

## Waxy Maize Starch의 대체물을 달리하여 제조한 옐로우 레이어 케이크의 특성

송 은 승 · 강 명 화<sup>†</sup>

호서대학교 식품영양학과

### The Properties of Yellow Layer Cakes Made by Different Substituting Levels of Waxy Maize Starch for Shortening

Eun-Seung Song and Myung-Hwa Kang<sup>†</sup>

Dept. of Food Sciences and Nutrition, Hoseo University

#### Abstract

Waxy maize starches are inherently stable in soluble status and can be chemically modified to improve stability along with heat, acid and shear resistance. This study was carried out to investigate the effect of rheological and sensory characteristics of the yellow layer cake made by adding different levels of waxy maize starch as a fat substitute for shortening. By increasing the substitution level of waxy maize starch for shortening, the specific gravity of cake batter increased and the viscosity decreased. The microstructures of cake crumb observed by the scanning electron microscope were not different significantly, and the size of air cells and fat particles also were not substantially decreased by increasing fat substitution level. The texture profile analysis using texture analyzer decreased by increasing the different substituting levels of waxy maize starch. Among various sensory properties, the color value of layer cake increased by increasing the level of waxy maize starch. However, the appearance, flavor, taste, texture and overall preference decreased.

Key words : Layer cake, texture profile, sensory evaluation, waxy maize starch.

#### 서 론

최근 지방의 일부 또는 전체를 대신할 수 있는 물질로서 maltodextrin, rice flour, modified food starches, hydrolyzed oat flour 또는 polydextrose와 같은 다양한 탄수화물계 지방 대체물이 개발됨에 따라, 식품산업계에서는 지방대체물을 사용하여 칼로리를 낮춘 다양한 제품을 개발하려는 연구가 다각도로 이루어지고 있다(Song et al 2001, 2002a, 2002b, Paula et al 1994). 탄수화물을 기초로 한 지방대체물로는 gums, starch, pectin, cellulose, corn syrup, polyol 등이 있고, 안정제 및 증점제의 역할로 사용되어왔다. 이들은 비교적 넓은 온도 범위에서 안정하고, 경화현상을 억제하는 장점이 있으나, 튀김매체로는 사용하기 어렵고, 수분 활성도를 증가시켜 제품의 품질을 저하시키는 단점이 있다. 이들은 지방이 내는 열량의 1/2이하로 내고, 식감과 저항성 향상 및 재료비 절감 효과가 있어(Kamel, et al 1983, Frank et al 1997) 저 열량 식품을 생산하기 위해 다양한 식품에 적용되고 있다(Kim

et al 2002, Miller & Hoseney 1993, Chen et al 1988).

전통적인 레이어 케이크는 지방과 설탕을 다량 함유하는 고 열량 식품으로 기능성 및 저 열량 식품을 선호하는 소비자들의 기호를 충족시키기에는 매우 어려운 실정이다. 따라서 고 열량 케이크의 단점을 보완하면서 지방질이 식품에 부여하는 각종 기능적 특성을 제공하는 저 열량 제품개발에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Kim & Lee 1997, Pierce & Walker 1987, Judie 1988). 전통적인 레이어 케이크를 제조하는데 사용되는 쇼트닝 함량은 10~12%로, 지방 첨가량이 많을수록 부드러운 정도와 풍미가 좋았다고 입자가 굽고 균일하게 되어 보다 촉촉한 질감을 갖게 될 뿐만 아니라(Moon et al 1995, Donald 1984) 굽는 동안 전분의 호화를 촉진시킨다(Lin 1994). 특히 반죽의 공기 혼입을 돋고 점도를 증가시키며 쇼트닝의 양이 증가할수록 케이크의 변형력이 감소하여 조직감이 부드러워졌다고 한다(Duxbury 1991, Alan & Luci 1995, Ruth et al 1966, Lisa 1991, Wootton et al 1967, Berglund & Hertsgaard 1986).

제과 및 제빵 공정 시 지방 대신 지방대체물의 첨가는 식품의 안정성, 크림성 및 수분 보유력을 증가시켜 대체사용이 가능하다고 한다(Paula et al 1994). Song et al(2001)은 탄수

<sup>†</sup>Corresponding author : Myung-Hwa Kang, Tel : 041-540-5973,  
Fax : 041-548-0670, E-mail : mhkang@office.hoseo.ac.kr

