

## 국내산과 수입 밀가루로 제조한 스펀지 케이크의 이화학적 및 관능적 특성

오명석<sup>1</sup> · 김혜영<sup>2</sup> · 이영식<sup>3</sup> · 김희선<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>세종대학교 외식경영학과, <sup>2</sup>용인대학교 식품영양학과,

<sup>3</sup>경희대학교 화학 및 신소재과학전공, <sup>4</sup>맛춤 식생활 컨설팅 연구소 Joy味

### Physicochemical and Sensory Characteristics of Sponge Cake System Prepared with Domestic and Imported Wheat Flour

Myung-Suk Oh<sup>1</sup>, Hye-Young L. Kim<sup>2</sup>, Yong-Sik Lee<sup>3</sup>, Hee-Sun Kim<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Culinary & Foodservice Management, Sejong University

<sup>2</sup>Dept. of Food Science and Nutrition, Yongin University

<sup>3</sup>Department of Chemistry and Advanced Materials Kyunghee University

<sup>4</sup>Joy-Me Customized Food Consulting Institute

#### Abstract

Physicochemical and sensory properties of sponge cakes using 2 kinds of domestic wheat flour(white flour, whole wheat flour) and imported cake flour were investigated. In the proximate analysis, white flour had higher contents of water and protein compared with those of imported flour. Whole wheat flour had the highest contents of protein, lipid and ash. Regarding the batter, imported flour sample showed lower specific gravity and higher viscosity than those of domestic flour sample, implying that there was more air incorporation and higher batter stability. As a result, imported flour batter produced larger cake compared to that of domestic flour batter. But indexes of symmetry and uniformity showed no significant difference among the samples. In textural analysis using rheometer, cakes with imported flour were softer compared with that with domestic flour. In gumminess and brittleness, cakes with domestic white flour showed the highest value while that with the imported flour showed the lowest value. For the color measurements of cake crumb, no significant difference in DE was found among the samples. Regarding the cross-sections of the cake observed using SEM, imported flour produced cake with smaller and more even air cells compared to that with the domestic flour cake. In sensory evaluation, cakes with the domestic white flour showed the highest moistness value. But there was no significant difference in springiness, firmness, adhesiveness and ease of swallow among the samples. In conclusion, cakes with domestic white flour and whole wheat flour were as good as that with imported cake flour for the sponge cake preparation.

**Key Words** : domestic flour, imported flour, sponge cake, physicochemical characteristics, sensory characteristics

### 1. 서 론

식생활의 서구화에 따라 지난 30여 년간 우리 국민의 쌀 소비량은 계속 감소하고 있는 반면 밀 소비량은 계속 증가하여 1970년 1인당 연간 26.1 kg에서 2006년 현재 32.4 kg에 이르고 있다(Ministry of Agriculture and Forestry 2007). 그러나 밀 자급율은 1970년 15.4%에서 매년 지속적으로 감소하여 1991년에는 최저치인 0.02%까지 떨어졌으나 1991년 11월에 발족된 '우리밀 살리기 운동본부'의 활동과 농촌진흥청의 품종개발 연구에 힘입어 재배면적이 꾸준히 늘어나 2006년 현재 0.3%로 회복된 상황이다(Choi 1997).

현재 국내 밀 공급은 미국, 호주, 캐나다 등지로 부터의 수입에 의존하고 있으며 연간 밀 수입량은 352만 4천톤에 달하고 있다(Ministry of Agriculture and Forestry 2007). 밀의 소비량이 증가하면서 밀을 이용한 가공식품의 생산이 매년 급증하고 있으나 농약 처리된 수입밀을 사용함으로써 국민건강이 위협받고 있는 실정이다(Korea Food Research Institute 1995).

우리밀은 고유한 향과 맛이 있을 뿐 아니라 대기 중의 CO<sub>2</sub>를 탄수화물로 동화하여 저장하는 동시에 산소를 배출함으로써 대기 정화에도 큰 몫을 하는 작물이다(Choi 1997). 또한 우리밀은 잔류농약이 적고 외국밀에 비해 phagocytic activity가 2-5배나 높아서 건강 기능성도

\* Corresponding Author : Hee-Sun Kim, Mailing address : Customized Food Consulting Institute Joy-Me, Hyosung Olympic County 2, 509, Songpa-Gu Jamsil-Dong 175-12, Seoul, South Korea Telephone/Fax : 82-2-422-7372 Mobile : 82-10-7152-9823 E-mail : hi-hsk@hanmail.net

뛰어나다(National Crop Experiment Station 2000). 이처럼 생태환경과 사람의 건강에 모두 이로운 우리밀의 증산과 소비확대를 위해서는 국내산 밀의 품종에 알맞은 가공적성을 규명하여 그에 맞는 고부가가치 상품을 개발함으로써 국내산 밀의 소비를 증대시켜야 한다(Lee 등 1997). 그러나 국내산 밀에 대한 가공적성과 품질특성에 대한 연구는 아직 미미한 실정이며 우리밀을 이용한 제품 개발도 극히 제한적인 상황이다.

