

## 올리고당의 첨가가 케익의 품질과 노화에 미치는 영향

김 영 애

건양대학교 식품공학과

### Effects of Fructo-Oligosaccharide and Isomalto-Oligosaccharide on Quality and Staling of Cake

Yeoung-Ae Kim

Dept. of Food Science and Technology, Konyang University, Choongnam 320-800, Korea

#### Abstract

Fructo-oligosaccharide and isomalto-oligosaccharide were used to replace 10%, 20% or 30% of the sucrose in cake. Replacement with either fructo-oligosaccharide or isomalto-oligosaccharide resulted in cakes with higher volume, browner crust, yellower crumb. Cakes baked with oligosaccharide were softer than 100% sucrose cake. During 9 days storage at 20°C, the hardness of both 10% fructo-oligosaccharide and 10% isomalto-oligosaccharide cakes was higher than that of 20% and 30% oligosaccharide cakes up to 5 days. While the hardness of 20% and 30% fructo-oligosaccharide cake was higher than that of 10% fructo-oligosaccharide cake at the end of storage, there was no difference in hardness among 10%, 20% and 30% isomalto-oligosaccharide cakes. Cakes substituted with isomalto-oligosaccharide for sucrose at the level of 20% and 30% or with fructo-oligosaccharide at the level of 30% were significantly moist compared to control. Replacement of sucrose with oligosaccharide, except with fructo-oligosaccharide at the level of 30%, did not affect significantly overall likeness of cakes.

Key words: oligosaccharide, cake, stale

#### 서 론

올리고당은 생물공학적인 방법으로 개발된 고부가가치 감미료이며, 사용된 기질과 효소의 종류에 따라서 여러 가지 종류로 분류가 된다. 1987년에 처음으로 생산된 프락토올리고당은 과당 전이효소인  $\beta$ -fructofuranosidase를 이용하여 설탕분자에 과당을 더 결합시켜 만든 3-5 당류이며, 이소말토올리고당은 포도당분자가  $\alpha$ -1,6 결합을 하고 있는 올리고당으로서, 기질인 전분 용액을  $\alpha$ -amylase로 액화시킨 후,  $\beta$ -amylase와 transglucosidase를 이용하여 생산한 것이다. 현재 생산되고 있는 올리고당으로는 프락토올리고당, 이소말토올리고당, 말토올리고당, 갈락토올리고당 등이 있으며, 설탕이나 전분당 등의 기존의 감미료보다는 소비량이 적지만 제과, 제빵, 유제품, 빙과류, 소주, 간장, 잼, 음료 등에 감미료로서 널리 사용이 되고 있으며 매년 소비가 늘어날 것으로 보고 있다(1). 올리고당은 장내의 효소에 의해서 분해가 되지 않으므로 기본적으로 저칼로리

감미료이며, 특징으로는 장내의 비피더스균을 적정수준으로 증식시키고 장의 상태를 양호하게 유지시켜 주는 것과 충치원인세균에 의한 글루칸과 유산의 생산이 설탕에 비하여 적어서 충치발생율을 저하시키는 것이 꼽히고 있다(2). 올리고당은 장의 평정화효과 때문에 식이섬유와 더불어 장기능을 증진시키는 특정 보건의용식품으로 평가가 되고 있으며, 자일로올리고당, 프락토올리고당, 이소말토올리고당 및 대두올리고당이 장의 기능을 증진시킨다고 알려져 있다(3).

