

Maltodextrin이 첨가된 저열량 레이어 케이크의 물리적 및 관능적 특성

송은승 · 김상진* · 변기원** · 강명화†

호서대학교 식품영양학과

*보해양조 주식회사 보해중앙연구소

**부천대학 식품영양과

Physical and Sensory Characteristics of Low-Calorie Layer Cake Made with Maltodextrin

Eun-Seung Song, Sang-Jin Kim*, Ki-Won Byun** and Myung-Hwa Kang†

Dept. of Food and Nutrition, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

*Bohae R&D Center, Bohae Brewer Co., Ltd., Kyungki 449-846, Korea

**Dept. of Food and Nutrition, Bucheon College, Bucheon 420-735, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of maltodextrin on the characteristics of low-calorie layer cake. Different levels of maltodextrin were added to the cake formula based on the weight of shortening. The specific gravity of cake batter was decreased by increasing the level of maltodextrin, whereas the viscosity showed an opposite trend. The microstructures of cake crumb observed by the scanning electron microscope showed the decrease of the number and size of air cells, and those of fat particles were also decreased by increasing the level of maltodextrin. The texture profile analysis of layer cake showed statistically significant differences according to the levels of maltodextrin. Hardness, gumminess and chewiness of the cake batter were decreased by adding maltodextrin, while springiness, cohesiveness and resilience increased. According to the sensory evaluation, the scores of taste and texture were decreased by adding maltodextrin, but the scores of appearance, color, flavor and overall preference of the layer cake increased. Overall results suggested that the addition of 35% maltodextrin could be the best replacing ratio for the low-calorie layer cake.

Key words: low-calorie layer cake, maltodextrin, texture profile analysis, sensory evaluation

서 론

경제 성장과 함께 식생활의 서구화로 탄수화물 섭취 비율이 줄어든 반면 지방 섭취량은 꾸준히 증가하여 1969년 지방 섭취량이 총 열량의 7.2%이던 것이 1998년에는 18%로 약 2.5배 이상으로 급속히 증가하였고 이와 함께 국민들은 비만화 현상을 보이고 있다(1). 비만은 심혈관 질환, 고혈압, 동맥경화 등 각종 성인병 발병율을 크게 증가시켜 수명을 단축시키는 매우 위험한 질병으로 알려져 있다(2,3). 최근 국민들의 건강과 영양에 관한 관심의 증가는 식품의 관능적 특성은 크게 손상시키지 않으면서 기능적 측면을 강화하는 저열량, 저지방 식품을 선호하게 되었다(4,5). 현재 지방의 섭취량을 줄이기 위한 방법으로 식품에 첨가되는 지방의 일부 또는 전체를 대체할 수 있는 물질인 rice flour, modified food starches, hydrolyzed oat flour 또는 polydextrose와 같은 지방대체물이 식품에 첨가되어 칼로리를 낮춘 식품이 개발되었고 또한 그 이용성을 확대시키려는 연구가 다양한 각도로 이루어져

총 지방의 섭취량을 줄이려는 소비자들에게 많은 도움을 주고 있다(6-9). 그러나 지방의 첨가량을 변화시키므로써 식품의 외형, 냄새, 맛, 및 질감 등의 변화가 일어나 지방이 제공하는 독특한 식감, 질감 및 포만감을 제공하는 것에 많은 문제점들이 지적되고 있다(10-12). 이러한 문제점을 해결하려는 방안으로 탄수화물계 지방 대체물을 이용하여 저열량 레이어 케이크의 품질 개선에 관한 연구결과 당알콜계 지방 대체물인 폴리덱스트로스를 쇼트닝 중량에 대해 25% 대체시 질감 및 외형에서 좋은 효과가 있다고 한다(13). 한편 hydrolyzed oat flour의 첨가량을 달리하여 제조한 저열량 레이어 케이크의 최적 첨가비율 결정에서 쇼트닝 대체 45%에서 기계적 측정결과 가장 우수하였고 지방 대체율이 크게 증가하여도 관능 평가에서 우수한 것으로 나타나 레이어 케이크 제조시 열량을 감소시키기 위하여 지방 대체물로 사용하여도 가능할 것으로 보고된 바 있다(14). Kim 등(10)은 소장에서 소화 흡수되지 않고 대장에서 발효되어 단쇄지방산을 생성하여 혈중 당, 인슐린 및 콜레스테롤 농도를 감소시키고 대장

