하기 때문으로 추정된다.

마 첨가 케이크의 baking 특성 비교

마첨가 스펀지 케이크의 baking특성은 Table 4와 Fig. 4에 나타내었다. 케이크 반죽의 비중은 대조구와 비교하여 마첨가구 모두에서 유의적으로 증가하였으며, 이와 같이 마첨가로 케이크반죽이 무거워지는 이유는 첨가된 마가루가 반죽내 달걀액에 일부 용해된 체 점질액으로 작용하여 밀가루와 함께 달걀 거품의 겉표면에 엉겨붙어 기포벽(air cell wall)을 두껍게 하므로써 달걀 흰자의 표면변성에 의한 더 이상의 얇은 막(thin film)형성이 억제되기 때문으로 생각되어진다(12). 굽기과정에서의 수분손실(baking loss)은 대조구와 실험구간에 유의적 차이 없이 약 12%였으며, 케이크의 부피는 HDYP 첨가구에서 7% 첨가로 부피감소를 보였다. FDYP 첨가구에서는 마 첨가 5% 이상에서 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 첨가비율이 증가함에 따라 HDYP 첨가 케이크보다 부피 감소폭이 증가되었는데, 이는 케이크 반죽 비중이 증가할수록 부피는 감소함을 알 수 있다(Fig. 4). 이것은 마 첨가로 공기를 포집하고 있는 달걀 거품의 충분한 팽창보다는 오히려 stress를 가했기 때문으로 추측된다. 이와 관련하여 FDYP첨가 케이크의 내상(grain)은 기포벽이 두껍고 작은 기포가 빈번하게 발견되는 한편, 조직이 균테균

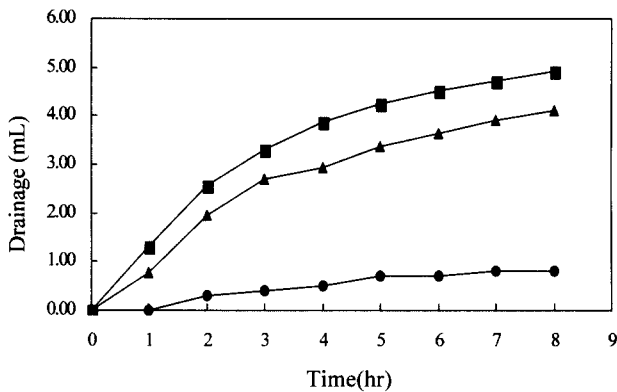


Fig. 2. Effects of added 5% HDYP and 5% FDYP on egg foam ($25 \pm 1^\circ\text{C}$) stability. ■: control, ▲: 5% HDYP, ●: 5% FDYP

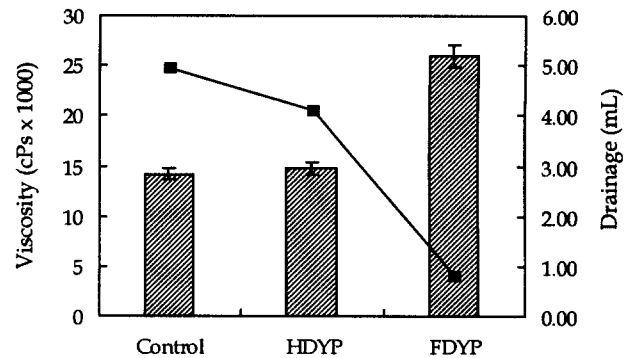


Fig. 3. Viscosity and drainage (8 hr) of egg foam containing 5% yam powders. ▨: Viscosity, ■: Drainage