화물계 지방 대체물을 이용하여 저 열량 레이어 케이크의 품질 개선에 관한 연구결과 당알콜계 지방대체물인 polydextrose를 쇼트닝 중량에 대해 25% 대체 시 질감 및 외형에서 좋은 효과가 있다고 보고하였고, hydrolyzed oat flour의 첨가량을 달리하여 제조한 저 열량 레이어 케이크의 최적 첨가비율 결정을 위한 연구 결과, 쇼트닝 대체 45%에서 기계적 측정결과 가장 우수하였고 지방 대체율이 크게 증가하여도 판능 평가에서 우수한 것으로 보고하였다(Song et al 2002a). 또한 Kim et al(2001)은 저항 전분을 이용한 케이크가 소장에서 소화 흡수되지 않고 대장에서 발효되어 단쇄 지방산을 생성하여 혈중 당, 인슐린 및 콜레스테롤 농도를 감소시키고 대장암 예방에 효과가 있는 것으로 보고하였다.

Waxy maize starch은 저항전분의 한 종류로 산에 의해 가수분해하여 미세한 분말을 만든 후 높은 압력하에서 물과 함께 섞어주면 물 속으로 매우 작은 입자가 망구조를 형성하면서 결정된다(Duxbury 1991, Suh et al 2001, Sanchez et al 1995, Anon 1990). 특히, 일반 maize가 72~76%의 아밀로펙틴과 24~28%의 아밀로오스로 이루어진 반면, waxy maize는 99% 이상이 아밀로펙틴으로 이루어져 있어 점성, 겹성 및 크림성을 부여하는 특징이 있다(Scott & Melissa, 1999).

따라서 본 연구에서는 엘로우 레이어 케이크의 재료 중 쇼트닝 대신 시판 탄수화물계 지방대체물인 waxy maize starch의 사용 가능성을 측정하고, 저 열량 레이어 케이크를 제조하기 위한 최적 비율을 결정하기 위해 여러 가지 비율로 대체하여 제조한 케이크의 물리적 및 관능적 특성을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

케이크의 주재료인 밀가루(회분함량 0.43% 이하, 제일제당), 쇼트닝(동서유지), 설탕(삼양설탕)은 시장에서 구입하였고, 달걀은 신선란을 구입하여 알끈을 제거한 후 사용하였다. 지방대체물은 시판되고 있는 waxy maize starch(National Starch & Chemical Co., Bridgewater, NJ, USA)를 사용하였으며, 건조 분말형태로 반죽혼합 중에 첨가하였다.

### 2. 엘로우레이어 케이크의 제조

케이크 제조를 위한 표준재료 배합은 Donald(1984)의 방법에 따랐으며 표준 엘로우 레이어 케이크의 배합비는 Table 1과 같다.

건조재료인 밀가루와 탈지분유, 베이킹 파우더는 체에 걸렸고, 10단계의 속도를 지닌 반죽 혼합기(K5SS, Kitchen Aid Inc., USA)를 이용하여 3단계로 나누어 반죽하였다. 1단계에

Table 1. Formula for layer cake

Ingredients	Substitution level (%)				
	0	25	35	45	55
Flour	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Sugar	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
Whole egg	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Shortening	45.00	33.75	29.25	24.75	20.25
Waxy maize starch	0.00	11.25	15.75	20.25	24.75
Salt	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Baking powder	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
Water	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00

서는 speed 2로 2분간 쇼트닝을 연화시킨 후 소금, 설탕과 지방대체물을 넣고 3분간 더 혼합하였다. 2단계에서는 계란을 소량씩 30초 간격으로 넣어주면서 speed 6으로 5분간 혼합하여 크림을 만들어, 크림 형성이 끝난 다음 고무 달린 주걱으로 혼합 볼 안쪽 면에 붙어있는 반죽을 긁어 내렸다. 마지막 단계에서는 밀가루와 나머지 체에 친 건조재료, 물을 붓고 speed 2로 1분간 혼합, 직경 8 inch의 원형 팬에 유산지를 깔고 300 g의 반죽을 180°C로 미리 예열된 오븐에서 35분간 구웠으며, 구운 케이크를 실온에서 2시간 식힌 후 각종 분석에 사용하였다.

### 3. 비중 측정

반죽의 비중은 3단계 혼합을 마친 후 즉시 측정하였다. 이 때 중류수의 밀도는 1.0 g/cc로, 같은 부피의 컵을 이용하여 빈 컵의 무게와 중류수를 가득 채웠을 때의 무게, 그리고 반죽을 가득 채웠을 때의 무게를 재어 총 반죽의 중량을 총 물의 중량으로 나누어 비중을 측정하였다(Kim 1997).

### 4. 점도 측정

반죽의 점도는 Brookfield Digital Viscometer(Model LVTDV-I, Stoughton, USA)를 이용(Ebeler et al 1986)하여 3단계의 반죽이 끝난 후 반죽 70 g씩을 비이커에 취하여 6 rpm에서 No. 4 spindle을 이용하여 10초 간격으로 1분간 측정하였고 7회 반복 측정하였다.

