J Korean Soc Food Sci Nutr
37(6), 775~783(2008)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2008.37.6.775

다이아실글리세롤 오일을 첨가한 옐로우 레이어 케이크의 품질특성

문성란 · 장명숙†
단국대학교 식품영양학과

Quality Properties of Yellow Layer Cake Prepared with Diacylglycerol Oil

Sung-Lan Moon and Myung-Sook Jang†
Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Yongin 448-701, Korea

Abstract

This study was performed to research quality characteristics of yellow layer cakes added with diacylglycerol oil and their effectiveness in reducing trans fatty acids and inhibiting accumulation of fats in the body. The diacylglycerol oil used in this study contained 80% diacylglycerol. In treatments 0, 10, 20, 30 and 40% of the weight of margarine were substituted with diacylglycerol oil. pH and specific gravity of cake batter of treatments increased with more diacylglycerol oil compared to that of the control group. Viscosity of cake batters of treatments also became higher with increasing diacylglycerol oil than that of the control. pH of cakes rose up with increasing amounts of diacylglycerol oil. Volume of cakes became bigger by reducing loss due to water evaporation in a baking process, resulting in a moister texture because of increased moisturizing capacity in oil. In the case of color, the Hunter's colorimetric lightness (L) got higher as the added amount was increased, and redness (a), yellowness (b) and color different (ΔE) got lower against control accordingly. In particular, 30% treatment showed higher levels in the areas of volumes and moisture contents while 20 and 30% treatments were superior in sensory characteristics. Therefore, a yellow layer cake made by substituting 30% of the weight of margarine with diacylglycerol oil was expected to be a low-calorie cake because the oil improves taste and quality of cakes, reduces trans-fatty acids and inhibits accumulation of fats.

Key words: diacylglycerol oil, yellow layer cake, physical and sensory characteristics

서 론

레이어 케이크는 층을 쌓아 만든다는 뜻으로 미국에서 처음 만들어진 케이크이며 여러 가지의 양과자를 만드는 원판 케이크로 사용된다(1). 이 중 옐로우 레이어 케이크는 반죽형 케이크의 대표적인 제품으로 소위 버터케이크라 불린다(2). 전통적인 케이크 반죽 믹싱법인 크림법을 사용하여 유지의 크림성을 이용해 만드는 것으로 유연감은 적으나 주로 제품의 부피를 크게 한다(3).

제과제빵에서 버터, 쇼트닝, 마가린과 같은 유지는 꼭 필요한 재료 중 하나이다. 그러나 100 g당 마가린과 쇼트닝의 열량은 각각 721 kcal, 902 kcal이며, 포화지방산 함량은 각각 21.76 g, 33.50 g(4), 트랜스지방산은 각각 3.56±2.06 g, 5.20±4.65 g 함유(5)되어 있어, 열량이 높고 포화지방산 함량과 가공 중 생성된 트랜스지방산의 함량이 높은 단점을 가지고 있다(6). 2005년도 국민건강 영양조사 자료에 따르면 우리나라 사람들의 식사구성 중 지방 섭취량이 1969년에는 7.2%에 불과하였으나, 1985년에는 13.7%, 1995년에는 19.1%, 2005년에는 20.3%로 점차 증가(7)하는 추세로 인해 지방 섭취가 증가되면서 비만, 동맥경화, 고혈압, 당뇨병과 같은 질환이 증가할 것으로 추정하고 있다(8). 이러한 이유로 유지와 당이 많이 들어가는 열량이 높은 케이크의 단점을 보완하기 위해 대체 감미료와 지방대체물을 사용하여 제품의 관능특성은 크게 손상시키지 않으면서 열량을 낮출 수 있는 대체물에 대한 연구(9-12)들이 활발히 진행되고 있으며, 그 밖에 식이섬유를 첨가한 케이크의 품질특성(13,14)과 식이섬유 첨가 시 케이크의 품질 저하를 개선하고자 유화제를 첨가한 연구(15,16), 천연물을 첨가한 케이크의 품질특성(17,18) 등에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

유지는 글리세롤에 지방산 분자가 에스테르 결합한 형태로 93~98%의 트리아실글리세롤(TG; triacylglycerol)과 1~6%의 다이아실글리세롤(DG; diacylglycerol)로 구성되어 있다(19,20). 글리세롤 한 분자가 에스테르 결합하는 지방산의 분자수에 따라 모노아실글리세롤, 다이아실글리세롤, 트리아실글리세롤로 분류된다(21). 다이아실글리세롤은 모노아실글리세롤과 함께 식품유화제로 그 가치를 인정받은 물

†Corresponding author. E-mail: msjang1@dankook.ac.kr
Phone: 82-31-8005-3174, Fax: 82-31-8005-3170

질로서 케이크 반죽에 사용 시 윤활유 역할을 하여 거품형성을 방해하는 지방을 둘러싸 응집력을 조절하며 이들이 단백질 거품조직에 접근하려는 것을 방지하여 반죽 내 거품의 안정화에 기여한다(22). 다이아실글리세롤을 주성분으로 하는 조리용 기름은 가장 먼저 일본 가오(KAO)사에서 1998년 Econa cooking oil이라는 이름으로 내놓아 일본 후생성의 특정보건용 식품인가를 취득하여 1999년부터 시판되었고, 2000년 미국 FDA에 신고되었다(23).

유지의 주요 구성성분인 트리아실글리세롤이 체내에 섭취되어 혈액을 통해 운반된 후 다시 중성지방 형태로 재합성되어 체지방이나 피하지방으로 축적되는 것과는 달리 다이아실글리세롤 오일은 간장과 근육으로 운반된 후 지방산과 글리세롤로 분해되어 물과 이산화탄소로 완전히 연소되어 체내에 축적되지 않는다는 연구(24-26)가 보고된 후 많은 주목을 받게 되었다. 현재까지 진행된 다이아실글리세롤 오일의 인체 내 소화 및 흡수작용에 관한 연구로는 1,3-다이아실글리세롤이 식후 지혈증과 체중 감소에 미치는 영향에 관한 연구(27)와 단기적으로 식후 혈청 트리아실글리세롤의 상승을 억제시킨다는 연구(28-30), 장기적으로 1,3-다이아실글리세롤을 다량 포함하는 오일의 경우, 기존의 트리아실글리세롤 오일에 비해 지방축적을 억제시킨다는 연구(31), 다이아실글리세롤 오일이 당뇨병성 신부전 환자의 신장 기능 저하를 억제한다는 보고(32) 등이 있지만, 다이아실글리세롤 오일을 제과제빵에 직접 이용한 연구는 아직까지 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 옐로우 레이어 케이크 제조 시 마가린 양을 줄여 트랜스지방산 함량을 줄이고 인체 내의 지방축적을 억제시켜 저열량의 효과가 있는 다이아실글리세롤 오일을 사용하였을 때의 품질 특성을 알아보고 최적의 첨가량을 찾고자 하였다. 이를 기초로 다이아실글리세롤 오일을 제과제빵에 이용하여 산업화하는데 기초자료를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 재료는 박력분((주)CJ), 마가린(오뚜기), 다이아실글리세롤 80% 이상 함유 오일(로프리, (주)CJ), 설탕(100% 가는 정백당, (주)CJ), 달걀은 국내산 신선란(홍운 농장, 경기도 운천), 소금(순도 88% 이상 재제염, (주)CJ), 베이킹파우더(한울농산), 탈지분유(케이크 플라자), 증류수를 사용하였다. 이상의 모든 재료는 케이크를 만들기 전에 미리 실온(20±1°C)이 되도록 유지시켜 사용하였다.

