

## 찰성 및 메성 수수가루의 첨가가 Sponge Cake의 품질에 미치는 영향

장학길 · 박영서  
경원대학교 생명공학부

### Effects of Waxy and Normal Sorghum Flours on Sponge Cake Properties

Hak-Gil Ghang and Young-Seo Park

Division of Biotechnology, Kyungwon University

#### Abstract

Replacement of wheat flour by 10, 20, 30, 40, 50% normal(non-waxy) and waxy sorghum flour was tested for effects on sponge cake-making properties. Total dietary fiber contents of normal and waxy sorghums were 10.25 and 9.87%, respectively, while that of weak flour was 2.23%. Water retention capacity and alkaline water retention capacity value generally increased with addition of normal and waxy sorghum flour, whereas peak, minimum and final viscosities decreased. Mixing time and mixing height of Mixograph decreased with addition of sorghum flour. Increasing proportions of normal sorghum flour significantly decreased the loaf volume. Increasing proportions of normal and waxy sorghum flours resulted in significantly decreased loaf volume. However, significant differences in cake volume were observed between the control cake and cake containing more than 10% sorghum flour, with the normal and waxy sorghum flour showing slightly better scores in organoleptical preference. Lightness of cake crust increased with addition of sorghum flour, while lightness of cake crumb decreased as the amount of sorghum flours increased. Textural measurements of crumb decreased as the amount of sorghum flours increased. Textural measurements of crumb firmness showed that the cake containing waxy sorghum flour hardened slow during 6-day storage at 25°C than cake containing normal sorghum flour.

**Key words:** sponge cake, cake, waxy sorghum, normal sorghum

#### 서 론

수수(*Sorghum bicolor*(L.) Moench)는 주로 아시아, 아프리카 및 중미 지역에서 재배되고 있는 주요 식량자원이다. 1970년 이후 수수는 전 세계 곡물 생산량의 4% 밖에 되지 아되지만, 밀, 옥수수, 벼(쌀) 및 보리 다음의 순위로 재배되고 있다(Mosse *et al.*, 1988).

Singh과 Axtell(1973)에 의해 수수에서 high-lysine 돌연변이 유전자가 발견되면서 단백질의 함량과 품

질을 개선하기 위한 연구가 많이 수행되었다(Guiragossian *et al.*, 1978; Hassen *et al.*, 1986). 따라서 Mosse *et al.*(1988)은 수수의 단백질 함량은 품종에 따라서 8.4~11.8%(N×6.25)로서 아미노산 함량은 수수의 유전자형 또는 표현형에 관계없이 종실의 질소함량이 증가함에 따라서 증가된다고 보고 하였다.

한편, Chandrasherar와 Kirleis(1988)는 수수 9개 품종의 가루와 전분의 흡수율은 60°C에서 80°C로 상승함에 따라서 급격히 증가하였으며, 수수전분의 호화온도는 70~73°C라고 밝혔다. Subramanian *et al.*(1980)은 수수 10개 품종을 대상으로 한 연구에서 수수의 수용성 당류 함량은 1.30~5.19%로서 품종에 따라서 그 변이가 컸으며, 특히 high-lysine Ethiopian lines이 당의 함량이 높았다고 보고한 바 있다. 한

Corresponding author: Hak-Gil Chang, Professor, Division of Biotechnology, Kyungwon University, San 65, Bokjeong-dong, Sujeong-gu, Seongnam, Gyeonggi-do, 461-701, Korea.  
Phone: 031-750-5382, Fax: 031-750-5378  
E-mail: jhk@kyungwon.ac.kr

편, Neucere와 Sumrell(1980)은 5개 수수 품종의 유리당의 함량이 2.34~6.01%로서 sucrose 함량이 전체 수용성 당의 68.7~82.7%라고 밝힌 바 있다.

한편, 현대의 식생활은 영양소의 과잉섭취로 여러 가지 문제점을 안고 있다. 따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 식이섬유의 섭취를 증가하도록 권장하고 있다(Giese, 1996). 영양적 가치가 없는 물질로 인식되었던 식이섬유가 Cowgill과 Sullivan(1993)에 의해 완화제로서 wheat bran에 대하여 보고한 이후, Hipsley(1953)가 처음으로 "dietary fiber"란 용어를 사용하였다. 그 후 Burkitt(1971)과 Trowell(1972)에 의해 비만, 고혈압, 당뇨병 등의 성인병과 식이섬유의 섭취가 밀접한 관계가 있음이 보고되면서 이에 대한 연구는 제빵 시 첨가 등의 여러 분야에서 수행되었다(Dreher, 1983; Collins, 1981, 1981; Collins와 Post, 1981; Collins *et al.*, 1982).

Nyman *et al.*(1984)은 밀, 호밀, 보리, 쌀, 옥수수 및 수수의 식이섬유 함량을 조사한 연구에서 수수의 식이섬유 함량은 도정률에 따라서 2.5~9.0%로서 수수가루의 식이섬유는 주로 glucan이며, 표피 중에는 pentosan(arabinose, xylose) 그리고 uronic acid 가 수수 가루 중에 11~13% 차지하고 있다고 보고하였으며, 이와 같은 사실은 Woolard *et al.*(1977)도 밝힌 바 있다.