### 5. 주사전자현미경(Scanning electron microscope) 촬영

재료의 혼합이 끝난 즉시 반죽 4 g을 -70°C로 고정된 Deep freezer에서 하루 동안 냉동시킨 후 동결건조기(DW 3, Heto-Holten Co, Denmark)에 넣어 -50°C에서 8시간 동안 동결 건조시켰다. 동결 건조시킨 시료를 Polaron sputter coater

(SC761C, Netherlands)로 gold 코팅하고 SEM(XL 30CP, Philips Co, Netherlands)을 이용하여 21.3 kV에서 500배로 관찰하였다. 쇼트닝 입자와 기공의 수와 분포 정도는 화면 위 SEM 사진에 의해 측정하였다(Lin et al 1994).

## 6. 단면 구조 촬영

실온에서 2시간 방치한 케이크의 중앙을 칼로 절단, 컴퓨터 시스템과 연결된 디지털카메라(Toshiba, Japan)를 사용하여 30 cm의 거리에서 촬영하였다.

## 7. 수분 손실량

케이크 반죽 상태에서 굽는 과정을 거쳐 케이크의 최종제품이 만들어질 때까지 수분의 손실이 얼마나 일어나는지를 알아보기 위해 오븐에서 케이크를 꺼낸 후 실온에서 2시간 방치한 다음 측정하였다. 굽기 전 케이크의 중량에서 구운 후 케이크의 중량을 빼고, 굽기 전 케이크의 중량으로 나누었으며, 7회 반복 측정하여 다음과 같이 계산하였다(Kim & Lee 1997).

$$\text{Baking loss}(\%) =$$

$$\frac{\text{Weight before baking} - \text{Weight after baking}}{\text{Weight before baking}} \times 100$$

## 8. 물성 측정

케이크의 물성은 오븐에서 꺼낸 케이크를 실온에서 2시간 보관한 후에 computer system과 연결된 Texture analyser (TA.XT<sub>2</sub> Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, England)를 사용하여 TPA(Texture Profile Analysis) 분석을 실시하였다. TPA 분석을 통해 각각의 시료에 대하여 hardness, springiness, chewiness, gumminess, cohesiveness, resilience를 측정하였다. 분석조건은 Table 2와 같고 7회 반복 측정하였다(Davis & Eustace 1984).

## 9. 관능검사

제조된 엘로우 레이어 케이크의 관능적 검사는 훈련 받은 관능요원 10명을 대상으로 7회 반복 실시하였다. 제조된 케이크를 실온에서 24시간 저장 후 형광조명이 있고 개인 검사대가 설치된 관능 검사실에서 수행하였다. 시료는 appearance, color, flavor, taste, texture, overall preference에 대해 가장 낮은 평점을 1점으로 하고, 5점으로 갈수록 강도가 증가하는 5점 평가법을 이용하였다. 시료는 3가지 숫자를 무작위로 조합하여 코팅한 흰색의 일회용 평판 접시에 담아서 제공하였다. 한 개의 시료를 평가한 후에는 반드시 22°C의 물로 입안을 헹구어낸 다음 다른 시료를 평가하도록 하였다.

Table 2. Operating conditions of the texture analyser

Parameters	Operating conditions
Load cell	5.0(kg)
Pre-test speed	5.0mm/s
Test speed	1.0mm/s
Post-test speed	5.0mm/s
Distance	15.0mm/s
Trigger force	20g
Trigger type	auto
Force	grams
Distance	millimeters

## 10. 통계처리

모든 측정결과는 SAS package를 이용하여 통계처리 하였으며, 유의성 검증은 Duncan's multiple range test로  $\alpha=0.05$  level에서 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 반죽의 비중 및 점도

Waxy maize starch의 첨가량을 달리하여 반죽한 반죽의 비중 및 점도 측정 결과는 Table 3과 같다. 표준 레시피로 제조한 반죽의 비중은 0.95 g/cm<sup>3</sup>이었고 첨가량이 증가할수록 0.96~1.00 g/cm<sup>3</sup>까지 유의적으로 증가하였다. 반면 waxy maize starch의 첨가량이 증가할수록 점도는 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다. 최근 Song et al(2002b)은 maltodextrin의 첨가량을 달리하여 저열량 레이어 케이크를 제조했을 때 반죽의 비중이 첨가량에 따라 현저한 차이가 있고, hydrolyzed

Table 3. Specific gravity and viscosity of cake batters made by different substituting levels of waxy maize starch for shortening  
(Mean±SD)