국내산 밀은 단백질함량이 중력분 정도라서 제빵적성(Kim 등 1997)과 제면적성(Lee 등 1997)이 우수한 것으로 밝혀졌다. 우리밀을 이용한 쿠키(Chang 등 1984), 라면, 건면(Choi 1997) 등에 관한 연구도 있었으나 우리밀 케익에 대한 연구는 전무한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국내산 밀가루와 수입 밀가루를 이용한 스펀지 케익을 개발하여 제품의 이화학적 및 관능적 특성을 비교함으로써 국내산 밀가루의 케익 제조 적성을 밝히고 제품 개발 가능성을 알아 보고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

실험에 사용된 수입 밀가루는 삼양사(주) 박력1등급 밀 맥스였고 국내산 밀가루는 대한제분(주)의 혼합밀인 백밀가루와 통밀가루를 더불어 식품에서 제공받아 사용하였다. 설탕(삼양사, 가는 정백당), 소금(염도 99% 이상, 한주 소금), 바닐라향(일광 종합무역상사), 계란(60 g 이상)은 시장에서 구입하여 사용하였다.

### 2. 스펀지 케익 제조

스펀지 케익은 공립법(Hong & Min 2003)을 일부 수정하여 예비실험을 통해 사용 재료와 배합을 <Table1>과 같이 결정하였다. 30℃로 중탕시킨 전란을 wire whip을 사용하여 믹서(Kitchen-aid, model K5SS, USA)에서 설탕, 소금을 넣고 속도 2에서 1분간 혼합하였다. 속도 10에서 3분간 혼합하며 거품을 올려 옆 부분을 고무주걱으로 쓸어내리고 이 과정을 두 번 더 반복하였다. 체에 친 박력분과 바닐라향을 넣고 속도 2에서 30 초간 섞었다. 반죽을 직경 8 inch 팬에 350 g씩 담아 170℃의 전기테크오븐(HSDO 2002, Han young bakery machinery Co., Korea)에서 35분간 구워 실온에서 1시간 동안 냉각하여 시료로 사용하였다.

<Table 1> Formulations for sponge cake system

Ingredients	% of Total	Amount (g)
Flour	100	90
Sugar	120	108
Egg	180	162
Salt	1	0.9
Vanilla powder	0.5	0.45

### 3. 분석방법

#### 1) 일반성분 분석

밀가루의 일반성분 분석은 AOAC법(1995)에 의해 측정하였다. 수분함량은 110℃(Convection oven J-FOV1, Jeil, Seoul)에서 상압 건조하여 측정하였으며, 조단백 함량은 질소계수 6.25를 사용하여 micro-kjeldahl법(Distillation unit B-324, BUCHI)으로 측정하였다. 조지방 함량은 시료를 Soxhlet apparatus장치를 사용하여 70℃에서 5시간 petroleum ether로 추출하였다. 회분함량은 600℃(Electric muffle J-FM1, Jeil, Seoul) 직접 회화법을 사용하여 측정하였다. 탄수화물 함량은 100에서 수분함량, 조단백 함량, 조지방 함량, 회분 함량을 뺀 값을 사용하였다.

#### 2) 이화학 특성 측정

케익의 반죽에서는 비중, 겔보기 점도, pH를 측정하였다. 비중은 비중컵을 이용하여 증류수에 대한 반죽의 중량 비로부터 구하였다(Campbell 등 1979). 겔보기 점도는 Line spread test(Mcwilliams 1993)를 사용하였다. pH는 반죽 5g과 증류수 45 mL를 비이커에 넣고 충분히 교반한 후 pH 측정기(Corning pH meter 440, USA)로 상온에서 측정하였다(Fondroy 등 1989). 완성된 케익에서는 부피, 대칭성, 균일성 지수를 AACC(1999) template로 측정 하였다.

#### 3) 조직감 특성 측정

케익의 기계적 특성은 2.0×2.0×0.5 cm<sup>3</sup> 시료에 대하여 Rheometer(COMPAC-100, Sun Scientific Co., LTD., Japan)를 사용하여 측정하였다. Rheometer의 측정 조건은 Max wt 10 kg, Distance 50%, Table speed 120 mm/min, Mastication 2 bites 및 probe  $\pi$ 15 mm 이었다.

#### 4) 색도 측정

밀가루와 완성된 케익의 crumb에 대한 색도는 분광 색차계(Color JC801, Color Techno System Co., Ltd., Japan)를 사용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness),  $\Delta E(ab)$ 값을 측정하였다. 표준 색판으로 는 백판(L=98.68, a=-0.06, b=-0.64)을 사용하였다. 분체는 6.07 g을 시료 통에 담아 측정하였으며 케익은 2.5×2.5×1.5 cm<sup>3</sup>로 잘라서 측정하였다.