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 *et al.*(1977)은 제빵 시 oat hulls와 wheat bran을 7% 첨가 시 수분흡수율은 증가되었으나 부피가 감소되었다고 밝혔다. Jeltema *et al.*(1983)은 oat bran, soy hulls, navy bean 등의 첨가가 sugar-snap cookie의 spread factor와 관능적 특성 등에 현저하게 영향을 미친다고 보고했다. 본 연구에서는 식이섬유원으로서 활성 및 메성 수수가루의 첨가에 따른 밀가루의 이화학적 특성, 호화 및 반죽특성, 스펀지 케익(sponge cake) 제조적성 등을 조사한 바 그 결과를 보고한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에 사용된 재료는 2001년도에 생산된 차수수(충남 천안산)와 메수수(충북 단양산)를 구입하여 분쇄기(IKA MF10, IKA-WERKE GMBH &

Co. KG, Staufen, Germany)로 분쇄하여 사용하였다. 시료(100 g)의 입도측정은 sieve shaker(Rotap RX-29, W.S. Tyler, USA)에서 1시간 동안 진탕한 후 통과한 수수가루의 중량을 측정하였다. 밀가루는 박력분(대한제분)을 구입하여 사용하였다.

### 재료의 이화학적 특성

일반성분의 분석은 AACC 법(2000)에 따라서 측정하였다. 즉, 수분 함량은 상압가열건조법, 조지방 함량은 soxhlet 추출법, 조회분 함량은 건식회화법, 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl method로 측정하였다. 총식이섬유(total dietary fiber, TDF)의 함량은 Prosky *et al.*(1985)의 방법에 따라 dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)를 사용하여 분석하였다. Alkaline water retention capacity(AWRC)는 AACC 법(2000)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 mL를 첨가하여 현탁액을 만든 후, 25°C에서 95°C까지 그리고 다시 50°C까지 5°C/min의 속도로 가열 및 냉각시켜 initial pasting temperature, 최고점도(peak viscosity), 최소점도(minimum viscosity) 및 최종점도(final viscosity)를 측정하였다(Bason *et al.*, 1993; Ross *et al.*, 1987).

### Mixograph 특성

Mixograph 특성은 AACC 법(2000)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.

### 스폰지 케익의 제조 및 특성

스폰지 케익의 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. 스펀지 케익의 제조는

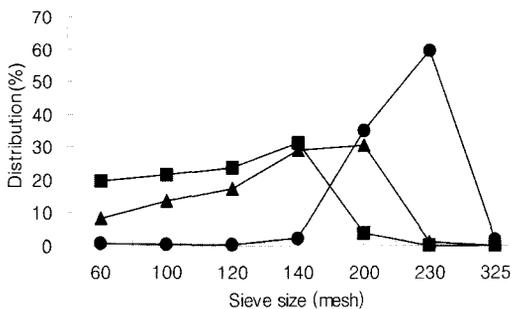
**Table 1. Sponge cake formula and ingredient specifications**

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

달걀의 기포성을 향상시키고 설탕의 용해성을 증가시키며 제품의 부피를 크게 하기 위하여 53°C의 물로 증탕하여 mixing bowl을 40°C로 유지시키는 hot mixing method를 사용하였다(Nagao *et al.*, 1976; Morris *et al.*, 1999). 즉, 스펀지 케익은 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, 수수 분말이 첨가된 밀가루) 100 g을 첨가한 다음, 나무 스푼으로 40회 빠르게 혼합한 케익 batter를 케익 pan(내부 지름, 14.8 cm; 깊이 6.9 cm; 내부 부피, 1260 mL)에 330 g 넣고, 180°C에서 30분간 baking 하였다.

식이섬유원으로서 수수 분말(normal millet, waxy millet)의 첨가량은 0, 10, 20, 30, 40, 50%로서 케익 batter의 pH와 비중을 측정하였다. 한편 굵기가 끝난 스펀지 케익을 30분간 pan에서 냉각시킨 후, 부피, 무게, 비용적을 측정하였고, volume index, symmetry index, uniformity index는 AACC 법(2000)의 기준에 따라 다음과 같이 측정하였다(Fig. 1). 스펀지 케익의 crust와 crumb의 색깔은 색도계(Model CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사



**Fig. 1. Changes in particle size distribution of wheat and sorghum flours.**  
 - ● -: Weak flour, - ■ -: Normal sorghum, - ▲ -: Waxy sorghum

용하여 L, a, b value를 측정하였다.

스푼지 케익의 노화정도는 수분손실을 방지하기 위하여 케익을 LDPE Zipper bag((주)크린랩))에 넣고 25°C에서 6일간 저장하면서 Texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro Systems Co., Haslemere, England)로 경도를 측정하였다. 이때 사용된 probe는 직경 2.5 cm, 측정 속도는 1.0 mm/sec이었다. 관능검사는 15명을 선정한 후 충분히 교육시킨 뒤 검사에 응하도록 하였으며, 향미, 조직 및 종합적 기호도는 0-point scale scoring test 방법에 따라 조사하였다. 모든 실험은 최소 3회 반복하여 그 결과의 평균값을 구하였다.

### 결과 및 고찰

#### 재료의 입도분석

공시한 박력분, 차수수 및 메수수의 입도분포는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 박력분은 200 및 230 mesh의 입자가 전체의 94.32%를 차지하고 있는 반면 차수수는 100~200 mesh의 입자가 90.51%이었고 메수수는 80.21%로서 입도분포는 박력분, 차수수, 메수수 순으로 입자가 컸다.

#### 재료의 이화학적 특성

공시재료의 일반성분은 Table 1과 같이 회분함량은 메수수가 1.05%, 차수수가 0.75%로서 박력분의 0.40%에 비하여 높은 경향을 보였고, 단백질 함량은 비슷하였으며, 지방함량은 메수수가 다소 높았다. 식이섬유 함량은 박력분이 2.23%인데 비하여 메수수 10.25%, 차수수 9.87%로서 4배 이상 높았다. Nyman *et al.*(1983)의 6개 곡류에 대한 총식이 섬유(TDF) 조사 내용을 보면, 추출정도(extraction rate)에 따라서 밀가루 2.8~12.1%, 호밀가루 7.5~16.1%, 보리 8.2~18.8%, 수수 2.5~9.0%, 벼(쌀) 0.7~19.2% 및 옥수수 3.9~9.3%의 범위이었다. 또한, 벼는 husk를 제거하고 80% 추출할 경우 TDF 2.9%로 감소되며, 수수의 조섬유 함량은 TDF와 불용성 섬유와 상관관계가 있다고 밝혔다.

