

대체 감미료를 사용한 Sponge Cake의 특성

최 영 진 · 김 광 옥*

한양대학교 가정대학 식품영양학과
이화여자대학교 가정대학 식품영양학과*

Replacement of Sucrose with Other Sweetener in Sponge Cakes

Young Jin Choi and Kwang Ok Kim

Dept. of Food & Nutrition, College of Home Economics, Hang Young Univ.
Dept. of Foods & Nutrition, College of Home Economics, Ewha Womans Univ*.*

Abstract

The characteristics of sponge cakes containing sucrose or other sweeteners for diabetes mellitus patients were investigated through physical measurement and sensory evaluation.

The results are as follows:

The physical properties of cake batters and cakes with sweeteners were different from each other in viscosity, specific gravity, standing height, firmness, and springiness.

from the result of sensory evaluation, it was shown that cakes containing sorbitol and fructose had high quality even though they were not as good as cake with sucrose. However, cakes with saccharine and stevioside showed much difference compared with cake with sucrose.

The characteristics of sponge cake with combined sweeteners (sorbitol plus stevioside) were compairable to those of sucrose cake. There was little difference in specific gravity. The result of sensory evaluation indicated the combined use of both sweeteners could produce better cakes than either stevioside or sorbitol.

Practical utilization of this cake would be provided under the sensory evaluation on these cakes by diabetes mellitus patients.

I. 서 론

식품에서 감미료로 널리 사용되는 설탕(sucrose)은

제품의 성질에 중요한 역할을 담당하고 있다. Sucrose는 열량이 높고 흡수가 빠른 열량원으로, 최근 baked product의 소비가 증가함에 따라 이를 섭취할 기회가 증가되어가는 실정이다. 이에 저열량, 저지방식이 요구

되는 당뇨병이나 비만증환자에게 지방을 함유하지 않은 sponge cake은 sucrose를 glucose가 함유되지 않은 감미료로 대체할 수 있다면 이들 환자의 식이에 있어 감미에 대한 강한 욕구¹⁾를 해소시키면서도, 열량이 낮은 적합한 식품을 공급할 수 있으리라 본다.

당뇨병환자의 식이에서 sucrose를 대체할 수 있는 감미료는 glucose를 함유하지 않는 당이거나 인공감미료도 제한된다^{2,3)}. 이 조건에 맞는 감미료로 fructose, sorbitol, saccharine, stevioside를 들 수 있다. 본 실험은 이들 감미료를 첨가하여 만든 sponge cakes의 특성을 조사하기 위해 진행되었다. 또한 이들 cake의 특성에서 나타난 문제점의 보완을 위해 감미료의 혼합사용을 시도해 그 특성을 관찰하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 감미료 종류에 따른 sponge cakes의 특성

1) 실험 재료

계란은 실험당일 구입하였고, 밀가루(박력분, 동아제분), lemon juice(Borden Inc-T), 소금(한주소금) 및 감미료는 실험시작 전에 전량을 구입하였다. 감미료로는 sucrose(su, 제일제당), fructose(Fr, 서독 LOR-EN+LIHN의 Diät-Fruchtzucker), sorbito(So, 주식회사 럭키), saccharine(Sa, 조흥화학공업주식회사), stevioside(St, 일본 tana 생화학 주식회사)가 사용되었다. 각 재료의 사용은 Table 1과 같다.

각 감미료의 사용량은 감미료의 당도³⁻⁵⁾를 Su : 1, Fr : 1.5, So : 0.6, Sa : 500, St : 300으로하여 계산하였

다. 그러나 Sa와 St cake 반죽의 무게는 다른 것에 비해 적었으므로, 전 재료의 사용량을 1.5배로 늘려사용하였다.

2) 실험방법

Sponge cake은 Kim⁶⁾의 방법을 변형시켜 만들었다. 실험군은 control(CO ; Su를 함유하는 cake)과 Fr, So, Sa, St를 함유하는 cakes였으며, 실험은 randomized complete block design을 사용하여 진행되었다.

Fr과 Sa cake을 만드는 방법은 Co cake을 만드는 방법에 준하였고, Sa와 st cake은 Sa와 St를 밀가루에 함께 섞어 체질하여 사용하였다. 재료의 혼합절차는 Kim⁶⁾의 방법에서, baking 온도만을 달리하였다(177°C).