#### 5) 미세구조 관찰

밀가루의 입자 구조를 알아보기 위해 40 mesh의 체로 쳐서 소량을 시료대 위에 뿌려 gold palladium으로 도금하여 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope,

Topcon-SM-300, Japan)으로 가속전압 20 kV에서 1,000 배율로 관찰하였다. 케익의 입자상태와 기공상태를 관찰하기 위해 케익을 동결건조하고 그 일부를 gold palladium으로 도금하여 주사전자현미경으로 가속전압 20 kV에서 50 배율로 관찰하였다.

6) 관능검사

식품영양학을 전공한 관능검사에 경험을 가진 대학원생 8명을 선정하여 관능검사를 하였다. 관능검사 전 예비훈련을 통해 시료의 특성을 정하고 정의를 확립한 후 특성의 강도측정 방법을 결정하였다. 검사요원은 특성의 개념과 강도에 대한 안정된 판단 기준이 확립되어 측정 능력의 재현성이 인정될 때까지 계속하여 훈련한 뒤 본 실험에 임하도록 하였다. 케익 시료는 전날 제조 후 냉동시킨 다음 검사하기 3시간 전에 꺼내 실온에서 해동시켰다. 검사 전에 케익의 crumb 부분을 2.5×2.5×1.5 cm<sup>3</sup> 크기로 썰어 난수표에서 추출한 임의의 세자리 숫자를 적은 접시에 담아 제시하였다. 또한 모든 시료의 평가 사이에 입가심을 할 수 있도록 증류수와 빨는 컵을 함께 두었다. 관능검사는 개인 칸막이 검사대가 설치된 관능 검사실에서 수행되었다. 관능검사 요원들은 15점 척도를 이용한 관능 검사표에 각 특성별로 느끼는 강도를 표시하도록 하였다. 특성 평가시 0점으로 갈수록 특성의 강도가 약해지고, 15점으로 갈수록 특성의 강도가 강해지는 것을 나타내도록 하였다. 수입산 밀가루로 제조한 스펀지 케익을 대조군으로 하여 훈련을 하였으며, 선척도상에 대조군의 위치를 결정하였다. 그러나 검사요원에게는 대조군과 같은 시료가 본 실험에 시료로 제시되는 것을 알리지 않았다. 평가된 특성은 특성이 발현되는 순서에 따라 탄력성(springiness), 촉촉한 정도(moistness), 단단한 정도(firmness), 부착성(adhesiveness), 삼킬 수 있는 정도(ease of swallow), 후미(after taste)를 평가하였다.

7) 통계처리

결과는 SAS/STAT 패키지(2001)를 이용하여 분산분석하였고, 시료 간 평균값 차이의 유무는 Duncan's multiple range test에 의해 비교 분석하였다. 분석적 관능검사와 기계적 특성의 평균값에 대해 Pearson's correlation coefficient(r)로 상관관계를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 분석

국내산 밀가루와 수입밀가루의 일반성분은 <Table 2>와 같다. 수분 함량은 백밀가루군이 12.22%로 유의적으로 가장 높았고 수입밀가루군이 9.72%로 가장 낮았다. 단백질 함량은 통밀가루군(11.76%)과 백밀가루군(10.87%)이 수입밀가루군(9.33%)보다 높아 중력분의 수치를 보였다.

<Table 2> Proximate composition of domestic and imported wheat flour<sup>1)</sup>

Treatment <sup>2)</sup>	Water (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Ash (%)	Carbohydrate (%)
Imported	9.72 <sup>c</sup>	9.33 <sup>c</sup>	1.82 <sup>ab</sup>	0.38 <sup>b</sup>	78.75 <sup>a</sup>
White	12.22 <sup>a</sup>	10.87 <sup>b</sup>	1.56 <sup>b</sup>	0.45 <sup>b</sup>	74.90 <sup>b</sup>
Whole	11.30 <sup>b</sup>	11.76 <sup>a</sup>	2.12 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	73.98 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Means of three replication. The same superscripts in a raw are not significantly different each other at p<0.05

<sup>2)</sup> Imported; imported cake flour, White; domestic white flour, Whole; domestic whole flour.