Table 4. Baking properties of sponge cakes containing yam powders

Properties	HDYP				FDYP			
	0%	3%	5%	7%	0%	3%	5%	7%
Specific gravity								
Egg foam	0.29 ^{a1)}	0.31 ^a	0.30 ^a	0.30 ^a	0.29 ^a	0.29 ^a	0.30 ^a	0.30 ^a
Cake batter	0.46 ^a	0.48 ^b	0.49 ^b	0.50 ^b	0.46 ^a	0.49 ^a	0.53 ^b	0.52 ^b
Cake crumb								
Cake volume (cc)	1233 ^{ab}	1246 ^{ab}	1263 ^b	1203 ^a	1233 ^b	1223 ^b	1166 ^a	1127 ^a
Specific volume (cc/g)	4.69 ^{ab}	4.74 ^b	4.77 ^b	4.56 ^a	4.69 ^b	4.62 ^b	4.40 ^a	4.25 ^a
Symmetry index	2.2 ^b	2.2 ^b	1.9 ^{ab}	1.6 ^a	2.2 ^c	1.8 ^{bc}	1.4 ^{ab}	0.9 ^a
Baking loss (%)	12.3 ^a	12.3 ^a	11.8 ^a	12.1 ^a	12.3 ^a	11.7 ^a	11.7 ^a	11.6 ^a
Total moisture (%)	31.3	30.9	30.7	30.7	31.3	30.3	31.1	30.6
Water activity	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88 ^b	0.87 ^a	0.88 ^a

Abbreviations : See footnote of Table 1.

¹⁾Means of at least of more than six replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).

데 무너져 생긴 커다란 tunnel이 다수 발견되었다(Fig. 5). 스폰지 케이크의 외관은 마를 첨가할수록 대칭성의 값(symmetry index)이 작아지면서 케이크의 윗면이 평평해졌고, 그 정도는 대조구와 비교해서 FDYP 첨가구에서 현저하게 변화됨을 알 수 있다. 이는 오븐속에서 케이크 반죽이 팽창할 때, 대조구의 경우 중심부가 높게 팽창하는 반면 마첨가구는 평평하게 나타나는데, 이러한 결과는 baking시 케이크 반죽 내 열전달 기전이 마첨가구와 대조구간에 상이함이 있음을 보여준다(13). 또한 HDYP나 FDYP를 7%이상 첨가시에는 케이크 내부구조의 심한 tunnel형성과 겉표면의 주름형성정

도가 심하여 기본 케이크의 형태를 유지할 수 없었기 때문에 실험계획에서 제외되었다.

마 첨가율에 따른 케이크 배합비의 가수량 조절은 예비실험에서 고려되었으나, 케이크의 최종품질에 있어서 각 마 첨가구간에 차이가 없었기 때문에 별도의 추가 가수량을 고려하지 않고, 일률적인 배합비를 적용하였다. 이에 따라 케이크의 최종 수분함량은 30.3~31.3% 범위였으며, 수분 활성도는 0.87~0.88로 마 첨가에 의하여 영향을 받지 않았다.

색도 변화

Table 5에 의하면 마가루의 명도를 나타내는 L값이 HDYP가 FDYP에 비해 낮게 나타나 어두운 것은 열풍 건조에 의한 갈변화에 기인하는 것으로 보여지며, 마첨가 케이크의 crust와 crumb color를 측정된 결과(Table 6), crust color는 HDYP첨가구와 FDYP첨가구에서 첨가 비율이 증가할수록 L값이 51.16에서 47.81, 46.81로 각각 감소하여 어두워졌고 적색도(a값)는 각 실험구간에 유의적 차이가 없으며 황색도(b값)는 HDYP첨가구에서는 7% 첨가구가, FDYP첨가구에서는 5, 7% 첨가구에서 감소함을 나타내었다. Crumb color에서도 crust color의 경향과 크게 벗어나지 않았으며, HDYP 첨가구와 FDYP 첨가구 모두에서 첨가비율이 증가함에 따라 명도값이 낮아져 어두워졌다. 적색도는 전체적으로 유의적 차이가 없었으며, 황색도는 마 첨가비율이 증가함