섬유소는 주로 식물의 외피부분에 존재하며 가공시 대부분이 제거되어 왔지만, 식이섬유소의 섭취부족과 성인병과의 관련성이 밝혀지면서(4,5) 가공식품을 주로 하는 현대인의 식습관에서 식이섬유소의 섭취부족이 재인식되고 있다. 섬유소를 가공식품에 직접 첨가시켜 식이섬유소의 섭취량을 증가시키려는 노력은 끊임 없이 이루어져 왔으며, 밀기울이나 귀리겨 외에도 최근에는 두류, 땅콩, 해바라기, 감자, 보리, 미강, 보리겨, 사과쥬스박, 두유박, 비지 등의 다양한 식이섬유소원이

검토되어 왔다(6-13). 이들 첨유소는 주로 빵이나 케익, 면, 쿠키, 시리얼 등에 응용되었으나, 첨유소가 지닌 물리적 특성 때문에 제품의 관능적 특성을 저하시킨다는 단점도 지적이 되어 왔다. 특히 빵이나 케익에 첨가시킨 경우에는 케익의 조직을 거칠게 하고 부피를 저하시키는 것으로 알려져 있다(14). 따라서 본 실험에서는 설탕보다는 저열량이며 첨유소와 같이 난소화성이며 지질대사의 개선, 음식물의 소화관 통과시간의 단축 등의 장기능 증진 효과가 있는 올리고당(2)을 설탕 대신 케익에 첨가시켜, 올리고당이 케익의 특성에 미치는 영향과 저장시에 케익의 노화에 미치는 영향을 관찰하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

프락토올리고당(썬올리고 G)과 이소말토올리고당(썬올리고 M500)은 삼양제넥스(주)에서 공급받았으며, 밀가루는 대한제분(주)에서 생산하는 제빵용 1등급 밀가루를 사용하였다.

본 실험에 사용한 올리고당의 고형분 중 당 조성은 프락토올리고당은 프락토올리고당이 55.0%, 단당류 및 설탕(설탕 12% 이하)이 45%였으며, 이소말토올리고당의 경우에는 단당류가 40%, 직쇄올리고당이 8%, 분쇄 올리고당과 분지당이 52%로 조성되었다.

### 케익 제조방법

케익의 배합비로는 Guy(15)의 배합비를 응용하였으며, Brockmole과 Zabik(6)의 방법에 따라서 제조하였다. 설탕 중량의 10%, 20%, 30%에 해당하는 양을 올리고당으로 대체한 경우에는 올리고당의 수분함량이 25%인 점을 감안하여 올리고당 첨가량에 해당하는 수분을 배합비에서 빼주었다(Table 1). 밀가루에 설탕, 소금, 탈지분유, 소금, 베이킹 파우더, 베이킹 소다 등을 미리 첨가하여 잘 혼합시킨 다음에, 쇼트닝과 60%의 물을 첨가하여 Table Mixer(Kenwood Ltd., England)에서 낮은 속도(setting number 2)로 30초 동안 교반하고 용기에 붙은 반죽을 긁어서 잘 섞은 후에 중간속도(setting number 5)로 4분간 교반하였다. 중간 반죽에 달걀과 40%의 물을 첨가한 후에 낮은 속도로 30초 동안 교반하고 용기에 붙은 반죽을 긁어서 잘 섞은 후에 중간속도로 2분간 교반한 후에, 용기에 붙은 반죽을 긁어서 잘 섞은 후에 중간 속도로 2분간 다시 교반하였다. 쇼트닝은 실온에서 사용하였으며, 올리고당은 미리 40%의

Table 1. Cake Formula

Ingredients	Amount(g)			
	0% cake	10% cake	20% cake	30% cake
Cake flour	200	200	200	200
Sugar	200	180	160	140
Shortening	80	80	80	80
Whole egg	110	110	110	110
Nonfat dry milk	20	20	20	20
Salt	5	5	5	5
Baking soda	0.8	0.8	0.8	0.8
Baking powder	1.2	1.2	1.2	1.2
Water	120	113	107	100
Oligosaccharide	0	27	53	80

물에 완전히 녹인 후에 중간 반죽에 달걀과 같이 첨가시켰다. 반죽은 19×9×5cm(L×W×H)인 팬에 담은 후에 190°C로 예열시킨 오븐에서 50분간 구웠다. 저장 기간 동안에 올리고당이 케익의 노화에 미치는 영향을 조사하기 위해서는 오븐에서 꺼낸 케익을 팬에서 30분간 식힌 다음에 polyethylene film으로 포장한 후에 20°C 항온기에 9일 동안 저장하면서 경도를 측정하였다. 저장한 다음날 측정하고 그 후부터는 이틀간격으로 측정하였다.