국내산 8가지 밀품종을 분석한 연구(Korea Food Research Institute 1995)와 Jang 등(1999)의 연구에서도 국내산 밀가루의 단백질 함량이 수입산 연질밀가루보다 높다고 보고하여 본 연구의 결과와 일치하였다. 조지방 함량은 통밀가루군이 2.12%로 가장 높았고 수입밀가루군과 백밀가루군 간에는 유의적인 차이가 없었다(p<0.05). 회분함량도 통밀가루군(0.83%)이 유의적으로 가장 높았고 수입밀가루군과 백밀가루군 간에는 차이가 없었는데(p<0.05) 이는 통밀가루에 호분층 혼입이 많았기 때문으로 보인다. 선행 연구들(Bakery 1996; National Crop Experiment Station 2000)에서는 국내산 백밀가루의 회분함량이 수입밀가루보다 높다고 보고되어 본 연구의 결과와 차이가 있었다.

2. 이화학 특성

케익 반죽과 완성된 케익의 물리적 특성은 <Table 3>과 같다. 반죽의 비중은 수입밀가루군(0.49 g/g)이 백밀가루군(0.60 g/g)과 통밀가루군(0.60 g/g)에 비해 유의적으로 낮아 반죽 내에 더 많은 공기 유입된 것으로 나타났다(p<0.05). 반죽의 겉보기 점도 값은 수치가 작을수록 점도가 높은 것을 의미한다. 반죽의 겉보기 점도 값에서 백밀가루군(5.16)과 통밀가루군(5.29) 간에는 유의적 차이가 없었으나 수입밀가루군(4.99)보다는 유의적으로 높아 수입밀가루의 반죽의 안정성이 국내산밀가루보다 더 높은 것을 알 수 있었다(p<0.05). 반죽의 pH는 케익의 입자, 조직감 및 부피에 큰 영향을 미친다. Ash & Colmey(1973)는 pH가 적정점으로 부터 낮아질수록 케익의 입자는 지나치게 미세해지며 케익의 부피는 감소되고, pH가 적정점 이상으로 높아지면 입자는 더욱 열리고 케익의 부피는 증가되며 조직감이 거칠어진다고 하였다. 본 실험에서 수입밀가루 시료군의 pH는 8.10으로 백밀가루군과 통밀가루군(각각 7.91, 7.82)보다 유의적으로 높았다(p<0.05).

<Table 3>에서 보듯이 케익의 부피지수는 수입밀가루군(155.67)이 백밀가루군(104.67)이나 통밀가루군(110.67)보다 유의적으로 큰 값을 나타냈는데(p<0.05), 이는 수입밀가루 반죽에서 공기의 유입이 더 많았고 반죽의

<Table 3> Physicochemical properties of sponge cake system using domestic and imported wheat flour<sup>1)</sup>

Treatment <sup>2)</sup>	Batters			Cakes		
	Specific Gravity	Viscosity	pH	Volume	Symmetry	Uniformity
Imported	0.49 <sup>b</sup>	4.99 <sup>b</sup>	8.10 <sup>a</sup>	155.67 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>
White	0.60 <sup>a</sup>	5.16 <sup>a</sup>	7.91 <sup>b</sup>	104.67 <sup>c</sup>	4.33 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>
Whole	0.60 <sup>a</sup>	5.29 <sup>a</sup>	7.82 <sup>b</sup>	110.67 <sup>b</sup>	6.33 <sup>a</sup>	-0.33 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Means of three replication. The same superscripts in a raw are not significantly different each other at p<0.05

<sup>2)</sup> Imported; cakes with imported cake flour, White; cakes with domestic white flour, Whole; cakes with domestic whole flour.

안정성과 pH가 국내산 밀가루군보다 높았기 때문으로 보인다. 대칭성 지수는 4.33-6.33의 범위에서 시료간에 유의적 차이가 나타나지 않았고, 균일성 지수도 -0.33에서 1.00의 값을 나타내며 시료간에 유의적인 차이가 없었다.

### 3. 조직감 특성

케익의 조직감 특성은 <Table 4>와 같다. 경도(hardness), 검성(gumminess), 파쇄성(brittleness)에서는 시료간에 유의적인 차이를 보였으나 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness)에서는 시료간에 유의적인 차이가 없었다(p<0.05). 경도는 수입밀가루군이 83.98 dyne/cm<sup>2</sup>로 백밀가루군과 통밀가루군의 264.17과 207.31의 값보다 유의적으로 낮아 더 부드러운 것으로 나타났다(p<0.05). 검성은 백밀가루군이 189.04 g으로 유의적으로 가장 높게 평가되었고 수입밀가루군이 46.99 g의 값으로 유의적으로 가장 낮은 검성을 나타냈다(p<0.05). 파쇄성도 백밀가루군이 169.84 g으로 유의적으로 가장 높았고 수입밀가루군은 41.23 g으로 유의적으로 가장 낮았다(p<0.05). 부착성은 -6.33 g에서 -4.67 g의 범위로 시료간에 유의적 차이를 보이지 않았고, 응집성과 탄력성에서도 시료간에 유의적 차이가 나타나지 않았다.

