

폴리덱스트로스의 첨가량에 따른 저 열량 레이어 케이크의 특성

송은승 · 김상진 · 강명화
호서대학교 자연과학부 식품영양전공

Characteristics of low calorie layer cake by adding different levels of polydextrose

Eun-Seung Song, Sang-Jin Kim and Myung-Hwa Kang
Dept. of Food and Nutrition, Hoseo University

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of rheological and sensory characteristics of the low-calorie layer cake made by adding different levels of polydextrose as a fat substitute for shortening. As the substitution level of polydextrose increased, the specific gravity of the cake batter increased and the viscosity decreased. The microstructures of cake crumb observed by a scanning electron microscope showed the decreased number and size of air cells and fat particles by increasing fat substitution level. The texture profile analysis using rheometer showed significant differences among the samples according to the levels of polydextrose for shortening. The hardness, gumminess, cohesiveness and chewiness of the cake declined gradually by increasing polydextrose level, while the springiness increased. There were no significant differences in resilience. Among various sensory properties, the appearance, flavor, crumb texture and overall acceptance of the layer cake decreased by increasing polydextrose level, although the taste score increased by adding 25% of polydextrose for shortening. Taking these results together, adding 25% polydextrose for shortening suggested to be a good substitution level for the low-calorie layer cake.

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

I. 서 론

국민영양 조사결과 우리나라 사람들의 식사구성 중 지방 섭취량이 1970년대에는 총 열량의 7.3%에 불과하던 것이 1985년에는 13.7%, 1995년에는 18.8%로 급증하였고, 2005년에는 25%에 이를 것으로 예측하고 있어 지방 과잉 섭취로 인한 비만, 고혈압, 동맥경화와 심혈관계 질환과 같은 각종 성인병의 발병이 더욱-더 증가될 것으로 추정되고 있다^{1,2)}. 미국을 비롯한 일부 선진국에서는 지방섭취를 총열량의 30%이하로 줄이고 포화지방이 전체열량의 10%를 넘지 않도록 하며, 탄수화물 및 식이 섬유 섭취를 증가시키려는 방안이 만들어졌다^{3,4)}. 최근 지방 섭취를 감소시키려는 방안으로 제과 및 제빵 산업에서 지방을 대체하거나 감소시

킨 지방 대체물의 개발로 기존의 제품보다 적어도 1/3 정도로 열량을 감소시키고 품질과 영양면에서도 뒤지지 않는 제품들이 시판되고 있다. 특히 maltodextrin, rice flour, modified food starches, 및 hydrolyzed oat flour와 같은 탄수화물계 지방 대체물은 지방의 일부 또는 전체를 대체할 수 있다고 보고하고 있다⁵⁻⁷⁾.

탄수화물계 지방 대체물의 하나인 폴리덱스트로스(polydextrose)는 글루코스, 소르비톨 및 구연산의 중합체로 장내에서 흡수되지 않고 거의 배설된다고 알려져 있다. 또한 제과 제조시 팽창제로 이용되기 때문에 반죽에서 설탕을 제거해도 쿠키의 부피를 증가시킨다^{8,9)}. 그러나 오랜 기간 익숙해져온 식사습관을 변화시키는 것에 많은 어려움이 있으며, 다량 첨가할 경우 나타나는 식품의 외형, 냄새, 맛 및 질감 등의 변화로 인해 지방이 제공하는 독특한 식감, 질감 및 포만감 등을 나타내는 것에 많은 문제점들이 나타나므로 최적 첨가량의 설정이 필요하다.

Corresponding author: Myung-Hwa Kang, Hoseo University,
29-1 Sechul-ri, Baebang-myeon, Asan 336-795, Korea
Tel : 041-540-5973
Fax : 041-548-0670
E-Mail : mhkang@office.hoseo.ac.kr