옐로우 레이어 케이크의 제조

옐로우 레이어 케이크의 배합비율은 Table 1과 같으며, 마가린의 중량에 대하여 다이아실글리세롤 오일을 각각 다른 비율로 대체하여 크림법을 이용하여 제조하였다. 옐로우 레이어 케이크 제조공정은 Fig. 1과 같이 10단계의 속도를 지닌 반죽 혼합기(K45SS, KitchenAid Inc., Troy, USA)를 이용하여 3단계로 나누어 반죽하였다. 1단계에서는 3단으로 3분간 마가린을 연화시킨 후 실험 처리구에 따라 지방대체물을 넣고 소금, 설탕을 넣은 후 5단으로 12분간 믹싱하였다. 2단계에서는 달걀 전란을 풀은 후 7단에서 6분간 믹싱하여 크림화 상태를 만들었다. 마지막 단계에서는 반죽에 물, 20 mesh 체에 친 밀가루, 베이킹파우더와 탈지분유를 넣어 혼

Table 1. Formulation of yellow layer cakes substituted with different levels of diacylglycerol oil (unit: g)

Ingredients (g)	Substitution levels (%)[1)]				
	0	10	20	30	40
Cake flour	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Sugar	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0
Whole egg	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
Margarine	50.0	45.0	40.0	35.0	30.0
Diacylglycerol oil	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0
Non-fat dry milk	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Salt	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Baking powder	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Distilled water	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0

[1)]Based on diacylglycerol oil per margarine.

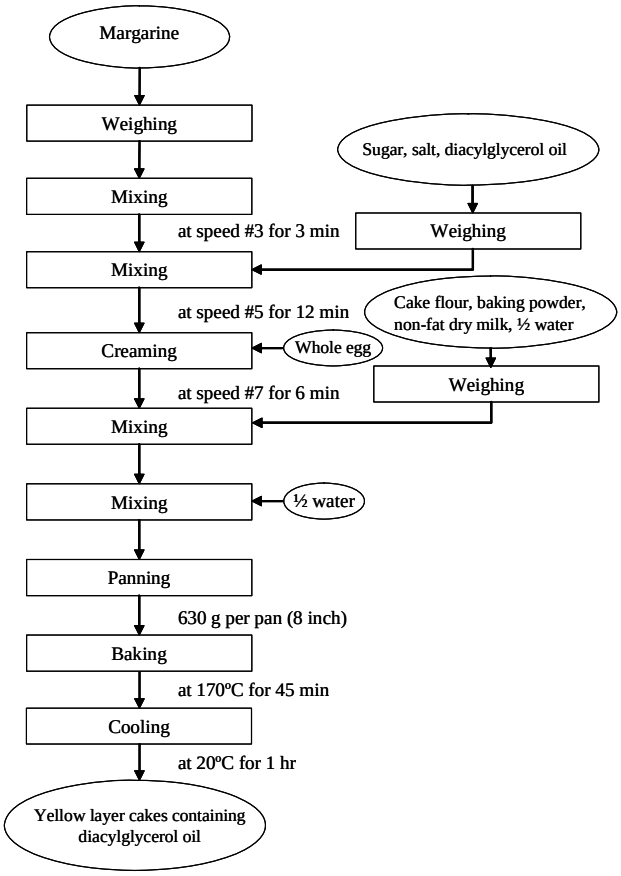

Fig. 1. Flow of yellow layer cake baking procedure.

합한 후 직경 8 inch 원형 팬에 유산지를 깔고 630 g의 반죽을 붓고 170°C로 미리 예열된 오븐(FCCM101, Fujimak, Tokyo, Japan)에서 45분간 구웠다. 구운 케이크를 실온(20±1°C)에서 1시간 식힌 후 실험에 사용하였다.

실험처리구는 마가린의 중량에 대한 다이아실글리세롤 오일의 첨가량을 10, 20, 30, 40%(w/w)로 하였고 대조구는 마가린만을 사용하였다.

반죽의 특성 평가

pH: 케이크 반죽의 pH는 AACC법(33)에 따라 믹싱이 끝난 반죽 25 g에 증류수 15 mL를 넣고 혼합 마쇄하여 5분간 방치한 다음 pH meter(model 420A, Orion Co., USA)를 이용하여 pH를 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

비중: 반죽의 비중은 3단계 믹싱을 마친 후 측정하였다. 증류수의 밀도는 1.00 g/cc로, 같은 부피의 컵을 이용하여 빈 컵의 무게와 증류수의 무게, 그리고 반죽의 무게를 재어 반죽의 중량을 총 물의 중량으로 나누어 비중을 5회 반복 측정하였다(34).

겉보기 점도: 점도계(LVDV-Ⅱ$^{+}$, Brookfield, Eng Lab., LA, USA)를 이용하여 반죽 250 g을 취하여 실온 20±1°C가 되었을 때 점도계 spindle S64로 30 rpm으로 10초간 작동시킨 후 겉보기 점도를 측정하였다. 모든 측정은 5회 이상 반복 실험하여 평균값으로 나타내었다.