†Corresponding author. E-mail: mhkang@office.hoseo.ac.kr
Phone: 82-41-540-5973, Fax: 82-41-548-0670

암 예방에 효과가 있는 것으로 나타난 저항 전분을 이용하여 질감이 우수한 케이크를 제조하였다. Maltodextrin은 감자 전분을 효소로 가수분해하여 분무 건조한 탄수화물계 지방 대체물로서 g당 3.8 kcal를 제공하는 것으로 알려져 있고 드레싱 및 낙농제품 가공 시 지방 대체물로서 사용 가능한 것으로 알려져 있다(15). 실제로 케이크류는 주로 지방과 설탕을 다량 함유하여 열량이 매우 높아 기능성과 저열량 식품을 선호하는 소비자들의 변화된 기호를 충족시키기에는 매우 어려운 실정이다. 고열량 케이크의 단점을 보완하면서 지방질이 식품에 부여하는 각종 기능적 특성을 제공하는 저열량, 저콜레스테롤 제품 개발에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다(16-18).

따라서 본 연구에서는 옐로우 레이어 케이크의 재료 중 쇼트닝 대신 시판 탄수화물계 지방대체물인 maltodextrin을 첨가하여 열량을 낮추어줄 수 있는 지방 대체물을 이용한 저열량 레이어 케이크를 제조하기 위하여 시판되고 있는 maltodextrin을 여러 비율로 대체하여 제조한 케이크의 물리적 및 관능적 특성을 평가하였다.

재료 및 방법

재료

케이크의 주재료인 밀가루(회분함량 0.43% 이하, 제일제당), 쇼트닝(동서유지), 설탕(삼양설탕)은 시중에서 구입하였고, 달걀은 신선란을 구입하여 알끈을 제거한 후 사용하였다. 탄수화물계 지방대체물로 시판되고 있는 maltodextrin(Avebe American Co., Princeton, USA)를 사용하였으며 건조 분말 형태로 반죽혼합 중에 첨가하여 사용하였다.

옐로우 레이어 케이크의 제조

케이크 제조를 위한 표준재료 배합은 Oomah와 Mathieu(19)의 방법에 따랐으며 표준 옐로우 레이어 케이크의 배합비는 Table 1과 같다.

건조재료인 밀가루와 탈지분유, 베이킹 파우더는 체에 걸렀고, 10단계의 속도를 지닌 반죽 혼합기(K5SS, Kitchen Aid Inc., USA)를 이용하여 3단계로 나누어 반죽하였다. 1단계에서는 speed 2로 2분간 쇼트닝을 연화시킨 후 소금, 설탕과 지방대체물을 넣고 3분간 더 혼합하였다. 2단계에서는 계란

을 소량씩 30초 간격으로 넣어주면서 speed 6으로 5분간 혼합하여 크림을 만들었으며, 크림 형성이 끝난 후 고무가 달린 주걱으로 혼합볼 안쪽 면에 붙어있는 반죽을 긁어내었다. 마지막 단계에서는 밀가루와 나머지 체에 친 건조재료, 그리고 물을 붓고 speed 2로 1분간 혼합한 후 직경 8 inch의 원형팬에 유산지를 깔고 300 g의 반죽을 붓고 180°C로 미리 예열된 오븐에서 35분간 구웠다. 구운 케이크를 실온에서 2시간 식힌 후 각종 분석에 사용하였다.

비중 측정

반죽의 비중은 3단계 혼합을 마친 후 즉시 측정하였다. 이때 증류수의 밀도는 1.00 g/cc로, 같은 부피의 컵을 이용하여 빈 컵의 무게와 증류수를 가득 채웠을 때의 무게, 그리고 반죽을 가득 채웠을 때의 무게를 재어 총 반죽의 중량을 증류수의 중량으로 나누어 비중을 측정하였다.

