

## 식이성 섬유 첨가가 케익의 노화에 미치는 영향

강규찬·백상봉·이규순  
해태식품연구소

### Effect of the Addition of Dietary Fiber on Staling of Cakes

Kyoo-Chan Kang, Sang-Bong Baek and Kyu-Soon Rhee

Haitai Food Research Institute, Seoul.

#### Abstract

A study was undertaken to examine the effect of the addition of dietary fiber on quality attributes of cakes during 12-days storage period at 21 °C. Moisture content, degree of gelatinization, and hardness determinations were carried out. Addition of dietary fiber increased water holding capacity and decreased hardness and staling rate. Crumb color and sensory quality of cakes with and without dietary fiber was not significantly different.

Key words: cake, staling, dietary fiber

#### 서 론

빵 및 케익은 인류의 중요한 열량 공급원으로 전 세계 인구의 53%가 그들의 1일 칼로리 섭취량 중 50%를 빵류에서 얻고 있으며 단백질 섭취량의 30%를 공급받고 있다. 우리나라의 경우 빵과 케익의 생산량은 꾸준히 증가하여 1987년에는 27만 M/T에 달하였으며 수출량도 증가하고 있다.

이러한 빵류의 상업적 수명을 좌우하는 가장 큰 요인은 노화현상이며 연간 생산되는 빵류의 약 8% 정도는 노화에 의하여 처음부터 그 상업적 가치를 잃게 된다.

특히 케익의 경우 케익 특유의 부드러운 물리적 특성이 보존기간이 길어짐에 따라 변화하여 소비자의 기호도가 현저히 감소하는 경향이 있다.

케익의 노화를 억제하기 위하여 Kissel 등<sup>(1)</sup>, Gains와 Donelson<sup>(2,3)</sup>, Ghiasi 등<sup>(4-6)</sup>은 밀가루의 chlorination의 효과에 대하여 보고하고 있으며 Glover 등<sup>(7)</sup>은 밀가루 전분의 대체효과에 대하여 보고하였다. 부재료에 대한 연구로는 설탕<sup>(8,9)</sup>, 유지<sup>(10)</sup>, 소금<sup>(11)</sup>, 그리고 sucrose-fatty acid ester 등의 유허제의 영향<sup>(12-14)</sup>에 대한 보고들이 있으며 Kim<sup>(15)</sup>과 Hill은 cyclodextrin 첨가의 효과에 대하여 보고하고 있다. 그리고 식이섬유를 첨가하여 노화를 억제하려는 노력도 최근 활발히 진행되어 사과분말과 섬유소<sup>(16,17)</sup>, 펙틴·

검류<sup>(18)</sup>를 첨가하여 케익의 shelf life를 연장하려는 시도가 행하여지고 있다.

이상의 많은 보고에서 알 수 있듯이 최근 연구의 동향은 노화를 억제하여 케익 특유의 촉촉하고 부드러운 감촉을 향상시키고 보존성을 증가시키기 위하여 케익의 보습성을 높이라는 노력에 주안점을 두고 있다.

따라서 본 실험에서도 케익의 보습성을 향상시킬 수 있는 방안의 하나로 식이섬유를 첨가하여 노화를 억제하고 케익의 texture를 향상시키며 그것을 장기간 지속시킬 수 있는 방법의 개발로 실험의 목적을 삼았다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

본 실험에 사용된 밀가루는 1등급 박력분(대한제분)을 사용하였으며 시판 식이섬유는 Fibrex 사(Art. No. 595, Sweden)의 제품을, 펙틴은 The Copenhagen Factory Ltd. 사(Denmark)의 HM 펙틴을 사용하였으며 사과분말은 시중에서 사과(국광)을 구입하여 동결건조 후 마쇄하여 사용하였다.

##### 방법

기본적인 케익의 formular는 Table 1과 같다.

