

## 조 분말의 첨가가 sponge cake의 품질특성에 미치는 영향

장 학 길\*

경원대학교 생명공학부

### Quality Characteristics of Sponge Cakes Containing Various Levels of Millet Flour

Hak-Gil Chang\*

Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University

Effects of normal (non-waxy) and waxy millet flours on properties of sponge cake were examined. Total dietary fiber contents of normal and waxy millets were 5.04 and 5.72%, respectively, while that of soft wheat flour was 2.23%. Alkaline water retention capacity value generally increased with addition of normal and waxy millet flours, whereas peak, minimum, and final viscosities decreased. Mixing time and mixing height decreased with addition of millet flour. Lightness of cake crust increased with addition of normal millet flour, whereas it decreased with addition of waxy millet flour. Lightness of cake crumb decreased as the amount of normal and waxy millet flours increased. Increasing proportions of normal and waxy millet flours resulted in significantly decreased loaf volume. Replacement of 10% wheat flour by both normal and waxy millet flours did not significantly affect characteristics of sponge cake, but addition of more than 20% millet flour resulted in significant differences in quality characteristics.

**Key words:** sponge cake, cake, millet, waxy-millet

### 서 론

밀의 품질특성은 품종과 관련된 유전적 특성과 재배조건에 영향을 받는 환경적 특성으로 구분할 수 있다. 밀의 유전적 품질특성으로서는 종실의 경도와 관련된 초자질, 제분수율, 단백질 함량, 리올로지 특성 및 제품적성에 이르기까지 다양하나 이와 같은 특성은 재배환경 조건에 따라서도 큰 영향을 받는다(1-3). 밀의 hardness gene은 밀 종실과 밀가루의 여러 가지 이화학적 특성에 영향을 미치는 중요한 요소이다. 밀 종실의 hardness quality는 제분수율 측정의 기준이 되는데, 특히 연질 밀 품질에서는 대단히 중요하다. 즉, grain hardness texture는 밀의 1차 가공특성인 제분성, 그리고 2차 가공특성인 최종제품 생산에 지대한 영향을 미친다(4).

Kohn(5)에 의하면 지난 40년간 미국의 밀가루 소비패턴은 제빵용 밀가루의 사용이 점차 감소하는 반면 연질(박력) 밀가루의 소비는 현저하게 증가하고 있다고 보고했다. 즉, pies, cakes, cookies, crackers, pretzels, doughnuts, cones, snack foods 제조에 사용되는 연질 밀가루의 소비가 급증하고 있다고 밝혔다.

Sponge cake system은 기본적으로 밀가루, 설탕 및 달걀로 구성되며, sponge cake의 특성은 밀가루의 품종 및 첨가물의 이화학적 특성에 따라 다르다(6,7). Pierce와 Waker(8)는 sponge cake 제조 시 sucrose fatty acid ester를 첨가함으로써 부피가 증가하고 제품내부의 텍스처가 향상됨을 보고한 바 있다.

한편, 현대의 식생활은 영양소의 과잉섭취로 여러 가지 문제점을 안고 있다. 따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 식이섬유의 섭취를 증가하도록 권장하고 있다(9). 영양적 가치가 없는 물질로 인식되었던 식이섬유가 Cowgill과 Sullivan(10)에 의해 완화제로서 wheat bran에 대하여 보고한 이후, Hipsley(11)가 처음으로 “dietary fiber”란 용어를 사용하였다. 그 후 Burkitt(12)과 Trowell 등(13)에 의해 비만, 고혈압, 당뇨병 등의 성인병과 식이섬유의 섭취가 밀접한 관계가 있음이 보고되면서 이에 대한 연구는 제빵 시 첨가 등의 여러 분야에서 수행되었다(14-16).

특히 식이섬유원인 잡곡류의 첨가에 따른 bakery products에 대한 연구는 극히 제한적으로 수행되었는데, 이는 잡곡류의 특성상 제품의 부피가 작아지고 텍스처가 거칠어지는 등 관능적 특성이 감소되기 때문이다. Pomeranz 등(17)은 제빵 시 oat hulls와 wheat bran을 7% 첨가 시 수분흡수율은 증가되었으나 부피는 감소되었다고 밝혔다. Jeltema 등(18)은 oat bran, soy hulls, navy bean 등의 첨가가 sugar-snap cookie의 spread factor와 관능적 특성 등에 현저하게 영향을 미친다고 보고했다. 본 연구에서는 국내산 잡곡류의 이용률을 향상시키고자 sponge cake

\*Corresponding author: Hak-Gil Chang, Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University, San 65 Bokjeong-dong, Sujeong-gu, Seongnam 461-701, Korea  
Tel: 82-31-750-5382  
Fax: 82-31-750-5273  
E-mail: jhk@kyungwon.ac.kr

제조 시 조분말의 첨가에 따른 밀가루의 이화학적 품질특성과 sponge cake 제조적성 등을 조사한 바 그 결과를 보고한다.

### 재료 및 방법

#### 재료

본 연구에 사용된 재료는 2001년도에 생산된 메조(충북 제천산)와 차조(충남 천안산)를 구입하여 분쇄기(IKA MF10, IKA-WERKE GMBH & Co. KG, Staufen, Germany)로 분쇄하여 사용하였다. 사용된 메조 및 차조 분말의 입자크기는 100-140 mesh 이었다.