점도 측정

반죽의 점도는 Brookfield Digital Viscometer(Model LVTDV-I, Stoughton, USA)를 이용하여 3단계의 반죽이 끝난 후 반죽 70 g씩을 비이커에 취하여 6 rpm에서 #4 spindle을 이용하여 10초 간격으로 1분간 측정하였다.

주사전자현미경(scanning electron microscope) 촬영

혼합이 끝난 케이크의 반죽(4 g)을 곧바로 -70°C로 고정된 deep freezer에서 하루동안 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 gold코팅하고 SEM(XL 30 P, Philips Co., Netherlands)을 이용하여 21.3 kV에서 500배로 관찰하였다. 쇼트닝 입자와 기공의 수와 분포 정도는 화면 위 SEM사진에 의해 측정하였다.

단면 구조 촬영

케이크 단면은 실온에서 2시간 동안 식힌 케이크의 가운데를 절단칼로 절단하였고 컴퓨터 시스템과 연결된 디지털 카메라(Toshiba, Japan)를 사용하여 30 cm의 거리에서 촬영하였다.

수분 손실량 측정

케이크 반죽 상태에서 굽는 과정을 거쳐 케이크의 최종제품이 만들어질 때까지 수분의 손실이 얼마나 일어나는지를 알아보기 위해 오븐에서 케이크를 꺼낸 후 실온에서 2시간 저장 후 측정하였다. 굽기 전 케이크의 중량에서 구운 후 케이크의 중량을 뺀 후 굽기 전 케이크의 중량으로 나누어 계산하였다.

물성 측정

케이크의 물성은 오븐에서 꺼낸 케이크를 실온에서 2시간 보관한 후에 computer system과 연결된 Texture analyser(TA.XT₂ Stable Micro Systems, Godalming, Surrey,

Table 1. Formula for yellow layer cake

Ingredients	Substitution level (%)				
	0	25	35	45	55
Flour	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Sugar	125.0	125.0	125.0	125.0	125.0
Whole Egg	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Shortening	45.0	33.75	29.25	24.75	20.25
Maltodextrin	0.0	11.25	15.75	20.25	24.75
Salt	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Baking Powder	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
Water	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0

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 같다.

관능검사

제조된 옐로우 레이어 케이크의 관능적 검사는 훈련받은 관능요원 10명을 대상으로 7회 반복 실시하였다. 제조된 케이크를 실온에서 24시간 저장 후 형광조명이 있고 개인 검사대가 설치된 관능 검사실에서 수행되었다. 시료는 appearance, color, flavor, taste, crumb 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.

통계처리

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

결과 및 고찰

레이어 케이크의 일반적 특성

Maltodextrin의 첨가량을 달리하여 제조한 반죽의 비중 및 점도 측정 결과는 Table 3과 같다. 표준 레시피로 제조한

Table 2. Operating conditions of the texture analyser

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

Table 3. Specific gravity and viscosity of cake batters substituted by different levels of maltodextrin for shortening (Mean \pm SD)

Substitution level (%)	Specific gravity	Viscosity(cP)
0	0.994 \pm 0.024 ^{dl1}	48650 \pm 16984 ^a
25	0.984 \pm 0.015 ^d	40529 \pm 27071 ^{ab}
35	1.039 \pm 0.015 ^c	26157 \pm 16661 ^{ab}
45	1.091 \pm 0.009 ^b	23307 \pm 15421 ^b
55	1.117 \pm 0.006 ^{ab}	28264 \pm 18103 ^{ab}

¹⁾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.