① 물리적 측정

Cake 반죽의 특성을 알기위해, 반죽의 비중(동량의 물과 비교측정)⁷⁾과 점도(line spread test)⁸⁾를 측정하였으며, 구워진 Cake의 부피는 standing height⁹⁾로 측정하였다. Cake의 firmness와 springiness는 Instron Universal Testing Machine(IUTM, Model 1140)을 사용하여 측정하였다. 그 측정조건은 weight of load cell ; 0.5 Kg, cross head speed; 100 mm/min, chart speed: 100 mm/min, clearance; 5.0 mm, sample height; 25.0 mm, plundger diameter; 20.0 mm였다.

② 관능검사

식품영양학과 재학생 10명을 선택하여 각 cake을 R (Co cake과 같은 재료로 만든 cake)과 비교하는 multiple comparison test method¹⁰⁾를 사용하여 평가하였으며, 검사원은 cake의 특성을 7등급의 강도로 나타낸

Table 1. Formula for sponge cakes containing different kinds of sweetner

(unit : gram)

| Experimental group Ingredients | Control | Fructose | Sorbitol | Saccharine | Stevioside |
|-----------------------------------|---------|----------|----------|------------|------------|
| Egg | 288.00 | 288.00 | 288.00 | 360.00 | 360.00 |
| Flour | 96.00 | 96.00 | 96.00 | 144.00 | 144.00 |
| Sucrose | 152.00 | --- | --- | --- | --- |
| Fructose | --- | 108.60 | --- | --- | --- |
| Sorbitol | --- | --- | 253.30 | --- | --- |
| Saccharine | --- | --- | --- | 0.46 | --- |
| Stevioside | --- | --- | --- | --- | 0.95 |
| Lemon juice | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 21.00 | 21.00 |
| Salt | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 2.30 | 2.30 |

표를 이용하여 평가하였다. 조사한 특성은 다음 표와 같다.

| 조사한 특성 | 강도 |
|-----------------------|--|
| cake grain size | 1 : R보다 매우 크다 → 7 : R보다 매우 작다 |
| cake grain uniformity | 1 : R보다 매우 크고 불규칙하다 → 7 : R보다 매우 작고 균일하다 |
| Lightness | 1 : R보다 매우 무겁다 → 7 : R보다 매우 가볍다 |
| Crust color | 1 : R보다 매우 진하다 → 7 : R보다 매우 연하다 |
| Crumb color | 1 : R보다 매우 진하다 → 7 : R보다 매우 연하다 |
| Firmness | 1 : R보다 매우 단단하다 → 7 : R보다 매우 부드러움 |
| Tenderness | 1 : R보다 매우 질기다 → 7 : R보다 매우 연하다 |
| Sweetness | 1 : R보다 매우 달다 → 7 : R보다 매우 덜 달다 |
| Bitterness | 1 : 극도로 쓰다 → 7 : 쓰지 않다 |
| Moistness | 1 : R보다 매우 촉촉하다 → 7 : R보다 매우 건조하다 |

③ 통계분석

물리적 측정 및 관능검사는 모두 4회 반복 실시하였으며 측정치는 F-test 및 LSD를 사용하여 group들 간의 유의성을 검증하였다¹¹⁾.

Table 2. Formula for sponge cake containing sorbitol 30 % and stevioside 70% based on their sweetness

| Ingredient | Unit (gram) | Ingredient | Unit (gram) |
|-------------|-------------|------------|-------------|
| Egg | 316.8 | Flour | 105.6 |
| Stevioside | 1.2 | Sorbitol | 83.6 |
| Lemon juice | 15.4 | Salt | 1.7 |

2. Sorbitol과 stevioside의 혼합에 따른 sponge cake의 특성

1) 실험 재료

Sponge cake에 있어서 so-st 혼합효과를 보기 위해 사용된 재료의 양은 Table 2와 같다.