Substitution level (%)	Specific gravity (g/cm <sup>3</sup> )	Viscosity (cP)
0	0.95±0.01 <sup>c1)</sup>	46385.71±1058.68 <sup>a</sup>
25	0.96±0.01 <sup>c</sup>	34357.14±1058.68 <sup>b</sup>
35	0.98±0.01 <sup>b</sup>	31057.14±1058.68 <sup>b</sup>
45	0.98±0.01 <sup>b</sup>	26342.86±1058.68 <sup>c</sup>
55	1.00±0.01 <sup>a</sup>	22385.71±1058.68 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> Means with same superscript letters within a row are not significantly different at  $\alpha=0.05$  level as determined by Duncan's multiple range test.

oat flour의 첨가량이 증가할수록 비중은 감소한 반면 점도는 증가한다고 보고하였다. Kim et al(2002)은 국산 밀로 반죽한 cake 반죽의 비중이 박력분으로 제조한 반죽의 비중과 비교해 차이가 없었다고 한다. Song et al(2001)은 polydextrose 첨가 시 비중은 증가하지만 점도는 감소한다고 하였고, Matthews & Dawson(1966)은 yellow layer cake 제조 시 쇼트닝의 농도와 형태에 따른 연구 결과, 대체율 50%에서 점도는 증가하였고 비중과 shear force는 감소한다고 하였다. Pyler(1998)는 yellow layer cake의 최적 반죽 비중은 0.80~0.858 g/cm<sup>3</sup>이며, 비중은 제품의 기공에 영향을 주고 비중이 크면 부피가 줄어들고 조밀한 기공으로 챕팅성이 떨어지고 비중이 작으면 약하고 부서지기 쉽다고 한다. Ruth(1966) & Berglund(1986) 등은 지방의 함량이 높을수록 케이크 반죽의 비중이 감소하고, Sahi(1988)는 반죽의 점도가 높을수록 반죽 내 공기 입자의 이동이 자연되어 반죽의 안정성에 도움을 준다고 보고하였다. 제과 제빵 과정 중 지방은 반죽과정에서 재료의 혼합 시 작은 공기세포와 공기방을 형태로 공기를 포집하여 적정한 부피와 기공 및 조직을 만들어주는 aerating 기능이 있고 또한 공기를 흡수하여 크림이 되는 크림성을 갖게 한다. 이밖에 고체상태의 지방이 크림으로 될 때 무수한 공기 세포를 형성하여 보유하며 반죽에 기계적 강도를 주고, 오븐열에 의해 글루텐 구조가 응결되어 튼튼해질 때까지 주저 앓는 것을 방지해 주는 안정화 기능이 있다 (홍과 민 1998). 본 연구에서 지방 대체 waxy maize starch의 첨가량이 증가할수록 비중은 증가시키고 점도를 감소시키는 것으로 나타났는데 이는 유지의 분산이 지나쳐 부피를 감소시켜 높은 비중을 나타낸 것으로 생각되며, 또한 다른 지방 대체제에 비해 크림성 및 aerating 기능이 좋지 않았던 것으로 생각된다.

## 2. 반죽의 구조

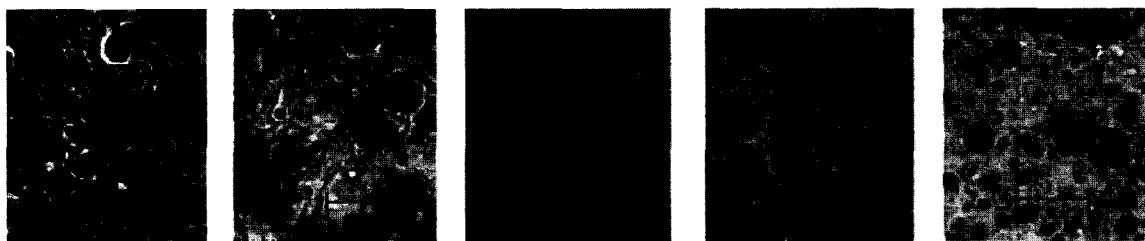


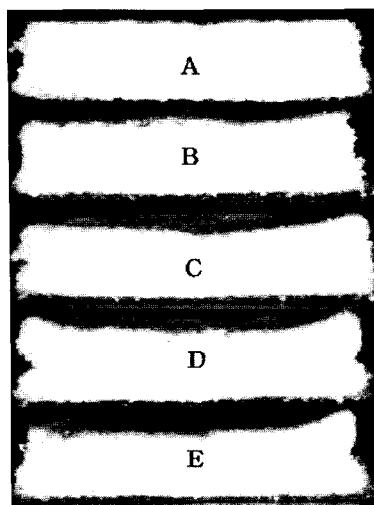
Fig. 1. Scanning electron micrographs of layer cake crumbs made by different substituting levels of waxy maize starch for shortening