반죽의 비중은 0.994이었고 maltodextrin 첨가시 첨가량이 증가할수록 0.984~1.117로 유의적으로 증가하였다. 최근 Kim 등(20)의 연구에서 국산밀로 반죽한 cake 반죽의 비중이 0.73~0.76으로 박력분으로 제조한 반죽의 비중이 0.74와 비교해 차이가 없었다고 한다. Pylar(21)는 white layer cake의 최적 반죽 비중은 0.80~0.858라고 하며 비중은 제품의 기공에 영향을 주고 비중이 크면 부피가 줄어들고 조밀한 기공으로 씹힘성이 떨어지고 비중이 작으면 약하고 부서지기 쉽다고 하였다. 한편 Matthews와 Dawson(22)은 white layer cake 제조시 쇼트닝의 농도와 형태에 따른 연구 결과, 대체율 50%에서 점도는 증가하였고 비중과 shear force는 감소시켰다고 하였다. 한편, 탄수화물계 지방 대체물인 폴리텍스트로스 첨가시 비중은 증가하였지만 점도는 감소하였고(13), hydrolyzed oat flour는 비중을 감소시킨 반면 점도는 증가시켰다(14). Ruth 등(23)과 Berglund 등(24)은 지방의 함량이 높을수록 케이크 반죽의 비중이 감소하고, Sahi(25)는 반죽의 점도가 높을수록 반죽 내 공기 입자의 이동이 지연되어 반죽의 안정성에 도움을 준다고 보고하였다. Maltodextrin 첨가시 비중은 45% 첨가시 유의적으로 낮아졌고 점도는 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 대체물질의 종류 및 양에 따라 반죽의 비중 및 점도에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

케이크의 배합비 중 maltodextrin의 대체비율을 달리한 반죽의 주사전자현미경 사진은 Fig. 1과 같다. 사진에 나타난 바와 같이 지방 대체율이 증가할수록 지방구와 air cell, fat-starch pool의 크기가 감소하는 것으로 나타나 maltodextrin의 대체율이 증가할수록 치밀한 반죽 구조를 이루고 있는 것으로 판단되었다. 이 결과는 maltodextrin에서도 같은 경향으로 나타나 대체율을 증가시킬수록 반죽의 조직이 밀집되어 케이크의 부피와 조직의 부드러움을 감소시킨다고 보고한 연구결과와 일치하였다(26).

Maltodextrin의 첨가비율을 달리하여 제조한 반죽의 수분 손실량 측정결과 대체량이 증가할수록 수분 손실량이 약간 증가하였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다(Table 4). 수분의 손실은 케이크의 구조적인 변형에 관여하며, 제품의 저장 수명을 저하시키는 원인이 되기도 하고 충분한 수분의 보유는 굽는 동안 수증기의 팽창으로 인해 케이크의 부피를 증가시키며, 촉촉한 질감을 제공하기도 한다(27). 케이크의 외관상 특성을 나타내주는 Vertical section는 Fig. 2와 같다. 전반적인 모양에서 대체 25% 첨가시 가장 양호한 것으로 나타났다. 첨가량이 증가할수록 모양이 위로 향해 부풀어 부피가 증가하여 외관상 좋지 못한 결과를 나타내었다. Maltodextrin 25% 첨가시 점도가 높아 수분 유출과 반죽 내 공기 세포의 이동이 적고 그로 인해 단단한 케이크 구조를 형성하고 외형 및 변형 정도가 적은 것으로 생각된다. Pylar(21)는 비중이 크면 부피가 줄어든다고 보고하였는데 본 연구결과 maltodextrin의 첨가량에 따라 비중이 증가하였는데 케이크

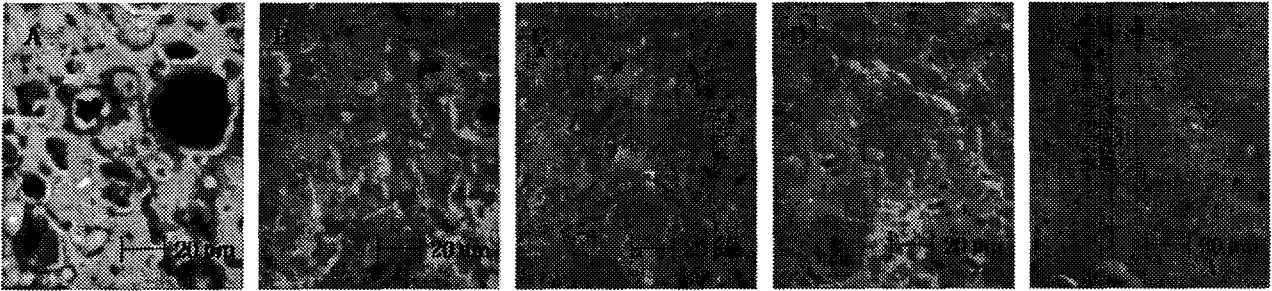


Fig. 1. Scanning electron micrographs of cake batters containing maltodextrin.