2) 실험방법

SS(So-St)cake은 Co cake과 같은 방법으로 제조되었으며, 위에서 열거한 여러가지 물리적 특성을 조사하였고, 관능검사를 통해 Co cake과 SS cake의 차이를 평가하기 위해 Overall quality (1 : 매우 바람직하다 → 7 : 매우 바람직하지 못하다)를 평가하는 항목을 추가하여, paired comparison test method¹⁰⁾를 사용하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 감미료 종류에 따른 sponge cake의 특성

① 외관

사용한 감미료의 종류에 따라 외관의 특성이 뚜렷하게 나타났으며 (Fig. 1), Sa와 St cake은 표면에 주름이 형성됐고, So cake의 표면은 매끄러우나 겹질과 속이 분리되려는 경향이 강하게 나타났다. So cake은 거의 갈변되지 않아 연한 황색의 겹질을 나타냈으며, 이것은 小田恒郎 등의 보고¹²⁾와 일치한다. Fr cake은 냉각과정시 수축되어 표면에 많은 주름이 나타났으며 Fr의 강한 환원력으로 인한 심한 갈변현상을 나타내었다.

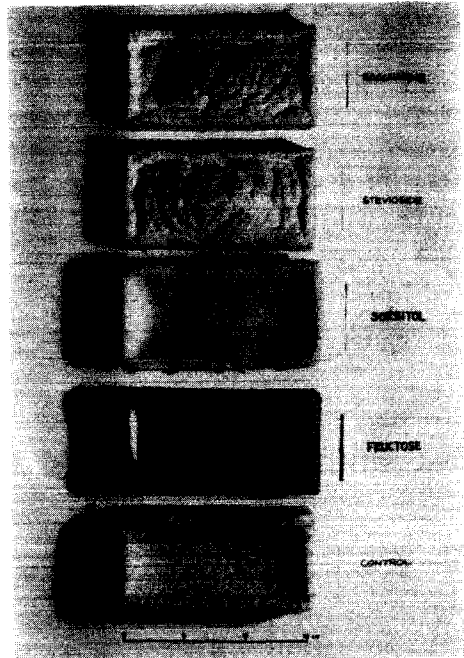


Fig. 1. Photograph of cakes containing saccharine, stevioside, sorbitol, fructose and sucrose.

Table 3. Physical measurements on cake batters and cakes ¹⁾ containing various sweeteners

| | Batter | | | Cake | |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Viscosity ²⁾ (cm) | Specific gravity | Standing height (cm) | Firmness ³⁾ (mm) | Springiness ³⁾ |
| Control ⁴⁾ | 0.62 a | 0.35 a | 5.76 d | 16.92 a | 1.83 a |
| Fructose | 0.96 b | 0.36 a | 4.34 c | 31.99 a | 1.78 a |
| Sorbitol | 0.89 b | 0.34 a | 3.79 bc | 21.75 a | 1.90 a |
| Saccharin | 1.50 c | 0.48 b | 3.34 ab | 94.60 b | 1.66 a |
| Stevioside | 1.39 c | 0.45 b | 2.82 a | 80.49 b | 1.81 a |

1) Mean of 4 Replications : Same letters indicate no significant difference ($p < 0.05$) : LSD : Viscosity, 0.32 : Specific gravity, 0.12 : Standing height, 0.86 : Firmness, 27.17 : Springiness, no significant difference

2) Measured by line spread test

3) Measured with IUTM (Model 1140)

4) Cake containing sucrose

Table 4. Sensory evaluation on sponge cakes containing various sweeteners ¹⁾

| Experimental groups Characteristics | Control ²⁾ | Fructose | Sorbitol | Saccharin | Stevioside |
|--|-----------------------|----------|----------|-----------|------------|
| Grain size | 3.60 a | 5.25 ab | 4.40 bc | 6.10 c | 6.30 c |
| Grain uniformity | 3.35 a | 4.95 b | 4.75 b | 5.55 bc | 6.50 c |
| Lightness | 4.93 b | 2.60 a | 4.33 b | 2.25 a | 1.80 a |
| Crust color | 4.08 b | 1.60 a | 5.48 c | 6.20 c | 5.98 c |
| Crumb color | 4.15 a | 2.83 a | 3.38 a | 2.55 a | 2.45 a |
| Firmness | 5.53 d | 2.83 b | 4.60 c | 1.90 a | 1.50 a |
| Tenderness | 5.00 c | 2.50 b | 4.98 c | 1.80 ab | 1.50 a |
| Moistness | 3.96 b | 3.43 b | 2.38 a | 5.10 c | 5.40 c |
| Sweetness | 3.28 b | 3.60 b | 2.70 a | 6.13 c | 6.14 c |
| Bitterness | 6.85 d | 6.35 c | 6.95 d | 4.45 b | 3.70 a |

