

Hydrolyzed oat flour의 첨가량을 달리하여 제조한 저열량 레이어 케이크의 물리적 및 관능적 특성

송은승 · 김상진 · 강명화*

호서대학교, 식품영양학과

Physical and Sensory Characteristics of Low Calorie Layer Cake Made with Different Levels of Hydrolyzed Oat Flour

Eun-Seung Song, Sang-Jin Kim and Myung-Hwa Kang*

Department of Food and Nutrition, Hoseo University

This study was carried out to investigate the effect of rheological and sensory characteristics of the low-calorie layer cake. It was made with different levels of hydrolyzed oat flour based on the weight of shortening. The specific gravity of cake batter by increasing of hydrolyzed oat flour was decreased. The viscosity, however, was increased. The microstructures of cake crumb observed by the scanning electron microscope showed the decreased number/size of air cells, and the fat particles were also decreased. The texture profile analysis showed statistically significant differences according to the different levels of hydrolyzed oat flour based on the weight of shortening. The hardness, gumminess, and chewiness gradually declined by the increasing hydrolyzed oat flour level while springiness, cohesiveness, and resilience increased. Although taste, texture, and flavor decreased by the addition of hydrolyzed oat flour, it was increased in the appearance, color, and overall preference of the layer cake. Taken together, our results suggest that a 45% addition of hydrolyzed oat flour could be the best replacer for the low-calorie layer cake.

Key words: layer cake, fat substitution, texture profile, hydrolyzed oat flour, sensory evaluation

서 론

최근에는 건강과 영양에 관한 관심이 증가되어, 식품의 관능적 특성을 크게 손상하지 않으면서 기능적 측면을 강화하는 저열량, 저지방 식품을 선호하게 되었다^(1,2). 케이크류는 주로 지방과 설탕을 다량 함유하여 열량이 매우 높아 저열량 식품을 선호하는 소비자들의 변화된 기호를 충족시키기에 매우 어려운 실정이다. 전통적인 레이어 케이크를 제조하는데 사용되는 쇼트닝의 함량은 10-12%로 지방첨가량이 많을수록 부드러운 정도와 풍미가 좋아지고 입자가 곱고 균일하게 되어 보다 촉촉한 질감을 갖게 되며^(3,4), baking되는 동안 전분호화와 단백질 응고가 나타날 때까지 케이크 반죽의 구조를 형성하여 준다⁽⁵⁾. 쇼트닝의 양이 증가할수록 반죽의 공기 혼입을 돕고 점도를 증가시키며 케이크의 변형력이 감소하며 부드러워졌다^(6,9). 지방을 사용하는 이런 전통적 제조 방법에 쇼트닝과 유사한 질감과 풍미를 내고, 열량을 낮출

수 있도록 물리, 화학적으로 변형시킨 지방대체물들은 식품의 안정성, 크림성, 수분 보유력을 증가시켜 대체사용이 가능하다고 한다⁽¹⁰⁾. 최근 고열량 케이크의 단점을 보완하면서 지방질이 식품에 부여하는 각종 기능적 특성을 제공하는 저열량, 저콜레스테롤 제품 개발에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다^(2,11,12). Song 등⁽¹³⁾은 탄수화물계 지방 대체물을 이용하여 저열량 레이어 케이크의 품질 개선에 관한 연구결과 당알콜계 지방 대체물인 폴리텍스트로스를 쇼트닝 중량에 대해 25% 대체시 질감 및 외형에서 좋은 효과가 있는 것으로 보고하였다. Kim 등⁽¹⁴⁾은 소장에서 소화 흡수되지 않고 대장에서 발효되어 단쇄지방산을 생성하여 혈중 당, 인슐린 및 콜레스테롤 농도를 감소시키고 대장암 예방에 효과가 있는 것으로 나타난 저항 전분을 이용하여 질감이 우수한 케이크를 제조할 수 있다고 보고하였다. 그러나 식품에 첨가되는 대체물에 따라 식품의 외형, 냄새, 맛 및 질감 등의 변화로 인해 지방이 제공하는 독특한 식감, 질감 및 포만감을 나타내는 것에 많은 문제점들도 나타났다^(14,16). Hydrolyzed oat flour는 오토의 겨 및 외피의 전분부분을 효소에 의해 부분적으로 가수분해하여 생산되는데 5% 정도의 β -glucan을 함유하고 1g 당 1칼로리를 내는 저열량 제품으로 인슐린과 혈중 콜레스테롤 농도를 감소시키는 등의 생리활성 효과를 나