연질밀의 품질을 예측하는 지표로서 water retention capacity(WRC)와 alkaline water capacity(AWRC)는 특히 cookie spread와 직접적인 상관을 가지고 있다(Kitterman과 Rubenthaler, 1971). 식이섬유원으로서 메수수 및 차수수 분말을 밀가루에 10~50% 첨가하였을 때, WRC 및 AWRC의 변화를 보면 Table 2와 같이 메수수, 차수수 모두 첨가량이

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

Flours	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)	Fat (%)	TDF <sup>1)</sup> (%)
Weak flour	13.64 <sup>a2)</sup>	0.40 <sup>c</sup>	9.39 <sup>a</sup>	1.51 <sup>c</sup>	2.23 <sup>c</sup>
Normal sorghum	10.21 <sup>b</sup>	1.05 <sup>a</sup>	9.59 <sup>a</sup>	2.80 <sup>a</sup>	10.25 <sup>a</sup>
Waxy sorghum	10.44 <sup>b</sup>	0.75 <sup>b</sup>	8.73 <sup>b</sup>	2.15 <sup>b</sup>	9.87 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Total dietary fiber.

<sup>2)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p>0.05$ ).

증가함에 따라서 WRC는 박력분에 비하여 메수수는 0.7~22.5%, 차수수는 4.1~28.4%로 증가되어 차수수가 증가폭이 훨씬 큼을 알 수 있었다. 한편, AWRC는 메수수 2.2~17.5%, 차수수 7.7~26.7%로서 WRC의 증가가 같은 결과를 보였다.

이와 같은 결과는 Quinn과 Paton(1979)이 밝힌 바와 같이 vital gluten과 textured soy concentrate의 water hydration capacity가 각각 1.3~1.4 mL/g 및 2.3~3.0 mL/g으로서 단백질의 종류에 따라서 상당한 차이가 있다고 했는데, 본 연구에서는 단백질보다는 전분의 amylose와 amylopectin과의 관계로 amylopectin의 함량이 클수록 흡수율이 높으며 전분 gel이 더 끈끈하고(pituitous) 길게 늘어지는(stringy) 성질에 기여한다고 밝힌 Luallen(1985)의 결과와 유사한 것으로 생각된다. 한편, Webb(1985)도 amylopectin 함량이 높은 short-grain rice가 long-grain rice보다 수분흡수율이 크다고 밝힌 바 있다.

Rapid Visco Analyser(RVA)에 의한 재료의 호화 특성은 Table 3과 같다. Initial pasting temperature는 67.8~74.2°C로서 메수수의 경우에는 첨가량이 증가함으로써 증가하는 경향을 보였으나, 차수수는 일정한 경향을 보이지 않았으며, 첨가량에 따른 유의적인 차이는 없었다. 최고점도는 메수수나 차수수의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하는 경향을 보였는데, 이는 수수의 첨가량이 증가함으로써 TDF가 증가하고 전분의 함량이 감소한 결과라고 볼 수 있다. 최소점도와 최종점도도 메수수 및 차수수의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하였는데, 특히 차수수의 경우에 그 감소폭이 더욱 컸다.

Amylograph 특성 중 최고점도, 최소점도(cooked 10 min at 95°C) 및 최종점도(cooled to 50°C)가 낮다는 Webb(1985)의 보고와 총 amylose 함량과 RVA 점도와의 고도의 부의 상관( $r=-0.85^{**}$ )이 있다고 밝힌 Zeng *et al.*(1997)의 결과와 일치한다.

밀가루의 단백질 및 전분의 함량과 품질은 가공

**Table 3. Change in wheat retention capacity(WRC) and alkaline water retention capacity(AWRC) of wheat and sorghum flour blends**

Flours	Blend(%)	WRC(%)	AWRC(%)
Weak flour		70.3 <sup>f1)</sup>	45.6 <sup>g</sup>
	10	70.8 <sup>f</sup>	46.6 <sup>g</sup>
	20	72.7 <sup>ef</sup>	48.1 <sup>f</sup>
	30	75.1 <sup>ef</sup>	49.8 <sup>c</sup>
	40	83.7 <sup>cd</sup>	53.0 <sup>d</sup>
Waxy sorghum	50	90.7 <sup>b</sup>	55.3 <sup>c</sup>
	10	73.3 <sup>ef</sup>	49.4 <sup>c</sup>
	20	75.6 <sup>ef</sup>	51.8 <sup>d</sup>
	30	78.7 <sup>de</sup>	54.7 <sup>c</sup>
	40	87.5 <sup>bc</sup>	58.2 <sup>b</sup>
	50	98.2 <sup>a</sup>	62.2 <sup>a</sup>