- A : Control ( $\times 800$ )
- B : 25% waxy maize starch for shortening ( $\times 800$ )
- C : 35% waxy maize starch for shortening ( $\times 800$ )
- D : 45% waxy maize starch for shortening ( $\times 800$ )
- E : 55% waxy maize starch for shortening ( $\times 800$ )

케이크의 배합비 중 쇼트닝 무게에 대해 waxy maize starch의 지방 대체 비율을 달리하여 제조한 반죽을 주사전자현미경으로 관찰한 결과, 지방 대체율이 증가할수록 지방구와 air cell, fat-starch pool의 크기가 약간 감소하였다(Fig. 1). 최근 Song et al(2001, 2002a)은 maltodextrin과 polydextrose의 첨가량을 달리하여 조제한 반죽을 주사전자 현미경으로 측정한 결과, 첨가량이 증가할수록 지방구와 air cell 그리고 fat-starch poll의 크기가 약간 감소하는 경향을 보였으나, hydrolyzed oat flour의 대체율을 증가시키면 air cell의 크기가 완전히 감소한다고 하였다(Song et al 2002a). 다수의 연구에서 지방대체물 첨가 시 부피감과 구조 및 수분 보유능력이 좋아져 저장 수명을 연장시킬 수 있고, 수많은 미세 지방구의 생성으로 공기의 혼입을 많게 할 수 있어, 결과적으로 더 좋은 구조를 형성한다고 한 바(Paula et al 1994, Matthews & Dawson 1966, Gordon et al 1979) 있으나, 본 실험에 사용된 대체물은 지방구와 air cell이 완전히 감소되지 않은 것으로 나타나 유화제가 기포를 안정시켜 케이크의 품질을 향상시킬 수 있다는 또 다른 연구 결과에 따라 유화제의 첨가가 필요할 것으로 생각된다(Rasper & Kamel 1989).

## 3. 단면구조

케이크의 외관상 특성을 나타내 주는 vertical section은 Fig. 2와 같다. 쇼트닝 대신 waxy maize starch의 대체 비율이 증가할수록 중심이 핵물하였고, 이는 수분 손실로 인한 영향인 것으로 생각된다. 쇼트닝 대신 다른 대체물로 대체함으로써 나타나는 비중의 증가는 공기 혼입을 감소시키고 수분 보유력을 떨어뜨리며, 결과적으로 waxy maize starch의 중심부 핵물과 같이 케이크의 부피 감소 및 윗면이 평평하지 못하는 등 외형적으로 불균형한 결과를 나타내었다. Hydrolyzed oat flour는 55% 첨가 시 외관상 좋은 효과를 나타냈고(Song et al 2002 a) maltodextrin은 25% 첨가 시 가장 양호한 것으로



**Fig. 2. Vertical sections of layer cakes made by different substituting levels of waxy maize starch for shortening.**

- A : Control
- B : 25% waxy maize starch for shortening
- C : 35% waxy maize starch for shortening
- D : 45% waxy maize starch for shortening
- E : 55% waxy maize starch for shortening

나타났는데, 이는 maltodextrin의 첨가량이 증가할수록 위로 부풀에 올라 반죽 내 공기 세포의 이동이 적고, 그로 인해 단단한 케이크 구조를 형성하여 외형 및 변형 정도가 커졌으며 (Song et al 2002 b), Pyler(1998)는 비중이 크면 부피가 줄어 든다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다.

#### 4. 수분손실량

Waxy maize starch의 대체비율을 달리하여 제조한 반죽의 수분손실량 측정결과, 대체량이 증가할수록 수분 손실율이

**Table 4. Water loss of cake batter made by different substituting levels of waxy maize starch for shortening (Mean $\pm$ SD)**

Substitute level (%)	Baking loss (%)
0	10.57 $\pm$ 0.02 <sup>NS<sup>1)</sup></sup>
25	10.60 $\pm$ 0.01
35	10.86 $\pm$ 0.01
45	10.89 $\pm$ 0.01
55	10.96 $\pm$ 0.02

<sup>1)</sup> NS are not significantly different at  $\alpha=0.05$  level as determined by Duncan's multiple range test.