### 부피 측정

케익의 부피는 종자치환법(16)으로 측정하였다. 케익의 specific volume(cm<sup>3</sup>/g)은 케익의 부피를 케익의 무게로 나누어서 표시하였다.

### 색도측정

케익의 표면과 내부 색깔은 색도계(Color and Color Difference Meter, TC-3600, Japan)를 이용해서 측정하였으며 Hunter system에 의하여 L, a, b 값으로 나타내었다. 올리고당의 첨가가 케익의 표면과 내부 색깔에 미치는 영향은 무첨가구의 L, a, b 값과 올리고당 케익의 L', a', b' 값을 아래 공식에 대입하여 ΔE로 표시하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L - L')^2 + (a - a')^2 + (b - b')^2}$$

### 경도 측정

경도측정은 Rheometer(Sun Scientific Co. Ltd., CR-200 D, Japan)를 사용하여 측정하였다. 시료를 20×25×20mm(L×W×H)로 절단하여 직경이 15mm인 원형 plunger를 이용하여 측정하였으며 측정조건은 최대하중: 1kg, table speed: 60mm/min, chart speed: 60mm/

min이며 압착률은 50%로 하였다. 모든 측정은 4회 반복하여 평균치를 사용하였다.

**관능검사**

건양대학교 식품공학과 학생 중에서 관능검사 및 실습을 한학기 수강한 학생 12명을 선발하였으며, 케익의 특성에 대한 예비훈련을 거친 후에 관능검사를 실시하였다. 검사횟수로 인한 피곤을 줄이기 위해서 2회에 걸쳐서 프락토올리고당과 이소말토올리고당에 대한 관능검사를 각기 실시하였으며, 대조구에 대한 검사결과는 2회에서 얻은 평균을 사용하였다. 케익의 색, cell의 균일성, 단맛, 건조성, 응집성에 미치는 영향과 전체적인 기호도를 평가하였으며, 각 특성강도는 15cm 선척도를 사용하여 측정하였다. 선의 왼쪽과 오른쪽에서 1.25 cm 들어온 지점에 수직선을 표시해서 용어정박점으로 표시하였으며 특성강도는 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 강하게 표시하였다(17). 케익의 표면색과 내부색은 미색과 갈색, cell의 균일성은 균일하다와 거칠다, 단맛은 약하다와 강하다, 건조성은 촉촉하다와 건조하다, 응집성은 약하다와 강하다, 전체적인 기호도는 좋아한다와 싫어한다를 용어정박점으로 사용하여 강도를 측정하였다. 선의 왼쪽끝에서 강도가 표시된 점까지의 거리를 cm로 측정하여서 각 특성의 강도로 표시하였으며, 측정결과는 ANOVA에 의해서 분석하였으며 유의성 검정은 Tukey test를 사용하였다.

**결과 및 고찰**

**케익 표면과 내부의 L, a, b 값**

본 실험에서 올리고당을 첨가한 케익의 표면색과 바닥색은 육안으로 보아서도 설탕만을 사용한 케익보다 진한 갈색을 나타냈다. 대조구와 비교해서 케익표면의 총색택의 차이를 나타내는 ΔE 값(Table 2)을 보면 프락토올리고당이나 이소말토올리고당의 첨가량이 많을수록 ΔE 값은 증가했으며, 프락토올리고당은 설탕중량의 30%를 대체시킨 경우에, 이소말토올리고당은 20% 이상 대체시킨 경우에 총색택의 차가 다른 농도보다 크게 나타났다. 프락토올리고당을 30% 이상 첨가한 경우에는 대조구와 비교해서 L값과 b값의 차이가 낮으며 이소말토올리고당을 20% 이상 첨가한 경우에는 대조구와 비교해서 L값과 a, b값의 차이가 있는 것으로 나타났다.