전통적인 레이어 케이크를 제조하는데 사용되는 쇼트닝의 함량은 10~12%로 지방첨가량이 많을수록 부드러운 정도와 풍미가 좋아지고 입자가 곱고 균일하게 되어 보다 촉촉한 질감을 갖게 되며¹⁰⁾ 굽는 동안 전분호화와 단백질 응고가 나타날 때까지 케이크 반죽의 구조를 형성하여 준다¹¹⁾. 특히 반죽의 공기 혼입을 돕고 점도를 증가시키는 쇼트닝의 양이 증가할수록 케이크의 변형력이 감소하여 연해졌다는 실험 결과가 보고되었다^{5,12,13)}. 유지를 사용하는 전통적 제조 방법에 쇼트닝과 유사한 질감과 풍미를 지니고, 열량을 낮춰 줄 수 있도록 물리, 화학적으로 변형시킨 물질인 탄수화물계 지방대체물들은 식품의 안정성, 크립성 및 수분 보유력을 증가시키므로 지방 대체가 가능하다¹⁴⁾. 또한 쇼트닝의 대체를 도와 케이크의 반죽을 안정화시키고 공기혼입 증진제로서 사용되며, 지방 입자의 응집을 조절, 전분 중합체와 상호작용을 통해 케이크의 질감과 저장수명을 향상시키는 유화제를 사용하면 쇼트닝의 사용을 줄이더라도 케이크의 부피가 크고 질감이 우수한 케이크의 제조가 가능하다고 한다^{15,16)}.

따라서 본 연구에서는 옐로우 레이어 케이크의 재료 중 쇼트닝 대신 탄수화물계 지방대체물인 폴리텍스트로스를 여러 가지 비율로 대체함으로써 물리적, 관능적으로 기존의 케이크보다 우수하거나 유사한 품질을 나타낼 수 있는 저 열량 옐로우 레이어 케이크를 제조하는 방법을 모색하기 위하여 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

케이크의 주재료인 밀가루(회분함량 0.43% 이하, 제일제당), 쇼트닝(동서유지), 설탕(삼양설탕)은 시중에서 구입하였고, 달걀은 신선란을 구입하여 알끈을 제거한 후 사용하였다. 탄수화물계 지방대체물로 폴리텍스트로스(Pfizer, Inc., NY, USA)를 사용하였으며, 건조 분말형태로 반죽혼합 중에 첨가하여 사용하였다.

2. 옐로우 레이어 케이크의 제조

케이크 제조를 위한 표준재료 배합은 Donald¹⁰⁾의 방법에 따랐으며 표준 옐로우 레이어 케이크의 배합비는 다음과 같다.

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
Polydextrose	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

건조재료인 밀가루와 탈지분유, 베이킹 파우더는 체에 걸렀고 제조 과정은 한국 제과 고등학교에서 사용하는 방법¹⁷⁾을 약간 변형하여 사용하였다. 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 계란을 소량씩 30초 간격으로 넣어주면서 speed 6으로 5분간 혼합하여 크립을 만들었으며, 크립 형성이 끝난 후 고무가 달린 주걱으로 혼합 볼 안쪽 면에 붙어있는 반죽을 긁어내었다. 마지막 단계에서는 밀가루와 나머지 체에 친 건조재료, 그리고 물을 붓고 speed 2로 1분간 혼합한 후 직경 8inch의 원형팬에 유산지를 깔고 300g의 반죽을 붓고 180°C로 미리 예열된 오븐에서 35분간 구웠다. 구운 케이크를 실온에서 2시간 식힌 후 각종 분석에 사용하였다.

3. 비중 측정

반죽의 비중은 3단계 혼합을 마친 후 즉시 측정하였다. 이 때 증류수의 밀도는 1.00g/cc로, 같은 부피의 컵을 이용하여 빈 컵의 무게와 증류수를 가득 채웠을 때의 무게, 그리고 반죽을 가득 채웠을 때의 무게를 재어 총 반죽의 증량을 총 물의 증량으로 나누어 비중을 측정하였다¹⁸⁾.

4. 점도 측정

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

5. 주사전자현미경(Scanning electron microscope) 촬영

혼합이 끝난 케이크의 반죽(4g)을 곧바로 -70°C로 고정된 Deep freezer에서 하루동안 냉동시킨 후 동결 건조기(DW 3, Heto-Holten Co., Denmark)에 넣어 -5°C에서 8시간 동안 동결 건조시켰다. 동결 건조시킨 시료를 Polaron sputter coater(SC761C, Netherlands)로 gold 코팅하고 SEM (XL 30CP, Philips Co., Netherlands)을 이용하여 21.3kV에서 500배로 관찰하였다. 쇼트닝 입자와 기공의 수와 분포 정도는 화면 위 SEM사진에 의해 측정하였다.