증가하는 경향이었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다 (Table 4). 수분의 손실은 케이크의 구조적인 변형에 관여하며 제품의 저장 수명을 저하시키는 원인이 되는 반면, 충분한 수분의 보유는 굽는 동안 수증기의 팽창으로 인해 케이크의 부피를 증가시키며, 촉촉한 질감을 제공한다(Gordon et al 1979). Song et al(2002a)은 hydrolyzed oat flour 55% 대체 시, 수분손실율이 10.32%, 말토덱스트린 55% 대체 시 12.01%로 보고 (Song et al 2002b)하여 지방 대체물에 따라 수분 손실율에 차이를 주어 케이크의 외관 구조에 영향을 준다고 하였다.

#### 5. 물성 특성

지방 대체물의 대체량을 달리하여 제조한 레이어 케이크의 물성 측정 결과는 Table 5와 같다. 케이크의 hardness는 waxy maize starch의 대체량이 증가할수록 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. Springness는 무 첨가 시 0.855이었고 대체량이 증가할수록 감소하였으나, 대체량에

**Table 5. Texture profile analysis of layer cakes made by different substituting levels of waxy maize starch for shortening (Mean $\pm$ SD)**

Texture parameters	Substitution level (%)				
	0	25	35	45	55
Hardness	2763.7 $\pm$ 129.0 <sup>a<sup>1)</sup></sup>	2454.9 $\pm$ 691.4 <sup>a</sup>	2416.6 $\pm$ 648.7 <sup>a</sup>	2212.2 $\pm$ 304.1 <sup>a<sup>1)</sup></sup>	2009.1 $\pm$ 470.4 <sup>a</sup>
Springiness	0.855 $\pm$ 0.055 <sup>a</sup>	0.773 $\pm$ 0.025 <sup>b</sup>	0.783 $\pm$ 0.037 <sup>b</sup>	0.760 $\pm$ 0.039 <sup>b</sup>	0.773 $\pm$ 0.022 <sup>b</sup>
Cohesiveness	0.515 $\pm$ 0.017 <sup>a</sup>	0.493 $\pm$ 0.012 <sup>b</sup>	0.478 $\pm$ 0.029 <sup>b</sup>	0.483 $\pm$ 0.016 <sup>b</sup>	0.495 $\pm$ 0.015 <sup>ab</sup>
Gumminess	1426.7 $\pm$ 703.2 <sup>a</sup>	1203.6 $\pm$ 309.0 <sup>a</sup>	1170.1 $\pm$ 182.8 <sup>a</sup>	1063.1 $\pm$ 209.9 <sup>a</sup>	988.2 $\pm$ 281.7 <sup>b</sup>
Chewiness	1252.9 $\pm$ 657.6 <sup>a</sup>	932.4 $\pm$ 255.5 <sup>ab</sup>	914.7 $\pm$ 129.8 <sup>ab</sup>	804.7 $\pm$ 138.0 <sup>b</sup>	760.1 $\pm$ 205.5 <sup>b</sup>
Resilience	0.312 $\pm$ 0.028 <sup>a</sup>	0.248 $\pm$ 0.017 <sup>b</sup>	0.237 $\pm$ 0.016 <sup>b</sup>	0.232 $\pm$ 0.017 <sup>b</sup>	0.244 $\pm$ 0.017 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Means with same superscript letters within a row are not significantly different at  $\alpha=0.05$  level as determined by Duncan's multiple range test.

**Table 6. Sensory characteristics of layer cakes made by different substituting levels of waxy maize starch for shortening (Mean $\pm$ SD)**

Sensory parameters	Substitution level (%)				
	0	25	35	45	55
Appearance	3.7 $\pm$ 0.1 <sup>a1)</sup>	3.0 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	2.9 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	3.2 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	3.1 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>
Color	3.1 $\pm$ 0.1 <sup>bc</sup>	2.8 $\pm$ 0.1 <sup>c</sup>	3.1 $\pm$ 0.1 <sup>bc</sup>	3.7 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	3.4 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>
Flavor	3.3 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	2.9 $\pm$ 0.2 <sup>b</sup>	3.2 $\pm$ 0.2 <sup>ab</sup>	3.3 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	3.2 $\pm$ 0.2 <sup>ab</sup>
Taste	3.8 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	3.3 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	2.9 $\pm$ 0.1 <sup>c</sup>	2.8 $\pm$ 0.1 <sup>c</sup>	2.6 $\pm$ 0.1 <sup>c</sup>
Texture	3.9 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	3.1 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	2.7 $\pm$ 0.1 <sup>c</sup>	2.4 $\pm$ 0.1 <sup>cd</sup>	2.3 $\pm$ 0.1 <sup>d</sup>
Overall preference	4.0 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	3.2 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	3.0 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	3.0 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	2.5 $\pm$ 0.1 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Means with same superscript letters within a row are not significantly different at  $\alpha=0.05$  level as determined by Duncan's multiple range test.