먼저 butter와 설탕, monoglyceride, 소금을 혼합, 균질시킨 후 계란을 가하고 그 후 수분함량 12.8%인 밀가루, baking powder, skim milk

Corresponding author: Kyoo-Chan Kang, HAITAI Food Research Institute, 86, 8-Ka, Yangpyung-dong, Youngdeungpo-ku, 150-105, Korea

Table 1. Formular for cake batter

| Ingredient       | Weight (g) |
|------------------|------------|
| cake flour       | 500        |
| granule sugar    | 550        |
| butter           | 300        |
| whole egg        | 500        |
| skim milk powder | 35         |
| monoglyceride    | 15         |
| salt             | 7          |
| dietary fiber    | 10         |

powder, 그리고 밀가루에 대하여 2%의 식이섬유를 첨가하여 반죽한 후 180°C에서 15분 baking 하여 식힌 후 polyvinyl bag 에 넣어서 21°C 항온기에 저장하면서 실험하였다.

케익의 수분함량은 105°C 상압 건조법에 의하여 측정하였으며 호화도 측정은 Kamoi 등<sup>(19,20)</sup>의 방법을 응용하여 측정하였다. 즉 건조시료를 glucoamylase 용액 (2.4 units/ml)으로 소화시켜 생성된 glucose 함량을 Somogyi-Nelson 법에 의하여 측정하였다. 여기서 1 unit 는 0.2%의 soluble starch 를 0.2 M acetate buffer (pH 4.8) 중에서 분해하여 3분 동안에 1mg 의 포도당을 생성하는 역가로 정하였다.

그리고 호화도는 다음과 같은 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{호화도}(\%) = \frac{q - q'}{p - q'} \times 100$$

여기서 q : 현탁액의 흡광도

p : 완전 호화액의 흡광도

q' : 현탁액과 동일조성이며 불활성화시킨 효소액을 넣은 blank 용액의 흡광도

Compression test 는 Rheometer (Sun Scientific Co. Ltd., CR-200/D, Japan)를 사용하여 측정하였다. 시료를 20×20 mm 로 절단하여 직경이 15 mm 인 원통형 plunger 를 이용하여 측정하였으며 측정조건은 최대하중 : 1kg, table speed : 60 mm/min, chart speed : 60 mm/min 이며 압착률은 50%로 하였으며 모든 측정은 3회 이상 반복하여 그 평균치를 사용하였다.

Crumb color 의 측정은 crumb 를 흰으로 반분하여 Chromameter (Minolta Co. Model CR-200, Japan)를 이용하여 측정하였으며 Standard plate 는 white standard plate (L=97.67, a=-0.38, b=2.05)를 사용하였다.

관능검사는 케익을 제조한 후 2일이 경과한 후 9명의

관능검사 요원에 의하여 색, 조직, 맛, 그리고 over-all acceptance 를 5단계 기호 척도법으로 평가하였다.

### 결과 및 고찰

케익의 저장기간 중의 수분함량의 변화는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 최초의 수분함량의 차이는 2% 식이섬유를 첨가한 시료가 가장 높았으며 다음으로는 사과분말 2%를 첨가한 시료였다. 그리고 12일이 경과한 후의 수분함량의 차이는 펙틴을 첨가한 시료가 2.7%로 가장 적었으며 식이섬유 첨가 2.8%, 사과분말 첨가 2.9%의 순이었다. 그러나 대조구의 경우 8일 경과 후 급속한 수분함량의 변화를 나타내었다.

Sych 등<sup>(21)</sup>의 최초의 수분함량을 증가시키면 보존 초기의 crumb 노화를 감소시킬 수 있다고 보고하였는 바 섬유소물질을 첨가함으로써 최초 수분함량이 증가하였으며 이는 또한 초기의 crumb 노화를 억제시켜 줄 수 있으리라 보여진다.