*Corresponding author : Myung-Hwa Kang, Hoseo University, 29-1 Sechul-ri, Baebang-myeon, Asan 336-795, Korea
Tel: 82-41-540-5973
Fax: 82-41-548-0670
E-mail: mhkang@office.hoseo.ac.kr

타내는 것으로 알려지면서 다양한 식품에 첨가되고 있다. 이는 보통의 중성지방과 유사한 식감을 가지고, 초고온에 견딜 수 있는 내열성을 가지고 있는 탄수화물계 지방대체물이다⁽¹⁷⁾.

과거에는 단순히 식품에서 지방의 양을 줄이려는 연구가 진행되었으나⁽¹⁸⁾, 최근에는 지방의 일부 또는 전체를 대신할 수 있는 물질인 maltodextrin, rice flour, modified food starches, hydrolyzed oat flour 또는 polydextrose와 같은 지방 대체물이 개발되어 지방섭취량을 줄이려는 소비자들에게 많은 도움을 주고 있다^(7,19-21). 그러나 지방대체물이 자체적으로 지방을 대체할 수 있고, 열량감소 효과를 나타내는 것으로 알려져 있지만 실제로 시판되고 있는 full fat 케이크와 유사한 물리적 성질 및 관능적 성질을 나타내는 성분들, 그리고 대체 가능한 사용범위에 대한 연구는 거의 없었다.

따라서 본 연구에서는 옐로우 레이어 케이크의 재료 중 쇼트닝 대신 탄수화물계 지방대체물인 hydrolyzed oat flour를 여러 가지 비율로 대체함으로써 물리적 또는 관능적으로 기존의 케이크보다 우수하거나 유사한 품질을 나타낼 수 있는 최적 대체 비율을 결정하고자 수행되었다.

재료 및 방법

실험재료

케이크의 주재료인 밀가루(회분함량 0.43% 이하, 제일제당), 쇼트닝(동서유지), 설탕(삼양설탕)은 시중에서 구입하였고, 달 같은 신선란을 구입하여 알끈을 제거한 후 사용하였다. 탄수화물계 지방대체물로 시판되고 있는 hydrolyzed oat flour (Bob's red mill natural food, Inc., USA)를 사용하였으며, 건조 분말형태로 반죽혼합 중에 첨가하여 사용하였다.

옐로우 레이어 케이크의 제조

표준 옐로우 레이어 케이크의 배합비는 Table 1과 같이 Oomah 등⁽²²⁾의 방법에 따라 제조하였다. 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 계란을 소량씩 30초 간격으로 넣어주면서 speed 6으로 5분간 혼합하여 크림을 만들

Table 1. Formula for yellow layer cake

Ingredients	Substitution level (%) ²⁾				
	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
HOF ¹⁾	0.0	11.25	15.75	20.25	24.75
Salt	2.5	2.50	2.5	2.5	2.5
Baking powder	5.6	5.60	5.6	5.6	5.6
Water	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0

¹⁾Hydrolyzed oat flour was expressed as HOF.

²⁾Based on the weight of shortening

었으며, 크림 형성이 끝난 후 고무가 달린 주걱으로 혼합 볼 안쪽 면에 붙어있는 반죽을 긁어내렸다. 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/mL로, 같은 부피의 컵을 이용하여 빈 컵의 무게와 증류수를 가득 채웠을 때의 무게, 그리고 반죽을 가득 채웠을 때의 무게를 재어 총 반죽의 중량을 총 물의 중량으로 나누어 비중으로 하였고 7회 반복 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 No. 4 spindle을 이용하여 10초 간격으로 1분간 측정하였고 7회 반복 측정하였다.