#### 재료의 이화학적 특성

일반성분의 분석은 AACC 방법(19)에 따라서 측정하였다. 즉, 수분 함량은 상압가열건조법, 조지방 함량은 soxhlet 추출법, 조회분 함량은 건식회화법, 조단백질 함량은 micro-Kjedahl method로 측정하였다. 총식이섬유(total dietary fiber, TDF)의 함량은 Prosky 등(20)의 방법에 따라 dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co., St.Louis, USA)를 사용하여 분석하였다. Alkaline water retention capacity(AWRC)는 AACC method(19)에 따라서 원심분리관에 시료 1.000 g을 칭량하여 넣은 후, 0.1 N sodium bicarbonate 용액 5 mL을 첨가하여 voltex shaker로 교반한 다음, 1000×G에서 15분간 원심분리한 후, 상등액을 제거하고 남은 시료의 중량과 원심분리 전 시료중량 대비 백분율로 표시하였다. 시료의 호화특성은 Rapid Visco Analyser(RVA, Model 3d, Newport Scientific, Narrabeen, N.S.W., Australia)를 이용하여 시료 3.50 g을 평량하여 test canister에 넣고 증류수 25.0 mL을 첨가하여 현탁액을 만든 후, 25°C에서 95°C까지 그리고 다시 50°C까지 5°C/min의 속도로 가열 및 냉각시켜 initial pasting temperature, maximum viscosity, minimum viscosity 및 final viscosity를 측정하였다(21,22).

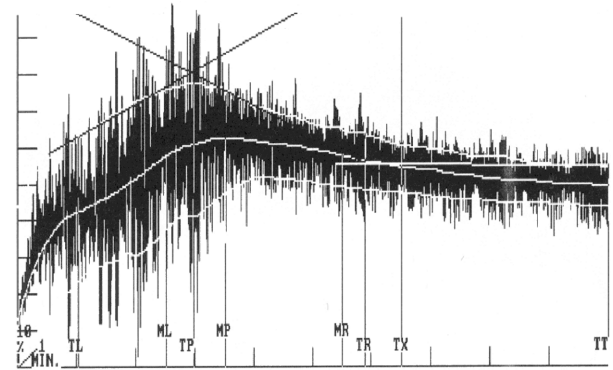
#### Mixograph 특성

Mixograph 특성은 AACC Method(19)에 따라서 10 g Mixograph (MIXSMART Version 4.0, National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 박력분의 최적 수분흡수율을 구한 다음, 각 시료에 박력분을 기준으로 증류수를 첨가하여 다음과 같이 peak time, peak height 등을 측정하였다(Fig. 1).

#### Sponge cake의 제조 및 특성

Sponge cake의 배합비는 Table 1과 같다. 달걀(fresh whole egg) 700 g을 mixing bowl에 넣고 2분간 낮은 속도에서 혼합한 다음 설탕(fine-granulated sucrose) 700 g을 첨가하였다. Sponge cake의 제조는 달걀의 기포성을 향상시키고 설탕의 용해성을 증가시키며 제품의 부피를 크게 하기 위하여 53°C의 물로 증탕하여 mixing bowl을 40°C로 유지시키는 hot mixing method를 사용하였다(6,7). 즉, sponge cake batter는 저속에서 30초, 고속에서 8분 동안 혼합한 다음, 증류수 140 mL을 첨가하여 2분 동안 혼합하고, 저속에서 30초간 혼합하여 cream mass(egg-sugar batter)를 만들었다.

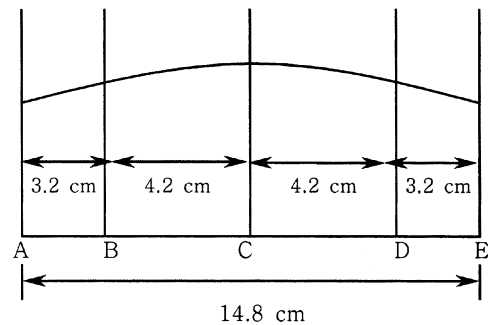
Cream mass 240 g을 bowl에 옮기고 시료(밀가루, 조분말이 첨가된 밀가루) 100 g을 첨가한 다음, wooden spoon으로 40회 천천히 혼합한 후, 다시 40회 빠르게 혼합한 cake batter를 cake pan(inside dimensions, 14.8 cm; depth 6.9 cm; inside volume, 1260 mL)에 330 g 넣고, 180°C에서 30분 baking 하였다.



**Fig. 1. Mixogram of typical soft wheat flour.**  
Peak time (min): MP, Peak height (cm): Height at MP, Width at peak: Band width at MP, Height at 8 min: Height at TX

**Table 1. Sponge cake formula and ingredient specifications**

Ingredients	Amount % (flour basis)
Flour (sifted)	100
Sugar (fine-granulated)	100
Fresh whole eggs (with shell)	100
Distilled water	40



**Fig. 2. Measurement of volume, symmetry and uniformity index on sponge cake.**

Volume index = B + C + D  
Symmetry index = 2C - B - D  
Uniformity index = B - C

식이섬유원으로서 조분말(normal millet, waxy millet)의 첨가량은 0, 10, 20, 30, 40, 50%로서 cake batter의 pH와 비중을 측정하였다. 한편 굽기가 끝난 sponge cake을 30분간 pan에서 냉각시킨 후, 부피, 무게, 비용적을 측정하였고, volume index, symmetry index, uniformity index는 AACC 방법(19)의 기준에 따라 다음과 같이 측정하였다(Fig. 2). Sponge cake의 crust와 crumb의 색깔은 색도계(Model CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L, a, b value를 측정하였다.

Sponge cake의 노화정도는 수분손실을 방지하기 위하여 cake을 LDPE Zipper bag((주)크린랩)에 넣고 25°C에서 6일간 저장하면서 Texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro Systems Co., Haslemere, England)로 hardness를 측정하였다. 이때 사용된 probe는 직경 2.5 cm, 측정 속도는 1.0 mm/sec이었다. 관능검사는 15명을 선정하여 충분히 교육시킨 뒤 검사에 응하도록 하였으며, 향미, 조직 및 종합적 기호도는 9-point scale scoring test 방법에 따라 조사하였다.