옐로우 레이어 케이크의 특성 평가

pH: 옐로우 레이어 케이크를 구운 후 1시간 동안 식힌 후 케이크의 내부에서 20 g을 취하여 증류수 40 mL에 넣어 10분간 진탕하고 원심분리하여 얻은 상등액을 pH meter를 이용하여 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

부피와 굽기손실률: 부피는 5개의 실험 처리구에 따라 구운 후 실온에서 1시간 동안 냉각시킨 후 종자치환법을 이용하여 5회 반복 측정하여 평균값으로 하였다. 굽기손실률은 굽기 전 반죽의 무게에서 구운 후 옐로우 레이어 케이크의 무게를 뺀 후 굽기 전 반죽의 무게로 나누어 계산하였고 5회 반복 측정하여 평균값을 이용하였다(35).

$$\text{굽기손실률}(\%) = \frac{BW - CW}{BW} \times 100$$

BW: 반죽 중량(batter weight)

CW: 옐로우 레이어 케이크 중량(cake weight)

수분함량: 옐로우 레이어 케이크의 중간 부위를 무작위로 5 g 취하여 상압건조법에 의해 105°C의 drying oven(Han Ⅱ scientific Co., Convection dry oven)에서 4시간 동안 건조시킨 후 무게를 측정하여 평균값을 이용하였다(36).

색도: 옐로우 레이어 케이크를 만들어 5×5×2 cm로 자른 후 색차(JC-801S, Color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 명도(L), 적색도(a), 황색도(b), 총색차(⊿E) 값을 측정하였다. 측정은 10회 이상 반복하여 평균값으로 나타내었다. 이 때 사용한 표준 백색판의 L값은 98.525, a값은 0.112, 그리고 b값은 -0.389이었다.

Table 2. Operating conditions for Texture Analyzer

Instrument	Stable Micro System TA XT-2 Texture Analyser
Type	Compression test (Texture Profile Analysis test)
Probe	ϕ34 mm cylinder probe
Pre-test speed	5.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post test speed	1.0 mm/s
Distance	10.0 mm
Strain deformation	50%

텍스처: 옐로우 레이어 케이크를 만들어 직경 3 cm의 원통으로 찍어낸 다음 높이를 2 cm로 일정하게 하여 Texture Analyzer(TA XT-2, Stable Micro System, Ltd., UK)를 사용하여 50%의 변형율로 two-bite compression test를 이용하여 Table 2와 같은 조건으로 측정하였다. 시료측정 후 얻어진 force and time graph로부터 경도, 부착성, 탄력성, 응집성, 검성, 씹힘성의 TPA(texture profile analysis) 특성치를 Bourne(37)의 분류법에 따라 분석하였다. 모든 측정은 10회 이상 반복측정 하였고 데이터 분석은 average curve를 사용하였다.

단면사진: 옐로우 레이어 케이크의 단면사진은 실온에서 1시간 동안 식힌 케이크의 가운데를 칼로 절단한 다음, 컴퓨터 시스템과 연결된 디지털카메라(Power Shot G6, Cannon Inc., Japan)를 사용하여 30 cm의 거리에서 촬영하였다.

관능검사: 옐로우 레이어 케이크를 실온에서 1시간 방치한 후 단국대 식품영양학과 대학원생과 대학생들로 구성된 10명의 훈련된 관능검사원을 통해 4일간 옐로우 레이어 케이크의 기호도 특성과 강도 특성을 평가하도록 하였다. 기호도의 평가항목은 외관, 색, 냄새, 맛, 부드러운 정도, 촉촉한 정도, 전반적인 기호도의 7가지로 9점 채점법(38)으로 4회 반복하여 실시하였고, 이 때 "대단히 좋아한다"가 9점, "대단히 싫어한다"를 1점으로 평가하였다. 강도는 노란 정도, 냄새, 부드러운 정도, 촉촉한 정도, 뒷맛의 5가지 특성에 대하여 9점 채점법(38)으로 4회 반복 실시하였고, 이 때 "대단히 강하다"는 9점, "대단히 약하다"는 1점으로 평가하였다. 시료는 세 자리 숫자로 표기하였으며, 제조한 옐로우 레이어 케이크를 일정한 크기(5×5×2 cm)로 잘라 똑같은 접시(흰색, 직경 20 cm)에 담아 오후 3시경에 관능검사를 실시하였다.

통계처리

본 실험의 결과는 통계분석용 프로그램인 SAS Package (Statistical Analysis System, version 8.1, SAS Institute Inc.)를 이용하여 ANOVA 및 Duncan의 다범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 5% 유의수준에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

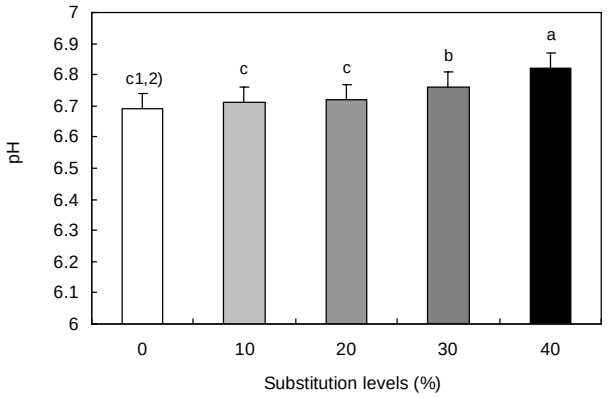

Fig. 2. pH of yellow layer cake batters substituted with different levels of diacylglycerol oil.
[1)]Values are means±SD (n=5).
[2)]Values with different superscripts on the bar are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

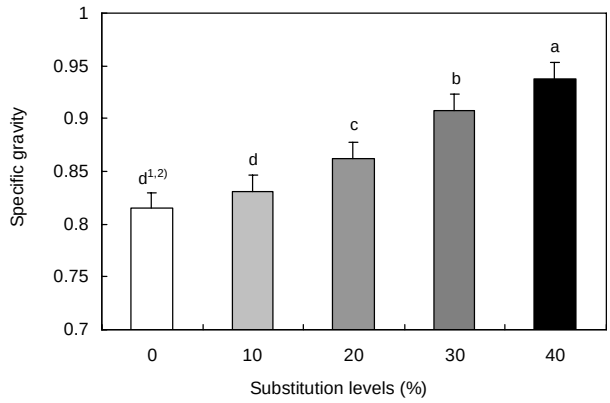

Fig. 3. Specific gravity of yellow layer cake batters substituted with different levels of diacylglycerol oil.
[1)]Values are means±SD (n=5).
[2)]Values with different superscripts on the bar are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

결과 및 고찰

반죽의 특성 평가

pH: 다이아실글리세롤 오일의 대체율을 0, 10, 20, 30, 40%로 달리하여 제조한 반죽의 pH 측정 결과는 Fig. 2와 같다. 반죽의 pH 측정 결과 대조구는 6.69이었고, 다이아실글리세롤 오일을 첨가한 처리구는 6.71~6.82로 첨가량이 증가할수록 높은 pH를 보였다. Ash와 Colmey(39)에 의하면 pH가 적정점으로부터 낮아질수록 케이크의 입자는 더욱 닫히고 지나치게 미세해지며 케이크의 부피가 감소한다고 하였고, 적정점 이상으로 pH가 높아지면 입자는 더욱 열리고 거칠게 되며 두꺼운 세포벽, 거친 텍스처를 갖는다고 하였다. 전형적인 케이크의 최적 pH 범위는 pH 6.7~7.5였으며 본 실험에서는 대조구와 처리구 모두 최적 pH 범위를 보였다.