- A: Control ($\times 800$).
 B: Maltodextrin replacing 25% of the shortening ($\times 800$).
 C: Maltodextrin replacing 35% of the shortening ($\times 800$).
 D: Maltodextrin replacing 45% of the shortening ($\times 800$).
 E: Maltodextrin replacing 55% of the shortening ($\times 800$).

Table 4. Water loss of cake batter substituted by different levels of maltodextrin for shortening (Mean \pm SD)

Substitution level (%)	Water loss (%)
0	11.77 \pm 0.71 ^{NS1)}
25	11.84 \pm 0.37
35	11.84 \pm 0.42
45	12.08 \pm 0.44
55	12.01 \pm 0.67

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

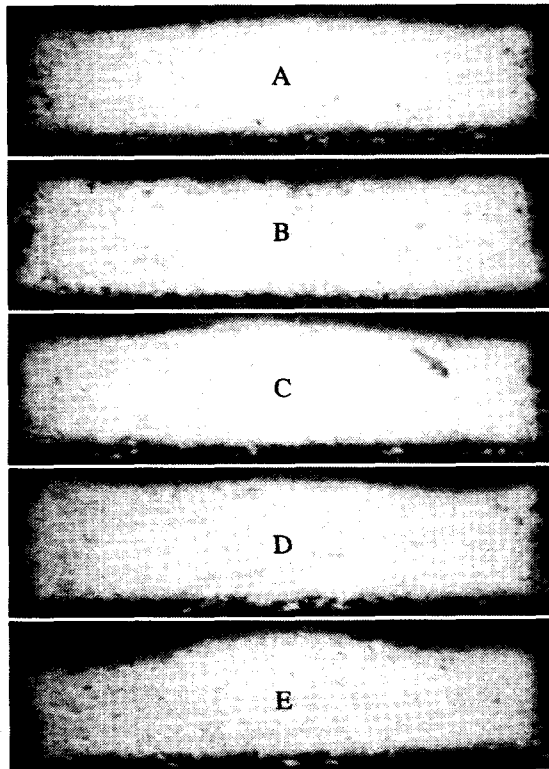


Fig. 2. Vertical sections of cakes substituted by different levels of maltodextrin for shortening.

- A: Control, B: 25% substituted by maltodextrin for shortening, C: 35% substituted by maltodextrin for shortening, D: 45% substituted by maltodextrin for shortening, E: 55% substituted by maltodextrin for shortening.

의 부피가 증가하여 Pyley(21)의 연구결과와 일치하지 않는 것으로 나타났다. Maltodextrin 25% 첨가시 외형은 가장 좋게 나타났고 45% 및 55% 첨가시 수분 손실량이 유의적인 증가는 아니었지만 약간 증가하여 그로 인한 반죽 내 공기 이동이 증가하여 케이크의 외형이 좋지 못하게 나타난 것으로 생각된다.

물성 특성

케이크의 물성을 측정된 결과(Table 5) hardness는 maltodextrin의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. Springness는 25%와 45%, 55% 대체시 약간 감소하였으나 35% 첨가시 다시 증가하여 maltodextrin이 springness에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. Cohesiveness는 첨가량에 따라 약간 증가하는 경향이었으나 유의적인 차이는 아니었다. 케이크를 굽는 동안 케이크의 구조형성과 관련된 결합력 및 응집력으로 반죽을 질기게 하는 밀가루와 난백, 연화작용을 하는 설탕과 쇼트닝과 같은 반죽 성분들 사이의 작용으로 cohesiveness가 달라진 것으로 생각된다(26). Gumminess와 chewiness는 대체물이 증가할수록 유의적으로 감소하였는데 이는 maltodextrin에 의해 케이크의 겹성이 유의적으로 감소한 것으로 생각된다. Resilience의 측정 결과 대조군에 비교해 35%, 45% 및 55%에서 유의적으로 감소하였고 25% 첨가시 가장 낮은 결과를 나타내었다.