케익내부의 Hunter 값(Table 3)을 보면, 프락토올리고당은 30% 첨가된 경우만 대조구에 비해 낮은 L값과

**Table 2. Crust color differences among cakes substituted with oligosaccharide for sugar at the levels of 0%, 10%, 20%, 30%**

Treatment	Hunter values				
	L	a	b	ΔE	
Control	52.8	12.2	25.9	0.0	
Fructo-oligosaccharide	10%	46.4	14.4	21.5	8.07
	20%	47.4	13.8	21.2	7.36
	30%	41.0	12.9	19.1	13.64
Isomalto-oligosaccharide	10%	48.4	14.4	22.6	5.92
	20%	43.0	14.3	19.1	12.11
	30%	43.9	14.0	20.6	10.51

**Table 3. Crumb color differences among cakes prepared with the sugar substituted with oligosaccharide at the levels of 0%, 10%, 20%, 30%**

Treatment	Hunter values				
	L	a	b	ΔE	
Control	75.5	-0.9	22.9	0.0	
Fructo-oligosaccharide	10%	78.6	-1.0	23.2	3.12
	20%	77.4	-0.9	22.9	1.90
	30%	73.6	1.0	23.7	2.80
Isomalto-oligosaccharide	10%	77.7	-0.7	23.4	2.26
	20%	74.7	1.6	24.7	3.18
	30%	73.1	2.3	24.8	4.43

높은 a값을 나타냈으나, 이소말토올리고당의 경우에는 20% 이상 첨가했을 때 대조구보다 낮은 L값과 높은 a값을 보여주었다. L값은 명암도를 a값은 적색도를 표시하는 것이므로 낮은 L값과 높은 a값은 올리고당의 첨가량이 증가함에 따라서 케익 내부의 갈색화 반응이 촉진됨을 보여주고 있다. 반면에 케익내부의 색을 육안으로 검토한 관능검사결과를 보면(Table 4), 프락토올리고당을 20% 이상 첨가시킨 케익과 이소말토올리고당을 10% 이상 첨가시킨 케익의 내부색이 대조구와 비교해서 갈색이 유의성있게 진한 것으로 나타났다. 케익을 구운 후에 갈색이 나타나는 pattern을 보면 갈색이 케익 전반에 걸쳐서 나타나지 않고 케익의 밑바닥부터 중간부분까지 퍼져서 나타나기 때문에, 같은 농도의 케익이라도 육안으로 보았을 때 갈색으로 인식되는 정도가 높았으리라고 여겨진다. 따라서 본 실험에서는 이소말토올리고당이 프락토올리고당보다 갈색화반응을 촉진시키는 것으로 보이며 프락토올리고당을 20% 이상 사용하거나 이소말토올리고당을 10% 이상 사용하는 경우에는 바람직하지 않은 것으로 보인다.

갈색화 반응의 속도는 당의 종류에 따라서 차이가 있으며 비환원성당인 설탕보다 환원성당인 포도당이나 과당이 갈색화 반응을 촉진시키는 것으로 알려져 있

**Table 4. Sensory evaluation of the cakes prepared with the replacement of sugar with either fructo-oligosaccharide or isomalto-oligosaccharide at the levels of 0%, 10%, 20%, 30%**

Treatment		Crust color	Crumb color	Cell uniformity	Sweetness	Moistness	Cohesiveness	Overall likeness
Control		7.2±1.7	3.3±0.7	4.4±1.2	6.3±1.9	9.2±1.9	8.4±1.8	6.5±1.9
Isomalto-oligosaccharide	10%	9.2±1.4*	6.5±1.9*	6.3±2.3	6.3±2.9	7.9±3.0	7.7±2.5	6.0±2.2
	20%	10.6±2.3*	8.4±2.0*	6.8±2.4	5.6±2.3	6.2±2.1*	6.7±2.6	6.0±1.8
	30%	11.1±1.4*	10.2±1.8*	7.2±2.9*	5.6±2.4	5.7±2.8*	6.2±2.6	7.8±2.3
Fructo-oligosaccharide	10%	7.7±2.0	4.1±1.5	4.9±2.5	7.7±2.9	8.7±2.2	7.3±2.8	6.9±1.7
	20%	10.3±2.7*	6.8±2.6*	6.6±2.4	6.2±2.3	8.3±2.0	8.4±2.2	7.6±2.4
	30%	11.1±2.0*	8.0±2.6*	7.8±2.3*	5.9±2.3	6.6±2.2*	6.8±2.5	8.9±2.5*