비중: 반죽의 비중 측정 결과는 Fig. 3과 같으며, 대조구에 비하여 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 비중은 높게 나타났다. 이러한 결과로 마가린의 첨가량이 감소할수록 비중이 증가한다는 것을 알 수 있었는데, Matthews와 Dawson(40), Berglund와 Hertsgaard(41)의 보고에 의하면 케이크 반죽의 비중은 대체 지방의 비율이 증가할수록 비중이 증가된다고 한 결과와 일치하였다. 또한 Moon 등(42)은 레시틴과 글리세린 지방산 에스테르가 첨가된 식용유를 이용하여 버터 스펀지케이크를 제조 시 20%처리구의 비중은 0.54인데 비해, 30%처리구의 비중은 0.59로 높아졌다고 하여 본 연구와 동일한 결과를 보였다.

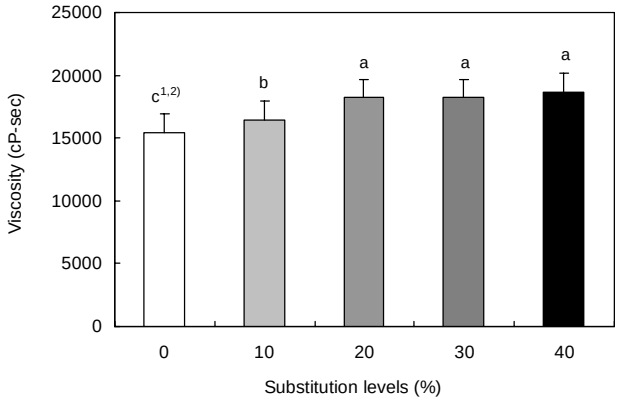

Fig. 4. Viscosity of yellow layer cake batters substituted with different levels of diacylglycerol oil.
[1)]Values are means±SD (n=5).
[2)]Values with different superscripts on the bar are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

겉보기 점도: 점도를 측정한 결과는 Fig. 4와 같으며, 반죽의 겉보기 점도는 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 높게 나타나는 경향을 보였다. 케이크 반죽의 점도가 증가할수록 반죽내로 공기 입자의 이동이 지연되어 반죽 안정도에 도움을 주기(43) 때문에, 레이어 케이크에 다이아실글리세롤 오일을 첨가 시 반죽의 안정도가 증가하여 옐로우 레이어 케이크의 품질에 좋은 영향을 미칠 것으로 기대된다. Howard(44)의 실험 결과에 의하면 유화제는 지방구 주위에 얇은 막을 형성함으로써 지방에 의해 기포 안정성이 저하되는 것을 방지할 수 있다고 하였다. 또한 유화제를 첨가함으로써 유지의 분산이 좋아지면 반죽의 점도가 증가되고, 이로 인해 포집된 기포의 보유 정도를 증진시킬 수 있다고 하였다.

옐로우 레이어 케이크의 특성 평가

pH: pH 측정 결과는 Table 3과 같다. pH 측정 결과 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 높은 pH를 보여, 반죽의 pH 실험 결과와 같은 경향을 나타내었다. 본 실험의 결과 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 케이크의 pH 값이 증가하는 경향을 보여 케이크 입자의 texture 및 부피에 영향을 미칠 것이라 예상된다.

부피와 굽기손실률: 굽기손실률을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 부피는 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨

Table 3. pH, volume, baking loss rate, moisture contents of yellow layer cakes substituted with different levels of diacylglycerol oil

Substitution levels (%)	pH	Volume (mL)	Baking loss rate (%)	Moisture contents (%)
0	7.49±0.02[1)b2)]	1602.50±9.57[c]	7.26±0.05[a]	27.96±1.73[c]
10	7.51±0.02[b]	1630.00±14.14[b]	6.98±0.09[b]	28.41±1.02[bc]
20	7.54±0.03[a]	1647.50±17.08[b]	6.91±0.09[bc]	29.33±0.60[b]
30	7.54±0.03[a]	1688.75±6.29[a]	6.83±0.09[c]	31.61±0.64[a]
40	7.55±0.03[a]	1681.25±8.54[a]	6.85±0.04[c]	31.15±1.99[a]

[1)]Values are means±SD (n=5).
[2)]Means with different superscripts letters in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

가량이 증가할수록 크게 나타났는데, 30% 처리구에서 가장 크게 팽창하였다. 반죽을 굽게 되면 공기, 탄산가스, 수분에서 생긴 증기는 팽창하게 되고, 글루텐은 탄력성과 점성이 있기 때문에 이들 전체를 보유한 채 늘어나 부피를 가지게 된다. 대조구에 비해 실험처리구의 부피가 증가한 결과는 Chung과 Choi(45)의 실험 결과 올리브유를 첨가한 파운드케이크의 품질특성에서 대조구보다 올리브유 처리구의 부피가 증가하였다는 연구와 Choi와 Chung(46)의 기능성유를 첨가한 파운드케이크의 품질특성에서 팽창에 미치는 영향이 마가린보다 식물성유에서 더 많은 것으로 나타났다는 연구 결과와 같은 경향을 보였다. 또한 Johnson과 Hoseney(47), Kissell과 Yamazaki(48), Spies와 Kirleis(49)의 실험 결과 화이트 레이어 케이크에 유화제 첨가 시 부피가 증가된다고 보고하였다. Pyler(50)는 비중이 크면 부피가 줄어든다고 보고하였는데 본 연구에서는 다이아실글리세롤 오일의 첨가량에 따라 비중이 증가하였는데 반대로 케이크의 부피가 증가하여 연구결과와 일치하지 않는 것으로 나타났다. 이상의 결과로 볼 때 옐로우 레이어 케이크 반죽 제조과정 중 마가린의 크림화 과정에서 마가린 대신 액체인 다이아실글리세롤 오일을 첨가함으로 인해 반죽의 무게가 증가하여 케이크 비중이 높아지는 결과가 나타났다고 생각되며, 케이크의 부피는 마가린보다 다이아실글리세롤 오일을 첨가함으로 인해 증가하는 것으로 나타났다.