따라 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Cohessiveness는 대조군이 0.515였고, 25% 대체 시 0.493, 35% 대체 시 0.478, 45% 대체 시 0.483 및 55% 대체 시 0.495로 대체량에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Gumminess는 대체율이 증가할수록 1203.6~988.2로 감소하였는데 유의적인 차이는 아니었다. Chewiness는 대체율이 증가할수록 932.4~760.1로 유의적으로 감소하였고, resilience는 대조군 0.312이었고, 대체 비율에 따라 0.248~0.244로 감소하였다.

## 6. 관능검사

케이크의 품질에 영향을 주는 요인은 부피, air cell의 크기, 촉촉한 정도와 가벼운 정도 등으로 다양하며 입안에서 느끼는 촉촉한 느낌 등은 기호도에 큰 영향을 준다. 케이크를 만들 때 지방의 대체량이 증가할수록 부드러운 정도와 풍미가 좋고 입자가 곱고 균일하며 촉촉한 질감을 갖게 된다고 보고한 바 있다(Carmel et al 1979). 지방 대신 waxy maize starch의 비율을 달리하여 제조한 레이어 케이크의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 모양은 대체율이 증가할수록 선호도가 유의적으로 낮게 평가되었고, 이는 Fig. 2에서와 같이 중심부가 함몰되어 케이크의 외관상 모양이 좋지 못했던 결과와 일치하였다. Matthews & Dawson(1966)은 쇼트닝을 밀가루 중량의 12.5%에서 100% 까지 대체 수준을 달리하여 엘로우 케이크를 제조했을 때 쇼트닝의 양이 증가할수록 변형력이 감소하여 연해졌다고 보고한 바 있으며, 이는 본 연구와는 불일치하는 결과였다. 색의 경우 waxy maize starch 45% 대체 시 가장 선호도가 높은 것으로 나타났고 냄새의 경우 대조군이 3.31이었고 25% 대체 시 2.90, 35% 대체 시 3.17로 약간 증가하였다. 맛과 질감에 대한 관능검사 결과 대조군이 가장 높았고, 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 전반적인 선호도에 관한 관능검사 결과 대체량이 증

가함에 따라 유의적으로 감소하였다.

## 요약

본 연구에서는 엘로우 레이어 케이크의 재료 중 쇼트닝 대신 시판 탄수화물계 지방대체물인 waxy maize starch의 사용 가능성을 측정하고, 저 열량 레이어 케이크를 제조하기 위한 최적 비율을 결정하기 위해 여러 가지 비율로 대체하여 제조한 케이크의 물리적 및 관능적 특성을 평가하였다. 지방 대체율이 증가할수록 케이크의 비중은 증가하지만 점도는 감소하였다. 주사전자 현미경 측정 결과, 지방 대체물이 증가함에 따라 air cell과 함께 지방구의 수와 크기는 감소하였고, 점도가 높을수록 치밀한 구조를 보였다. 또한, 물성특성 측정결과 대체율이 증가할수록 hardness, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness 및 resilience는 감소하였다. 관능적 평가에서 색의 경우에만 waxy maize starch 대체 45%에서 가장 우수한 것으로 평가되었고 지방 대체율이 크게 증가했을 때 전반적인 관능적 평가에서 좋지 않은 것으로 나타났다. 따라서 지방 대체물인 waxy maize starch는 저 열량 레이어 케이크 제조 시 적은 비율의 쇼트닝 대체로 사용한다면, 새로운 저 열량 레이어 케이크 제조를 위한 새로운 소재로 사용 가능성이 시사되었다.