6. 단면 구조 촬영

케이크 단면은 실온에서 2시간 식힌 케이크의 가운데를 절단칼로 절단하였고 컴퓨터 시스템과 연결된 디지털카메라(Toshiba, Japan)를 사용하여 30cm의 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 저장 후 측정하였다. 굽기 전 케이크의 중량에서 구운 후 케이크의 중량을 뺀 후 굽기 전 케이크의 중량으로 나누어 계산하였다.

8. 물성 측정

케이크의 물성은 오븐에서 꺼낸 케이크를 실온에서 2시간 보관한 후에 Computer system과 연결된 Texture analyser (TA.XT₂ 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 다음과 같다.

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

9. 관능검사

제조된 엘로우 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 하였다¹⁹⁾.

10. 통계처리

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

III. 결과 및 고찰

1. 반죽의 비중 및 점도

폴리덱스트로스의 첨가수준을 달리한 반죽의 비중 및 점도 측정 결과는 Table 1과 같다. 반죽의 비중은 지방 대체율에 따라 쇼트닝에 대한 지방을 45%

Table 1. Specific gravity and viscosity of cake batters substituted by different level of polydextrose for shortening (Mean ± S.D.)

Parameters	Substitution level (%)				
	0	25	35	45	55
Specific gravity	0.958 ± 0.017 ^{bc,1)}	0.944 ± 0.014 ^b	0.952 ± 0.016 ^b	0.961 ± 0.019 ^b	0.986 ± 0.022 ^a
Viscosity	43071 ± 4686 ^a	34857 ± 6688 ^{ab}	29757 ± 10079 ^{bc}	20443 ± 8373 ^{cd}	13471 ± 5415 ^d

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.

까지는 차이가 없었고 55%의 경우에만 다른 배합비보다 높았다. 한편 점도는 폴리덱스트로스의 대체율이 증가할수록 유의적으로 감소하였는데 Ruth¹²⁾와 Berglund²¹⁾ 등은 지방의 함량이 높을수록 케이크 반죽의 비중이 감소하고, Sahi²⁰⁾는 반죽의 점도가 높을수록 반죽 내 공기 입자의 이동이 지연되어 반죽의 안정성에 도움을 준다고 보고하였다. Matthews 등²²⁾은 화이트 케이크 제조 시 쇼트닝의 농도와 형태에 따른 연구 결과 대체율 50%에서 점도는 증가한 반면 비중과 shear force는 감소하였다고 보고하였다.

2. 반죽의 구조

케이크의 배합비 중 폴리덱스트로스를 다른 비율로 대체시켜 반죽한 반죽의 주사전자현미경 사진은 Fig. 1과 같다. 사진에 나타난 바와 같이 대조군의 경우 지방 대체물을 이용하여 제조한 반죽에 비해 많은 수의 크고 작은 air cell을 형성하고 있는 것으로 나타났다. 이 결과는 대체율을 증가시킬수록 반죽의 조직이 밀집되어 있는 것을 관찰할 수 있었다는 결과와 일치하였다²³⁾.

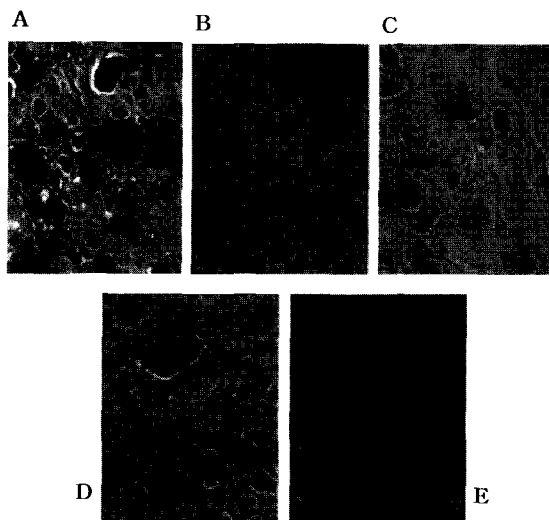


Fig. 1. Scanning electron micrographs of cake crumbs substituted by different level of polydextrose for shortening