주사전자현미경(Scanning electron microscope, SEM) 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. 동결건조시킨 시료를 Polaron sputter coater (SC761C, Netherlands)로 gold코팅하고 SEM(XL 30CP, 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 식힌 케이크의 가운데를 절단칼로 절단하였고 컴퓨터 시스템과 연결된 디지털카메라 (Toshiba, Japan)를 사용하여 30 cm의 거리에서 촬영하였다.

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 계산하였고 7회 반복 측정하였다.

물성 측정

케이크의 물성은 오븐에서 꺼낸 케이크를 실온에서 2시간 보관한 후에 Computer system과 연결된 texture analyzer (TA.XT₂, Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, England)를 사용하여 Texture Profile Analysis(TPA) 분석을 실시하였다. TPA 분석을 통해 각각의 시료에 대하여 hardness, springiness, chewiness, gumminess, cohesiveness, resilience를 측정하였다. 분석조건은 Table 2와 같고 7회 반복 측정하였다.

Table 2. Operating conditions of the texture analyzer

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

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 관능검사실에서 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 통계처리 하였으며, 유의성 검증은 Duncan's multiple range test로 $\alpha=0.05$ 수준에서 시행하였다.

Table 3. Specific gravity and viscosity of cake batters made with different levels of hydrolyzed oat flour based on the weight of shortening

Parameters	Substitution level (%) ¹⁾				
	0	25	35	45	55
Specific gravity	0.992±0.018 ^{a2)}	0.988±0.023 ^{a3)}	0.977±0.035 ^{a,b}	0.959±0.013 ^b	0.976±0.013 ^{a,b}
Viscosity	45557±5790 ^c	59914±3293 ^b	67914±9304 ^b	82814±6428 ^a	82500±10028 ^a

¹⁾Based on the weight of shortening

²⁾Values are Mean±S.D.

³⁾Means with different superscript letters within a row are significantly different at $\alpha=0.05$ level as determined by Duncan's multiple range test

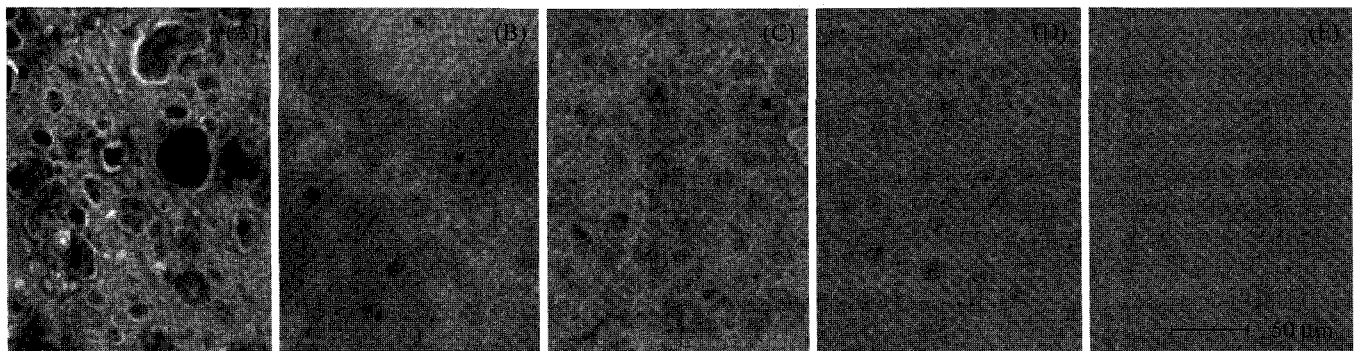


Fig. 1. Scanning electron micrographs of cake crumbs made with different levels of hydrolyzed oat flour based on the weight of shortening

A: 0% based on the weight of shortening, B: 25% based on the weight of shortening, C: 35% based on the weight of shortening, D: 45% based on the weight of shortening, E: 55% based on the weight of shortening