굽기손실률은 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 굽기손실률이 낮게 나타났다. 충분한 수분의 보유는 굽는 동안 수증기의 팽창으로 인해 케이크의 부피를 증가시키며, 촉촉한 질감을 제공하기도 한다(51). Yang 등(52)은 대두유 첨가가 스펀지케이크의 품질에 미치는 영향에서 대두유의 첨가량이 많아질수록 대조구보다 처리구의 굽기손실률이 낮아진다고 하였는데 본 연구와 같은 결과를 보였다.

수분함량: 수분함량 결과는 Table 3과 같다. 수분함량은 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 높게 나타났는데, 30%의 처리구에서 가장 높은 수분함량을 보였다. 수분함량은 케이크의 촉촉한 정도를 나타내는 또 하나의 지표(42)로서 수분보유력이 높아지면 케이크의 노화 방지에 효과가 있다고 보고(53)하였는데, 위 실험과 같은 결과로 Moon 등(42)의 기능성 식용유에 관한 연구에서 첨가량이 많을수록 보습력이 커져 수분 함량이 높아졌다는 연구 결과와 Lim(54)의 연구에서 쇼트닝만으로 만들어진 대조구보다 올리브유 첨가한 처리구의 수분함량이 소량 증가하였다는 결과와 유사한 결과를 보였다.

색도: 색도를 측정한 결과는 Table 4와 같으며, 명도(L)는 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 높아졌고, 적색도(a)와 황색도(b), 총색차(⊿E)는 대조구에 비해 첨가량이 증가할수록 낮은 것으로 나타났다. 색도 측정 결과를 종합해 보면 10, 20%의 처리구까지는 대조구와 유의적 차이가 없었으나, 30% 이상 첨가한 처리구부터 명도는 높아지고, 적색도, 황색도, 총색차는 낮게 나타나 밝고 연한 노란색을 나타내는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 대조구보다 다이아실글리세롤 오일을 첨가한 처리구가 밝은 색을 띄는 것으로 나타나 첨가된 다이아실글리세롤 오일의 색이 옐로우 레이어 케이크의 색에 영향을 끼쳤을 것이라 생각되며 케이크의 색을 저하시키지는 않은 것으로 생각된다.

텍스처: 텍스처 특성을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 경도를 측정한 결과 대조구에 비해 다이아실글리세롤 오일

Table 4. Hunter's color values of yellow layer cakes substituted with different levels of diaclyglycerol oil

Hunter's color values	Substitution levels (%)				
	0	10	20	30	40
L	75.83±1.51[1)b2)]	76.05±0.91[b]	76.39±2.52[b]	77.56±0.71[a]	78.19±0.58[a]
a	5.59±0.03[a]	5.23±0.33[b]	4.81±0.72[c]	4.60±0.44[cd]	4.51±0.09[d]
b	41.59±1.05[a]	41.23±0.48[a]	40.59±0.32[b]	39.03±0.12[c]	38.59±0.13[c]
⊿E	46.39±3.03[a]	46.75±2.34[a]	43.70±2.56[b]	41.79±0.68[c]	40.52±2.34[c]

[1)]Values are means±SD (n=5).
[2)]Means of different letters within a row are significantly different from each other at α=0.05 as determined Duncan's multiple range test.

Table 5. Texture profile analysis of yellow layer cakes substituted with different levels of diacylglycerol oil

Texture parameters	Substitution levels (%)				
	0	10	20	30	40
Hardness	329.57±40.21[1)a2)]	327.81±39.21[a]	320.06±41.00[a]	278.17±26.16[b]	263.36±22.37[b]
Adhesiveness	−2.61±0.76[a]	−2.86±0.67[ab]	−2.94±0.68[ab]	−3.15±0.48[bc]	−3.43±0.60[c]
Springiness	0.90±0.01[d]	0.92±0.01[c]	0.92±0.01[c]	0.93±0.01[b]	0.93±0.01[a]
Cohesiveness	0.47±0.01[c]	0.50±0.01[b]	0.50±0.01[b]	0.51±0.00[a]	0.52±0.01[a]
Gumminess	154.34±18.59[a]	152.99±15.14[a]	146.38±12.93[ab]	142.09±13.00[bc]	136.78±10.77[c]
Chewiness	184.02±17.09[a]	177.21±24.16[a]	144.91±21.79[b]	139.39±16.81[b]	130.48±11.31[b]

[1)]Values are means±SD (n=5).
[2)]Means of different letters within a row are significantly different from each other at α=0.001 as determined Duncan's multiple range test.

의 첨가량이 증가할수록 처리구의 경도는 유의적으로 낮아지는 경향을 나타냈고($p<0.001$), 다이아실글리세롤 오일을 30% 이상 첨가한 처리구에서 낮게 나타났다. 부착성은 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 유의적 차이를 보였는데($p<0.001$), 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 처리구의 부착성은 낮아지는 경향을 보였다. 탄력성은 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 처리구의 탄력성이 유의적으로 높아지는 경향을 보였다($p<0.001$). 응집성을 측정한 결과 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 처리구의 응집성은 유의적으로 높아지는 경향을 나타냈다($p<0.001$). 이것은 케이크를 굽는 동안 케이크의 구조형성과 관련된 결합력 및 응집력으로 반죽을 질기게 하는 밀가루와 난백, 연화작용을 하는 설탕과 마가린과 같은 반죽 성분들 사이의 작용으로 응집성이 높아진 것으로 생각된다(55). 검성은 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 처리구의 검성이 유의적으로 낮아지는 경향을 나타났다($p<0.001$). 씹힘성은 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 처리구의 씹힘성이 유의적으로 낮아지는 경향을 보였으며($p<0.001$), 다이아실글리세롤 오일을 20% 이상 첨가한 처리구의 씹힘성이 낮은 결과를 보였다. 이상의 결과에서 다이아실글리세롤 오일을 첨가할수록 경도, 부착성, 검성과 씹힘성은 유의적으로 감소하고, 탄력성과 응집성은 유의적으로($p<0.001$) 높아지는 결과를 알 수 있었다. 이는 Mizukoshi 등(56)의 연구에서 유화제를 첨가한 처리구는 유화제를 첨가하지 않은 대조구에 비해 비중, 점도 그리고 굽기손실량의 측정 결과 유화제가 반죽제조과정 중 공기 혼입의 상승을 나타내었고 수분보유력을 증가시킴으로써 우수한 부피의 증가 효과와 촉촉한 질감을 갖게 한다는 연구와 유사한 경향을 나타냈다.

