

## 파운드케익의 단맛조절과 보존기간 및 조직감 향상을 위한 Na±2-(4-methoxyphenoxy)propanoate의 응용

이성규 · 백무열 · 장혁래<sup>1</sup> · 박승국\*

경희대학교 식품생명공학과, <sup>1</sup>김포대학 호텔조리과

### Application of Sweetness Inhibitor, Na±2-(4-Methoxyphenoxy)propanoic Acid, to Modify Sweetness and to Improve Shelf Life and Texture in Pound Cake

Sung Kyu Lee, Moo Yeol Baik, Hyuk Rae Jang<sup>1</sup>, and Seung Kook Park\*

Department of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University

<sup>1</sup>Department of Hotel Culinary Art, Kimpo College

**Abstract** The purpose of this study was to demonstrate the inhibitory action and quality-improvement functions of sweetness inhibitor, Na±2-(4-Methoxyphenoxy) propanoate (Na-PMP) in pound cakes. Na-PMP was first used to evaluate the intensity of sweetness in different concentrations of sucrose and fructose solutions: Na-PMP (250 and 500 ppm) was added to the model solutions of 2.5, 5.0, 7.5, and 10% sucrose and the equi-sweetness levels of fructose with the sucrose solutions. Both concentrations of Na-PMP significantly modified the sweetness intensity for both model solutions. For practical application of Na-PMP, different levels of sucrose (10, 20, and 30%) were added to the basic recipe (a control) of pound cake preparation. Excessive sweetness due to the addition of high levels of sucrose to the basic recipe was modified by the addition of Na-PMP, which resulted in equi-sweetness as the control ( $p < 0.05$ ). Moreover, Na-PMP improved the texture and shelf-life of the pound cake.

**Key words:** Na-PMP, sweetness inhibitor, sweetness, shelf life, pound cake

## 서론

설탕(sucrose)은 여러 식품에서 수분 보유력, 조직감 그리고 맛과 관련된 식품의 특성을 제공하는 중요한 성분 중의 하나이다(1). 그러나 종종 식품에서 이러한 장점을 얻기 위하여 첨가하는 설탕의 양은 적절한 단맛의 범위를 벗어나는 과도한 양이므로 식품의 향미를 저해하는 결과를 초래하게 된다(2). 그러므로 설탕 첨가의 장점을 살리면서 적절한 수준의 단맛을 유지하는 것이 식품 업계의 과제로 대두되고 있다(3).

단맛을 저해한다고 알려진 물질 중 가장 오래 전에 알려진 것은 인도 지방 고유 식물인 *Gymnema sylvestre*에서 추출된 gymnemic acid이며 그 이외에도 *Ziziphus jujuba*와 *Hovenia dulcis*의 나뭇잎에서 추출된 ziziphin와 holodulcine등의 triterpenoid가 있다(4). 단맛 억제제는 단맛 수용체 종류의 다양성을 연구하기 위한 한 가지 방법으로 사용되어 왔으며, 다양한 종류의 억제제가 인간이나 동물에서 억제되는 정도를 알아보기 위해 사용되어 왔다(5). 단맛을 저해하는 작용은 확실하게 알려지지는 않고 있지만 몇 가지의 메커니즘이 제안되고 있다. 이 메커니즘은 맛을 인

지하는 세포막에서의 비특이 작용, 그리고 맛을 인지하는 세포막에서 2차 전달체와 그 경로의 방해, 감미료 수용체의 경쟁적인 억제 등이다(5-7). 식품에서 단맛 억제제의 요건으로는 식용으로 안전해야 하고, 식품의 맛과 향에 영향을 미치지 않아야 하고, 가격이 비싸지 않아야 하는 등의 기본 요건을 갖추어야 한다. 이러한 요건을 갖춘 물질 중에서 특별히 중요한 물질이 Na±2-(4-methoxyphenoxy)propanoate(Na-PMP)이며, 이 물질은 단맛을 내는 물질과 혼합물로 존재할 때 그 효과를 나타낸다고 알려져 있다(6). Na-PMP의 사용량은 Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives(JECFA) 에서 착향료로 사용될 경우 사용량의 제한이 없으며, Flavour and Essence Manufacturer's Association (FEMA)에서 실제 제과제빵과 같은 식품산업에 사용될 때의 최대 허용 수준은 150 ppm이다. 현재까지 Na-PMP에 관한 연구는 phenoxyalkanoic acid의 구조에 따른 저해 효과(6), Na-PMP 200 ppm 이하의 농도에서 단맛과 쓴맛에서의 저해 효과(3), 인간과 실험용 쥐에게 Na-PMP를 적용했을 때의 저해 효과의 차이(8), 15가지의 감미료의 표준 용액에서 선택적이며 경쟁적인 저해 효과에 대한 연구(9) 등 표준 용액에 적용한 연구가 있었다.