<Table 4> Textural characteristics of sponge cake using rheometer

Treatment <sup>1)</sup>	HAR <sup>2)</sup>	ADH	COH	SPR	GUM	BRI
Imported	83.98 <sup>b3)</sup>	-5.00 <sup>a</sup>	69.47 <sup>a</sup>	87.43 <sup>a</sup>	46.99 <sup>c</sup>	41.23 <sup>c</sup>
White	264.17 <sup>a</sup>	-6.33 <sup>a</sup>	66.38 <sup>a</sup>	89.24 <sup>a</sup>	189.04 <sup>a</sup>	169.84 <sup>a</sup>
Whole	207.31 <sup>a</sup>	-4.67 <sup>a</sup>	68.19 <sup>a</sup>	90.19 <sup>a</sup>	129.71 <sup>b</sup>	115.05 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Imported; cakes with imported cake flour, White; cakes with domestic white flour, Whole; cakes with domestic whole flour.

<sup>2)</sup> HAR; hardness, ADH; adhesiveness, COH; cohesiveness, SPR; springiness, GUM; gumminess, BRI; brittleness.

<sup>3)</sup> Means of three replication. The same superscripts in a raw are not significantly different each other at p<0.05

### 4. 색도

밀가루와 케익의 색도는 <Table 5>와 같다. 명도를 나타내는 L값은 수입밀가루군이 165.42를 나타내어 백밀가

루군의 164.91과 유의적인 차이가 없었으나, 통밀가루군은(161.65) 유의적으로 낮았다(p<0.05). 적색도를 나타내는 a값도 수입밀가루군과 백밀가루군은 10.53-10.72의 범위에서 유의적인 차이가 없었지만 통밀가루군은 11.31로 유의적으로 더 높은 적색도를 보였다(p<0.05). 이런 차이는 통밀가루에 혼입된 호분층으로 인해 나타난 것으로 보인다. 황색도를 나타내는 b값은 수입밀가루군과 통밀가루군에서 32.13-32.66의 수치로 유의적인 차이가 없었으나, 백밀가루군(31.89)은 유의적으로 낮은 황색도를 보였다(p<0.05). ΔE(ab)값은 수입밀가루군과 백밀가루군이 75.13-74.70의 범위에서 유의적 차이를 나타내지 않아 색도 차이가 거의 없는 것으로 나타났으며, 통밀가루군(72.15)은 전체적으로 더 어두웠다(p<0.05). 국내산 밀 5 품종을 분석한 다른 연구(National Crop Experiment Station 2000)에서도 국내산 밀가루의 색차가 수입밀가루와 큰 차이가 없다고 하였으나, Cheong(2001)은 수입 밀가루가 더 밝고 우리밀이 적색도, 황색도가 더 높다고 보고하면서 이러한 결과는 제분정도에 따른 호분층 혼입량의 차이 때문이라고 하였다. 따라서 국내산밀가루의 색도는 밀 품종의 차이에 기인한다기 보다는 제분공정의 차이에 따라 달라지는 것으로 생각된다.

케익의 L값은 수입밀가루군이 75.31로 통밀가루군의 76.50과 유의적인 차이가 없었으나 백밀가루군은 79.46으로 유의적으로 더 높았다(p<0.05). a값은 1.73-2.17의 범위에서 시료간에 유의적 차이를 보이지 않았다. b값은 백밀가루 케익(37.73)이 수입밀가루 케익(34.61)보다 더 높았으며, 통밀가루 케익(35.47)은 이들과 유의적인 차이가 없었다. 케익 제조 전 밀가루에서 ΔE(ab)값은 통밀가루군이 유의적으로 낮았으나, 케익 제조 후 crumb에서 ΔE값은 42.43-42.95의 값으로 시료간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이로써 수입밀가루로 제조한 케익과 국내산밀가루로 제조한 케익 간에 전반적인 색도 차이는 없는 것으로 나타났다.