단면사진: 케이크의 단면 촬영 결과는 Fig. 5에 나타난 것과 같이 대조구보다 유화제의 역할을 하는 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 첨가구의 모양이 위로 향해 부풀어 부피가 증가하여 외관상 좋은 결과를 보이며, 대조구보다 처리구가 밝고 연한 노란색을 보이는 결과를 확인할 수 있었다. 이 결과는 마가린 대신에 오일을 사용한

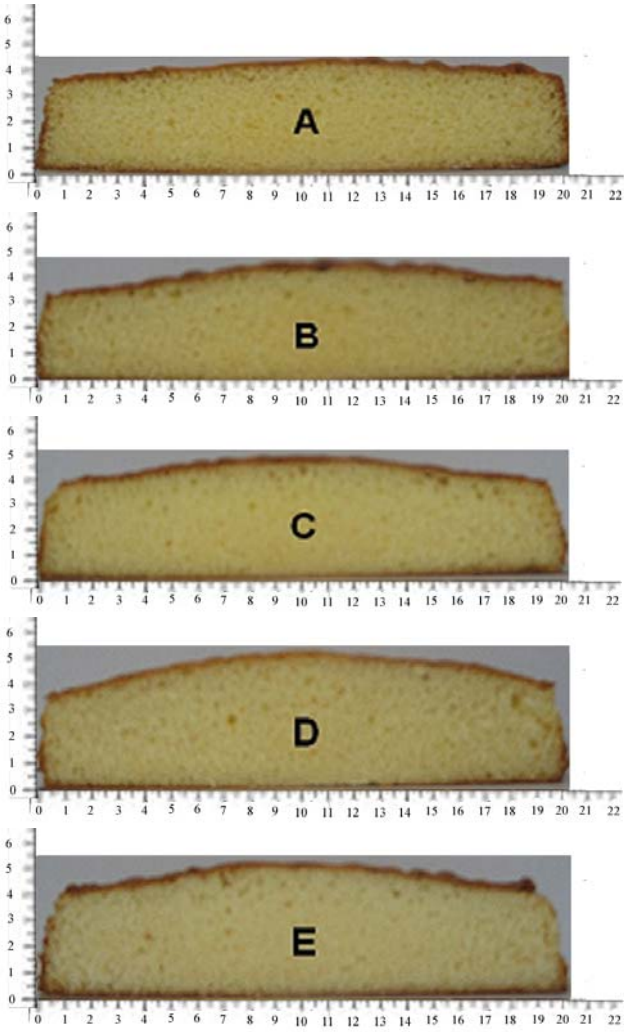

Fig. 5. Cross-sectional view of yellow layer cakes substituted with different levels of diacylglycerol oil.
A: Control, B: 10% substituted by diacylglycerol oil for margarine, C: 20% substituted by diacylglycerol oil for margarine, D: 30% substituted by diacylglycerol oil for margarine, E: 40% substituted by diacylglycerol oil for margarine.

Chung과 Choi(45), Choi와 Chung(46)의 연구결과와 같은 경향을 나타냈다.

관능검사: 다이아실글리세롤을 첨가한 레이어 케이크의 기호도 검사 결과는 Table 6과 같다. 외관은 다이아실글리세

Table 6. Sensory evaluation scores of yellow layer cakes substituted with different levels of diacyglycerol oil

Sensory characteristics	Substitution levels (%)				
	0	10	20	30	40
Appearance	6.50±0.63[1)c2)]	6.96±0.57[b]	7.13±0.30[ab]	7.42±0.50[a]	7.00±0.66[b]
Color	6.63±0.78[b]	7.29±0.57[a]	7.54±0.49[a]	7.21±0.67[a]	6.50±0.78[b]
Smell	6.79±0.44[ab]	7.00±0.63[a]	7.25±0.40[a]	6.50±1.06[b]	5.92±1.21[c]
Taste	6.54±0.76[bc]	6.75±0.99[b]	7.29±0.44[a]	6.96±0.74[ab]	6.29±0.53[c]
Softness	6.42±0.75[c]	6.79±0.82[bc]	7.08±0.65[b]	7.50±0.85[a]	6.88±0.52[b]
Moistness	6.29±0.45[b]	6.50±0.91[b]	6.96±0.74[a]	7.17±0.38[a]	7.04±0.64[a]
Overall acceptability	6.38±0.52[c]	6.83±0.52[b]	7.25±0.57[a]	7.42±0.65[a]	6.58±0.83[bc]

[1)]Values are means±SD (n=5).
[2)]Means of different letters within a row are significantly different from each other at α=0.01 as determined Duncan's multiple range test.

롤 오일의 첨가량이 증가할수록 부피가 커져 30% 처리구에서 가장 높은 점수를 받았으며, 0%의 대조구에서 가장 낮은 점수를 받았다($p<0.001$). 이러한 결과는 앞의 케이크 특성 평가 중 부피에서 마가린을 대신하여 다이아실글리세롤 오일을 30% 첨가한 처리구에서 가장 높은 부피를 나타낸 결과를 토대로 부피가 크게 나와 기호도에서도 높은 점수를 받은 것으로 보인다. 색은 다이아실글리세롤 오일을 10, 20, 30% 대체한 처리구에서 높은 점수를 받았고, 0%의 대조구와 40%의 처리구에서는 다소 낮은 점수를 보였다($p<0.01$). 케이크의 특성 평가 중 옐로우 레이어 케이크의 색 측정 결과 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 명도는 커지며 적색도, 황색도, 총색차는 낮아지는 결과를 나타냈는데, 첨가량이 증가할수록 색이 더 밝고 연한 노란색을 보여 40%로 대체한 처리구에서 낮은 점수를 받은 것으로 보인다. 냄새는 20%를 대체한 처리구까지는 높은 점수를 나타내나, 30% 이상부터는 낮아지는 경향을 나타냈다($p<0.001$). 맛은 20%의 처리구에서 가장 높은 점수를 받았으며, 40%의 처리구에서 가장 낮은 점수를 보였다($p<0.001$). 부드러운 정도는 마가린을 대신하여 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 30% 처리구까지 유의적으로 증가하다가 40% 처리구에서 감소하는 경향을 보였는데($p<0.001$), 앞의 케이크의 특성 평가 중 텍스처 결과 시 마가린을 대신하여 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 경도, 검성, 씹힘성이 낮게 나타나는 결과를 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 토대로 마가린을 대신하여 다이아실글리세롤 오일을 첨가할수록 부드러운 정도가 높아지는 결과를 알 수 있었다. 촉촉한 정도는 20% 이상 첨가한 처리구가 대조구보다 높은 점수를 나타내었다($p<0.001$). 앞의 수분함량 측정결과를 살펴보면 마가린을 대신하여 다이아실글리세롤 오일을 첨가할수록 수분보유력이 커져 수분함량이 높게 나타났는데, 관능검사 시 이러한 이유로 촉촉한 정도에서 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 높게 나타난 것으로 보인다. 결과적으로 다이아실글리세롤 오일을 첨가한 옐로우 레이어 케이크의 전반적인 기호도 특성을 종합해보면 다이아실글리세롤 오일의 첨가 시 마가린만을 첨가한 대조구보다 다이아실글리세롤 오일을 첨가한 처리구가 좋게 평가되었다. 외관, 색, 냄새, 맛, 부드러운 정도, 촉촉한 정도 및 전반적인 기호도의 모든 항목에서 좋은 점수를 받은 20, 30%의 처리구가 바람직한 것으로 나타났다.