저장기간 중의 호화도의 변화를 보면 Fig. 2와 같다. Baking 초기의 호화도는 사과분말 2%를 첨가한 시료가 가장 높았으며 그 다음은 펙틴, 식이성 섬유 순이었다. 사과분말을 첨가한 시료는 사과가 함유하고 있는 당분의 영향으로 호화도의 상승효과가 나타난 것으로 보이며 최초 2일까지 노화가 급격히 진행되는 양상을

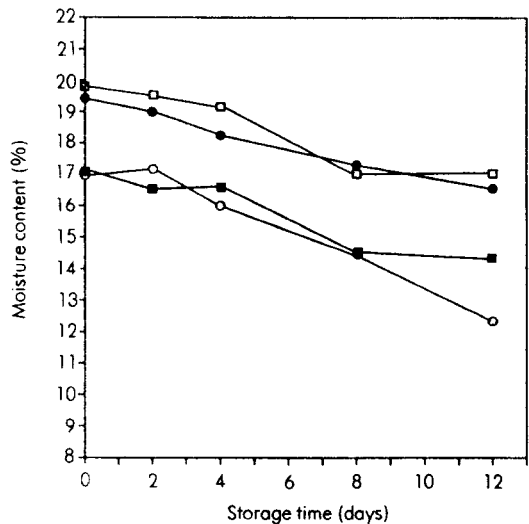


Fig. 1. Changes in moisture content during storage at 21°C

○-○: control, □-□: dietary fiber, ●-●: apple powder, ■-■: pectin

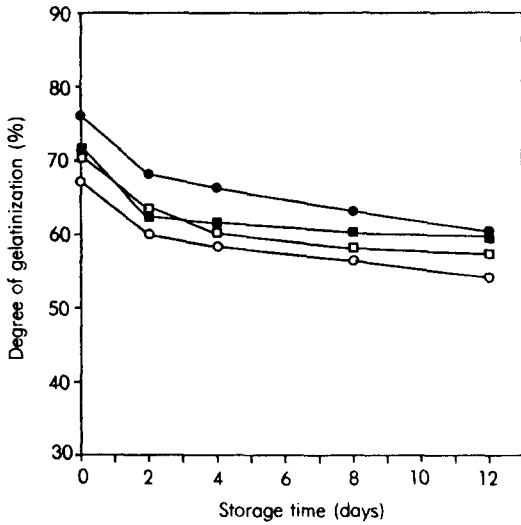


Fig. 2. Changes in degrees of gelatinization during storage at 21°C

○-○: control, □-□: dietary fiber, ●-●: apple powder, ■-■: pectin

나타내고 있으며 이는 전분의 노화양상과 일치하고 있다.

케익의 노화를 직접 느낄 수 있는 parameter가 cake hardening 이라고 한다면 경도의 변화는 케익의 shelf life와 가장 중요한 연관성을 갖는다.

저장기간 중의 경도의 변화는 Fig. 3과 같다.

케익을 제조한 최초의 경도는 큰 차이가 없으나 8일이 경과하면서 서서히 상호간에 차이를 나타내기 시작

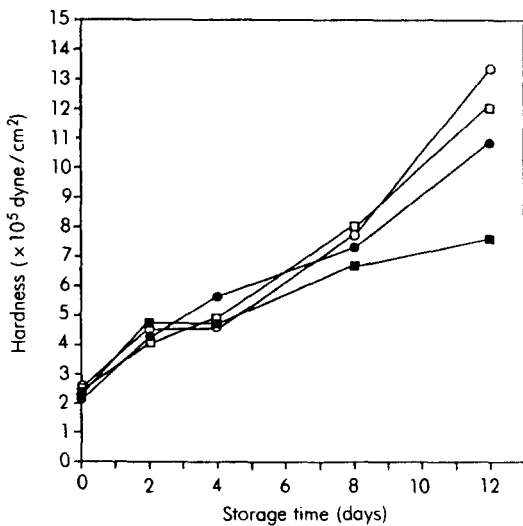


Fig. 3. Changes in hardness during storage at 21°C

○-○: control, □-□: dietary fiber, ●-●: apple powder, ■-■: pectin

하여 12일 경과 후 현저한 차이를 나타내고 있다. 12일 경과 후의 경도의 차이는 대조구>식이성 섬유>사과분말>펙틴 첨가의 순이었으며 식이성 섬유를 첨가하였을 때에는 섬유소의 불용성 성질과 특유의 조직으로 인하여 다소 거친 현상을 나타내며 이로인하여 경도에 영향을 미쳤다고 할 수 있다.