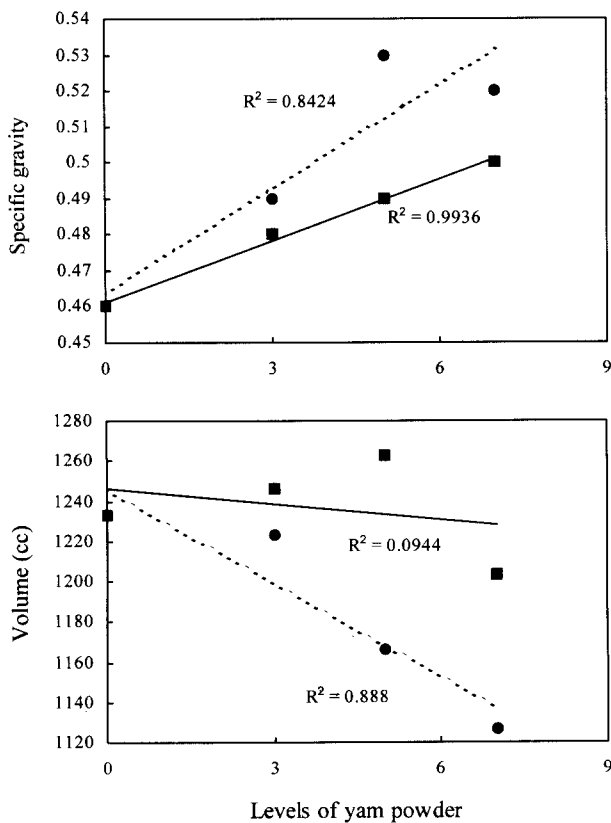


Fig. 4. Regression curves for specific gravity of cake batter and cake volume on the various levels of yam powders. ● : FDYP, ■ : HDYP

Table 5. Color of yam powders

Yam powder	Hunter color values ¹⁾			
	L	a	b	ΔE
HDYP	84.60 ^{a2)}	1.90 ^a	14.81 ^a	19.51 ^a
FDYP	88.81 ^b	-0.49 ^b	9.91 ^b	12.95 ^b

Abbreviations : See footnote of Table 1.

¹⁾L: Measures lightness and varies from 100 for perfect white to zero black.

a : Measures redness when plus, gray when zero and greenness when minus.

b : Measures yellowness when plus, when zero, and blueness when minus.

ΔE: $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$, color difference.

²⁾Means of three replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).

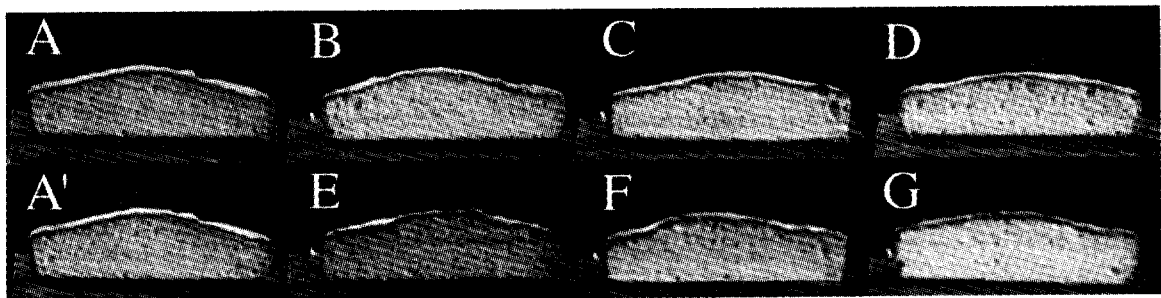


Fig. 5. Cross-sectional view of sponge cakes with the addition of yam powder. (A, A') control; (B), (C), (D) with FDYP (freeze-dried yam powder) at the levels of 3, 5, 7%, respectively; (E), (F), (G) with HDYP (hot air-dried yam powder) at the levels of 3, 5, 7%, respectively.