강도 특성 검사 결과는 Fig. 6과 같다. 노란 색의 정도는 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 첨가구의 점수가 낮아지는 경향을 볼 수 있었는데, 이것은 마가린의 색보다 다이아실글리세롤 오일의 색이 더 밝기 때문인 것으로 보이고, 케이크의 부피가 커졌기 때문인 것으로 보인다. 냄새는 첨가량이 증가할수록 점수가 높게 나타났는데, 마가린과 다이아실글리세롤 오일의 냄새를 비교하였을 때 다이아실글리세롤 오일의 냄새가 더 강하기 때문인 것으로 보인다. 부드러운 정도는 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 처리구의 점수가 높게 나타났다. 촉촉한 정도는 대조구보다 다이아실글리세롤 오일을 첨가한 처리구의 점수가 가장 높게 나타났는데, 이것은 처리구가 대조구보다 수분함량이 더 많기 때문인 것으로 추측된다. 뒷맛은 대조구보다 다이아실글리세롤 오일을 첨가한 처리구의 점수가 높게 나타났는데, 이것은 다이아실글리세롤 오일이 마가린보다 입안에 기름이 감도는 뒷맛이 더 높다는 것을 알 수 있다.

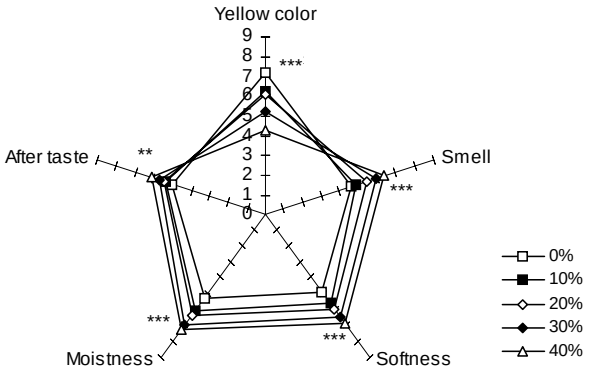

Fig. 6. QDA profiles for the sensory evaluation scores of layer yellow cakes substituted with different levels of diacylglycerol oil. $^{**}p<0.01$, $^{***}p<0.001$.

요 약

본 연구에서는 옐로우 레이어 케이크 제조 시 트랜스지방산 함량을 줄이고 인체 내의 지방 축적을 억제시켜 저열량의 효과가 있는 다이아실글리세롤 오일을 사용하였을 때의 품질 특성을 보고자하였다. 대조구는 마가린만을 사용하였고, 실험처리구는 마가린 무게에 대하여 다이아실글리세롤 오일의 첨가량을 10, 20, 30, 40%로 각각 다르게 첨가하여 옐로우 레이어 케이크를 제조하였다. 반죽의 pH 측정 결과 대조구에 비해 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 pH가 높아지는 경향을 보였다. 반죽의 비중은 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 높게 나타났으며, 반죽의 겉보기 점도는 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 높은 점도를 나타내었다. 케이크의 pH 측정결과는 반죽의 pH와 같은 경향이었으며, 다이아실글리세롤 오일을 30% 첨가 시 부피와 수분함량이 높은 결과를 보였다. 케이크의 명도는 첨가량이 증가할수록 높아졌고, 적색도, 황색도, 총색차는 대조구에 비해 첨가량이 증가할수록 낮게 나타났다. 텍스처의 경우 경도, 부착성, 검성과 씹힘성은 대조구보다 다이아실글리세롤 오일의 첨가량이 증가할수록 낮은 결과를 보였고, 탄력성과 응집성은 커지는 결과를 보였다. 관능검사에서는 다이아실글리세롤 오일을 20%와 30% 첨가 시 높은 점수를 받았다. 그러므로 다이아실글리세롤 오일을 30% 첨가하여 옐로우 레이어 케이크를 만들 경우 맛과 품질을 향상시켜주고, 트랜스지방산의 함량을 줄이며, 인체 내의 지방 축적을 억제시켜 저열량 케이크를 만들 수 있을 것으로 기대된다.