결과 및 고찰

반죽의 비중 및 점도

Hydrolyzed oat flour의 첨가량을 달리하여 반죽한 반죽의 비중 및 점도 측정 결과는 Table 3과 같다. 반죽의 비중은 지방 대체율에 따라 쇼트닝에 대한 지방을 25%까지는 차이가 없었고 45%의 경우에만 다른 배합비 보다 유의적으로 낮게 나타났다. 점도는 hydrolyzed oat flour의 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. Matthews 등⁽²³⁾은 화이트 케이크 제조 시 쇼트닝의 농도와 형태에 따른 연구 결과 대체율 50%에서 점도는 증가하였고 비중과 shear force는 감소하였다고 보고하였다. Ruth⁽⁷⁾와 Berglund⁽¹⁰⁾ 등은 지방의 함량이 높을수록 케이크 반죽의 비중이 감소하고, Sahi⁽²⁴⁾는 반죽의 점도가 높을수록 반죽 내 공기 입자의 이동이 지연되어 반죽의 안정성에 도움을 준다고 보고하였다. Hydrolyzed oat flour 첨가시 반죽의 점도가 증가하고 비중이 감소한 결과 반죽의 안정성을 높여 줄 수 있을 것으로 생각된다.

반죽의 구조

케이크의 배합비 중 쇼트닝 무게에 대해 hydrolyzed oat flour의 첨가 비율을 달리하여 제조한 반죽의 주사전자현미경 사진은 Fig. 1과 같다. 사진에 나타난 바와 같이 지방 대체율이 증가할수록 지방구와 air cell, fat-starch pool의 크기가 감소하는 것을 볼 수 있었다. 이는 hydrolyzed oat flour의 대체율이 증가할수록 치밀한 반죽 구조를 이루고 있는 것으로 판단되었다. 다수의 연구결과 지방대체물 첨가시 부피감, 일정한 구조 및 수분 보유 능력이 좋아져 저장 수명을 연장시킨다고 한다. 또한 수많은 조그만 지방구의 생성으로 공기

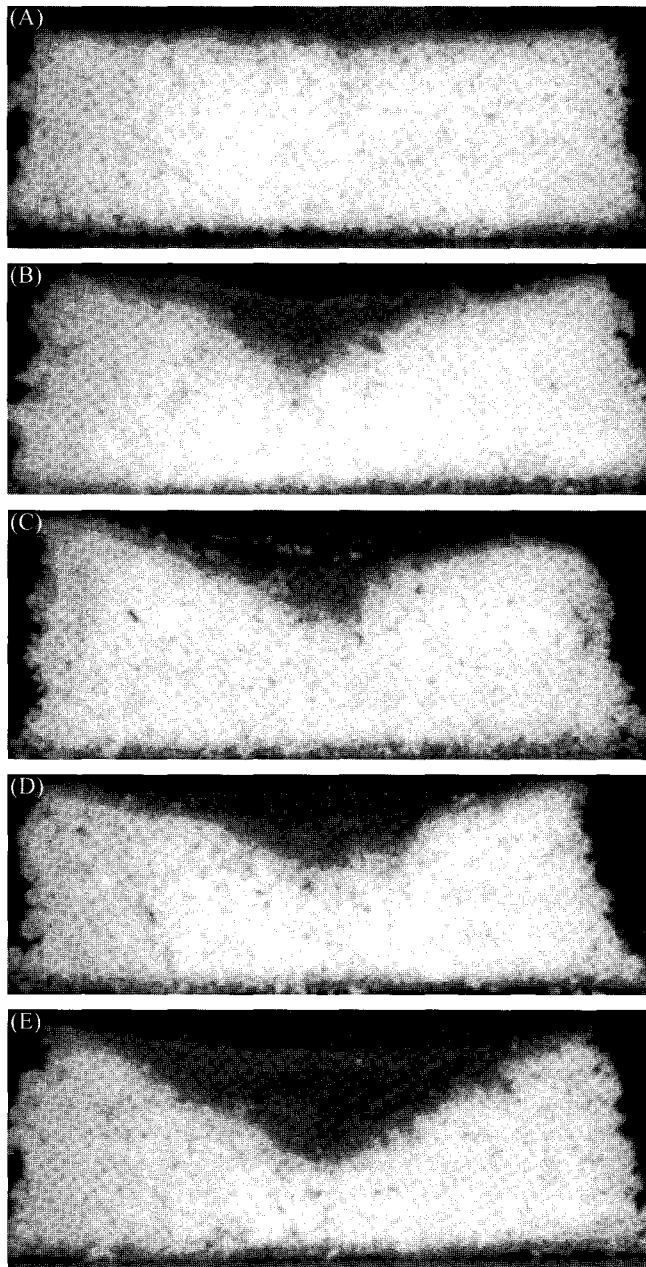


Fig. 2. Vertical sections of cakes made with different levels of hydrolyzed oat flour based on the weight of shortening