Na-PMP는 150 ppm 이하의 농도를 식품에 적용하였을 때 다른 기본 맛(짠맛, 신맛, 쓴맛)은 저해하지 않으며 소량으로 단맛 저해의 효과를 볼 수 있기 때문에 탄수화물이 주재료가 되는 단 식품에서 효과적으로 이용 가능하다고 알려져 있으나(2,3), 현재까지 Na-PMP가 실제로 식품에 적용되어 체계적으로 연구된 사례는 거의 없다. 따라서 본 연구에서는 식품에 가장 일반적으로 사용되는 감미료인 설탕과 과당의 표준 당 용액에 Na-PMP를 적용함으로써 단맛 강도의 억제 효과를 알아보았으며, 이 결과를 바

\*Corresponding author: Seung Kook Park, Department of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University, Yongin, Gyeonggi-do 446-701, Korea  
Tel: 82-31-201-2655  
Fax: 82-31-204-8116  
E-mail: skpark@khu.ac.kr  
Received April 2, 2008; revised July 2, 2008;  
accepted August 1, 2008

탕으로 Na-PMP의 단맛 억제효과를 일반적으로 과도한 단맛의 문제점이 있는 케이크류, 특히 파운드 케익에 적용하여 저장성과 물리적 성질이 향상되면서 단맛이 조절되는지에 대해서 연구하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

표준 당 용액의 실험에서 사용한 당은 삼양사의 정백당(Samyang Co., Seoul, Korea)과 A. E. Staley사의 순도 99.9% 과당(A. E. Staley Manufacturing Co., Decatur, IL, USA)을 사용하였다. 단맛 억제제인 Na-PMP는 미국에서 상용되고 있는 Envision®(10,000 µg/g sucrose)(Domino Sugar Co., Baltimore, MD, USA)을 사용하였다. 표준 당 용액 제조 시 사용한 물은 Milli-Q®(MZROS-600SY, Billerica, MA, USA)로 정제한 초순수를 사용하였으며 관능 검사 시 시료 사이에 입안을 행구어 내는 물은 일반 생수를 사용하였다(3). 단맛 억제제를 파운드 케익에 적용한 실험에서 파운드 케익 제조 시 사용한 계란은 지역 시장에서 구입하였고, 밀가루는 박력분 1급품(Samyang Co., Seoul, Korea)을, 버터는 서울우유버터(Seoulmilk Cooperative, Seoul, Korea)를 사용하였다.

### 표준당 용액과 Na-PMP의 농도

관능검사 요원에게 당 용액의 강도를 훈련시키기 위한 목적으로서 설탕과 과당 두 가지 당을 선택하여 실험하였으며 설탕은 2.5, 5.0, 7.5, 10.0%의 4가지 농도로 제조하였고 과당은 2.5, 5.0, 7.5, 10.0% 설탕 용액과 동일한 감미도가 되도록 제조하였다(Table 1)(10). 제조된 각각의 표준 당 용액에 Na-PMP의 최종농도가 250과 500 ppm이 되도록 두 가지 수준으로 시료를 제조하였다(9).

**Table 1. Concentration of fructose tested at levels of equi-sweetness with 2.5, 5.0, 7.5, and 10.0% sucrose**

Sugars	2.5%(w/v) equiv.	5.0%(w/v) equiv.	7.5%(w/v) equiv.	10.0%(w/v) equiv.
Fructose (%)	1.94	3.91	5.87	7.84
Sucrose (%)	2.50	5.00	7.50	10.00

**Table 2. Addition of sugar to the basic recipe of pound cake**

Ingredients	Amount (g)			
	Control	Control+10% sucrose	Control+20% sucrose	Control+30% sucrose
Flour	400	400	400	400
Sucrose	400	440	480	520
Whole egg	400	400	400	400
Butter	400	400	400	400