위와 같은 결과에서 볼 수 있듯이 시판 식이성 섬유가 수분 보지력이 우수하였으며 또한 회석효과로 인하여 노화속도를 지연시킬 수 있었다.

Jeltema 등<sup>(22)</sup>은 hemicellulose의 첨가가 케익의 품질에 양호한 효과를 나타낸다고 보고하였으며 Brys 등<sup>(23)</sup>의 보고에 의하면 cellulose의 첨가시 첨가량이 10% 미만일 경우는 관능적 품질에도 큰 영향이 없다고 하였다. 이러한 일련의 보고에서 알 수 있듯이 섬유소 물질의 첨가는 케익의 관능적 품질에 손상이 없이 shelf life를 연장시킬 수 있을 것으로 보이며 실험결과 역시 이러한 보고들과 일치하고 있다.

식이성 섬유 중 원료획득이 용이하고 가격이 저렴한 물질로는 밀기울이 있으며 본 실험에 사용하여 좋은 결과를 나타낸 시판 식이성 섬유와 밀기울의 조성은 Table 2와 같다.

Table 2에서 보는 바와 같이 Fibrex와 밀기울의 조성 중 펙틴을 제외하고는 동일한 조성을 나타내고 있으며 따라서 밀기울에 펙틴을 첨가함으로써 Fibrex와 동일한 효과를 얻을 수 있으리라 예상된다.

따라서 1등급 밀가루를 2등급으로 대체하면 밀기울 첨가의 효과를 얻을 수 있으며 또한 펙틴을 첨가함으로써 Fibrex 첨가와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 이와 같이 혼합한 반죽의 Farinogram은 Fig. 4와 같다. 각 Farinogram의 흡수량은 1등급 박력분이 53.5%, 2등급 박력분이 57%, 2%의 밀기울을 첨가한 1등급 박력분이 56%, 그리고 1%의 펙틴을 첨가한 2등급 박력분이 58.5%로 2등급 박력분에 1%의 펙틴을 첨가한 시료가 흡수량이 가장 높았으며 반죽의 걸착력도 증가함을 보여주고 있다.

또한 이러한 배합비로 제조한 케익의 수분함량, 호화도, 경도의 변화는 Fig. 5-7과 같다.

Table 2. Composition of fiber materials in Fibrex and wheat bran

|                          | hemicellulose | pectin | cellulose | lignin |
|--------------------------|---------------|--------|-----------|--------|
| Commercial dietary fiber | 29            | 22     | 18        | 4      |
| Wheat bran               | 26            | 0.8    | 8         | 4      |