A: 0% based on weight of shortening, B: 25% based on weight of shortening, C: 35% based on weight of shortening, D: 45% based on weight of shortening, E: 55% based on weight of shortening

의 혼입을 더욱 많이 할 수 있으며 결과적으로 더 좋은 구조를 형성하게 한다^(2,23,25). Hydrolyzed oat flour는 반죽내에서 aeration을 도와 비중은 감소하였고 지방구가 작아진 것으로 나타났다.

단면구조

케이크의 외관상 특성을 나타내 주는 vertical section은 Fig. 2에 나타내었다. 쇼트닝 대신 hydrolyzed oat flour 55% 첨가 시 외형이 가장 좋은 것으로 나타났다. 이는 hydrolyzed oat flour 첨가시 점도가 높아 수분 유출과 반죽 내 공기 세포의

Table 4. Water loss of cake batters made with different levels of hydrolyzed oat flour based on the weight of shortening

Substitution level ¹⁾ (%)	Water loss (%)
0	10.81±1.11 ^{NS2)}
25	10.82±0.70 ^{NS3)}
35	10.44±1.16 ^{NS}
45	10.55±0.55 ^{NS}
55	10.32±0.77 ^{NS}

¹⁾Based on the weight of shortening

²⁾Values are Mean±S.D.

³⁾NS is not significantly different at $\alpha=0.05$ level as determined by Duncan's multiple range test

이동이 적고 그로 인해 단단한 케이크 구조를 형성하고 외형 및 변형 정도가 감소된 것으로 생각된다.

수분손실량

각각 비율에 대한 수분의 손실 정도를 측정된 결과 hydrolyzed oat flour를 첨가하여도 수분 손실량에는 차이가 나지 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⁽²⁶⁾. Hydrolyzed oat flour를 다량 대체하여도 수분 손실량에 차이가 없는 것으로 보여 질감이나 촉감 등에 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다.

물성 특성

지방 대체물의 첨가량을 달리하여 제조한 레이어 케이크의 물성 측정 결과를 Table 5에 나타내었다. 케이크의 hardness는 hydrolyzed oat flour의 첨가량이 증가할수록 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. Springiness는 25%와 35% 대체시 감소하는 경향이었으나 45%와 55%에서 다시 증가하였다. Hydrolyzed oat flour 무첨가시 Cohesiveness 측정 결과 0.47이었으나 25% 첨가시 0.500로 유의적으로 증가하였으나 첨가량에 따른 차이는 나타나지 않았다. Hydrolyzed oat flour는 케이크를 굽는 동안 구조 형성과 관련된 결합력 및 응집력으로 반죽을 질기게 하는 밀가루와 난백, 연화작용을 하는 설탕과 쇼트닝과 같은 반죽성분들 사이의 작용으로 cohesiveness가 증가한 것으로 생각된다⁽²⁵⁾. Gumminess는 대체물이 증가할수록 감소하였는데 유의적인 차이는 아니었고 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 대조군에 비해 25%, 35%, 45% 및 55% hydrolyzed oat flour 첨가시 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다.

관능검사

Hydrolyzed oat flour의 첨가량을 달리하여 제조한 레이어 케이크의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 외형은 대체물의 첨가량이 증가할수록 선호도가 유의적으로 높게 평가되었다.

Table 5. Texture profile analysis of yellow layer cakes made with different levels of hydrolyzed oat flour based on the weight of shortening