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

이용시 반죽의 리올로지 특성에 중요한 영향을 미친다. 리올로지특성을 측정하기 위하여 주로 Mixograph가 많이 이용되는데, 각 밀 품종은 고유한 Mixograph pattern을 갖게 된다(1977). 메수수 및 차수수 분말 첨가량에 따른 Mixograph 특성을 보면 Table 4와 같다. Peak time은 수수의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하였으며, 특히 메수수 40%, 차수수 30% 첨가시는 정상적인 Mixograph pattern이 형성되지 않았다. Peak height도 peak time과 같이 수수의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하는 경향을 보였다. Pomeranz *et al.*(1977)은 Mixograph 측정 시에 cellulose와 wheat bran을 밀가루에 첨가하였을 때 오히려 수분 흡수율이 증가되었으나, oat hulls를 첨가하였을 때는 오히려 수분 흡수율이 64.2%에서 62.5%까지 감소하였다고 보고하였는데, 이는 첨가재료에 따라서 Mixograph pattern이 차이가 있음을 의미하는 것이다. 한편, Pyler(1988)는 reconstituted flour에서 밀전분 대신 nonwheat cereal starches(보리, 호밀 등)로 대체할 경우, 리올로지특성은 물론 최종 제품도 바람직한 결과를 얻을 수 없다고 보고한 바 있는데, 특히 nonwheat cereal starch는 반죽동안 gluten protein과 강하게 결합하여 표면을 형성하는 능력이 크게 떨어진다고 밝혔다. 본 연구에서 메수수 및 차수수 분말의 첨가량이 증가함에 따라서 peak time과 peak height가 감소한 것은 밀가루의 글루텐 형성이 이들 물질에 의해 크게 방해 받는 것은 물론이고 밀가루가 수수가루로 대체됨으로써 전체 글루텐 함량도 적어진 결과

**Table 4. Change in Rapid Visco-Analyser(RVA) pasting characteristics of wheat and sorghum flour blends**

Flours	Blend(%)	Initial pasting temp. (°C)	Peak viscosity (RVU)	Minimum viscosity (RVU)	Final viscosity (RVU)
Weak flour		72.3 <sup>a1)</sup>	114.5 <sup>ab</sup>	81.0 <sup>a</sup>	165.0 <sup>a</sup>
Normal sorghum	10	67.8 <sup>a</sup>	107.5 <sup>abcd</sup>	78.5 <sup>ab</sup>	155.0 <sup>b</sup>
	20	72.8 <sup>a</sup>	121.5 <sup>a</sup>	73.0 <sup>bc</sup>	154.5 <sup>b</sup>
	30	74.2 <sup>a</sup>	102.5 <sup>bcdef</sup>	66.5 <sup>de</sup>	143.5 <sup>c</sup>
	40	74.1 <sup>a</sup>	92.0 <sup>defg</sup>	61.5 <sup>ef</sup>	139.5 <sup>c</sup>
	50	73.8 <sup>a</sup>	89.0 <sup>efg</sup>	61.0 <sup>ef</sup>	138.5 <sup>c</sup>
Waxy sorghum	10	69.0 <sup>a</sup>	112.5 <sup>abc</sup>	75.0 <sup>b</sup>	143.5 <sup>c</sup>
	20	68.4 <sup>a</sup>	103.5 <sup>bcde</sup>	68.5 <sup>cd</sup>	139.0 <sup>c</sup>
	30	68.9 <sup>a</sup>	97.5 <sup>cdefg</sup>	62.5 <sup>ef</sup>	129.5 <sup>d</sup>
	40	68.4 <sup>a</sup>	87.0 <sup>fg</sup>	59.0 <sup>f</sup>	126.0 <sup>dc</sup>
	50	72.5 <sup>a</sup>	84.0 <sup>g</sup>	57.5 <sup>f</sup>	119.0 <sup>e</sup>

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

라고 생각된다.

**스폰지 케익의 제조 및 특성**

메수수 및 차수수 분말의 첨가가 스폰지 케익 batter의 pH 및 비중에 미치는 영향을 보면 Table 5 와 같다. 즉, 케익 batter의 pH는 수수의 첨가량에 따라서 감소하였으며, 비중은 증가하는 경향을 보였다. Chun(2003)의 연구에서도 스폰지 케익 제조 시 양과분말의 첨가량이 증가함에 따라서 비중이 증가함을 보여주었다.

메수수 및 차수수 분말을 첨가한 스폰지 케익의 부피, 무게 및 비용적은 Table 6에서 보는 바와 같다. 스폰지 케익의 제조 시 메수수 및 차수수의 첨가량이 증가함에 따라서 부피와 비용적이 급격하게 감소하는 현상을 보였는데, 특히 메수수와 차수수를 각각 10% 첨가하였을 때부터 부피와 비용적은 대조군과 유의적인 차이가 있었다. 이와 같은 현상을 Pomeranz *et al.*(1977)은 제빵 시 cellulose, wheat bran 및 oat hulls 등의 식이섬유원을 첨가함으로써 부피 및 비용적이 감소한다고 보고한 것과 같으며, 수수를 10% 이상 첨가하는 것은 부피 측면에서는 어렵다고 생각된다.

한편 스폰지 케익의 volume, symmetry 및 uniformity index를 보면 Table 7과 같다. Volume index는 박력분이 16.30으로서 가장 높은 값을 보였으며, 메수수 및 차수수의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하는 경향을 보여 케익의 부피가 작아짐을 볼 수 있었다. Symmetry form은 케익의 균형을 보는 것으로, 수수를 첨가함으로써 전체적으로 증가하는 현상을 보였으며, 이는 케익의 가운데 부분이 평평하지 못하고 dome을 형성한다고 볼 수 있다.