Mean±standard deviation, \*Significant at the 5% level of probability

다(18). 변과 이(19)는 80~150°C에서 대체감미료의 열안정성을 측정한 결과 프락토올리고당이 당알콜류나 설탕보다 갈색화로 인한 흡광도가 높았다고 보고하였다. 따라서 오븐온도인 190°C에서는 올리고당의 열분해가 일어나 올리고당에 이미 함유된 단당류 외에도 올리고당의 열분해 때문에 생성된 단당류 때문에 케익을 굽는 과정에서 케익의 갈변화 현상을 촉진시킨 것으로 보인다.

#### 케익의 specific volume

올리고당을 첨가한 케익의 specific volume(cm<sup>3</sup>/g)은 설탕만을 첨가한 케익보다 높게 나타났으며, 20% 이상 첨가시에는 첨가량에 따른 specific volume의 변화는 없는 것으로 나타났다(Table 5). 밀가루에 첨가된 설탕이나 당류는 밀가루 반죽시 글루텐이 과다하게 발전되는 것을 억제시켜 주고 굽는 동안에 간접적으로 글루텐 골격이 형성되는 시간을 지연시켜 빵의 부피를 유지시키는 것으로 알려져 있다(20). 본 실험의 결과를 보면 설탕보다는 단당류의 함량이 높은 프락토올리고당이나 이소말토올리고당의 흡수성이 높아 설탕보다는 글루텐의 발전을 억제하는 한편, 굽는 과정에서는 올리고당의 열분해 때문에 생성된 단당류들 역시 전분의 호

화를 지연시켜 케익의 부피를 크게 유지시켜 준 것으로 보인다.

#### 저장시 케익의 경도변화

빵을 방치해두면 시간이 경과함에 따라서 내부의 수분이 껍질부분으로 확산되기 때문에 껍질부분은 느긋느긋해지는 반면에 빵의 속부분은 점차로 딱딱해지며 탄력성을 잃게 된다. 저장기간 동안에 일어나는 빵의 품질저하는 저장기간 동안에 일어나는 수분손실과 전분의 노화현상 때문이며 스테일링으로 알려져 있다(21). 옥수수 물엿이나 포도당 시럽, 텍스트린류 등과 같이 점성이 큰 화합물들은 전분분자가 서로 결합하여 전분 결정체를 형성하는 것을 억제하는 것으로 알려져 있으므로, 설탕보다 점성이 큰 올리고당의 첨가가 케익의 노화에 미치는 효과를 측정하기 위해서 올리고당의 함량을 달리한 케익을 20°C에서 9일 동안 저장하면서 이를 간격으로 Rheometer로 경도를 측정하였다(Fig. 1, Fig. 2). 제조당일의 경도를 보면 프락토올리고당이나 이소말토올리고당을 첨가시킨 케익은 설탕만을 사용한 케익보다 조직이 연한 것으로 나타났으며, 이는 올리고당 케익이 설탕 케익보다 specific volume이 큰 것과 일치하는 결과이다. 저장기간 동안의 올리고당 케익의 경도변화를 보면, 5일까지는 올리고당을 10% 첨가시킨 케익의 경도가 20%나 30% 첨가시킨 케익보다 높게 나타났으며, 이는 보습효과가 있는 올리고당의 첨가량이 높을수록 케익의 수분손실을 더 효과적으로 억제시켜 주기 때문으로 보인다. 이소말토올리고당의 경우에는 5일 경과 후에는 20% 첨가구와 30% 첨가구의 경도가 증가하면서 9일에는 10%, 20%, 30% 처리구간의 경도가 유사한 것으로 나타났다(Fig. 2). 반면에 프락토올리고당을 10% 첨가한 경우에는 5일이 지난 후에는 경도가 증가하는 경향을 보이지 않았으나, 20%와 30% 첨가한 경우에는 계속 증가해서 9일에는 10% 첨가구