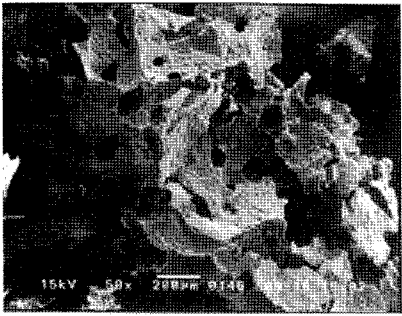
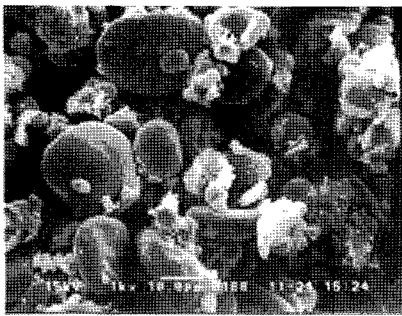
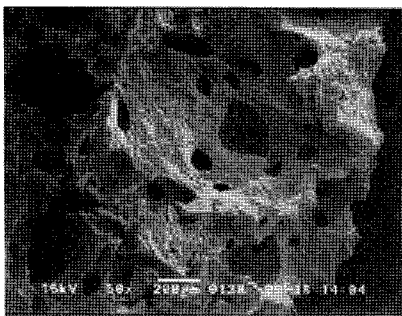
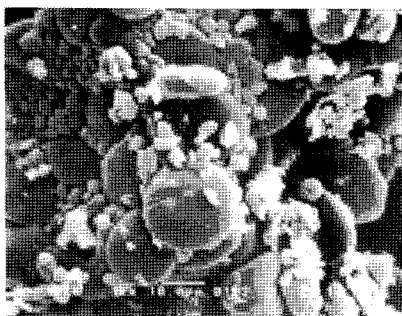
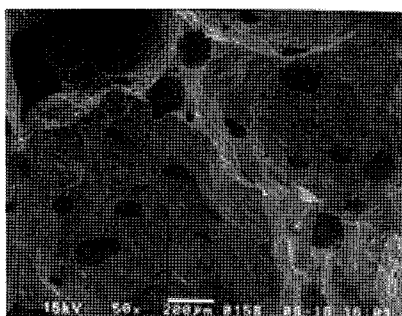
<Table 5> Color values of flour and cake crumbs<sup>1)</sup>

Treatment <sup>2)</sup>	L <sup>3)</sup>	a		b		ΔE(ab)
		a	b	a	b	
Flour	Imported	165.42 <sup>a</sup>	10.53b	32.13 <sup>a</sup>		75.13 <sup>a</sup>
	White	164.91 <sup>a</sup>	10.72b	31.89 <sup>b</sup>		74.70 <sup>a</sup>
	Whole	161.65 <sup>b</sup>	11.31a	32.66 <sup>a</sup>		72.15 <sup>b</sup>
Crumb	Imported	75.31 <sup>b</sup>	1.73a	34.61 <sup>b</sup>		42.90 <sup>a</sup>
	White	79.46 <sup>a</sup>	1.95a	37.73 <sup>a</sup>		42.95 <sup>a</sup>
	Whole	76.50 <sup>b</sup>	2.17a	35.47 <sup>ab</sup>		42.43 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Means of three replication. The same superscripts in a raw are not significantly different each other at p<0.05

<sup>2)</sup> Imported; cakes with imported cake flour, White; cakes with domestic white flour, Whole; cakes with domestic whole flour.

<sup>3)</sup> L; lightness, a; redness, b; yellowness, ΔE(ab) =  $\sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$  (where ΔL, Δa, Δb : Difference in L, a, b values between the specimen color and the target color)

Imported		
Domestic White		
Domestic whole		
	Flours	Cakes

<Figure 1> Scanning electron micrographs of wheat flours and cross-sections of sponge cakes

5. 미세구조

밀가루의 입자구조 및 스펀지 케익의 단면을 주사전자현미경으로 관찰한 결과는 <Figure 1>과 같다. 수입밀가루군과 백밀가루군의 전분 입자는 통밀가루군 보다 약간 크게 보이며 타원형의 모양을 하고 있다. 통밀가루군의 전분 입자는 구형에 가깝고 입자간 간격이 조밀하며 전분 입자 사이에 지방 등 다른 성분의 소립자들을 포함하고 있다. 케익의 단면에서 수입밀가루군은 공기세포의 크기가 작고 균일하며 많은 공기세포를 포함한 것으로 나타났으나 단면은 거칠고 흐트러져 보였다. 백밀가루군은 공기세포의 크기는 불균일했으나 수입밀가루군보다 단면은 더 매끄러웠고 거친 부위가 적었다. 통밀가루군은 가장 크고 불균일한 공기세포를 가지고 있으나 단면은 흐트러지거나 파괴된 곳이 적었다. 이 같은 결과가 나온 것은 수입밀가루 반죽에 더

많은 공기가 유입되었고 반죽의 안정성도 더 높았기 때문으로 보인다.