**Table 5. Changes in Mixograph characteristics of wheat and sorghum flour blends**

Flours	Blend (%)	Peak time (min)	Peak height (cm)
Weak flour		3.00	4.6
Normal sorghum	10	2.42	4.2
	20	2.20	4.1
	30	2.00	3.6
	40	-	-
	50	-	-
Waxy sorghum	10	1.40	4.4
	20	1.30	4.0
	30	-	-
	40	-	-
	50	-	-

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

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

Flours	Blend (%)	pH	Sp. gravity (g/mL)
Weak flour		7.44 <sup>a1)</sup>	0.522 <sup>b</sup>
	10	7.26 <sup>b</sup>	0.628 <sup>f</sup>
	20	7.14 <sup>c</sup>	0.726 <sup>f</sup>
Normal sorghum	30	7.07 <sup>cd</sup>	0.779 <sup>d</sup>
	40	7.12 <sup>c</sup>	0.815 <sup>b</sup>
	50	7.06 <sup>cd</sup>	0.903 <sup>a</sup>
	10	7.41 <sup>a</sup>	0.649 <sup>f</sup>
	20	7.27 <sup>b</sup>	0.654 <sup>h</sup>
Waxy sorghum	30	7.13 <sup>c</sup>	0.752 <sup>e</sup>
	40	6.99 <sup>d</sup>	0.719 <sup>g</sup>
	50	7.09 <sup>c</sup>	0.805 <sup>c</sup>

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

Uniformity index는 스폰지 케익이 좌우로 어느 정도 치우침이 있는지를 보는 것인데, 수수를 첨가함

**Table 7. Changes in sponge cake properties prepared with wheat and sorghum flour blends**

Flours	Blend (%)	Volume (cc)	Weight (g)	Sp. loaf volume (cc/g)
Weak flour		1010 <sup>a1)</sup>	282 <sup>c</sup>	3.58 <sup>a</sup>
Normal sorghum	10	785 <sup>c</sup>	288 <sup>a</sup>	2.73 <sup>c</sup>
	20	740 <sup>cd</sup>	287 <sup>ab</sup>	2.58 <sup>cd</sup>
	30	680 <sup>de</sup>	288 <sup>a</sup>	2.36 <sup>ed</sup>
	40	670 <sup>de</sup>	288 <sup>a</sup>	2.33 <sup>e</sup>
	50	625 <sup>ef</sup>	287 <sup>ab</sup>	2.18 <sup>ef</sup>
Waxy sorghum	10	860 <sup>b</sup>	285 <sup>b</sup>	3.02 <sup>b</sup>
	20	800 <sup>bc</sup>	286 <sup>ab</sup>	2.80 <sup>bc</sup>
	30	740 <sup>cd</sup>	285 <sup>b</sup>	2.60 <sup>cd</sup>
	40	640 <sup>ef</sup>	286 <sup>ab</sup>	2.24 <sup>ef</sup>
	50	580 <sup>f</sup>	287 <sup>ab</sup>	2.02 <sup>f</sup>

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

으로써 치우침이 조금씩 증가하는 현상을 볼 수 있었으나 그 폭은 크지 않았다.

스폰지 케익의 crust 및 crumb color의 변화를 보면 Table 8과 같다. Crust color의 L 값은 메수수 및 차수수 모두 첨가량이 증가함에 따라서 증가하였고, a 값은 메수수와 차수수의 첨가량이 증가함으로써 감소하는 현상을 보였으며, b 값도 감소하는 경향이 있었으나 그 감소폭이 작았다. 그러나 crumb color의 L 값은 메수수, 차수수첨가군이 모두 박력분보다 낮았으며, 첨가량이 증가함에 따라서 감소하여 crust color의 L 값과는 반대의 현상을 보였다. Crumb의 a 값은 증가하는 현상을 보였고, b 값은 첨가량에 따라 유의적인 차이는 있었으나 일정한 경향을 보이지 않았다.

**Table 8. Changes in volume, symmetry and uniformity index of sponge cakes prepared with wheat and sorghum flour blends**

Flours	Blend (%)	Volume index	Symmetry index	Uniformity index
Weak flour		16.30 <sup>a1)</sup>	-0.53 <sup>e</sup>	-0.13 <sup>bc</sup>
Normal sorghum	10	14.85 <sup>ab</sup>	0.30 <sup>bcd</sup>	-0.10 <sup>bc</sup>
	20	14.15 <sup>bc</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.01 <sup>abc</sup>
	30	13.50 <sup>bc</sup>	0.90 <sup>ab</sup>	0.40 <sup>a</sup>
	40	12.70 <sup>cd</sup>	0.80 <sup>ab</sup>	-0.20 <sup>bc</sup>
	50	11.45 <sup>d</sup>	0.40 <sup>abcd</sup>	-0.10 <sup>bc</sup>
Waxy sorghum	10	14.25 <sup>bc</sup>	0.01 <sup>cde</sup>	0.01 <sup>abc</sup>
	20	13.65 <sup>bc</sup>	-0.15 <sup>de</sup>	-0.35 <sup>c</sup>
	30	13.15 <sup>bcd</sup>	0.65 <sup>ab</sup>	0.15 <sup>abc</sup>
	40	13.60 <sup>bc</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.25 <sup>ab</sup>
	50	12.60 <sup>cd</sup>	0.60 <sup>abc</sup>	-0.20 <sup>bc</sup>

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

#### 관능검사 및 저장 중 변화

메수수 및 차수수 분말을 첨가한 스폰지 케익의 관능검사 결과는 Table 9와 같다. 전체적인 기호도를 보면 조사항목에 따라서 다소 차이는 있지만 메수수, 차수수 10% 첨가군은 박력분군과 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 20% 첨가 시 박력분군과 유의적인 차이가 있었다. 특히 메수수, 차수수 첨가 시 기공, 조직, 향 및 맛에 있어서는 박력분을 첨가한 스폰지 케익의 관능평가와 유의적인 차이가 크지 않았음에도 불구하고 종합적 기호도가 떨어진 것은 내부색상의 유의성에 의한 결과인 것으로 생각된다. 독특한 적색의 색깔 때문에 스폰지 케익의 외관이 개선되는 효과가 있었으나 이상의 결과들을