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

3. 단면구조

Vertical section은 Fig. 2에 나타난 것과 같이 폴리덱스트로스가 증가할수록 중심이 함몰하는 것으로 나타났는데 이는 수분 손실로 인한 영향인 것으로 생각된다. 쇼트닝 대신 다른 대체물로 대체함으로써 나타나는 비중의 증가가 공기 혼입을 감소시키고, 수분 보유력을 떨어뜨리며¹¹⁾, 결과적으로 폴리덱스트로스의 중심부 함몰과 같은 케이크의 부피를 감소시키고 외형적으로 균형을 이루지 못하는 등의 바람직하지 못한 결과를 나타내었다.

4. 수분 손실량

수분의 손실은 케이크의 구조적인 변형에 관여하며, 제품의 저장 수명을 저하시키는 원인이 되기도 하지만 충분한 수분의 보유는 굽는 동안 수증기의 팽창으로 인해 케이크의 부피를 증가시키며, 촉촉한 질감을 제공하기도 한다²⁴⁾. 각각 비율에 대한 수분의 손실 정도를 측정된 결과 폴리덱스트로스의 첨가량이 증가할수록 수분 손실량은 증가하였다(Table 2).

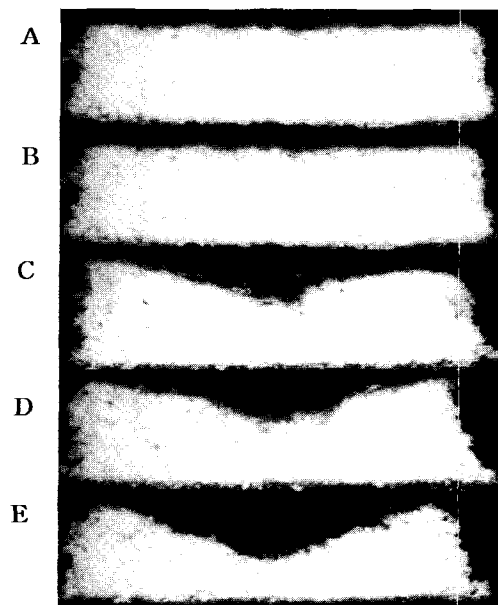


Fig. 2. Vertical sections of cakes substituted by different level of polydextrose for shortening

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

Table 2. Water loss of cake batter substituted by different level of polydextrose for shortening

(Mean ± S.D.)	
Substitute level (%)	Water loss (%)
0	11.12 ± 0.45 ^{a1)}
25	11.70 ± 0.47 ^b
35	11.56 ± 0.56 ^b
45	11.79 ± 0.51 ^b
55	12.64 ± 0.99 ^b

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

5. 물성 특성

지방 대체물의 첨가량을 달리한 레이어 케이크의 물성 측정 결과를 Table 3에 나타내었다. 케이크의 hardness와 springiness의 경우 폴리덱스트로스의 첨가량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. Cohesiveness는 0.504~0.480으로 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다. 이는 굽는 동안 케이크의 구조 형성과 관련된 결합력 및 응집력으로 반죽을 질기게 하는 밀가루와 난백, 연화작용을 하는 설탕과 쇼트닝과 같은 반죽성분들 사이의 작용으로 cohesiveness가 감소한 것으로 생각된다²⁴⁾.

Gumminess는 대체물이 증가할수록 유의적으로 감소하였는데 이 결과는 대체물에 의해 케이크의 검성이 감소한 것으로 생각된다. Chewiness는 대체물의 양이 증가할수록 낮은 측정 결과를 보였고 대조군에서 가장 높게 나타났으나 통계적으로 유의적인 차이는 아니었다. Resilience의 측정 결과 대조군, 25%, 35% 및 45% 폴리덱스트로스 첨가에 의해서는 차이를 나타내지 않았으나 55%를 첨가함으로써 감소하였으나 유의적인 차이는 아니었다.