Table 6. Crust and crumb color of sponge cakes containing yam powders

	Levels of yam powder	Hunter color values ¹⁾							
		Crust color				Crumb color			
		L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
HDYP	0%	51.16 ^{b2)}	14.65 ^a	26.89 ^b	0.00 ^a	81.67 ^c	2.56 ^{ab}	36.63 ^c	0.00 ^a
	3%	49.90 ^b	14.93 ^a	26.75 ^b	1.80 ^b	80.83 ^b	2.71 ^b	36.06 ^{bc}	1.96 ^b
	5%	49.71 ^{ab}	15.14 ^a	26.77 ^b	2.53 ^b	80.14 ^a	2.44 ^a	35.24 ^{ab}	2.75 ^c
	7%	47.81 ^a	14.84 ^a	25.78 ^a	4.10 ^c	80.02 ^a	2.47 ^{ab}	34.44 ^a	3.21 ^c
FDYP	0%	51.16 ^b	14.65 ^a	26.89 ^c	0.00 ^a	81.67 ^c	2.56 ^{bc}	36.64 ^d	0.00 ^a
	3%	48.56 ^a	14.69 ^a	26.08 ^b	3.32 ^b	80.50 ^b	2.60 ^c	35.60 ^c	2.15 ^b
	5%	47.51 ^a	14.79 ^a	25.32 ^a	4.31 ^b	79.76 ^a	2.30 ^{ab}	34.60 ^b	3.72 ^c
	7%	46.81 ^a	14.66 ^a	25.18 ^a	4.90 ^b	80.01 ^{ab}	2.18 ^a	33.04 ^a	4.46 ^c

Abbreviations: See footnote of Table 1.

¹⁾L, a, b and ΔE are same as Table 5.

²⁾Means of twelve replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).

에 따라 감소하였다. 전체적으로 마 첨가구에서 명도값이 낮아진 것은 마가루 가공 중 열처리로 환원당 감소와 동시에 갈색도 증가가 나타나는 것과 마찬가지로(23), 케이크 굽기과정 중에 마가루의 잔존 환원당과 배합비 내의 아미노화합물과의 마이알 반응에 의한 갈색화에 기인하는 것으로 생각된다. 또한, 각각의 색차로부터 얻어진 ΔE값의 마 첨가비율에 따른 유의적 증가는 마첨가가 스펀지 케이크의 색 변화를 확연히 가져다줄 수 있다.

마첨가 케이크 및 밀전분겔의 조직감

Texture analyzer로 케이크 crumb을 2회 압착하여 얻은 마 첨가 케이크의 텍스쳐어 측정결과는 Table 7과 같다. 케이크의 최종 수분함량은 30.3~31.3%로 시료들간에 유의적인 차이가 없었으며(Table 4), HDYP 및 FDYP첨가구 케이크의 경도(hardness)는 첨가 비율이 증가할수록 상승하였으며, 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness)이 감소하고, 겹성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)은 증가하였다. 이와 같은 경향은 FDYP첨가구에서 뚜렷하게 나타났으며, 이는 마가루가 스펀지 케이크의 조직감 향상에 기여하지 않는다는 것을 나타내며, 마 첨가 케이크 반죽의 비중 측정에서 본 결과와 같이 마 가루내 점질물이 케이크 반죽을 전체적으로 무겁게 만드는 동시에 기포의 얇은막 형성과 기포의 팽창

을 방해하여 케이크의 내부조직을 단단하게 만들었기 때문이라고 생각되어진다. 이것으로부터 마 첨가 케이크 조직감에 있어서는 마 점질물의 보존이 더 우수한 FDYP보다는 HDYP의 사용이 더 유리하다고 생각한다.