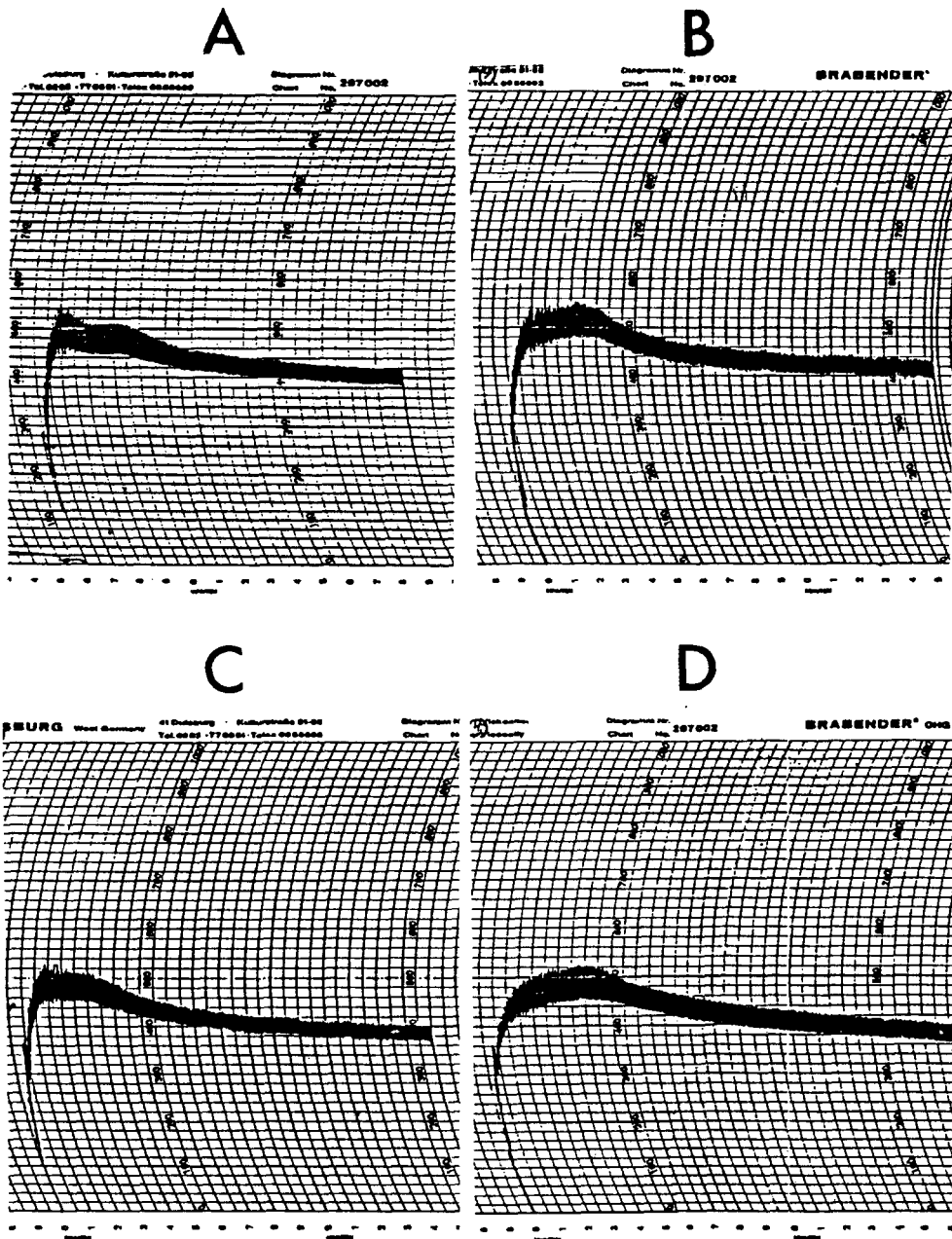


Fig. 4. Farinogram of 4-flours different with composition

A: 1st grade flour, B: 2nd grade flour, C: 1st grade flour added 2% wheat bran, D: 2nd grade flour added 1% pectin

Fig. 5에서 보는 바와 같이 수분 함량은 1%의 펙틴을 첨가한 2등급 박력분으로 제조한 시료가 다른 시료에 비하여 최초로 높은 수분 함량을 나타내고 있으며 저장 중의 변화도 적어 12일 경과 후에도 가장 높은 수분함량을 나타내고 있다.

호화도의 변화는 Fig. 6과 같다. Baking 초기의 호화도의 차이는 크지 않으나 1등급 박력분으로 제조한 시료는 저장 초기에 노화가 급격히 진행되고 있으나 섬유소 물질을 첨가한 시료는 노화양상이 완만한 감소추세를 보여주고 있다. 또한 대체적으로 2등급 밀가루가