**Table 2. Proximate composition of tested flour samples**

Flours	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)	Fat (%)	TDF <sup>1)</sup> (%)
Soft wheat	13.64 ± 0.56 <sup>a2)</sup>	0.40 ± 0.03 <sup>a</sup>	9.39 ± 0.14 <sup>b</sup>	1.51 ± 0.04 <sup>b</sup>	2.23 ± 0.14 <sup>c</sup>
Normal millet	11.58 ± 0.52 <sup>b</sup>	3.44 ± 0.03 <sup>b</sup>	10.01 ± 0.08 <sup>b</sup>	2.86 ± 0.16 <sup>a</sup>	5.04 ± 0.27 <sup>b</sup>
Waxy millet	11.28 ± 0.40 <sup>b</sup>	3.20 ± 0.03 <sup>b</sup>	10.68 ± 0.27 <sup>a</sup>	2.63 ± 0.03 <sup>a</sup>	5.72 ± 0.66 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Total dietary fiber.<sup>2)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p > 0.05$ ).**Table 3. Alkaline water retention capacity (AWRC) of millet and wheat flour blends**

Flours	Blend (%)	AWRC (%)
Soft wheat		45.6 ± 0.85 <sup>f1)</sup>
Normal millet	10	47.9 ± 1.13 <sup>ef</sup>
	20	49.5 ± 0.71 <sup>de</sup>
	30	50.1 ± 0.71 <sup>de</sup>
	40	52.1 ± 1.56 <sup>cd</sup>
	50	55.3 ± 1.70 <sup>b</sup>
Waxy millet	10	49.0 ± 1.41 <sup>de</sup>
	20	50.8 ± 1.13 <sup>cde</sup>
	30	53.4 ± 1.41 <sup>bc</sup>
	40	56.0 ± 2.12 <sup>b</sup>
	50	60.1 ± 1.41 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p > 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 재료의 이화학적 특성

공시재료의 일반성분은 Table 2와 같이 회분 함량은 메조가 3.44%, 차조가 3.20%로서 연질(박력) 밀가루의 0.40%에 비하여 8 배 이상 높았고, 단백질 함량은 차조가 다소 높았으며, 지방 함량은 메조, 차조가 밀가루에 비하여 월등히 높았다. 특히 식이섬유는 박력 밀가루가 2.23%인데 비하여 메조 5.04%, 차조 5.72%로서 2배 이상 높았다. Chung 등(23)은 벼 품종별 왕겨의 총식이섬유(TDF)는 64.00-73.2%의 범위로, 이 가운데 중성식이섬유(NDF)는 67-73%로서 대부분이 불용성 식이섬유라고 하였고, 식이섬유의 좋은 공급원으로 알려진 보리쌀의 TDF는 11.02%로서 곡류 중에서 가장 높았으며, 콩나물도 31.69%로서

높은 편이다.

경질 밀가루의 제빵적성 관련하여 밀 단백질의 품질을 고려할 때, 가장 중요한 것은 밀 품종의 고유한 특성인 *gluten-forming protein*의 양과 질적인 차이로 보고 있으며(24), 연질 밀의 품질을 예측하는 지표로서 *alkaline water retention capacity* (AWRC)는 특히 *cookie spread*와 직접적인 상관을 가지고 있다(25). 식이섬유원으로서 조 분말을 밀가루에 10-50% 첨가하였을 때, AWRC의 변화를 보면 Table 3과 같이 메조, 차조 모두 첨가량이 증가함에 따라서 AWRC는 증가하였다. 즉, 첨가량이 10-50% 증가함에 따라서 메조는 5.1-21.3%, 차조는 7.6-31.7%까지 증가되었다.

Rapid Visco Analyser(RVA)에 의한 재료의 호화특성은 Table 4와 같다. *Initial pasting temperature*는 71.6-77.8로서 메조의 경우에는 첨가량이 증가함으로써 증가하는 경향을 보였으나, 차조는 일정한 경향을 보이지 않았으며, 첨가량에 따른 유의적인 차이는 없었다. *Maximum viscosity*는 메조나 차조의 첨가량이 증가함에 따라서 거의 규칙적으로 감소하는 경향을 보였는데, 이는 첨가량이 증가함으로써 TDF가 증가하고 전분의 함량이 감소한 결과라고 볼 수 있다. *Minimum viscosity*와 *final viscosity*도 메조 및 차조의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하는 현상을 보였는데, 특히 차조의 경우에 그 감소폭이 더욱 컸다. 이와 같은 결과는 차조가 메조보다 전분의 팽윤도가 높으며, 따라서 곡류 전분 중 찰전분은 대체적으로 호화개시온도에 도달한 직후 급격하게 점도가 상승하였거나 *break-down* 현상이 크기 때문인 것으로 알려져 있으며(26), Song 등(27)도 찰전분의 *Amylograph* 특성을 검토한 바 급격한 *break-down* 현상이 있음을 보고한 바 있다.