일반적으로 케이크의 식품 체계내에서 전분은 water sink로써 작용하며, 케이크 반죽의 가열 팽창시 달걀 단백질과 함께 기포를 지지하여 가스 보유력을 좋게해 주어 결과적으로 케이크의 구조적 골격 형성에 중요한 역할(24)을 하는데, 실제적으로 케이크의 식품체계에서 전분의 겔형성에 마가 어떠한 영향을 미치며, 나아가서 케이크의 전체적인 구조적 특성을 어떻게 변화시킬 지 예측하기 위하여 마가루 HDYP나 FDYP와 밀전분으로 만든 8% 농도의 혼합겔을 만들어 Texture analyzer로 조직감을 분석한 결과(Table 8) 마가 첨가된 밀전분 혼합겔(WS+HDYP, WS+FDYP)이 밀전분과 밀가루 혼합겔(WS+WF)이나 밀전분으로만 형성된 겔(WS)보다 경도가 높았고, 부서짐성(fracturability), 응집성(cohesiveness) 및 씹힘성(chewiness)의 특성치도 유의적으로 높게 나타나 마첨가는 케이크의 식품체계에서 전분이 겔을 형성하여 케이크의 구조적 형태를 유지하는 데는 유리할 것으로 생각되나, 이미 언급된 바와 같이 케이크의 조직감이 마첨가로 단단해지는 결과를 가져왔다.

Table 7. Textural characteristics of sponge cakes containing yam powders

	Levels of yam powder	HD (g)	AD (g)	SPR	COH	GUM	CHW
HDYP	0%	389.29 ^{a1)}	0.22 ^a	1.020 ^b	0.558 ^c	217.04 ^a	220.61 ^a
	3%	399.66 ^a	-0.90 ^a	1.000 ^a	0.554 ^b	220.87 ^a	220.82 ^a
	5%	419.22 ^{ab}	-1.11 ^a	0.990 ^a	0.552 ^a	231.22 ^{ab}	228.82 ^{ab}
	7%	458.10 ^b	-1.05 ^a	0.985 ^a	0.550 ^a	252.00 ^b	248.02 ^b
FDYP	0%	389.29 ^a	0.22 ^a	1.020 ^b	0.558 ^c	217.04 ^a	220.61 ^a
	3%	443.26 ^b	-0.95 ^a	0.987 ^a	0.555 ^b	246.04 ^b	242.39 ^b
	5%	569.84 ^c	-1.11 ^a	0.975 ^a	0.545 ^a	310.66 ^c	300.34 ^c
	7%	545.03 ^c	-0.67 ^{ab}	0.969 ^a	0.544 ^a	296.52 ^c	287.64 ^c

Abbreviation : HDYP=Hot air-dried yam powder; FDYP=Freeze-dried yam powder; HD=Hardness; AD=Adhesiveness; SPR=Springiness; COH=Cohesiveness; GUM=Gumminess; CHW=Chewiness.

¹⁾Means of twelve replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).

Table 8. Textural characteristics of gels made with wheat starch and yam powders

Gel sample ¹⁾	HD (g)	AD (g)	SPR	COH	GUM	CHW
WS	79.67 ²⁾	-243.75 ^a	56.70 ^b	1.39 ^b	12301.22 ^a	175.44 ^b
WS+WF	93.58 ^a	-213.53 ^a	0.42 ^a	0.03 ^a	34493.85 ^b	5.22 ^a
WS+HDYP	158.00 ^b	-143.78 ^b	0.98 ^a	1.91 ^c	310.47 ^a	295.19 ^c
WS+FDYP	115.59 ^{ab}	-39.81 ^c	0.98 ^a	1.60 ^b	186.62 ^a	214.74 ^b

Abbreviations : HD, AD, SPR, COH, GUM and CHW are same as Table 7.

¹⁾See footnote of Table 2.

²⁾Means of twelve replicates in which the same superscripts in each column are not significantly different (p<0.05).