Texture parameters	Substitution level (%) ¹⁾				
	0	25	35	45	55
Hardness	3765.1±1206 ^{NS2)}	3031.2±780.4 ^{NS}	2981.4±829.8 ^{NS}	3211.6±852.2 ^{NS}	3223.3±1004 ^{NS}
Springiness	0.857±0.054 ^{NS3)}	0.838±0.009 ^{NS}	0.849±0.011 ^{NS}	0.860±0.018 ^{NS}	0.867±0.015 ^{NS}
Cohesiveness	0.470±0.014 ^{b4)}	0.500±0.010 ^a	0.501±0.009 ^a	0.506±0.026 ^a	0.500±0.014 ^a
Gumminess	1742.4±534.7 ^{NS}	1512.7±368.6 ^{NS}	1488.9±396.3 ^{NS}	1617.3±396.1 ^{NS}	1615.4±481.5 ^{NS}
Chewiness	1507.4±455.6 ^{NS}	1266.6±302.0 ^{NS}	1264.2±338.9 ^{NS}	1387.3±321.6 ^{NS}	1396.1±400.8 ^{NS}
Resilience	0.270±0.020 ^{b2)}	0.317±0.013 ^a	0.322±0.015 ^a	0.325±0.022 ^a	0.333±0.026 ^a

¹⁾Based on the weight of shortening²⁾Values are Mean±S.D.³⁾NS is not significantly different at $\alpha=0.05$ level as determined by Duncan's multiple range test⁴⁾Means with different superscript letters within a row are significantly different at $\alpha=0.05$ level as determined by Duncan's multiple range test**Table 6. Sensory characteristics of yellow layer cakes made with different levels of hydrolyzed oat flour based on the weight of shortening**

Sensory parameters	Substitution level (%) ¹⁾				
	0	25	35	45	55
Appearance	2.67 ^{c2)}	3.39 ^b	3.64 ^{ab}	3.64 ^{ab}	4.03 ^a
Color	2.76 ^c	3.17 ^b	3.43 ^{ab}	3.41 ^{ab}	3.67 ^a
Flavor	3.40 ^{NS3)}	3.46 ^{NS}	3.26 ^{NS}	3.29 ^{NS}	3.34 ^{NS}
Taste	3.66 ^{NS}	3.56 ^{NS}	3.40 ^{NS}	3.61 ^{NS}	3.39 ^{NS}
Texture	3.76 ^a	3.46 ^{ab}	3.34 ^b	3.61 ^{ab}	3.53 ^{ab}
Overall preference	3.14 ^b	3.36 ^{ab}	3.27 ^{ab}	3.61 ^a	3.41 ^{ab}

¹⁾Based on the weight of shortening²⁾Means with different superscript letters within a row are significantly different at $\alpha=0.05$ level as determined by Duncan's multiple range test³⁾NS are not significantly different at $\alpha=0.05$ level as determined by Duncan's multiple range test

색의 경우 hydrolyzed oat flour의 첨가량이 증가할수록 선호도가 유의적으로 높게 나타났다. 풍미의 경우 통계적으로 유의적인 수준은 아니었지만 대조군 보다 25% hydrolyzed oat flour 첨가시 가장 선호도가 높았다. 맛의 경우 대조군이 가장 높았고 그 다음이 45% 첨가시 좋은 것으로 평가되었으나 첨가량에 따라 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이와 같은 결과로 지방 대체물인 hydrolyzed oat flour는 레이어 케이크의 외형과 색을 향상시키나 냄새와 맛에는 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났고 질감의 경우는 hydrolyzed oat flour 45% 첨가시 질감이 대조군과 유사한 것으로 나타났다. 전반적인 선호도에 대한 결과 hydrolyzed oat flour 45% 첨가시 가장 높았다.

요 약

본 연구에서는 엘로우 레이어 케이크 제조시 쇼트닝 대신 탄수화물계 지방 대체물인 hydrolyzed oat flour가 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 air cell과 함께 지방구의 수와 크기는 감소하였고 점도는 높을수록 치밀한 구조를 보였다. 물성 특성 측정결과 대체율이 증가 할수록 hardness, gumminess,

및 chewiness는 감소하였고 springiness와 cohesiveness, resilience는 증가하였다. 관능적 평가에서 hydrolyzed oat flour 45% 첨가시 가장 우수한 것으로 평가되었고 지방 대체율이 크게 증가하여도 관능적 평가에서 우수한 것으로 나타났다. 따라서 지방 대체물인 hydrolyzed oat flour는 저열량 레이어 케이크 제조시 쇼트닝 대신 다량 첨가하여도 양질의 품질을 나타내는 지방 대체 소재로 사용될 수 있음이 시사되었다.