**Table 5. Specific volumes among cakes prepared with the sugar substituted with either fructo-oligosaccharide or isomalto-oligosaccharide at the levels of 0%, 10%, 20%, 30%**

Treatment	specific volume(cm <sup>3</sup> /g)	
	Fructo-oligosaccharide cake	Isomalto-oligosaccharide cake
control	1.73	1.73
10%	2.04	1.98
20%	2.28	2.14
30%	2.25	2.10

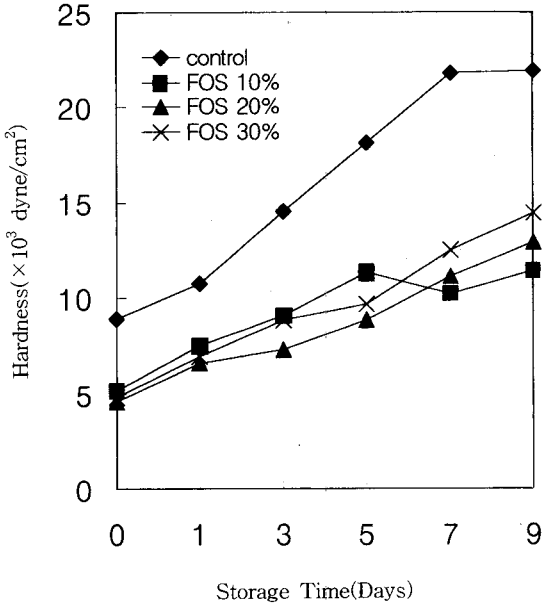


Fig. 1. Changes in hardness among cakes prepared with the sugar substituted with fructo-oligosaccharide (FOS) at the levels of 0%, 10%, 20%, 30% during storage at 20°C.

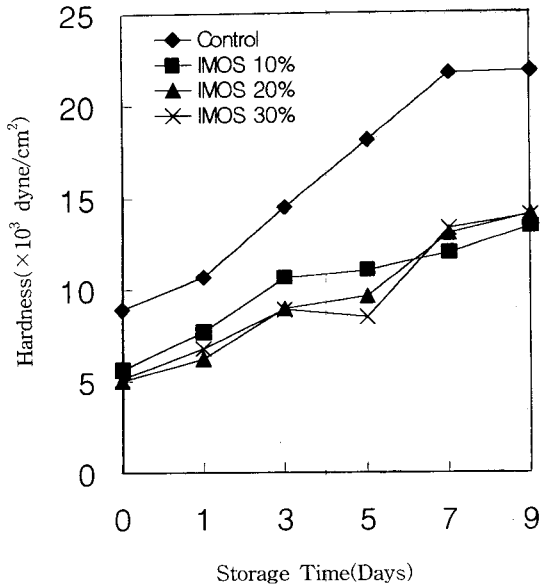


Fig. 2. Changes in hardness among cakes prepared with the sugar substituted with isomalto-oligosaccharide (IMOS) at the levels of 0%, 10%, 20%, 30% during storage at 20°C.

의 경도가 가장 낮고 20%, 30%의 순서로 나타났다 (Fig. 1).