**Table 9. Changes in crust and crumb color of sponge cakes prepared with wheat and sorghum flour blends**

Flours	Blend (%)	Crust color			Crumb color		
		L	a	b	L	a	b
Weak flour		52.3 <sup>1)</sup>	17.4 <sup>a</sup>	33.7 <sup>b</sup>	80.9 <sup>a</sup>	3.59 <sup>c</sup>	17.0 <sup>c</sup>
Normal sorghum	10	56.6 <sup>dc</sup>	15.7 <sup>b</sup>	34.4 <sup>a</sup>	68.7 <sup>c</sup>	4.75 <sup>d</sup>	15.0 <sup>e</sup>
	20	58.2 <sup>bc</sup>	14.0 <sup>d</sup>	32.8 <sup>c</sup>	66.8 <sup>c</sup>	6.01 <sup>bc</sup>	15.6 <sup>d</sup>
	30	60.8 <sup>a</sup>	13.0 <sup>e</sup>	31.6 <sup>de</sup>	64.4 <sup>d</sup>	6.52 <sup>ab</sup>	16.0 <sup>d</sup>
	40	60.0 <sup>a</sup>	12.5 <sup>ef</sup>	30.6 <sup>f</sup>	61.5 <sup>e</sup>	5.90 <sup>c</sup>	16.0 <sup>d</sup>
	50	59.8 <sup>a</sup>	12.2 <sup>ef</sup>	29.1 <sup>h</sup>	59.7 <sup>ef</sup>	3.58 <sup>e</sup>	14.6 <sup>e</sup>
Waxy sorghum	10	57.0 <sup>cde</sup>	15.7 <sup>b</sup>	34.1 <sup>ab</sup>	71.4 <sup>b</sup>	1.20 <sup>f</sup>	18.8 <sup>a</sup>
	20	55.8 <sup>e</sup>	15.7 <sup>bc</sup>	32.7 <sup>c</sup>	67.1 <sup>cd</sup>	3.37 <sup>e</sup>	17.4 <sup>c</sup>
	30	58.3 <sup>b</sup>	14.1 <sup>d</sup>	32.0 <sup>d</sup>	64.7 <sup>d</sup>	4.82 <sup>d</sup>	18.1 <sup>b</sup>
	40	56.4 <sup>de</sup>	14.8 <sup>c</sup>	31.4 <sup>c</sup>	60.3 <sup>e</sup>	6.02 <sup>bc</sup>	16.9 <sup>c</sup>
	50	57.3 <sup>bed</sup>	13.8 <sup>d</sup>	29.7 <sup>g</sup>	57.5 <sup>f</sup>	6.83 <sup>a</sup>	16.9 <sup>c</sup>

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

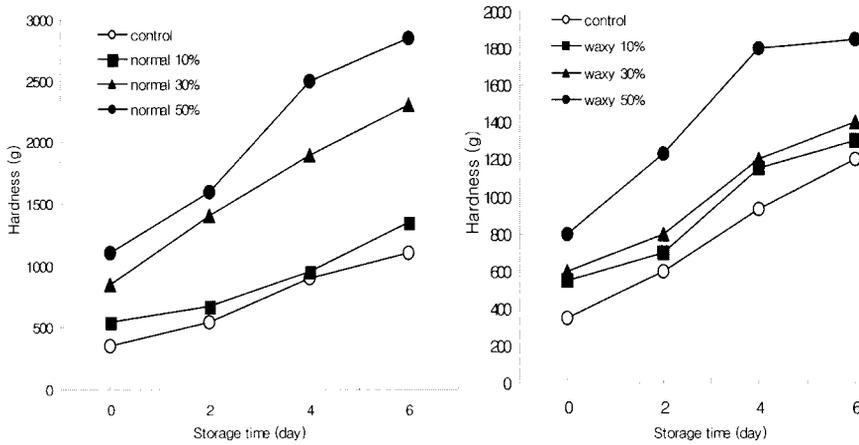


Fig. 2. Changes in hardness of sponge cakes prepared with wheat and sorghum flour blends during 6 day storage at 25°C.

종합하여 볼 때, 스펀지 케익 제조 시 메수수 및 차수수 분말의 첨가량은 10%가 가능할 것으로 사료된다.

한편 스펀지 케익의 저장 중 25°C에서 경도의 변화를 보면(Fig. 2), 메수수 첨가의 경우는 차수수에 비해서 저장기간에 따라서 전체적으로 경도가 증가를 하였다. 메수수가 10%까지 첨가된 경우는 박력분군과 유의적인 차이가 없었으나, 메수수 30% 첨가한 스펀지 케익의 경우는 박력분군과 현저한 차이를 보였다. 30%까지 차수수를 첨가한 경우에는 박력분군과 유사한 경향을 보였으나, 차수수 50% 첨가군은 저장 초기에는 메수수보다 낮은 경도를 보였으며, 저장 기간이 증가함에 따라서 급격하게 증가하였다. 메수수와 차수수를 첨가한 스펀지 케

익의 경도를 전반적으로 비교해보면, 메수수 첨가한 스펀지 케익이 첨가량 및 저장기간에 따라서 550~2,800 g의 경도를 보인 반면 차수수는 300~1,800 g의 경도를 보였다. 즉, amylopectin 함량이 높은 차수수 첨가군이 노화속도가 지연되는 것을 볼 수 있다.

저장 중 빵 조직의 경도가 증가하는 현상은 전분 중의 amylose가 빵의 초기 냉각 중에 급속한 노화를 일으키는데 비해서 amylopectin은 저장 중 계속적으로 분자 간 회합이 일어나며 노화를 발생시키는 것으로 알려져 있다(Ghiasi *et al.*, 1984, Lee와 Chang, 2003). 따라서 본 실험에서 차수수를 첨가한 스펀지 케익의 텍스처가 amylose 함량이 높은 메수수를 첨가한 경우보다 부드러운 현상을 볼 수 있었다.