6. 관능검사

관능검사의 결과는 <Table 6>과 같다. 탄력성 (springiness)은 13.20-13.30 범위의 값을 보이며 시료간에 유의적 차이를 보이지 않았다. 촉촉한 정도 (moistness)는 백밀가루군이 5.06으로 가장 높은 값을 나타냈으며, 수입밀가루군(4.36)과 통밀가루군(4.84)은 유의적 차이가 없었는데(p<0.05), 이는 백밀가루의 수분함량이 가장 높았던 때문으로 보인다(Table 2). 단단한 정도 (firmness)는 8.67-8.43의 값을 보이며 시료간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 부착성(adhesiveness)과 삼킬 수 있는 정도(ease of swallow)에서도 각각 2.00-2.26

<Table 6> Sensory prepared data of sponge cake with domestic and imported wheat flour

Treatment <sup>2)</sup>	SPR <sup>1)</sup>	MOI	FIR	ADH	EAS	AFT
Imported	13.20 <sup>a</sup>	4.36 <sup>b</sup>	8.67 <sup>a</sup>	2.26 <sup>a</sup>	5.07 <sup>a</sup>	7.46 <sup>a</sup>
White	13.26 <sup>a</sup>	5.06 <sup>a</sup>	8.94 <sup>a</sup>	2.01 <sup>a</sup>	4.88 <sup>a</sup>	6.08 <sup>b</sup>
Whole	13.30 <sup>a</sup>	4.84 <sup>ab</sup>	8.43 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	5.46 <sup>a</sup>	7.06 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup> SPR; springiness, MOI; moistness, FIR; firmness, ADH; adhesiveness, EAS; ease of swallow, AFT; after taste.

<sup>2)</sup> Imported; cakes with imported cake flour, White; cakes with domestic white flour, Whole; cakes with domestic whole flour.

과 4.88-5.46의 범위의 값을 보이며 유의적 차이를 나타내지 않았다. 후미(after taste)는 수입밀가루군이 7.46의 값으로 통밀가루군 7.06과는 유의적인 차이가 없었으나 백밀가루군의 6.08보다는 유의적으로 높았다(p<0.05).

7. 관능검사와 조직감 특성의 상관관계

국내산 밀가루와 수입밀가루로 제조한 스펀지 케익의 관능적 특성과 기계적 특성의 상관관계는 <Table 7>과 같다. 분석적 관능검사의 탄력성은 조직감 특성의 부착성(R<sup>2</sup>=0.66)과 양의 상관관계를 보였다(p<0.05). 관능검사의 후미는 조직감 특성의 응집성(R<sup>2</sup>=0.62)과 양의 상관관계를 보였으며, 관능검사의 삼킬 수 있는 정도는 조직감 특성의 파쇄성(R<sup>2</sup>=0.70)과 높은 양의 상관관계를 나타냈다(p<0.05).

<Table 7> Pearson's correlation coefficients (γ) between sensory and textural characteristics

Sensory characteristics	Textural characteristics by rheometer					
	HAR <sup>1)</sup>	ADH	COH	SPR	GUM	BRI
SPR <sup>2)</sup>	-0.26	0.66*	0.25	0.19	-0.40	-0.39
MOI	-0.40	0.50	0.23	0.19	-0.50	-0.47
FIR	0.23	-0.49	-0.24	-0.26	0.36	0.36
ADH	0.32	-0.40	0.04	0.02	0.40	0.45
EAS	0.65	-0.51	-0.15	0.03	0.68	0.70*
AFT	-0.13	0.39	0.62*	0.13	-0.42	-0.35

\*; p<0.05

<sup>1)</sup> HAR; hardness, ADH; adhesiveness, COH; cohesiveness, SPR; springiness, GUM; gumminess, BRI; brittleness.

<sup>2)</sup> MOI; moistness, FIR; firmness, EAS; ease of swallow, AFT; after taste.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 국내산 밀가루로 제조한 스펀지 케익의 품질특성을 연구하기 위해 국내산 백밀가루와 통밀가루로 케익을 제조하여 수입산 밀가루로 제조한 대조군과 함께 이화학적, 관능적 특성을 평가하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 일반성분 분석 결과 국내산 백밀가루는 수입밀가루보

다 수분, 단백질 함량이 높았고 조지방, 회분은 수입밀가루와 차이가 없었다. 통밀가루는 단백질, 조지방, 회분 함량이 시료군 중 가장 높았다(p<0.05).

2. 케익의 반죽에서 수입밀가루군은 국내산 밀가루군보다 비중, 겉보기 점도값은 낮고 pH는 높았다. 이로써 수입밀가루군의 반죽에 공기 유입이 더 많았고 반죽의 안정성도 높았던 것을 알 수 있었으며 완성된 케익의 부피지수도 국내산 밀가루군보다 컸다. 케익의 단면을 주사현미경으로 관찰한 결과 이를 확인할 수 있었는데, 수입밀가루 케익은 작고 균일한 공기세포가 많이 들어있고 단면은 거칠었던 반면 국내산 밀가루 케익은 공기세포의 크기가 크고 불균일했으며 단면은 매끄러웠다. 그러나 케익의 대칭성 지수, 균일성 지수는 시료간에 유의적 차이가 없었다(p<0.05).