관능검사

설탕 중량의 10%, 20%, 30%를 올리고당으로 대체시켜 제조한 케익의 관능검사를 실시하여 케익의 외부색과 내부색, cell의 균일성, 단맛, 건조성, 응집성, 전체적인 기호도 등을 검사한 결과는 Table 4와 같았다. 올리고당을 첨가한 케익의 표면색과 내부색은 프락토올리고당을 10% 첨가한 케익을 제외하고는 대조구와 비교해서 유의적인 차이를 나타냈다. 올리고당은 수분보유력이 뛰어나 보습제로 케익에 첨가가 되고 있으며, 본 실험에서는 이소말토올리고당을 20%, 30% 첨가한 경우와 프락토올리고당을 30% 첨가한 경우에는 다른 구와 비교해서 축축한 것으로 평가가 되었다. 전반적인 기호도는 프락토올리고당을 30% 첨가한 경우에만 대조구보다 싫어하는 것으로 나타났지만, 다른 처리구의 경우에는 대조구와 비교해서 유의적인 차이를 보이지 않았다.

문헌

1. 서진호: 국내올리고당 연구 및 개발동향. 식품과학과 산업, 27, 8(1994)
2. 허경택: 기능성 식품의 선두주자 올리고당. 유한문화사, 서울, p.59(1992)
3. Kaji, Y., 손동화: 일본특정보건용 식품관련제도 및 운영현황. 식품과학과 산업, 27, 12(1994)
4. Cummings, J. H.: Nutritional implications of dietary fiber. *Am. J. Clin. Nutr.*, 31, 521(1978)
5. Trowell, H.: The development of the concept of dietary fiber in human nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 31, 53(1978)
6. Brockmole, C. L. and Zabik, M. E.: Wheat bran and middlings in white layer cakes. *J. Food Sci.*, 41, 357(1976)
7. Shafer, M. A. A. and Zabik, M. E.: Dietary fiber sources for baked products: Comparison of wheat brans and other cereal brans in layer cakes. *J. Food Sci.*, 43, 375(1978)
8. Zabik, M. E., Shafer, M. A. A. and Kukorowski, B. W.: Dietary fiber sources for baked products: Comparison of cellulose types and coated-cellulose products in layer cakes. *J. Food Sci.*, 42, 1428(1977)
9. Brys, K. D. and Zabik, M. E.: Microstalline cellulose replacement in cakes and biscuits. *J. Amer. Diet. Assoc.*, 69, 50(1976)
10. Collins, J. L. and Post, A. R.: Peanut hull flour as a potential source of dietary flour. *J. Food Sci.*, 46, 445(1981)
11. Deshpande, S. S., Sathe, S. K., Cornforth, D. and Sankhne, D. K.: Effects of dehulling on functional properties of dry bean flours. *Cereal Chem.*, 59, 396(1982)
12. Dreher, M. L. and Padmanaban, G.: Sunflower hull

- flour as a potential dietary fiber supplement. *J. Food Sci.*, **48**, 1463(1983)
13. Skurray, G. R., Wooldridge, D. A. and Nguyen, M. : Rice bran as a source of dietary fiber in bread. *J. Food Technol.*, **21**, 727(1986)
  14. Pomeranz, Y., Shogren, M. D., Finney, K. F. and Bechtel, D. B. : Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal Chem.*, **54**, 25(1977)
  15. Guy, E. J. : Evaluation of sweet whey solids in yellow layer cake with special emphasis on fragility. *Baker's Digest.*, **56**, 8(1982)
  16. Campbell, A. M., Penfield, M. P. and Griswold, R. M. : *The experimental study of food*. 2nd ed., Houghton Mifflin comany, p.477(1979)
  17. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘 : 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사, 서울, p.137(1993)
  18. 김동훈 : 식품화학. 탐구당, 서울, p.414(1990)
  19. 변상희, 이철호 : 대체감미료 에리스리톨의 이화학적 성질에 관한 연구. 한국식품과학회지, **29**, 1089(1997)
  20. Campbell, A. M., Penfield, M. P. and Griswold, R. M. : *The experimental study of food*. 2nd ed., Houghton Mifflin comany, p.380(1979)
  21. 김동훈 : 식품화학. 탐구당, 서울, p.308(1990)

(1998년 7월 7일 접수)