Table 10. Sensory characteristics of sponge cakes prepared with wheat and sorghum flour blends

Flours	Blend (%)	Color		Grain	Texture	Flavor	Taste	Overall acceptability
		External	Interanal					
Weak flour		6.17 <sup>abc1)</sup>	7.97 <sup>a</sup>	6.27 <sup>a</sup>	6.57 <sup>a</sup>	5.83 <sup>ab</sup>	6.79 <sup>a</sup>	7.28 <sup>a</sup>
Normal sorghum	10	6.87 <sup>a</sup>	6.67 <sup>b</sup>	6.33 <sup>a</sup>	6.27 <sup>ab</sup>	6.67 <sup>a</sup>	6.73 <sup>a</sup>	7.03 <sup>ab</sup>
	20	6.13 <sup>abc</sup>	5.60 <sup>cd</sup>	5.80 <sup>a</sup>	6.20 <sup>abc</sup>	6.07 <sup>ab</sup>	6.00 <sup>abc</sup>	6.23 <sup>bc</sup>
	30	5.53 <sup>bc</sup>	5.40 <sup>d</sup>	6.13 <sup>a</sup>	5.80 <sup>abc</sup>	5.47 <sup>b</sup>	5.20 <sup>c</sup>	5.97 <sup>cd</sup>
	40	5.47 <sup>bc</sup>	5.33 <sup>d</sup>	6.00 <sup>a</sup>	6.00 <sup>abc</sup>	5.07 <sup>b</sup>	5.33 <sup>c</sup>	5.53 <sup>cd</sup>
	50	5.47 <sup>bc</sup>	5.47 <sup>cd</sup>	5.47 <sup>a</sup>	5.60 <sup>abc</sup>	5.20 <sup>b</sup>	5.13 <sup>c</sup>	5.27 <sup>d</sup>
Waxy sorghum	10	6.53 <sup>ab</sup>	5.80 <sup>bcd</sup>	5.53 <sup>a</sup>	5.87 <sup>abc</sup>	6.20 <sup>ab</sup>	6.47 <sup>ab</sup>	6.00 <sup>cd</sup>
	20	7.00 <sup>a</sup>	6.47 <sup>bc</sup>	6.33 <sup>a</sup>	6.07 <sup>abc</sup>	6.07 <sup>ab</sup>	6.18 <sup>abc</sup>	6.83 <sup>ab</sup>
	30	6.93 <sup>a</sup>	5.87 <sup>bcd</sup>	6.07 <sup>a</sup>	5.87 <sup>abc</sup>	5.87 <sup>ab</sup>	6.20 <sup>abc</sup>	6.17 <sup>c</sup>
	40	6.47 <sup>ab</sup>	5.47 <sup>cd</sup>	6.00 <sup>a</sup>	5.27 <sup>bc</sup>	5.27 <sup>b</sup>	5.60 <sup>bc</sup>	5.87 <sup>cd</sup>
	50	5.20 <sup>c</sup>	5.27 <sup>d</sup>	5.27 <sup>a</sup>	5.13 <sup>c</sup>	5.67 <sup>ab</sup>	5.30 <sup>c</sup>	5.63 <sup>cd</sup>

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

## 요 약

메수수와 차수수 분말을 밀가루(박력분)에 10~15%의 비율로 첨가하여 가루의 이화학적 특성과 스펀지 케익의 제조적성과 관련된 일련의 실험을 실시하였다. 총 식이섬유는 박력밀가루가 2.23%인데 비하여 메수수 10.25%, 차수수 9.87%로서 4.4~4.6배 이상 높았으며, water retention capacity와 alkaline water retention capacity는 메수수, 차수수 모두 첨가량이 증가함에 따라서 증가하였으나 차수수가 증가폭이 다소 컸다. Rapid Visco Analyser에 의한 호화특성에서 peak viscosity, 최소 및 최종점도는 수수의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하였다. Mixograph 특성을 보면 peak time 및 peak height가 메수수와 차수수의 첨가량이 증가함에 따라서 감소되었으나, 30~40% 첨가시는 정상적인 Mixograph pattern을 볼 수 없었다. 스펀지 케익의 부피와 비용적은 메수수 및 차수수 분말 모두 10% 첨가수준에서 유의성을 보였으며, volume index도 같은 경향을 보였다. 스펀지 케익의 crust color의 L 값은 메수수 및 차수수 모두 첨가량이 증가함에 따라서 증가하였으나 crumb color의 L 값은 감소하는 경향을 보였다. 스펀지 케익의 관능 검사 중 전체적인 기호도는 메수수, 차수수 10% 첨가군에서는 유의적인 차이가 없었으며, 저장 중 변화를 보면 차수수 분말 첨가군이 메수수에 비하여 전체적으로 노화속도가 지연되었다.