6. 관능검사

지방 대체물의 첨가량을 달리하여 제조한 레이어 케이크의 관능검사 결과는 Table 4와 같다. 모양은 대체물이 증가할수록 선호도가 유의적으로 낮게 평가되었으며 Fig. 2와 같이 케이크의 중심부가 함몰되어 좋지 못한 모양을 나타낸 결과와 일치하였다. 색의 경우 폴리덱스트로스 35% 첨가 시에 가장 선호도가 높은 것으로 나타났고 냄새의 경우 대조군이 가장 좋은 것으로 평가되었으나 첨가량에 따라 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 맛에 대한 관능검사 결과 폴리덱스트로스의 25% 첨가 시 가장 선호도가 높았고 그 다음이 35%로 나타났으나 55% 첨가 시 선호도가 감소하였다. 이와 같은 결과로 지방 대체물인 폴리덱스트로스는 레이어 케이크의 맛과 색을 향상시키나 냄새는

Table 3. Texture profile analysis of yellow layer cakes substituted by different level of polydextrose for shortening (Mean ± S. D.)

Texture parameters	Substitution level(%)				
	0	25	35	45	55
Hardness	2316.7 ± 878.8	2064.0 ± 691.4	1893.6 ± 648.7	1693.7 ± 304.1	1654.6 ± 470.4
Springiness	0.859 ± 0.049	0.864 ± 0.045	0.891 ± 0.045	0.876 ± 0.029	0.890 ± 0.044
Cohesiveness	0.504 ± 0.016 ^{a,1)}	0.493 ± 0.023 ^b	0.492 ± 0.015 ^{ab}	0.493 ± 0.017 ^{ab}	0.480 ± 0.018 ^b
Gumminess	1155.7 ± 395.9 ^a	1009.6 ± 311.6 ^{ab}	901.2 ± 305 ^{ab}	831.0 ± 123.5 ^{ab}	798.3 ± 245.2 ^b
Chewiness	1004.4 ± 408.1	880.4 ± 320.6	812.4 ± 314.2	730.2 ± 129.4	718.9 ± 258.3
Resilience	0.310 ± 0.034	0.312 ± 0.039	0.309 ± 0.026	0.308 ± 0.031	0.286 ± 0.024

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 4. Sensory characteristics of yellow layer cakes substituted by different levels of polydextrose for shortening

Sensory parameters	Substitution level(%)				
	0	25	35	45	55
Appearance	4.31 ^{1)a2)}	3.63 ^b	3.10 ^c	2.66 ^d	1.92 ^e
Color	3.67 ^a	2.51 ^a	3.74 ^b	3.29 ^c	2.66 ^c
Flavor	3.36	3.20	3.17	3.13	3.10
Taste	3.59 ^a	3.74 ^{ab}	3.60 ^{ab}	3.39 ^b	3.09 ^c
Texture	3.94 ^a	3.64 ^{ab}	3.34 ^{bc}	3.04 ^c	2.54 ^d
Overall preference	3.82 ^a	3.44 ^b	3.27 ^{bc}	3.06 ^c	2.53 ^d

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.

향상시키지 못하는 것으로 나타났다. 조직감과 전반적인 관능검사에 대한 결과 폴리텍스트로스의 첨가량이 증가할수록 선호도가 감소하는 것으로 나타나 대체물을 첨가하지 않은 대조군과 25% 폴리텍스트로스를 첨가한 레이어 케이크의 선호도가 전반적으로 높게 나타났다. 이러한 결과는 지방대체물이 증가할수록 점도를 증가시키고 크림성을 제공할 수는 있지만 식품에서 지방의 기능을 완전히 대체할 수 없다고 보고¹²⁾한 결과와 일치하는 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구에서는 옐로우 레이어 케이크 제조시 쇼트닝 대신 탄수화물계 지방 대체물인 폴리텍스트로스가 사용될 수 있는지 그 가능성을 조사하고 폴리텍스트로스를 여러 가지 비율로 대체하여 제조한 저열량 레이어 케이크의 특성을 평가하였다. 케이크 반죽의 비중과 점도는 지방 대체율이 증가할수록 비중은 증가하지만 점도는 낮아졌다. 주사전자 현미경 측정 결과 지방 대체물이 증가함에 따라 air cell과 함께 지방구의 수와 크기는 감소하였고 점도는 높을수록 치밀한 구조를 보였다. 물성은 대체율이 높을수록 hardness, gumminess, cohesiveness 및 chewiness는 감소하였고 springiness는 증가하였으며 resilience는 차이를 나타내지 않았다. 관능적 평가에서 폴리텍스트로스 첨가 25%에서 대조군과 비슷한 선호도를 나타내었고 지방 대체율이 크게 증가할수록 관능적으로는 낮게 평가되었다. 본 실험 결과 지방 대체물인 폴리텍스트로스는 저열량 레이어 케이크 제조시 쇼트닝 대신 25% 첨가시 대조군과 유사한 특성을 나타내어 지방 대체 소재로 사용될 수 있을 것으로 생각되었다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 호서대학교의 학술연구비 지원에 의해 수행된 연구 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 보건복지부 : 국민영양조사. 1998
2. Moon, S. J. : Nutritional problems of Korean. Korean J. Nutr., 29:371, 1996
3. James, G. : Fats and fat replacers: Balancing the health benefits. Food Technol. 50(9) :76, 1996
4. Richard, D. M. : Position of the american dietetic