밀가루의 단백질 함량과 품질은 가공이용시 반죽의 리올로지 특성에 중요한 영향을 미친다. 리올로지특성을 측정하기 위하여 주로 *Mixograph*가 많이 이용되는데, 각 밀 품종은 물론

**Table 4. Rapid Visco Analyzer pasting characteristics of wheat and millet flour blends**

Flours	Blend (%)	Initial pasting Temp. (°C)	Maximum viscosity (RVU)	Minimum viscosity (RVU)	Final viscosity (RVU)
Soft wheat		72.3 <sup>a</sup>	114.5 <sup>a</sup>	81.0 <sup>a</sup>	165.0 <sup>a</sup>
Normal millet	10	75.3 <sup>a</sup>	110.5 <sup>ab</sup>	73.5 <sup>b</sup>	155.5 <sup>bc</sup>
	20	74.7 <sup>a</sup>	104.5 <sup>bc</sup>	68.0 <sup>c</sup>	152.5 <sup>bc</sup>
	30	76.2 <sup>a</sup>	102.5 <sup>bcd</sup>	62.5 <sup>d</sup>	151.0 <sup>bc</sup>
	40	76.6 <sup>a</sup>	102.5 <sup>bcd</sup>	60.0 <sup>de</sup>	150.5 <sup>bc</sup>
	50	77.8 <sup>a</sup>	95.2 <sup>d</sup>	57.5 <sup>e</sup>	147.0 <sup>c</sup>
Waxy millet	10	72.4 <sup>a</sup>	100.5 <sup>cd</sup>	67.0 <sup>c</sup>	139.5 <sup>d</sup>
	20	76.2 <sup>a</sup>	87.0 <sup>e</sup>	53.0 <sup>f</sup>	113.5 <sup>e</sup>
	30	73.4 <sup>a</sup>	75.0 <sup>f</sup>	44.0 <sup>g</sup>	94.0 <sup>f</sup>
	40	72.3 <sup>a</sup>	65.5 <sup>g</sup>	39.0 <sup>h</sup>	86.0 <sup>g</sup>
	50	71.6 <sup>a</sup>	61.0 <sup>g</sup>	36.0 <sup>i</sup>	77.5 <sup>h</sup>

<sup>1)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p > 0.05$ ).

**Table 5. Mixograph characteristics of wheat and millet flour blends**

Flours	Blend (%)	Peak time (min, sec)	Peak height (cm)	Width at peak (cm)	Height at 8 min (cm)
Soft wheat		3.00	4.6	0.9	4.1
Normal millet	10	2.40	4.2	0.8	4.1
	20	1.55	3.7	1.1	3.6
	30	1.10	3.2	1.0	3.2
	40	-	-	-	-
	50	-	-	-	-
Waxy millet	10	2.30	4.0	0.9	4.1
	20	1.43	3.5	1.0	3.6
	30	1.30	3.4	1.1	3.3
	40	1.00	3.2	0.9	3.0
	50	0.58	2.8	0.8	2.7

첨가물의 종류에 따라서 고유의 Mixograph pattern을 갖게 된다(28). 메조 및 차조 분말 첨가량에 따른 Mixograph 특성을 보면 Table 5와 같다. Peak time은 조의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하였으며, 특히 메조 40% 첨가시는 정상적인 Mixograph pattern이 형성되지 않았다. Peak height도 peak time과 같은 경향을 보였다. Pomeranz 등(17)은 Mixograph 측정 시에 cellulose와 wheat bran을 밀가루에 첨가하였을 때 수분 흡수율이 증가되었으나, oat hulls을 첨가하였을 때는 오히려 수분 흡수율이 64.2%에서 62.5%까지 감소하였다고 보고하였는데, 이는 첨가 재료에 따라서 Mixograph pattern이 차이가 있음을 의미하는 것이다. 본 연구에서 메조 및 차조 분말의 첨가량이 증가함에 따라서 peak time, peak height, 8 minute height가 감소한 밀가루의 글루텐 형성이 이들 물질에 의해 크게 방해 받는 것은 물론이고 밀가루가 대체됨으로써 전체 글루텐 함량도 적어진 결과라고 생각된다.

#### Sponge cake의 제조 및 특성

메조 및 차조 분말의 첨가가 sponge cake batter의 pH 및 비중에 미치는 영향을 보면 Table 6과 같다. 즉, cake batter의 pH는 조의 첨가량에 따라서 감소하였으며, 비중은 증가하는 경향을 보였다. Johnson과 Harris(29)는 yellow shortened cakes에 있어서 cake batter의 pH는 7.46으로서 cream of tartar 및 glu-

**Table 6. pH and specific gravity of sponge cake batter in wheat and millet flour blends**

Flours	Blend (%)	pH	Specific gravity (g/mL)
Soft wheat		7.43 <sup>a1)</sup>	0.59 <sup>d</sup>
Normal millet	10	7.40 <sup>a</sup>	0.68 <sup>cd</sup>
	20	7.23 <sup>b</sup>	0.71 <sup>abcd</sup>
	30	7.17 <sup>c</sup>	0.72 <sup>abcd</sup>
	40	7.10 <sup>de</sup>	0.86 <sup>abc</sup>
	50	6.93 <sup>f</sup>	0.87 <sup>ab</sup>
Waxy millet	10	7.39 <sup>a</sup>	0.70 <sup>bcd</sup>
	20	7.25 <sup>b</sup>	0.69 <sup>bcd</sup>
	30	7.14 <sup>cd</sup>	0.82 <sup>abc</sup>
	40	7.05 <sup>e</sup>	0.86 <sup>abc</sup>
	50	7.05 <sup>e</sup>	0.89 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p>0.05$ ).

cono- $\delta$ -lactone 첨가 시 각각 pH가 6.90 및 6.76으로 감소하였으며, 비중도 감소하는 경향을 보였으나, Chun(30)의 연구에서 sponge cake 제조 시 양과분말의 첨가량이 증가함에 따라서 비중이 증가함을 보여주었는데, 이는 첨가물의 종류에 따라서 변화됨을 알 수 있다.