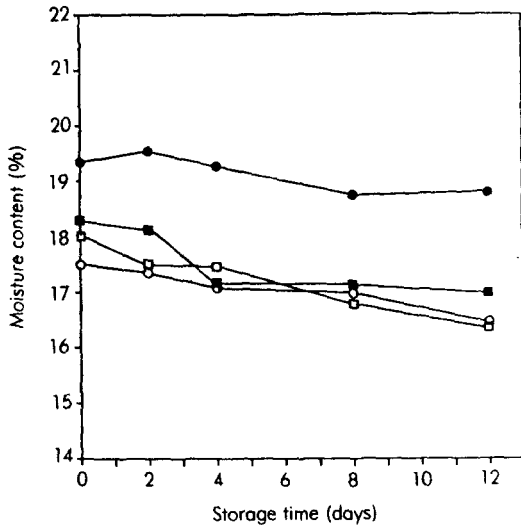


Fig. 5. Changes in moisture content during storage at 21 °C

○-○: 1st grade flour, ■-■: 2nd grade flour, □-□: 1st grade flour added 2% wheat bran, ●-●: 2nd grade flour added 1% pectin

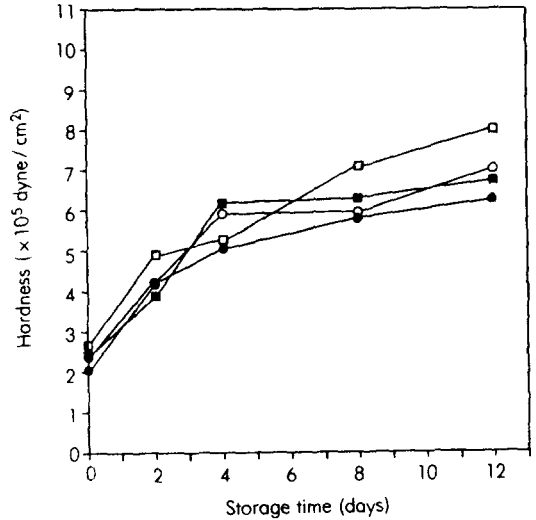
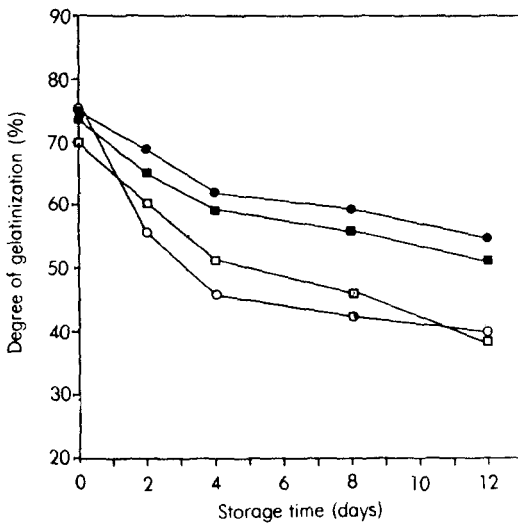


Fig. 7. Changes in degrees of gelatinization during storage at 21 °C

○-○: 1st grade flour, ■-■: 2nd grade flour, □-□: 1st grade flour added 2% wheat bran, ●-●: 2nd grade flour added 1% pectin

1등급 밀가루에 비하여 호화도가 높게 나타났으며 이는 회분량의 증가에 의한 희석효과와 수분 함량증가에 의한 초기 노화억제에 기인한다고 할 수 있다.

경도의 변화는 Fig. 7에서 보는 바와 같이 초기의 경도의 차이는 크지 않으나 12일 경과 후 2등급 박력분에 1%의 펙틴을 첨가한 시료가 가장 부드러웠으며 이는 수분 함량과 호화도의 양상과 일치하고 있다.

섬유소 물질을 첨가하였을 때 문제가 될 수 있는 crumb의 색을 색차계를 이용하여 측정된 결과는 Table 3과 같다. Table 3에 나타난 바와 같이 명도는 밀기울, 또는 펙틴의 첨가로 인하여 다소 감소하고 있으나 황색도는 큰 차이가 없으며 total color difference도 유의성 있는 차이가 없었다.