관능검사

Maltodextrin의 첨가량을 달리하여 제조한 레이어 케이크의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 모양은 대체물이 증가할수록 선호도가 유의적으로 높게 평가되었으며 특히 45% 첨가시에 케이크의 관능검사 결과 가장 양호한 결과를 나타내었다. 색의 경우 maltodextrin 첨가 25%에서 감소하다가 35%, 45% 및 55%에서 다시 유의적으로 증가하여 특히 45% 첨가시 가장 높은 선호도를 나타내었다. 풍미는 maltodextrin의 첨가량에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았고 맛의 경우 대조군이 가장 높았으며 그 다음이 25% 첨가시 가장 좋은 것으로 평가되었다. 질감은 maltodextrin의 첨가량이 증가할

Table 5. Texture profile analysis of yellow layer cakes substituted by different levels of maltodextrin for shortening (Mean \pm SD)

Textural parameters	Substitution level (%)				
	0	25	35	45	55
Hardness	3336.5 \pm 989.4 ^a	2427.3 \pm 1013.0 ^b	1895.1 \pm 534.9 ^{bc}	1780.4 \pm 449.1 ^{bc}	1308.4 \pm 444.4 ^c
Springiness	0.838 \pm 0.009 ^{NS}	0.828 \pm 0.025	0.844 \pm 0.037	0.821 \pm 0.019	0.833 \pm 0.023
Cohesiveness	0.477 \pm 0.014 ^{a1)}	0.493 \pm 0.018 ^a	0.498 \pm 0.011 ^a	0.495 \pm 0.011 ^a	0.481 \pm 0.037 ^a
Gumminess	1589.3 \pm 423.9 ^a	1186.3 \pm 451.5 ^b	940.6 \pm 256.4 ^{bc}	882.9 \pm 232.5 ^{bc}	638.0 \pm 245.2 ^c
Chewiness	1332.5 \pm 360.0 ^a	977.9 \pm 349.7 ^b	798.6 \pm 241.5 ^{bc}	726.7 \pm 200.2 ^{bc}	533.3 \pm 212.9 ^c
Resilience	0.370 \pm 0.013 ^c	0.300 \pm 0.021 ^b	0.321 \pm 0.022 ^{ab}	0.326 \pm 0.010 ^a	0.327 \pm 0.033 ^a

¹⁾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 yellow layer cakes substituted by different levels of maltodextrin for shortening

Sensory parameters	Substitution level (%)				
	0	25	35	45	55
Appearance	2.81 ^{1)c2)}	3.46 ^b	3.80 ^{ab}	4.09 ^a	3.50 ^b
Color	2.82 ^c	2.74 ^c	3.40 ^b	3.84 ^a	3.77 ^a
Flavor	3.26	3.16	3.26	3.29	3.34
Taste	3.66 ^a	3.56 ^{ab}	3.31 ^a	2.87 ^{ab}	3.07 ^{ab}
Texture	3.91 ^a	3.47 ^{bc}	3.69 ^{ab}	3.36 ^c	2.97 ^d
Overall preference	3.55 ^{ab}	3.27 ^{bc}	3.61 ^a	3.53 ^{ab}	3.06 ^c

¹⁾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.

수록 유의적으로 낮게 나타났다. 전반적인 선호도는 maltodextrin 35% 첨가시 가장 좋은 것으로 평가되어 지방 대체물인 maltodextrin이 레이어 케이크의 모양과 색, 풍미 및 맛을 향상시키거나 변형시키는 것으로 평가되었고 질감에는 좋은 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 그러므로 지방 대체물의 혼합 비율을 결정할 때 제품의 질감 등을 고려하여 물리화학적 성질에 영향을 미치지 않는 범위에서 최적 비율을 결정하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 옐로우 레이어 케이크 제조시 쇼트닝 대신 탄수화물계 지방 대체물인 maltodextrin이 사용될 수 있는지 그 가능성을 조사하고 여러 가지 비율로 대체하여 제조한 저열량 레이어 케이크의 특성을 평가하였다. 케이크 반죽의 비중과 점도는 지방 대체율이 증가할수록 비중은 감소하지만 점도는 증가하였다. 주사전자 현미경 측정 결과 지방 대체물이 증가함에 따라 반죽내 air cell과 함께 지방구의 수와 크기는 감소하였고 반죽의 점도가 높을수록 치밀한 구조를 보였다. 케이크의 물성 측정결과 대체율이 증가할수록 hardness, gumminess, 및 chewiness는 감소하였고 springiness와 cohesiveness, resilience는 증가하였다. 관능적 평가에서 maltodextrin 첨가 35%에서 가장 우수한 것으로 평가되었고 지방 대체율이 크게 증가하여도 관능적 평가에서 우수한 것으로 나타났다. 따라서 지방 대체물인 maltodextrin은 저열량 레이어 케이크 제조시 쇼트닝 대신 다량 첨가하여도 양질