## 문현

- Alan LH, Luci AL (1995) Frances I. Turnak: A system approach to formulating a low-fat muffin. *Food Technol* 49: 92-96.  
 Anon (1990) Fat substitute update. *Food Technol* 44: 92-97.  
 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.
- Cambel AD, Penfield MP, Griswold RM (1979) *The experimental study of food*. 2nd. ed. Houghton Muffin Co. 369-386.
- Chen H, Rbenthaler GL, Leung HK, Baranowski JD (1988) Chemical, physical, and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran. *Cereal Chem* 65: 244-247.
- Davis AB, Eustace WD (1984) Scanning electron microscope views of material from various stages in the milling of hard red winter, soft red winter, and durum wheat. *Cereal Chem* 61: 182-186.
- Donald KD (1984) Fats and oils chemical and physical properties. *Research Department Technical Bull* VI(4).
- Duxbury DD (1991) Modified food starch key to low-fat bakery line. *Food Processing* 98-100.
- Ebeler SE, Breyer LM, Walker CE (1986) White layer cake batter emulsion characteristics; Effect of sucrose ester emulsifiers. *J Food Sci* 51: 1276-1279.
- Frank CD, Charles SA, Duncan SE (1997) Evaluation of carbohydrate-based fat replacer in a fat-reduced baking powder biscuit. *J Food Quality* 20: 247-256.
- Gordon J, Davis EA, Timms EM (1979) Water-loss rates and temperature profiles of cakes of different starch content baked in a controlled environment oven. *Cereal Chem* 56: 50-57.
- 홍행홍, 민경찬 (1998) 제과·제빵사 시험. 광문각, 서울. p 47.
- Judie DD (1988) Emulsifiers: The interfacial key to emulsion stability. *Food Technol* 42: 172-186.
- Kamel BS, Washnui S (1983) Composition and sensory quality of shortening-free yellow layer cakes. *Cereal Foods World* 28: 731-734.
- Kim HY (1997) Effects of protein contained in major ingredients with treated emulsifiers on chemically leavened reduced-calorie cake as baked product model systems. *Korean J Soc Food Sci* 13: 185-191.
- Kim CS, Lee YS (1997) Characteristics of sponge cakes replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar alcohols. *Korean J Soc Food Sci* 13: 118-126.
- Kim MH, Kim JO, Shim MS (2001) Effects of resistant starches on the characteristics of sponge cakes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 623-629.
- Kim SW, Lee YT, Chang HG, Won JH, Nam JH (2002) White layer cake-making properties of Korean wheat cultivars. *Korean J Food Sci Technol* 34: 194-199.
- Lin PY, Czuchajowska Z, Pomeranz Y (1994) Enzyme-resistant starch in yellow layer cake. *Cereal Chem* 71: 69-75.
- Lisa P, Janet M, Johnson WE, Barbeau D, Stewart L (1991) Evaluating of alternative fat and sweetener system in cupcakes. *Cereal Chem* 68: 552-555.
- Matthews RH, Dawson EH (1966) Performance of fats in white cake. *Cereal Chem* 43: 538-543.
- Miller RA, Hosney RC (1993) The role of xanthan gum in white layer cake. *Cereal Chem* 70: 585-588.
- Moon SJ, Oh HS, Lee MH (1995) Physical and sensory characteristics of butter sponge cakes prepared with soybean oil and hicook. *Korean J Soc Food Sci* 11: 323-329.
- Paula A, Lucca B, Tepper J (1994) Fat replacers and the functionality of fat in foods. *Trends Food Sci Technol* 5: 12-19.
- Pierce MM, Walker CE (1987) Addition of sucrose fatty acid ester emulsifier to sponge cakes. *Cereal Chem* 64: 222-225.
- Pyler EJ (1998) *Cake baking technology*. Vol 2. In; Baking Science and Technology, Sosland Publishing Co, Merrian, Kansas, USA.
- Rasper VF, Kamel BS (1989) Emulsifier/oil system for reduced calorie cakes. *J AOCS* 66: 537-542.
- Ruth H, Matthews E, Dawson H (1966) Performance of fats in white cake. *Cereal Chem* 43: 538-546.
- Sahi SS (1988) *Influence of aerotion and emulsifiers on cake batter rheology and textural properties of cakes*. 9th-11th, UMIST, Manchester, UK.
- Sanchez CC, Klopfenstein CF, Walker CE (1995) Use of carbohydrate-based fat substitute and emulsifying agents in reduced-fat shortbread cookies. *Cereal Chem* 72: 25-29.
- Scott C, Melissa V (1999) Specialty starches provide natural solutions to haircare formulation challenges. *Global Cosmetic Industry* Sept: 1-4.
- Song ES, Kim SJ, Kang MH (2001) Characteristics of low calorie layer cake by adding different levels of polydextrose. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 367-372.
- Song ES, Kim SJ, Kang MH (2002 a) Physical and sensory characteristics of low calorie layer cake made with different levels of hydrolyzed oat flour. *Korean J Food Sci*

- Technol* 34: 51-56.
- Song ES, Kim SJ, Byun KW, Kang MH (2002 b) Physical and sensory characteristics of low-calorie layer cake made with maltodextrin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 1005-1010.
- Suh DS, Chang PS, Kim KO (2001) Physicochemical and sensory characteristics of layer cake containing selectively oxidized cellulose. *Korean J Food Sci Technol* 33: 216-220.
- Wootton JC, Howard NB, Martin JB, Mcosker DE, Holme J (1967) The role of emulsifiers in the incorporation of air into layer cake batter systems. *Cereal Chem* 44: 333-343.

(2004년 1월 6일 접수; 2004년 1월 21일 채택)