조성을 달리하여 제조한 케익의 관능적 품질을 평가한 결과는 Table 4와 같다.

선택의 경우 1등급 박력분과 2등급 박력분이 섬유소 물질을 첨가한 시료에 비하여 유의성있게 높았으며 이는 Table 3의 색도 측정에서 지적한 결과와도 일치하

Fig. 6. Changes in hardness during storage at 21 °C

○-○: 1st grade flour, ■-■: 2nd grade flour, □-□: 1st grade flour added 2% wheat bran, ●-●: 2nd grade flour added 1% pectin

Table 3. Color value of cakes baked with different formular

|                                 | L            | a            | b             | ΔE    |
|---------------------------------|--------------|--------------|---------------|-------|
| 1st grade flour                 | 89.17 ± 0.94 | -4.02 ± 0.09 | +18.58 ± 0.66 | 19.11 |
| 2nd grade flour                 | 86.32 ± 0.47 | -3.35 ± 0.06 | +19.57 ± 0.4  | 21.21 |
| 1st grade flour + 2% wheat bran | 85.03 ± 0.66 | -2.95 ± 0.13 | +19.62 ± 0.67 | 21.9  |
| 2nd grade flour + 1% pectin     | 84.82 ± 0.97 | -3.28 ± 0.06 | +19.5 ± 0.36  | 21.98 |

$$\Delta E = \sqrt{(97.68-L)^2 + (-0.38-a)^2 + (2.05-b)^2}$$

Table 4. Sensory quality of cakes baked with different formular

|                                 | color  | texture | taste  | over-all acceptance |
|---------------------------------|--------|---------|--------|---------------------|
| 1st grade flour                 | 3.9 a  | 3.9 a   | 3.8 a  | 3.9 a               |
| 2nd grade flour                 | 3.6 a  | 3.5 b   | 4.0 a  | 3.8 a               |
| 1st grade flour + 2% wheat bran | 3.25 b | 3.25 c  | 3.25 b | 3.3 b               |
| 2nd grade flour + 1% pectin     | 3.5 b  | 3.6 b   | 3.7 a  | 3.7 a               |

a,b,c: Values with different superscript in the same column are significantly different at 0.01

고 있다. 조직은 1등급 박력분에 2%의 밀기울을 첨가한 시료를 제외하고는 유의성 있는 차이가 없었으며 기계적으로 측정된 경도와 일치하고 있다. 전체적인 평가에서도 1등급 박력분에 2%의 밀기울을 첨가한 시료를 제외한 모든 시료에서 유의차가 없었다. 따라서 섬유소 물질 첨가로 인한 관능적 품질의 열화는 크게 문제되지 않을 것으로 사료된다.

요 약

식이성 섬유를 첨가하여 케익을 제조하고 저장기간 중의 수분함량, 소화도, 경도의 변화를 측정된 결과를 요약하면 다음과 같다. 식이성 섬유 첨가는 수분 함량과 소화도의 감소를 억제시켜주며 cake hardening rate도 감소시켜 주었다. 그리고 1등급 밀가루를 2등급 밀가루로 대체하면 섬유소 첨가와 유사한 효과를 얻을 수 있으며 여기에 펙틴을 첨가하면 보다 현저한 상승효과를 얻을 수 있었다. 새로운 조성으로 제조한 케익의 색도와 관능적 품질도 유의성있는 차이를 나타내지 않았다.

문 헌

1. Kissel, L.T., Donelson, J.R. and Clements, R.L.: Functionality in white layer cake of from untreated and chlorinated patent flours. *Cereal Chem.*, **56**(1), 11 (1979)
2. Gains, C.S., and Donelson, J.R.: Contribution of chlorinated flour fractions to cake crumb stickness. *Cereal Chem.*, **59**(5), 378 (1982)
3. Gains, C.S.: Technique for objectively measuring a relationship between flour chlorination and cake