메조 및 차조 분말을 첨가한 sponge cake의 부피, 무게 및 비용적은 Table 7에서 보는 바와 같다. Sponge cake의 제조 시 메조 및 차조의 첨가량이 증가함에 따라서 부피와 비용적이 감소하는 현상을 보였는데, 특히 메조와 차조를 각각 40% 첨가하였을 때, 부피와 비용적은 대조군과 유의적인 차이가 있었다. 이와 같은 현상을 Pomeranz 등(17)은 제빵 시 cellulose, wheat bran 및 oat hulls 등의 식이섬유원을 첨가함으로써 부피 및 비용적이 감소한다고 보고한 것과 같으며, cake weight가 증가함에 따라서 cake의 비용적이 감소하므로 조를 10% 이상 첨가하는 것은 무거운 cake이 된다고 볼 수 있다.

한편 Sponge cake의 volume, symmetry 및 uniformity index를 보면 Table 8과 같다. Volume index는 대조군이 15.35로서 가장 높은 값을 보였으며, 메조 및 차조의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하는 현상을 보여 cake의 부피가 작아짐을 볼 수 있었다. Symmetry form은 cake의 균형을 보는 것으로, 메조의 경우에 첨가량이 증가함에 따라서 증가하는 현상을 보였으며,

**Table 7. Sponge cake properties prepared with wheat and millet flour blends**

Flours	Blend (%)	Volume (cc)	Weight (g)	Specific loaf volume (cc/g)
Soft wheat		830 <sup>a1)</sup>	281 <sup>e</sup>	2.96 <sup>a</sup>
Normal millet	10	780 <sup>ab</sup>	284 <sup>cd</sup>	2.75 <sup>ab</sup>
	20	745 <sup>abc</sup>	285 <sup>bcd</sup>	2.62 <sup>abc</sup>
	30	705 <sup>abcd</sup>	283 <sup>de</sup>	2.49 <sup>abcd</sup>
	40	640 <sup>bcd</sup>	287 <sup>ab</sup>	2.23 <sup>bcd</sup>
	50	630 <sup>bcd</sup>	288 <sup>a</sup>	2.19 <sup>bcd</sup>
Waxy millet	10	750 <sup>abc</sup>	288 <sup>a</sup>	2.62 <sup>abc</sup>
	20	745 <sup>abc</sup>	287 <sup>ab</sup>	2.59 <sup>abc</sup>
	30	680 <sup>abcd</sup>	288 <sup>a</sup>	2.36 <sup>bcd</sup>
	40	605 <sup>cd</sup>	286 <sup>abc</sup>	2.12 <sup>cd</sup>
	50	570 <sup>d</sup>	288 <sup>a</sup>	1.98 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p>0.05$ ).

**Table 8. Volume, symmetry and uniformity indexes of sponge cakes prepared with wheat and millet flour blends**

Flours	Blend (%)	Volume index	Symmetry index	Uniformity index
Soft wheat		15.35 <sup>d1)</sup>	0.15 <sup>c</sup>	0.05 <sup>c</sup>
Normal millet	10	14.35 <sup>cd</sup>	0.20 <sup>cd</sup>	0.05 <sup>c</sup>
	20	14.00 <sup>bcd</sup>	0.55 <sup>g</sup>	-0.05 <sup>b</sup>
	30	13.60 <sup>bc</sup>	0.70 <sup>h</sup>	-0.10 <sup>b</sup>
	40	12.60 <sup>abc</sup>	0.80 <sup>i</sup>	-0.10 <sup>b</sup>
	50	11.65 <sup>a</sup>	0.85 <sup>i</sup>	-0.20 <sup>a</sup>
Waxy millet	10	13.55 <sup>bc</sup>	0.25 <sup>de</sup>	0.05 <sup>c</sup>
	20	12.60 <sup>abc</sup>	0.30 <sup>e</sup>	0.05 <sup>c</sup>
	30	12.45 <sup>ab</sup>	0.45 <sup>f</sup>	-0.10 <sup>b</sup>
	40	12.20 <sup>ab</sup>	-0.05 <sup>b</sup>	0.15 <sup>d</sup>
	50	11.70 <sup>a</sup>	-0.45 <sup>a</sup>	0.15 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p>0.05$ ).

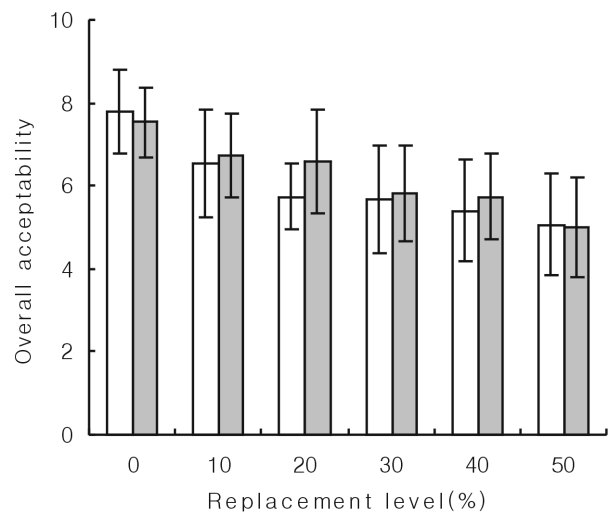
이는 cake의 가운데 부분이 평평하지 못하고 dome을 형성한다고 볼 수 있다. 특히 차조 분말을 첨가한 경우에는 ‘.’값이 보여 sponge cake의 가운데 부분이 주저앉은 현상을 보이기도 했다. Uniformity index는 sponge cake이 좌우로 어느 정도 치우침이 있는지를 보는 것인데, 조의 첨가량이 증가함으로써 치우침이 조금씩 증가하는 현상을 볼 수 있었다.