관능검사 결과

케이크의 부피와 외관이 대조구와 크게 차이가 나지 않는 범위의 마침가 수준으로 판단된 HDYP와 FDYP 5%를 각각 첨가한 케이크를 관능검사 시료로 채택하여 마의 건조 방법 간에 스펀지 케이크의 관능적 품질을 정량적 묘사분석(QDA: quantitative descriptive analysis)방법을 통하여 비교하였다(Fig. 6).

외관 평가에서 crust color는 FDYP 5% 첨가구가 대조구 및 HDYP 5% 첨가구에 비하여 더 짙은색을 가지는 것으로 평가되어 기계적 측정치와 일치하였고, crumb color는 시료 간에 차이가 나타나지 않았다. 케이크의 기공 크기는 세 가지 시료가 서로 유사하며, 다만 기공의 균일도에 있어서 FDYP 첨가구가 유의적으로 큰 점수를 얻어 다소 열등한 것으로 나타났다. 단맛에 대한 평가는 시료간 차이가 없었고, 달걀 비린내(egg smell)는 마침가구가 대조구에 비하여 상대적으로 덜하다고 평가되어 마침가는 일반적인 스펀지 케이크의 달걀비린내를 감소시킬 수 있다고 하겠다. 마 풍미는 두 마침가구가 대조구에 비하여 뚜렷하게 감지되는 것으로 평가되었다. 조직감은 FDYP 첨가구가 대조구나 HDYP에 비하여 더 단단한 것으로 나타났으며, 부착성(adhesiveness)과 탄력성

(springiness), 촉촉한 정도(moistness)는 세 가지 시료가 유사하였으며, 이에 대한 전반적 기호도는 마침가 케이크가 대조구와 유사하며 모두 우수하다고 평가되었다.

결과적으로 스펀지 케이크에 있어서 마침가는 향미에 나쁜 영향을 미칠수 있는 달걀 비린내(egg smell)를 상대적으로

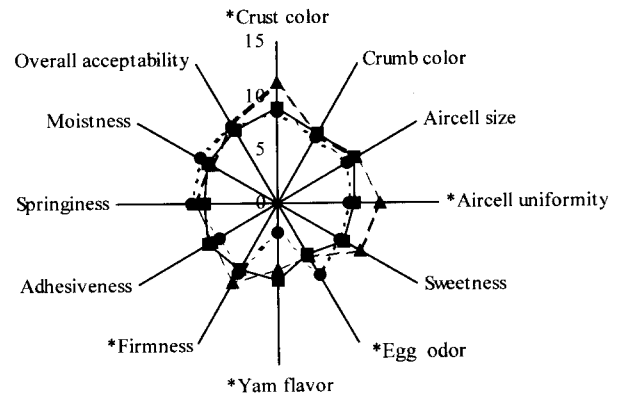


Fig. 6. QDA profile of sponge cakes containing yam powders for appearance, flavor, texture and overall acceptability.

*Significant at p<0.05

● : Control, ■ : 5% HDYP, ▲ : 5% FDYP

Table 9. Correlation between sensory evaluation and texture measurement of sponge cakes containing yam powders

	HD	AD	SPR	HD (T)	AD (T)	SPR (T)
Control	HD ¹⁾					
	AD	-0.343				
	SPR	-0.072	0.569			
	HD (T) ²⁾	0.951**	-0.330	-0.011		
	AD (T)	-0.508	0.314	0.272	-0.471	
	SPR (T)	-0.782	0.664	0.151	-0.810**	0.539
HDYP 5%	HD					
	AD	-0.323				
	SPR	-0.553	0.078			
	HD (T)	0.957**	-0.338	-0.482		
	AD (T)	-0.012	-0.109	0.088	-0.113	
	SPR (T)	-0.692	0.346	0.194	-0.764**	0.320
FDYP 5%	HD					
	AD	0.281				
	SPR	-0.528	0.189			
	HD (T)	0.950**	0.284	-0.569		
	AD (T)	-0.242	0.013	0.284	-0.487	
	SPR (T)	-0.553	-0.526	0.105	-0.657*	0.553

Abbreviations : HD=Hardness ; AD=Adhesiveness ; SPR=Springiness.