감사의 글

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

문 헌

1. Alan, L.H. and Luci, A.L. A system approach to formulating a low-fat muffin. *Food Technol.* 49: 92-96 (1995)
2. Paula, A., Lucca, B. and Tepper, J. Fat replacers and the functionality of fat in foods. *Trends Food Sci. Technol.* 5: 12-19 (1994)
3. Judie, D.D. Emulsifiers: The interfacial key to emulsion stability. *Food Technol.* 42: 172-186 (1988)
4. Moon, S.J., Oh, H.S. and Lee, M.H. Physical and sensory characteristics of butter sponge cakes prepared with soybean oil and hiccok. *Korean J. Soc. Food Sci.* 11: 323-329 (1995)
5. Lisa, P., Janet, M., Johnson, W., Barbeau, D. and Stewart, L. Evaluating of alternative fat and sweetener system in cupcakes.

- Cereal Chem. 68: 552-555 (1991)
6. Lin, P.Y., Czuchajowska, Z. and Pomeranz, Y. Enzyme-resistant starch in yellow layer cake. *Cereal Chem.* 71: 69-75 (1994)
 7. Duxbury, D.D. Modified food starch key to low-fat bakery line. *Food Processing* 98-100 (1991)
 8. Ruth, H., Matthews, E. and Dawson, H. Performance of fats in white cake. *Cereal Chem.* 43: 538-546 (1966)
 9. Wootton, J.C., Howard, N.B., Martin, J.B., Mcosker, D.E. and Holme, J. The role of emulsifiers in the incorporation of air into layer cake batter systems. *Cereal Chem.* 44: 333-343 (1967)
 10. Chen, H., Rbenthaler, G.L., Leung, H.K. and Baranowski, J.D. Chemical, physical, and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran. *Cereal Chem.* 65: 244-247 (1988)
 11. Kim, C.S. and Lee, Y.S. Characteristics of sponge cakes by replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar alcohols. *Korean J. Soc. Foods Sci.* 13: 118-126 (1997)
 12. Pierce, M.M. and Walker, C.E. Addition of sucrose fatty acid ester emulsifier to sponge cakes. *Cereal Chem.* 64: 222-225 (1987)
 13. Song, E.S., Kim, S.J. and Kang, M.H. Characteristics of low calorie layer cake by adding different levels of polydextrose. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 17: 367-372 (2001)
 14. Berglund, P.T. and Hertsgaard, D.M. Use of vegetable oils at reduced levels in cake, pie crust, cookies, and muffins. *J. Food Sci.* 51: 640-644 (1986)
 15. Kim, M.H., Kim, J.O. and Shim, M.S. Effects of resistant starches on the characteristics of sponge cakes. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutri.* 30: 623-629 (2001)
 16. Miller, R.A. and Hosney, R.C. The role of xanthan gum in white layer cake. *Cereal Chem.* 70: 585-588 (1993)
 17. Sylvia, P., Marija, C.A., Paul, N. and Richard, T. Oat beta-glucan lowers total and LDL-cholesterol. *Australian J. Nutri. Diet.* 58: 51-56 (2001)
 18. Giese, J. Fats, oils and fat replacers. *Food Technology* 78-83 (1996)
 19. Suh, D.S., Chang, P.S. and Kim, K.O. Physicochemical and sensory characteristics of layer cake containing selectively oxidized cellulose. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 216-220 (2001)
 20. 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: 25-29 (1995)
 21. Anon. Fat substitute update. *Food Technology* 44: 92-97 (1990)
 22. Oomah, B.D. and Mathieu, J.J. Functionality of commercially produced wheat flour solubles in cakes, cookies, and wieners. *J. Food Sci.* 53: 1787-1791. (1988)
 23. Matthews, R.H. and Dawson, E.H. Performance of fats in white cake. *Cereal Chem.* 43: 538-543 (1966)
 24. Sahi, S.S. Influence of aeration and emulsifiers on cake batter rheology and textural properties of cakes. 9th-11th, UMIST, Manchester, U.K. (1998)
 25. 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: 50-57 (1979)
 26. 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: 527-529 (1981)

(2001년 11월 2일 접수)