Sponge cake의 crust 및 crumb color의 변화를 보면 Table 9와 같다. Crust color의 L 값은 메조첨가군의 경우 메조 자체의 색깔의 영향을 받아 첨가량이 증가함에 따라서 증가하였으며, 차조첨가군의 경우는 대조군보다는 높았으나 첨가량이 증가함에 따라서 감소하는 현상을 보였다. a, b 값은 메조와 차조첨가군 모두 감소하는 현상을 보였다. 그러나 crumb color의 L 값은 메조, 차조첨가군 모두 대조군보다 낮았으며, 첨가량이 증가함에 따라서 감소하여 crust color의 L 값과는 반대의 현상을 보였다. Crumb의 a 값은 감소하는 현상을 보였고, b 값은 다소 증가하는 경향을 보였다. 전체적으로 메조 및 차조의 첨가 비율이 증가함에 따라서 crust color의 L 값이 증가한 것은 메조와 차조의 자체 색깔이 sponge cake의 색깔에 큰 영향을 주었다고 볼 수 있다.

**Table 9. Crust and crumb color of sponge cakes prepared with wheat and millet flour blends**

Flours	Blend (%)	Crust color			Crumb color		
		L	a	b	L	a	b
Soft wheat		54.9 <sup>d1)</sup>	16.5 <sup>a</sup>	35.4 <sup>a</sup>	81.2 <sup>a</sup>	-3.5 <sup>c</sup>	24.5 <sup>cd</sup>
Normal millet	10	59.5 <sup>bc</sup>	15.1 <sup>b</sup>	35.5 <sup>a</sup>	79.3 <sup>b</sup>	-3.2 <sup>c</sup>	25.0 <sup>e</sup>
	20	60.1 <sup>bc</sup>	14.1 <sup>bc</sup>	35.1 <sup>a</sup>	77.8 <sup>c</sup>	-3.0 <sup>c</sup>	26.1 <sup>b</sup>
	30	59.5 <sup>bc</sup>	13.7 <sup>c</sup>	33.7 <sup>b</sup>	76.0 <sup>d</sup>	-2.7 <sup>bc</sup>	26.8 <sup>b</sup>
	40	60.1 <sup>bc</sup>	11.0 <sup>d</sup>	33.7 <sup>b</sup>	75.2 <sup>d</sup>	-2.1 <sup>bc</sup>	27.3 <sup>b</sup>
	50	63.3 <sup>a</sup>	10.8 <sup>d</sup>	32.1 <sup>d</sup>	73.2 <sup>e</sup>	-1.9 <sup>abc</sup>	30.0 <sup>a</sup>
Waxy millet	10	61.6 <sup>ab</sup>	14.4 <sup>bc</sup>	34.9 <sup>a</sup>	78.4 <sup>bc</sup>	-2.1 <sup>bc</sup>	23.9 <sup>cd</sup>
	20	60.3 <sup>bc</sup>	13.7 <sup>c</sup>	33.0 <sup>c</sup>	73.8 <sup>e</sup>	-1.8 <sup>bc</sup>	23.6 <sup>d</sup>
	30	58.7 <sup>c</sup>	10.1 <sup>de</sup>	31.6 <sup>d</sup>	70.3 <sup>f</sup>	-0.5 <sup>ab</sup>	23.8 <sup>cd</sup>
	40	58.7 <sup>c</sup>	9.2 <sup>ef</sup>	30.8 <sup>e</sup>	68.3 <sup>g</sup>	-0.7 <sup>ab</sup>	24.2 <sup>cd</sup>
	50	56.4 <sup>d</sup>	9.0 <sup>f</sup>	29.9 <sup>f</sup>	64.5 <sup>h</sup>	-0.2 <sup>a</sup>	26.1 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p>0.05$ ).



**Fig. 3. Overall acceptability of sponge cake prepared with normal (□) and waxy millet (■).**

**관능검사 및 저장 중 변화**

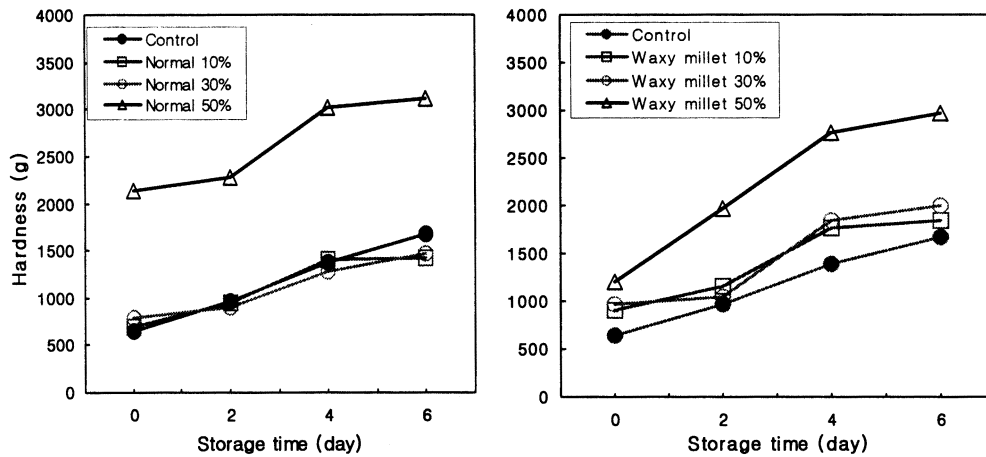
메조 및 차조 분말을 첨가한 sponge cake의 관능검사 결과는 Fig. 3과 같다. 전체적인 기호도를 보면 조사항목에 따라서 다소 차이는 있지만 메조 10-20% 첨가군은 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 차조첨가군은 20% 첨가 시 대조군과 상당한 차이가 있었다(Table 10). 특히 메조첨가의 경우는 메조의 독특한 황색의 색깔 때문에 sponge cake의 외관이 개선되는 효과가 있었다. 이상의 결과들을 종합하여 볼 때, sponge cake 제조 시 메조 및 차조 분말의 첨가량은 10%가 가능할 것으로 사료된다.