문 헌

1. 신길만, 이예경, 임영래. 2002. 제과학의 이해. 지구문화사, 서울. p 89-90, 174.
2. 한국산업인력공단. 1998. 제과제빵 이론. 한국산업인력공단, 서울. p 10, 14-18.
3. 윤미숙. 2003. 제과제빵학원론. 지구문화사, 서울. p 174-175.
4. http://www.rlsi.go.kr/. 농촌생활연구소 식품성분표 (제 6차 개정).
5. 한국식품공업협회. 2005. 트랜스지방산 함량 모니터링 결과.
6. Chung OK. 1981. A three way contribution of wheat flour lipids, shortening and surfactants to bread-making. *Korean J Food Sci Technol* 13: 74-89.
7. 보건복지부. 2005. 국민건강 · 영양조사.
8. 전은석. 2003. 보건과 복지. 대경북스, 서울. p 108.
9. 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.
10. 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.
11. Kim HY, Kim YH. 2003. Optimization of the reduced-calorie yellow layer cake preparations. *Korean J Food Culture* 18: 37-44.
12. Song ES, Kim SJ, Byun KW, Kang MH. 2002. Physical and sensory characteristics of low-calorie layer cake made with maltodextrin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 1005-1010.
13. 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.
14. Lee MH, Chang HG, Yoo YJ. 2005. Effect of the millet and waxy millet on properties of white layer cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 395-402.
15. Kyung MS, Chang HG, Lee YT. 2001. Effects of emulsifiers on the properties of white layer cakes prepared from geurumil flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 877-881.
16. Lee MH. 2003. Effects of the millet and sorghum added on making and storage properties of the white layer cake. *MS Thesis*. Sejong University, Seoul, Korea.
17. Kim YA. 2003. Effects of mulberry leaves powders on the quality characteristics of yellow layer cakes. *Korean J Food Sci Technol* 35: 871-876.
18. Kim YA. 2005. Effects of *Lycium chinense* powders on the quality characteristics of yellow layer cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 403-407.
19. Abdel-Nabey AA, Shehata AAY, Ragab MH, Rossell JB. 1992. Glycerides of cottonseed oils from Egyptain and other varieties. *Riv Ital Sostanze Grasse* 69: 443-447.
20. Lonnqvist F, Wennlund A, Arner P. 1997. Relationship between circulating leptin and peripheral fat distribution in obese subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord* 21: 255-260.
21. 강갑석. 1999. 식품과 건강문화. 광문각, 서울. p 39-40.
22. Rasper VF, Kamel BS. 1989. Emulsifier oil system for reduced calorie cake. *J Am Oil Chem Soc* 66: 537-540.
23. Enova^{TM} oil is a new tool for maintaining a healthy weight. ADM Kao LLC.
24. Kwon SJ, Han JJ, Rhee JS. 1995. Production and *in situ* separation of mono- or diacylglycerol catalyzed by lipase in *n*-hexane. *Enzyme Microb Technol* 17: 700-704.
25. Maki KC, Davidson MH, Tsushima R, Mastsuo N, Tokimitsu I, Umporowiez DM, Dicklin MR, Foster GS, Ingram KA, Anderson BD, Forst SD, Bell M. 2002. Consumption of diacylglycerol oil as part of a reducer-energy diet enhances loss of body weight and fat in comparison with consumption of triacylglycerol control oil. *Am J Clin Nutr* 76: 1230-1236.
26. AOCS. 2002. *DAG and Food Formulation*. Inform 13. American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, USA. p 550.
27. Cha BR. 2005. Effect of dietary 1,3-diacyloglycerol on postprandial triacylglycerol response and weight reduction. *MS Thesis*. Yonsei University, Seoul, Korea.
28. [한국과학기술정보연구원] 기술정보분석실. 2005. 비만과 영양관리. 한국과학기술정보원, 서울. p 81-93.
29. Matsuo N. 2004. Nutritional characteristic are health benefits of diacylglycerol in foods. *Food Sci Technol Res* 10: 103-110.
30. Pszczola DE. 2003. Putting weight-management ingredients on the scale. *J Food Technol* 57: 42-57.
31. Murase T, Mizuno T, Omachi T, Onizawa K, Komine Y, Kondo H, Hase T, Tokimitsu I. 2001. Dietary diacylglycerol suppresses high fat and high sucrose diet-induced body fat accumulation in C57BL/6J mice. *J Lipid Res* 42: 372-378.
32. 한국과학기술정보연구원 해외과학기술동향. 2005. 다이아실글리세롤유의 신장기능 저하를 억제. Vol 682. http://www.kao.co.jp/corp/news/2005/2/n20050624-01re.html.
33. AACC. 2000. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. 10th ed. The American Association

of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
34. Kim HY. 1997. Effects 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.
35. Fujiyama Y. 1981. *The Method of Experiment*. Japan International Baking School, Tokyo. p 3-57.
36. Ahn JM, Song YS. 1999. Physico-chemical and sensory characteristics of cakes added sea mustard and sea tangle powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 534-541.
37. Bourne MC. 1978. Texture profile analysis. *J Food Technol* p 32-62.
38. Kim KO, Kim SS, Sung NK, Lee YC. 1993. *Sensory evaluation and application*. Shinkwang, Seoul. p 207-225.
39. Ash DJ, Colmey JC. 1973. The role of pH in cake baking. *Baker's Digest* 47: 36-42.
40. Matthews RH, Dawson EH. 1966. Performance of fats in white cake. *Cereal Chem* 43: 538-546.
41. Berglund PT, Hertsgaard DM. 1986. Use of vegetable oils at reduced levels in cake, pie crust, cookie and muffins. *J Food Sci* 51: 640-644.
42. Moon SH, 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.
43. Sahi SS. 1998. *Influence of aeration and emulsifiers on cake batter rheology and textural properties of cakes*. 9th-11th. UMIST, Manchester, U.K.
44. Howard NB. 1972. The role of some essential ingredients in the formation of layer cake structures. *Baker's Digest* 46: 28-37.
45. Chung NY, Choi SN. 2006. Quality characteristics of pound cake with olive oil. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 222-228.
46. Choi SN, Chung NY. 2006. Quality characteristics of pound cake with vegetable oils. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 808-814.
47. Johnson AC, Hoseney RC. 1979. Chlorine treatment of cake flours. Ⅲ. Fractionation and reconstitution techniques for cl_2-treated and untreated flour. *Cereal Chem* 56: 443-445.
48. Kissell LT, Yamazaki WT. 1979. Cake baking dynamics. Relation of flour-chlorination rate to batter expansion and layer volume. *Cereal Chem* 56: 324-327.
49. Spies RD, Kirleis AW. 1978. Effect of free lipids on cake baking potential. *Cereal Chem* 55: 699-704.
50. Pyler EJ. 1998. Cake baking technology. In *Baking Science and Technology*. Sosland Publishing Co., Merrian Kansas, USA. Vol 2.
51. Paton D, Larocque GM, Horme J. 1981. Development of cake structure. Influence of ingredients on the measurement of cohesive force during baking. *Cereal Chem* 58: 527-529.
52. Yang HY, Cho YJ, Oh SS, Park KH. 2003. Effect of ratio and temperature of soybean oil or butter on the quality of sponge cake. *Korean J Food Sci Technol* 35: 856-864.
53. Sych J, Castaigne F, Lacroix C. 1987. Effects of initial moisture content and storage relative humidity on textural changes of layer cakes during storage. *J Food Sci* 52: 1604-1610.
54. Lim SH. 2004. A study on the rheological properties of the dough with olive oil and quality characteristics of white pan bread. *MS Thesis*. Konkuk University, Seoul, Korea.
55. 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.
56. Mizukoshi M, Maeda H, Amano H. 1980. Model studies of cake baking Ⅱ. Expansion and heat set of cake batter during baking. *Cereal Chem* 57: 352-355.

(2008년 3월 6일 접수; 2008년 5월 13일 채택)