¹⁾Factors from sensory evaluation.

²⁾Factors from texture profile analysis.

*,**Significant at p<0.05 and p<0.01, respectively.

로 감소시킬 수 있으며, 은은한 마풍미가 느껴지는 스펀지 케이크의 제조가 가능하다고 하겠다. 또한, 관능검사로 확인한 스펀지 케이크의 조직감 특성중 단단함(firmness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness)에 대하여 각각의 기계적 측정치와의 상관관계를 알아보면(Table 9) 케이크의 관능적 정도와 기계적 측정치의 정도는 모든 시료에서 높은 정도의 상관관계를 보였고, 기계적 측정치 내에서 정도와 탄력성은 부의 상관관계를 나타내었다.

요 약

국내산 참마를 스펀지 케이크 제조에 이용하고자 열풍건조와 냉동건조로 각각 가공된 두 가지 마가루를 케이크 배합비에 3, 5, 7%의 비율로 각각 첨가하여 케이크의 식품체계에 어떤 영향을 미치는지 알아보았다. 달걀 거품의 비중, 점도 및 안정성을 측정하고, 그에 따른 최종 케이크 품질을 물리적, 관능적 특성을 조사하였다. 이들의 결과에서 건조방법이 다른 두 종류의 마가루는 모두 달걀의 거품 형성능에는 영향을 미치지 않았으며, 달걀 거품의 점도는 FDYP 첨가구가 대조구와 HDYP첨가구보다 유의적으로 높아 달걀거품 안정성에 있어서 매우 효과적인 것으로 나타났다. 그러나 밀가루 투입 후 케이크 반죽 비중은 마가루 첨가로 증가하여 그에 따른 케이크 부피는 마 첨가율이 증가할수록 감소하였으며 그 감소폭은 FDYP 첨가 케이크에서 HDYP 첨가 케이크보다 크게 나타났다. Texture analyzer를 이용하여 조사한 마 첨가 케이크의 조직감은 마 첨가 비율 증가에 따라 경도, 감성, 씹힘성이 증가하였으며, 그 경향은 HDYP보다 FDYP에서 현저하게 나타났다. 마의 건조방법이 스펀지 케이크 관능검사에 미치는 영향을 조사하기 위하여 부피와 외관이 비교적 양호한 HDYP 및 FDYP 5% 첨가구를 대조구와 함께 정량적 묘사분석을 실시한 결과, HDYP 첨가는 향미를 제외하고 모든 관능 특성에서 대조구와 유사하게 나타났으며, 반면에 FDYP첨가는 케이크의 crust color를 어둡게 하며 불균일한 기포와 비교적 단단한 조직감을 나타내었다. 마첨가로 케이크의 향미는 은은한 마향(yam flavor)이 증가하였고 본래 스펀지 케이크의 달걀비린내는 감소되었다. 스펀지 케이크 배합에는 FDYP 첨가보다 HDYP 첨가가 유리하며, 케이크의 부피, 단단한 정도와 내부구조 및 기공의 균일도를 고려한 HDYP와 FDYP의 최대첨가 수준은 각각 7%, 5%가 가능한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 1999년도 창원대학교 학술진흥재단에서 지원된 연구비로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Kim, C.S. and Lee, Y.S. : Characteristics of sponge cakes with replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar

alcohols. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **13**, 204-212 (1997)

2. Amanda, M.F. and Carole, S.S. : Optimizing texture of reduced-calorie yellow layer white cakes. *Cereal Chem.*, **69**, 338-343 (1991)

3. Ha, S.M., Lee, C., Lee, Y.C. and Kim, K.O. : Propertise of chitosan hydrolysis and their influence on the quality of shortened cake. *Food Sci. Biotechnol.*, **8**, 113-117 (1999)