3. 수입밀가루와 백밀가루는 명도(L값), 적색도(a값), 색차(ab값)에서 차이가 없었으나 호분층이 혼입된 통밀가루는 전체적으로 어두웠다(p<0.05). 완성된 케익의 a값과 ΔE(ab)값은 시료간에 유의적 차이를 보이지 않아 수입밀가루 케익과 우리밀 케익 간에 전반적인 색도 차이는 없는 것으로 나타났다(p<0.05).

4. 케익의 조직감에서는 수입밀가루군이 국내산 밀가루군보다 경도(hardness)가 낮아 더 부드러웠다. 검성(gumminess)과 파쇄성(brittleness)은 백밀가루군이 가장 높았고 수입밀가루군이 가장 낮았으나 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness)에서는 시료간에 유의적인 차이가 없었다(p<0.05) 관능검사 결과 촉촉한 정도(moistness)는 백밀가루 케익이 가장 높았으며 탄력성(springiness), 단단한 정도(firmness), 부착성(adhesiveness), 삼킬 수 있는 정도(ease of swallow)에서는 시료간에 유의적 차이가 나타나지 않았다. 후미(after taste)는 백밀가루군이 수입밀가루군보다 약한 것으로 나타났다(p<0.05). 관능검사에 대한 조직감 특성의 상관관계에서 탄력성과 부착성, 후미와 응집성, 삼킬 수 있는 정도와 파쇄성은 높은 양의 상관관계를 나타냈다(p<0.05).

이상의 결과로 국내산 밀가루로 제조한 스펀지 케익은 수입밀가루로 제조한 제품에 비해 부피지수와 부드러운 정도는 낮았지만 그 밖의 이화학적, 관능적 차이는 없었으며 촉촉한 정도에서는 수입밀가루 케익보다 더 우수한 것으로 나타났다. 이처럼 우리밀 케익의 품질은 수입밀가루 케익보다 크게 뒤지지 않아 건강 지향적 제품으로서 충분한 경쟁력이 있다고 보인다.

■ 참고문헌

AACC. 1999. Official methods of AACC. Method 10-91. Am. Assoc. Cereal Chem.: St. Paul, MN  
 A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis, 16th ed. Assoc. of Official Analytical Chem.:Arlington, VA.  
 Ash, David J., Colmey, John C. 1973. The role of pH in cake

- baking, *The Bakers Digest*. Feb
- Bakery editors. 1996. Must knows about domestic wheat. Bakery. 11: 40-41
- Campbell, A. M., Penfield, M. P., Griswold, R. M. 1979. Evaluating food by objective methods. Pages 23-45 in: *The Experimental Study of Food*, 2nd edition. Houghton Mifflin: Dallas, TX
- Chang HG, Shin HS, Kim SS. 1984. Relation of physicochemical properties and cookie baking potentialities of Korean wheat flour. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 16(2):149-152
- Cheong G. 2001. Quality characteristics of Korean wheat flour and imported wheat flour. *The Kor. J. Community Living Sci.* 12(1):23-27
- Choi YB. 1997. The role of the Korean catholic farmers' movement in the 'Woorimil(Korean wheat) Revival Movement. The graduate school of Yonsei University. p.17, 36, 73
- Fondroy, E. B., White, P. J., Prusa, K. J. 1989. Physical and sensory evaluation of lean white cakes containing substituted fluffy cellulose. *Cereal Chem.* 66(5):402-404
- Hong HH, Min KC. 2003. Exercise book for the baker's licence. Kwangmoonkag. Seoul. Korea. pp.172-174
- Jang EH, Lim HS, Koh BK, Lim ST. 1999. Quality of korean wheat noodles and it relations to physicochemical properties of flour. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 31(1):138-146
- Kim CT, Cho SJ, Hwang JK, Kim CJ. 1997. Composition of Amino Acids, Sugars and Minerals of Domestic Wheat Varieties. *Korean J. Soc. Food Nutr. Sci.* 26(2):229-235
- Korea Food Research Institute. 1995. Development of processing technology for comprehensive utilization of domestic wheat (Woorymil). Ministry of Agriculture and Fisheries. p.3, pp.11-12, 45-48, 103-124
- Lee SY, Hur HS, Song JC, Park NK, Chung WK, Nam JH, Chang HG. 1997. Comparison of noodle-related characteristics of domestic and imported wheat. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29(1):44-50
- McWilliams, M. W. 1993. Pages 80-81 in: *Foods: Experimental Perspectives*, 2nd edition. K. Davis, ed. MacMillan: New York
- Ministry of Agriculture and Forestry. 2007. Agricultural and forestry statistical yearbook. Seoul, Korea. p.258, 283
- National Crop Experiment Station. 2000. Development of Technique for improving added value by high qualification of Korean wheat. Ministry of Agriculture. pp.92-93, 171
- SAS Institute. 2001. SAS User's Guide Version 8. Statistical Analysis System Institute: Cary, NC

(2007년 9월 1일 접수, 2007년 11월 2일 채택)