한편 sponge cake의 저장 중 25°C에서 경도의 변화를 보면 (Fig. 4), 메조 첨가의 경우는 저장기간에 따라서 전체적으로 경도가 증가를 하였다. 메조가 30%까지 첨가된 경우는 대조군과 유의적인 차이가 없었으나, 메조 50% 첨가한 sponge cake의 경도는 대조군과 현저한 차이를 보였다. 30% 까지 차조를 첨가한 경우에는 메조 첨가군과 유사한 경향을 보였으나, 차조 50% 첨가군은 저장 초기에는 메조보다 낮은 경도를 보였으며, 저장 4일 이후까지 급격하게 증가하였다.

**Table 10. Sensory characteristics of sponge cakes prepared from wheat and millet flour blends**

Flours	Blend (%)	Color		Grain	Texture	Flavor	Taste
		External	Internal				
Soft wheat		7.40 <sup>e</sup>	7.97 <sup>f</sup>	7.17 <sup>e</sup>	6.97 <sup>d</sup>	7.00 <sup>d</sup>	7.10 <sup>d</sup>
Normal millet	10	7.53 <sup>e</sup>	6.93 <sup>e</sup>	6.73 <sup>de</sup>	7.00 <sup>d</sup>	6.87 <sup>d</sup>	6.40 <sup>cd</sup>
	20	6.87 <sup>de</sup>	7.13 <sup>ef</sup>	6.53 <sup>cde</sup>	6.60 <sup>cd</sup>	6.27 <sup>cd</sup>	6.33 <sup>cd</sup>
	30	6.07 <sup>cd</sup>	6.00 <sup>d</sup>	5.80 <sup>abcd</sup>	5.87 <sup>bc</sup>	5.87 <sup>bc</sup>	5.60 <sup>bc</sup>
	40	6.07 <sup>cd</sup>	5.73 <sup>cd</sup>	5.67 <sup>abc</sup>	5.80 <sup>bc</sup>	5.40 <sup>abc</sup>	5.33 <sup>abc</sup>
	50	4.87 <sup>ab</sup>	4.13 <sup>a</sup>	5.60 <sup>abc</sup>	4.80 <sup>a</sup>	4.80 <sup>a</sup>	4.27 <sup>a</sup>
Waxy millet	10	6.80 <sup>de</sup>	6.93 <sup>e</sup>	6.47 <sup>bcd</sup>	6.47 <sup>cd</sup>	6.27 <sup>cd</sup>	5.93 <sup>bcd</sup>
	20	5.93 <sup>cd</sup>	5.87 <sup>cd</sup>	5.80 <sup>abcd</sup>	5.73 <sup>abc</sup>	5.27 <sup>abc</sup>	5.60 <sup>bc</sup>
	30	5.67 <sup>bc</sup>	5.07 <sup>bc</sup>	5.40 <sup>a</sup>	5.40 <sup>ab</sup>	5.57 <sup>abc</sup>	5.60 <sup>bc</sup>
	40	5.13 <sup>abc</sup>	4.80 <sup>ab</sup>	5.67 <sup>abc</sup>	5.27 <sup>ab</sup>	5.20 <sup>ab</sup>	5.40 <sup>abc</sup>
	50	4.53 <sup>a</sup>	4.47 <sup>ab</sup>	5.47 <sup>ab</sup>	5.33 <sup>ab</sup>	4.87 <sup>ab</sup>	4.93 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p>0.05$ ).



**Fig. 4. Changes in hardness of sponge cakes prepared with wheat and millet flour blends during 6 day storage at 25°C.**

저장 중 빵 조직의 경도가 증가하는 현상은 전분 중의 아밀로오스가 빵의 초기 냉각 중에 급속한 노화를 일으키는데 비해서 아밀로펙틴은 저장 중 계속적으로 분자 간 회합이 일어나며 노화를 발생시키는 것으로 알려져 있다(31,32). 따라서 본 실험에서 차조를 첨가한 sponge cake의 초기 텍스처가 아밀로오스의 함량이 높은 메조를 첨가한 경우보다 부드러운 현상을 볼 수 있었다.

**요 약**

식이섬유원으로서 메조와 차조 분말을 sponge cake 제조에 이용하고자 10-50%의 비율로 첨가하여 cake 제조적성 및 이들의 이화학적 특성을 조사하였다. 총 식이섬유는 박력밀가루가 2.23%인데 비하여 메조 5.04%, 차조 5.72%로서 2 배 이상 높았으며, alkaline water retention capacity는 메조, 차조 모두 첨가량이 증가함에 따라서 증가하였다. Rapid Visco Analyser에 의한 호화특성에서 maximum, minimum 및 final viscosity는 메조와 차조의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하였다. Mixograph에 의한 반죽의 리올로지특성에서 peak time 및 peak height는 메조와 차조의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하였다. Sponge cake의 crust color의 L 값은 메조의 경우 첨가량이 증가함에 따라서 증가하였으나, 차조첨가군은 대조군보다는 L 값이 낮았지

만 첨가량이 증가함에 따라서 감소하는 경향을 보였다. Crumb color의 L 값은 메조, 차조첨가군 모두 대조군보다 낮았으며, 첨가량이 증가함에 따라서 감소하였다. Sponge cake의 부피는 메조 및 차조를 첨가함으로써 감소하였고, 10% 첨가수준에서는 유의적인 차이가 없었으나 20% 첨가수준부터는 대조군에 비해 품질이 떨어졌다.