1) Mean of 4 Replications : same letters indicate no significant difference ($p < 0.05$), LSD : Grain size, 1.18 : Grain uniformity, 1.12 Lightness, 0.97 : Crust color, 0.84 : Crumb color, no significant difference : Firmness, 0.91 ; Tenderness, 0.92 : Sweetness, 0.39 : Moistness, 0.98 : Bitterness, 0.40.

2) Cake containing sucrose

② 물리적 측정

Table 3에 나타나 있듯이 cake 반죽의 점도는 sample간에 유의적인 차이가 있어, Co 반죽이 가장 높았으며, Fr, So, St, Sa 반죽의 순으로 낮아졌다. 비중은 Co, Fr 및 So 반죽 사이에는 유의차가 없었으나, Sa 반죽은 이들 보다 높았으며 St 반죽과는 유의차가 없었다. Cake의 높이는 Co cake이 가장 높았으며, Fr, So, Sa, St cake의 순으로 낮아졌다. 이는 cake 반죽의 점도가 높고 비중이 낮을수록 cake의 부피가 커진다는 보고^{13,14)}와 일치한다. Cake의 firmness는 Sa와 St cake

이 Co, Fr 및 So cake보다 더 단단한 것으로 나타났다. springiness는 모든 cake간에 서로 유의차가 없었다. 이 결과는 인공감미료를 사용하는 제품은 탄력성이 적다라는 보고¹⁵⁾와는 일치하지 않는다.

③ 관능검사

관능검사 결과에 대한 F-test 및 LSD test¹¹⁾는 Table 4와 같다.

Cake grain의 크기를 평가한 결과, Fr cake의 grain은 R보다 크다고 평가되었으며, Sa와 St cake은 R보다 작다고 평가되었다.

Cake grain의 균일성을 평가한 결과, Fr과 So cake은 R보다 약간 균일하게, St cake은 이들보다 더 균일하게 나타났다.

So cake의 Lightness는 R과 비슷했고, So, Fr 및 St cake은 R보다 약간 무겁게 나타났다.

겉질의 색깔은 Fr cake이 R보다 매우 진하게, So, St 및 So cake은 R보다 연하게 나타났으나, 속의 색깔은 각 cake간에 서로 유의적인 차이가 없다.

Firmness는 So cake은 R과 같게, Fr cake은 R보다 단단하게, Sa와 St cake은 R보다 매우 단단하게 나타났다. 이 결과를 물리적 검사(IUTM 측정) 결과와 비교해 보면 Co, Fr 및 So cake 간의 firmness에는 차이가 없지만, 관능검사 결과로는 이들 cake간에 유의차가 있었다. 이로써 sponge cake과 같은 제품의 특성을 평가하는데 있어 기계보다는 사람의 감각이 더욱 유용하다는 것을 나타낸다고 볼 수 있다.

Tenderness는 So cake이 R보다 연하게, Fr과 So cake은 R보다 약간 질기게, St cake은 R보다 매우 질기게 나타났다. Su와 So의 cake에 대한 질감연화효과는 이미 보고된 바 있다⁴⁾.

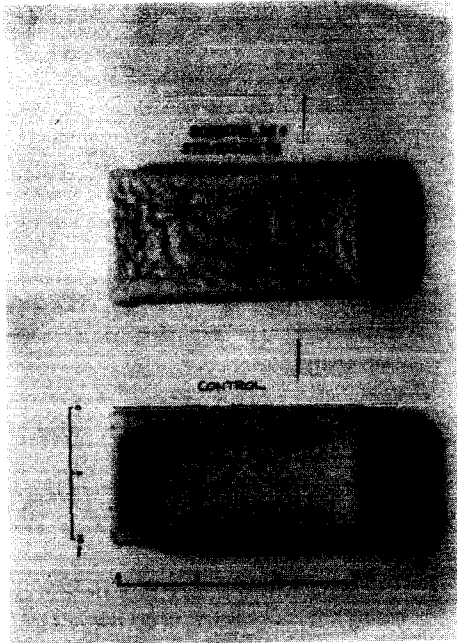


Fig. 2. Photograph of cakes containing sorbitol plus stevioside and sucrose.