## 문 헌

- American Association of Cereal Chemistry. 2000. Approved Methods of the AACC. 10th ed. AACC, Inc., St. Paul, MN, USA
- Bason, M.L., J.A. Ronalds, C.W. Wrigley and L.J. Hubbard. 1993. Testing for sprout damage in malting barley using the Rapid Visco-Analyser. *Cereal Chem.* **70**: 269-272
- Burkitt, D.P. 1971. Epidemiology of cancer of the colon and rectum. *Cancer* **28**: 3-10
- Chandrashekar, A. and A. Kirleis. 1988. Influence of protein on starch gelatinization in sorghum. *Cereal Chem.* **65**: 457-462
- Chun, S.S. 2003. Development of functional sponge cakes with onion powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nurt.* **21**: 62-66
- Collins, J.L., S.M. Kalantari and A.R. Post. 1982. Peanut hull flour as dietary fiber in wheat bread. *J. Food Sci.* **47**: 1899-1902
- Collins, J.L. and A.R. Post. 1981. Peanut hull flour as a potential source of dietary fiber. *J. Food Sci.* **46**: 445-448
- Cowgill, G.R., A.J. Sullivan. 1933. Further studies on the use of wheat bran as laxative. *J. Am. Med. Assoc.* **100**: 795-796
- Dreher, M.L. and G. Padmanaban. 1983. Sunflower hull flour as a potential dietary fiber supplement. *J. Food Sci.* **48**: 1463-1465, 1478
- Ghiasi, K., R.C. Hosney, K. Zeleznak and D.E. Rogers. 1984. Effect of waxy barley starch and reheating on firmness of barley crumb. *Cereal Chem.* **61**: 281-285
- Giese, J. 1996. Fats and fat replacers; balancing the health benefits. *Food Tech.* **50**: 76-78
- Guiragossian, V., B.A.K. Chibber, S. Van Scoyoc, R. Jambunathan, E.T. Mertz and J.C. Axtell. 1978. Characteristics of proteins from normal, high lysine, and high tannin sorghums. *J. Agric. Food Chem.* **26**: 219-225
- Hassen, M.M., E.T. Mertz, A.W. Kirleis, G. Ejelta, J.D. Axtell and E. Villegas. 1986. Tryptophan levels in normal and high-lysine sorghums. *Cereal Chem.* **63**: 175-179
- Hipsley, E.H. 1953. Dietary fiber and pregnancy toxemia. *Br. Med. J.* **2**: 420-425
- Jeltema, M.A., M.E. Zabik and L.J. Thiel. 1983. Prediction of cookie quality from dietary fiber components. *Cereal Chem.* **60**: 227-230
- Johnson, J.M. and C.H. Harris. 1989. Effect of acidulants in controlling browning in cakes prepared with 100% high-fructose corn syrup or sucrose. *Cereal Chem.* **66**: 158-161
- Kitterman, J.S. and G.L. Rubenthaler. 1971. Assessing the quality of early generation wheat selections with the micro AWRC test. *Cereal Sci. Today* **16**: 313-317
- Lee, Y.T. and H.K. Chang. 2003. Effect of waxy and normal hull-less barley flours on bread-making properties. *Korean J. Food Sci. Technol.* **35**: 918-923
- Luallen, T.E. 1985. Starch as a functional ingredient. *Food Technol.* **39**: 59-65
- Morris, C.F., H.C. Jeffers, D.A. Engle, M.L. Baldrige, B.S. Patterson, A.D. Bettge, G.E. King and B. Davis. 1999. Fifty-first annual report of the Western Wheat Quality Lap., USDA Agricultural Research Service
- Mosse, J., J.-C. Huet and J. Baudet. 1988. The amino acid composition of whole sorghum grain in relation to its nitrogen content. *Cereal Chem.* **65**: 271-277
- Neucere, N. J. and G. Sumrell. 1980. Chemical composition of different varieties of grain sorghum. *J. Agric. Food Chem.* **28**: 19-25
- Nagao, S., S. Imai, T. Sato, Y. Kaneko and H. Otsubo. 1976. Quality characteristics of soft wheats and their use in Japan. I. Methods of assessing wheat suitability for Japanese products. *Cereal Chem.* **53**: 988-997
- Nyman, M., M. Siljestrom, B. Pedersen, K.E. Bachknuden, N.-G. Asp, C.-G. Johansson and O. Eggum. 1984. Dietary fiber content and composition in six cereals at different

- extraction rates. *Cereal Chem.* **61**: 14-19
- Pomeranz, Y., M.D. Shogren, K.F. Finney and D.B. Bechtel. 1977. Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal Chem.* **54**: 25-41
- Prosky, L., N.G. Asp, I. Furda, J.W. DeVries, T.F. Schweizer, B.F. Harland. 1985. Determination of total dietary fiber in foods and food products: Collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **68**: 677-680
- Quinn, J.R. and D. Paton. 1979. A practical measurement of water hydration capacity of protein materials. *Cereal Chem.* **56**: 38-40
- Ross, A.S., C.E. Walker, R.I. Booth, R.A. Orth and C.W. Wrigley. 1987. The Rapid Visco-Analyzer: A new technique for the estimation of sprout damage. *Cereal Foods World* **32**: 827-829
- Singh R. and J.D. Axtell. 1973. High lysine mutant gene(hl) that improves protein quality and biological value of grain sorghum. *Crop Sci.* **13**: 535-540
- Subramanian, V., R. Jambunathan and Suryaprakash. 1980. Note on the soluble sugar of sorghum. *Cereal Chem.* **56**: 440-441
- Trowell, H. 1972. Ischemic heart disease and dietary fiber. *Am. J. Clin. Nutr.* **25**: 926-930
- Weak, E.D., R.C. Hosenev, P.A. Seib and M. Biag. 1977. Mixograph studies. 1. Effects of certain compounds on mixing properties. *Cereal Chem.* **54**: 794-802
- Webb, B.D. 1985. Criteria of rice quality in the United States. In: *Rice chemistry and technology*. B.O. Juliano (eds). AACC, Inc., St. Paul, MN, USA. pp. 403-442
- Woolard, G.R., E.B. Rathbone and L. Novellie. 1977. DMSO-soluble hemicelluloses from the husk of sorghum grain. *Phytochemistry* **16**: 961-967
- Zeng, M., C.F. Morris, I.L. Batey and C.W. Wrigley. 1997. Sources of variation for starch gelatinization, pasting, and gelation properties in wheat. *Cereal Chem.* **74**: 63-71