**문 헌**

1. Shin HK, Chang HG, Ryu IS. Physicochemical characteristics of Korean wheat varieties. Korean J. Food Sci. Technol. 10: 376-379 (1978)
2. Chang HK, Rhu IS. Comparison of end-product potentialities of Korean and American wheat. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 521-523 (1998)
3. Chang HG. Influences of environmental factors on processing properties of wheat produced in Korea. Dongguk Univ. Ph.D. thesis (1984)
4. Anjum FM, Walker CE. Review on the significance of starch and protein to wheat kernel hardness. J. Sci. Food Agric. 56: 1-13 (1991)
5. Kohn S. An update of the U.S. baking industry. Cereal Foods World 45: 94-97 (2000)
6. Nagao S, Imai S, Sato T, Kaneko Y, Otsubo H. Quality characteristics of soft wheats and their use in Japan. 1. Methods of assessing wheat suitability for Japanese products. Cereal Chem. 53:

- 988-997 (1976)
7. Morris CF, Jeffers HC, Engle DA, Baldrige ML, Patterson BS, Bettge AD, King GE, Davis B. Fifty-first annual report of the Western Wheat Quality Lab., USDA Agricultural Research Service (1999)
  8. Piere MM, Walker CE. Addition of sucrose fatty acid ester emulsifiers to sponge cakes. *Cereal Chem.* 64: 222-225 (1987)
  9. James Giese. Fats and fat replacers; balancing the health benefits. *Food Tech.* 50: 76-78 (1996)
  10. Cowgill GR, Sullivan AJ. Further studies on the use of wheat bran as laxative. *J. Am. Med. Assoc.* 100: 795-796 (1933)
  11. Hipsley EH. Dietary fiber and pregnancy toxemia. *Br. Med. J.* 2: 420-425 (1953)
  12. Burkitt DP. Epidemiology of cancer of the colon and rectum. *Cancer* 28: 3-10 (1971)
  13. Trowell H. Ischemic heart disease and dietary fiber. *Am. J. Clin. Nutr.* 25: 926-930 (1972)
  14. Dreher ML, Padmanaban G. Sunflower hull flour as a potential dietary fiber supplement. *J. Food Sci.* 48: 1463-1465, 1478 (1983)
  15. Collins JL, Post AR. Peanut hull flour as a potential source of dietary fiber. *J. Food Sci.* 46: 445-448 (1981)
  16. Collins JL, Kalantari SM, Post AR. Peanut hull flour as dietary fiber in wheat bread. *J. Food Sci.* 47: 1899-1902 (1982)
  17. Pomeranz Y, Shogren MD, Finney KF, Bechtel DB. Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal Chem.* 54: 25-41 (1977)
  18. Jeltema MA, Zabik ME, Thiel LJ. Prediction of cookie quality from dietary fiber components. *Cereal Chem.* 60: 227-230 (1983)
  19. American Association of Cereal Chemistry. *Approved Methods of the AACCC*, 10th ed. The Association: St. Paul, MN, USA (2000)
  20. Prosky L, Asp NG, Furda I, DeVries JW, Schweizer TF, Harland BF. Determination of total dietary fiber in foods and food products: Collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 68: 677-680 (1985)
  21. Bason ML, Ronalds JA, Wrigley CW, Hubbard LJ. Testing for sprout damage in malting barley using the Rapid Visco-Analyser. *Cereal Chem.* 70: 269-272 (1993)
  22. Ross AS, Walker CE, Booth RI, Orth RA, Wrigley CW. The Rapid Visco-Analyser: A new technique for the estimation of sprout damage. *Cereal Foods World* 32: 827-829 (1987)
  23. Chung YM, Lee JC, Kim KS, Eun JB. Chemical compositions in rice hulls of 26 varieties. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 376-380 (1998)
  24. Monsivaie M, Hosney RC, Finney KF. The Pelshenke test and its value in estimating bread-making properties in estimating bread-making properties of hard winter wheats. *Cereal Chem.* 60: 51-55 (1983)
  25. Kitterman JS, Rubenthaler GL. Assessing the quality of early generation wheat selections with the micro AWRC test. *Cereal Sci. Today* 16: 313-317 (1971)
  26. Kim NS, Seog HM, Nam YJ. Physicochemical properties of domestic millet starches. *Korean J. Food Sci. Technol.* 19: 245-249 (1987)
  27. Song BH, Kim SK, Lee KH, Pyun YR, Lee SY. Viscometric properties of waxy rice starches. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17: 107-113 (1985)
  28. Weak ED, Hosney RC, Seib PA, Biag M. Mixograph studies. 1. Effects of certain compounds on mixing properties. *Cereal Chem.* 54: 794-802 (1977)
  29. Johnson JM, Harris CH. Effect of acidulants in controlling browning in cakes prepared with 100% high-fructose corn syrup or sucrose. *Cereal Chem.* 66: 158-161 (1989)
  30. Chun SS. Development of functional sponge cakes with onion powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 21: 62-66 (2003)
  31. Ghiasi K, Hosney RC, Zeleznak K, Rogers DE. Effect of waxy barley starch and reheating on firmness of barley crumb. *Cereal Chem.* 61: 281-285 (1984)
  32. Lee YT, Chang HG. Effect of waxy and normal hull-less barley flours on bread-making properties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 918-923 (2003)

---

(2004년 11월 15일 접수; 2004년 11월 29일 채택)