Moistness는 So cake이 가장 촉촉하게, Fr cake이 R보다 약간 촉촉하게, Sa와 St cake은 R보다 약간 건조하게 평가되었다. So, Su 및 Fr이 더 촉촉하다고 평가된 것은, 이들이 강한 보습성을 가지는 이유 때문이라 생각된다.

So cake은 다른 cake에 비해 가장 달게 평가되었으며, Fr cake은 R보다 약간 달게, Sa와 St cake은 R보다 매우 달지 않게 평가되었다. 이는 쓴맛에 의해서도 영향을 받았을 것으로 생각된다.

So와 Fr cake에선 검사원들이 거의 쓴맛을 느끼지 못했으나, Sa와 St cake에선 쓴맛을 많이 느꼈다. 쓴맛이나 뒷맛이 없는 온화한 감미를 지니고, 열에 안정하다고 알려진 St¹⁴⁾를 함유하는 cake에서 쓴맛이 가장 강하게 느껴진 것은 특기할 만한 사항이다.

2. Sorbitol과 stevioside의 혼합에 따른 sponge cake의 특성

① 외 관

SS cake의 외관은 Co cake에는 미치지 못하지만 St cake에 비해 많이 향상되었다(Fig. 2).

② 물리적 특성

SS와 Co cake의 물리적 측정결과는 Table 5와 같다.

비중에 있어 SS와 Co 반죽간에는 차이가 없었으나 부피와 점도에는 유의차가 있었다. SS반죽의 점도는 St 반죽보다 높았으며, 부피 또한 St cake보다 크게 향상되었다. 이러한 감미료의 혼합효과는 Campbell등¹⁶⁾과 Lucky¹⁷⁾의 보고에서도 찾아볼 수 있다. firmness는 SS

Table 5. Difference in physical measurements between SS¹⁾ cake and control cake

| | D ²⁾ | |
|------------------------------|-----------------|----------|
| Viscosity (cm) ³⁾ | 0.51 | p < 0.05 |
| Specific gravity | 0.05 | NS |
| Standing height (cm) | 1.34 | p < 0.05 |
| Firmness (mm) ⁴⁾ | 46.79 | p < 0.05 |
| Springiness ⁴⁾ | 0.03 | NS |

1) Sorbitol 30% + stevioside 70% based on their sweetness

2) Difference between 2 cakes

3) Measured by line spread test

4) Measured with IUTM (Model 1140)

Table 6. Differences of sensory characteristics between control and SS¹⁾ cake

| Characteristics | Difference | |
|------------------|------------|----------|
| Grain size | 2.42 | p < 0.05 |
| Grain uniformity | 2.49 | p < 0.05 |
| Lightness | 5.46 | p < 0.05 |
| Crust color | 2.54 | p < 0.05 |
| Crumb color | 4.77 | p < 0.05 |
| Firmness | 5.56 | p < 0.05 |
| Tenderness | 5.30 | p < 0.05 |
| Sweetness | 2.48 | p < 0.05 |
| Moistness | 3.48 | p < 0.05 |
| Bitterness | 5.29 | p < 0.05 |
| Overall quality | 2.29 | p < 0.05 |

1) Sorbitol 30% + stevioside 70% based on their sweetness

cake이 더 단단하게 나타났으며 springiness는 차이가 없었다.

③ 관능검사

관능검사 결과는 Table 6과 같다.

SS cake과 Co cake간에는 모든 항목에서 유의차가 있었다. Cake grain의 대소와 균일성에 대한 차이의 평가결과, SS cake은 Co cake에 비해 작고 균일하게 나타났으며, lightness는 약간 무겁게 평가되었다. 겉질의 색깔은, SS cake이 연하게 나타났으며, moistness 또한 덜 촉촉하게 평가되었다. Sweetness에 있어서 SS cake이 Co cake보다 덜 달다고 평가되었으며, 쓴맛도 더 감지되었다. SS cake의 overall quality는, Co cake에는 미치지 못했으나 그 차이는 근소하였다.