- crumb stickness. *Cereal Chem.*, **59**(2), 149 (1982)
4. Ghiasi, K., Hosenev, R.C., and Varriano-Marston, E.: Gelatinization of wheat starch I. Excess-water system. *Cereal Chem.*, **59**(2), 81 (1982)
5. Ghiasi, K., Hosenev, R.C., and Varriano-Marston, E.: Gelatinization of wheat starch II. Starch-surfactant interaction. *Cereal Chem.*, **59**(2), 86 (1982)
6. Ghiasi, K., Hosenev, R.C., and Varriano-Marston, E.: Gelatinization of wheat starch III. Comparison by differential scanning calorimetry and light microscopy. *Cereal Chem.*, **59**(4), 258 (1982)
7. Glover, J.M., Walker, C.E. and Mattern, P.J.: Functionality of sorghum flour components in high ratio cake. *J. of Food Sci.*, **51**(5), 1280 (1986)
8. Ghiasi, K., Hosenev, R.C., and Varriano-Marston, E.: Effects of flour components and dough ingredients on starch gelatinization. *Cereal Chem.*, **60**(1), 58 (1983)
9. Ngo, W.H. and Taranto, M.V.: Effect of sucrose level of the rheological properties of cake batters. *Cereal Foods World*, **34**(4), 317 (1986)
10. Bundy, K.T., Zabik, M.E. and Gray, J. I.: Edible beef tallow substitution in white layer cakes. *Cereal Chem.*, **58**(3), 213 (1981)
11. Guy, E.J.: Effect of salt removal on the baking quality and hedonic ratings and white yellow, spice, and devil's food cakes. *Cereal Foods World*, **31**(12), 890 (1986)
12. Pierce, M.M. and Walker, C. E.: Addition of sucrose fatty acid ester emulsifiers to sponge cakes. *Cereal Chem.*, **64**(4), 222 (1987)
13. Ebler, S.E., Breyer, L.M. and Walker, C.E.: White layer cake batter emulsion characteristics: Effects of sucrose ester emulsifiers. *J. of Food Sci.*, **51**(5), 1276 (1986)
14. Ebler, S.E. and Walker, C.E.: Effect of various sucrose-fatty acid ester emulsifiers on high ratio white layer cakes. *J. of Food Sci.*, **49**, 380 (1984)
15. Kim, H. and Hill, R.D.: Effect of cyclomaltoheptose on amylo-lipid complexes during wheat starch pasting. *Carbohydrate Research*, **170**, 215 (1987)
16. Chen, H., Rubenthaler, G.L. and Schanus, G.: Effects of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. *J. of Food Sci.*, **53**(1), 304 (1988)

17. Mongeau, R. and Brassard, R.: Insoluble dietary fiber from breakfast cereals and brans. *Cereal Chem.*, **59**(5), 413 (1982)
  18. Christianson, D.D., Hodge, J.E., Osborne, D. and Detroy, R.W.: Gelatinization of wheat starch as modified by xanthan gum, guar gum, and cellulose gum. *Cereal Chem.*, **58**(6), 513 (1981)
  19. 鈴木 繁男, 中村 道徳: 澱分科學 實驗法, 朝倉書店, 東京, 84 (1979)
  20. Kamoi, I., Shinozaki, T., Matsumoto, S., Tanimula, S. and Obara, T.: Changes of gelatinization degree and physical properties of stored gelatinized rice after cooking. *Nippon Shokuhin Kogyo Kokkaish*, **25**(8), 11 (1978)
  21. Sych, J., Castaigne, F. and Lacroix, C.: Effect of initial moisture content and storage relative humidity on textural changes of layer cakes during storage. *J. of Food Sci.*, **52**(5), 1604 (1987)
  22. Jeltema, M.S. and Zabik, M.E.: Fiber components quantitative and relationship to cake quality. *J. of Food Sci.*, **44**, 1732 (1979)
  23. Brys, K.D. and Zabik, M.E.: Microstalline cellulose replacement in cakes and biscuits. *J. of Amer. Diet. Assoc.*, **69**, 50 (1976)
- 
- (1989년 9월 5일 접수)