4. Ahn, J.M. and Song, Y.S. : Physico-chemical and sensory characteristics of cakes added sea mustard and sea tangle powder. *Korean J. Soc. Food Nutr.*, **28**, 534-541 (1999)

5. 황금희, 김현구 : 기능성 식품 소재로서 생물 활성 천연물과 국내 연구동향. *식품과학과 산업*, **28**, 75-105 (1995)

6. Kwon, M.Y. and Sung, H.J. : Immunity fuction modulate of complement activity polysaccharide. *Korean J. Soc. Food Sci. Technol.*, **30**, 30-43 (1997)

7. Lim, S.J. and Kim, M.W. : Hypoglycemic effects of Korean wild vegetables. *Korean J. Nutr.*, **25**, 511-517 (1992)

8. Kim, M.W. : Effects of H₂O fraction of *Dioscorea japonica* Thunb with vitamin E on glucose and lipid metabolism in streptozotocin induced diabetic rats. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **13**, 500-506 (1997)

9. Kim, M.W. and Lim, S.J. : Effects of fraction of *Dioscorea japonica* Thunb on blood glucose level and energy metabolism in streptozotocin induced diabetic rats. *J. Korean Nutr.*, **31**, 1093-1099 (1998)

10. Kwon, C.S., Son, I.S., Shim, J.H., Kwon, I.S. and Chung, K.M. : Effects of yam lowering cholesterol levels and its mechanism. *Korean J. Nutr.*, **32**, 637-643 (1999)

11. Koo, M.C. and Kwon, C.S. : Properties of cookies made of flour and Chinese yam powder. *Food Sci. Biotechnol.*, **8**, 341-343 (1999)

12. Bennion, E.B. and Bamford, G.S.T. : *The Technology of Cake Making*. 6th ed., Blackie Academic & Professional, London, p.275-288 (1997)

13. Miller, R.A. and Hosenev, R.C. : The role of xanthan gum in white layer cakes. *Cereal Chem.*, **70**, 585-588 (1993)

14. Song, J.C. and Park, H.J. : *Physical, Functional, Textural and Rheological Properties of Foods*. Ulsan University Press, Ulsan, p.608-611 (1996)

15. Xie, Y.R. and Hetciarachy, N.S. : Xanthan gum effects on solubility and effects on solubility and emulsification properties of soy protein isolate. *J. Food Sci.*, **62**, 1101-1104 (1997)

16. AACC : *Official Methods of the AACC*. 8th ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, M.N. (1986)

17. Pyler, E.J. : *Baking Science and Technol.* 3rd ed., Sosland Co., Marriam, KS, Vol. II, p.904-905 (1988)

18. Mizkoshi, M. : Model studies of cake. III. Effects of silicone on foam stability of cake batter. *Cereal Chem.*, **60**, 396-399 (1983)

19. Mizkoshi, M. : Model studies of cake. IV. Foam draining in cake batter. *Cereal Chem.*, **60**, 399-402 (1983)

20. Takahashi, S., Maningat, C.C. and Seib, P.A. : Acetylated and hydroxyl propylated wheat starch, paste and gel properties compared with modified maize and tapioca starches. *Cereal Chem.*, **66**, 499-506 (1989)

21. Kim, K.O., Kim, S.S., Sung, N.K. and Lee, Y.C. : *Methods & Application of Sensory Evaluation*. Sinkwang Press, Seoul (1997)

22. Lee, K.H., Park, H.C. and Her, E.S. : *Statistics and Data Analysis Method*. Hyoil Press, Seoul, p.253-296 (1998)

23. Lee, B.Y. and Kim, H.K. : Quality properties of Korean yam by various drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 877-882 (1998)

24. Kim, C.S. : The role of ingredients and thermal setting in high-ratio layer cake system. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 520-529 (1994)

(2000년 11월 1일 접수)