So cake의 열량면 삼투성 설사유발등의 문제점을 고려해 볼때 비록 Co cake과 같지는 않지만 당뇨병환자나 비만증환자를 위한 sponge cake 제조시 sucrose 대체 감미료로서 So와 St의 혼합사용이 가능할 것으로 본다.

IV. 요약 및 제언

1. 감미료 종류에 따라 sponge cake의 특성을 물리적인 검사와 관능검사를 통해 조사한 결과는 다음과 같이 요약된다.

1) Cake 반죽의 점도는 Co, So, Fr, St, Sa 반죽의 순으로 낮아졌고, 비중은 Co, Fr 및 So 반죽 사이에는

차이가 없었으며 St 반죽이 가장 높았다. Cake 부피는 cake 반죽의 점도가 높아지고 비중이 낮아질수록 증가하였다. St와 Sa cake이 Co, Fr 및 So cake보다 매우 단단하였으며 springiness는 유의차가 없었다.

2) 관능검사 결과 So와 Fr cake은 비교적 바람직하게 나타났으며 Sa와 St cake은 Co cake에 비해 비교적 열등한 cake으로 평가되었다.

2. 감미료를 혼합사용한 SS cake은 비록 Co cake에는 미치지 못하나 So와 St cake에 비해 외관과 여러가지 관능적인 특성면에서 향상되었다. So cake에 비해서 sweetness, moistness, bitterness면에선 질이 떨어졌으나 다른 특성면에선 큰 차이가 없었다.

앞으로 당뇨병 환자를 대상으로 이들 cake의 관능검사가 행해진다면, 실험에 사용된 감미료의 사용가능성을 보다 명백히 관찰할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 1) 赤澤好温: 糖尿病, 14(3):174-180, 1971.
- 2) Ellen, S.P. & Arthur, R.: Saccharin use and sugar intake by college students. *J. Am. Diet Asso.* 76:560-562, 1980.
- 3) Hardy, S.L., Charlotte, P.B. & Bonita, W.W.: Fructose; Comparison with sucrose as sweetener in four products. *J. Am. Diet Asso.* 74:41-46, 1979.
- 4) Friedman, T.M.: Sorbitol in baking products. *Bakers Digest*, 10:10-13, 1978.
- 5) 이희연: 설탕과 감미료, 식품공업, 7:46-49, 1975.
- 6) Kim, K.O.: Starch gelatinization egg foaming and physical properties of sponge cake as affected by stabilizing agents and surfactants., Kansas State University, 1980.
- 7) Campbell, A.M. & Briant, A.M.: Wheat starch pastes and gel containing citric acid and sucrose. *Food Res.*, 22:358-360, 1957.
- 8) Grawemeyer, & Pfund, M.C.: Ling-spread as an objective test for consistency. *Food Res.*, 8:105-107, 1943.
- 9) Tinkling, G.L. & Vail, G.E.: Effect of method combining the ingredients upon the quality of the finished cake. *Cereal Chem.*, 23:155-157, 1946.
- 10) Larmond, E.: Laboratory method for sensory evaluation of food., Research Branch Canada Department of Agriculture. 32-37, 1977.
- 11) Snedector, G.W. & Cochran, W.G.: *Statistical*

- Methods. 6th ed. Iowa State Univ. Press, Ames, IA. 1977.
- 12) 小田恒郎, 田中潔, 阿部 公昭: 澱粉糖 および 澱粉糖
カルユ-IV 一特性 と應用一, 食品工業, 17:47-59,
1974.
- 13) Cunningham, F.E.: Viscosity and Functional ability
of diluted egg yolk. *J. Milk Food Technol.*, 35:615
-617, 1972.
- 14) Handleman, A.R. Conn, J.F. & Lyons, J.W.: Bubble
machines in thick foams and their effects on cake
quality. *Cereal Chem.*, 38:294-296, 1961.
- 15) 김석창 : 인공 감미제의 개발현황과 문제점, 해외기술
정보, 6:270-278, 1974.
- 16) Campbell, A.M. Penfield, M.P. & Griswold, R.M.:
Food Experimentation In: The experimental study
of the food 2nd, Houghton Mifflin Co. Boston, 405
-424.
- 17) Lucky: Manatol (D-sorbitol), 생활용품 사업부, 11
-24, 1981.