의 품질을 나타내는 지방 대체 소재로 사용될 수 있음이 시사되었다.

문 헌

1. 보건복지부. 1998. 국민영양조사보고서.
2. Moon HN, Hong SJ, Suh SJ. 1992. The prevalence of obesity in children and adolescents. *Kor J Nutr* 25: 413-418.
3. Ahn HS, Park JK, Lee DH, Paik IK, Lee JH, Lee YJ. 1994. Clinical and nutritional examination in obese children and adolescents. *Kor J Nutr* 27: 79-89.
4. Alan LH, Luci AL. 1995. Frances I. Turnak: A system approach to formulating a low fat muffin. *Food Technol* 49: 92-96.
5. Paula A, Lucca B, Tepper J. 1994. Fat replacers and the functionality of fat in foods. *Trends in Food Science and Technology* 5: 12-19.
6. Duxbury DD. 1991. Modified food starch key to low-fat bakery line. *Food Processing* p 98-100.
7. 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.
8. 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.
9. Anon. 1990. Fat substitute update. *Food Tech* 44: 92-97.
10. Kim MH, Kim JO, Shim MS. 2001. Effects of resistant starches on the characteristics of sponge cakes. *J Korean Soc Food Sci Nutri* 30: 623-629.
11. Miller RA, Hoseney RC. 1993 The role of xanthan gum in white layer cake. *Cereal Chem* 70: 585-588.
12. 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.
13. 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.
14. Song ES, Kim SJ, Kang MH. 2002. 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.
15. Singhal RS, Gupta AK, Kulkarni PR. 1991. Low-calorie fat substitutes. *Trends in Food Science & Technology* 2: 241-245.
16. Kim CS, Lee YS. 1997. Characteristics of sponge cakes replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar alcohols. *Korean J Soc Foods Sci* 13: 118-126.
17. Pierce MM, Walker CE. 1987. Addition of sucrose fatty acid

- ester emulsifier to sponge cakes. *Cereal Chem* 64: 222-225.
18. Judie DD. 1988. Emulsifiers: The interfacial key to emulsion stability. *Food Technol* 42: 172-186.
 19. Oomah BD, Mathieu JJ. 1988. Functionally of commercially produced wheat flour solubles in cakes, cookies, and wieners. *J Food Sci* 53: 1787-1791.
 20. 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.
 21. Pylar EJ. 1998. Cake baking technology. In *Baking Science and Technology*. Sosland Publishing Co., Merriam, Kansas, USA. Vol 2.
 22. Matthews RH, Dawson EH. 1966. Performance of fats in white cake. *Cereal Chem* 43: 538-543.
 23. Ruth H, Matthews E, Dawson H. 1966. Performance of fats in white cake. *Cereal Chem* 43: 538-546.
 24. Berglund PT, Hertsgard DM. 1986. Use of vegetable oils at reduced levels in cake, pie crust, cookies, and muffins. *J Food Sci* 51: 640-644.
 25. Sahi SS. 1988. Influence of aeration and emulsifiers on cake batter rheology and textural properties of cakes. 9th~11th. UMIST, Manchester, UK.
 26. 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.
 27. Paton D, Larocque GM, Horne J. 1981. Development of cake structure: Influence of ingredients on the measurement of cohesive force during baking. *Cereal Chem* 58: 527-529.

(2002년 8월 14일 접수; 2002년 12월 6일 채택)