- association: Fat replacer. J. Am. Dietetic Association, 98(4):463, 1998
5. Duxbury, D. D. : Modified food starch key to low-fat bakery line. Food Processing. 98, 1991
6. Sanchez, C. C., Klopfenstein, C. F. and Walker, C. E. : Use of carbohydrate-based fat substitute and emulsifying agents in reduced-fat shortbread cookies. Cereal Chem., 72(1):25, 1995
7. 최은옥 : 대체 지방의 종류 및 식품에의 응용. 한국조리과학회지, 14(4):453, 1998
8. Kristine, N. : Fat replacers: The cutting edge of cutting calorie. The American Council on Science and Health, p 16. October, 1997
9. Calorie control council : Fat reduction in foods. Atlanta, January, 1996
10. Donald, K. D.:Fats and oils chemical and physical properties. Research Department Technical Bulletin, VI(4), 1984
11. Lin, P., Czuchajowska, Z. and Pomeranz, Y. : Enzyme-resistant starch in yellow layer cake. Cereal Chem., 71(1):69, 1994
12. Ruth, H., Matthews, E. and Dawson, H. : Performance of fats in white cake. Cereal Chem., 43:538, 1966
13. Alan, L. H. and Luci, A. L. : Frances I. Turnak: A system approach to formulating a low-fat muffin. Food Technol., 49(3):92, 1995
14. Paula, A., Lucca, B. and Tepper, J. : Fat replacers and the functionality of fat in foods. Trends in Food Science and Technology. 5:12, 1994
15. Pierce, M. M. and Walker, C. E. : Addition of sucrose fatty acid ester emulsifier to sponge cakes. Cereal Chem., 64(4):222, 1987
16. Judie, D. D. : Emulsifiers: The interfacial key to emulsion stability. Food Technol., 42(10):172, 1988
17. 한국제과고등기술학교, 제과실기, 정문사문화(주), 1994
18. 김혜영 : 제과 제빵 모델 시스템으로서 저 열량 케익에 미치는 주재료 성분 중 함유된 단백질 및 전처리된 유화제의 영향. 한국조리과학회지, 13(2):185, 1997
19. 김창순, 이영순 : 올리고당과 당알콜을 이용한 스펀지 케익의 제조. 한국조리과학회지, 13(2):204, 1997
20. Sahi, S. S. : Influence of aeration and emulsifiers on cake batter rheology and textural properties of cakes. 9th-11th, UMIST, Manchester, U.K. 1998
21. Berglund, P. T. and Hertsgard, D. M. : Use of vegetable oils at reduced levels in cake, pie crust, cookies, and muffins. J. Food Sci. 51(3):640, 1986
22. Matthews, R. H. and Dawson, E. H. : Performance of fats in white cake. Cereal Chem. 43:538, 1966
23. Gordon, J., Davis, E. A. and Timms, E. M. : Water-loss rates and temperature profiles of cakes of different starch content baked in a controlled environment oven. Cereal Chem., 56(2):50, 1979
24. Paton, D., Larocque, G. M. and Horne, J. : Development of cake structure: Influence of ingredients on the measurement of cohesive force during baking. Cereal Chem., 58(6):527, 1981

(2001년 6월 20일 접수)