**Table 3. Addition of different levels of Na-PMP to the basic recipe of pound cake with 30% more sucrose addition**

Ingredients	Amount (g)			
	Control+30% sucrose	Control+1.5% of 10,000 ppm Na-PMP (150 µg/g sucrose) <sup>1)</sup>	Control+1.75% of 10,000 ppm Na-PMP (175 µg/g sucrose) <sup>1)</sup>	Control+2.0% of 10,000 ppm Na-PMP (200 µg/g sucrose) <sup>1)</sup>
Flour	400	400	400	400
Sucrose	520	520	520	520
Whole egg	400	400	400	400
Butter	400	400	400	400
Na-PMP	0	0.078	0.091	0.104

<sup>1)</sup>Amount of Na-PMP added (µg)/Amount of sugar added to the cake recipe (g)

### 관능검사와 훈련

18명(9명의 여자와 9명의 남자)의 훈련된 관능검사와 요원이 본 연구에 참가하였다. 관능검사 요원의 평균 나이는 25±3살이었으며 모든 관능검사와 요원은 경희대학교 식품공학과 학생이었다. 훈련은 3주간 일주일에 3번씩 설탕과 과당에 대한 강도 훈련을 실시하였다. 훈련 방법은 관능검사 요원에게 단맛 기준 시료 6가지(10)를 제시하고 모두 검사하게 하였다. 단맛 기준 시료는 다음과 같다: 2 sweet(2% sucrose), 5 sweet(5% sucrose), 7.5 sweet(7.5% sucrose), 10 sweet(10% sucrose), 12 sweet(12% sucrose) 그리고 15 sweet(16% sucrose). 이 시료를 검사한 후 2.5, 5.0, 7.5, 10.0%의 설탕 용액, 그리고 설탕 용액과 같은 단맛 강도를 갖도록 제조한 과당 용액을 난수표로 표기하여 무작위로 제시하고 0, 7.5, 15 cm에 표시되어 있는 15 cm 선척도에 단맛 강도를 표기하도록 훈련하였다.

### 표준당 용액과 Na-PMP의 농도별 관능검사

훈련된 관능검사와 요원이 준비된 표준 당 용액과 제조된 각각의 표준 당 용액에 Na-PMP를 최종농도가 250과 500 ppm이 되도록 두 가지 수준으로 제조한 모든 시료를 검사하였다. 표준 당 용액의 당이성체가 광학적으로 평형을 이루어 안정된 당도를 갖도록 적어도 관능검사 실시 6시간 전에 시료를 준비하였다(3). 주어진 시료는 랜덤화 완전 블록 계획으로 관능검사와 요원에게 약 15-20 mL로 제시되었다(11).

표준당 용액과 Na-PMP와 혼합된 시료를 검사하기 전에 관능검사와 요원은 단맛 기준 시료를 받았다(10). 시료를 맛 본 후에 관능검사와 요원은 각각의 시료에 대한 단맛 강도를 0, 7.5, 15 cm에 표시되어 있는 15 cm 선척도에 표시하였다. 관능검사와 요원은 모든 시료의 검사를 각각 3번씩 반복하였다.

### 파운드 케익의 제조

파운드 케익의 배합비는 Table 2, 3과 같으며 Creaming 방법(12)에 따라 제조하였다. 반죽은 반죽기(5K5SS, Kitchen-Aid Inc., St. Joseph, MI, USA)를 사용하여 혼합하였으며 혼합된 반죽은 180 g씩 무게로 재어 알루미늄 파운드 펜(15.5×8 cm<sup>2</sup>)에 담은 후

에 윗불과 아랫불이 190°C로 예열된 전자 오븐(Choice, Daeyung Co. Ltd., Seoul, Korea)에서 30분 동안 구웠다. 오븐에서 꺼낸 케익을 상온에서 1시간 동안 식힌 다음에 폴리에틸렌 백으로 밀봉한 후 25°C 항온기에 24시간 보관 후 측정용 시료로 사용하였다.

#### 부피측정

케익의 부피는 좁쌀을 이용해서 종자치환법으로 3회 반복 측정하였다(13).

#### 경도측정

경도측정은 빵껍질을 제거한 케익을 2.5×2.5×2.5 cm<sup>3</sup>로 절단하여 Rheometer(CR-200D, Sun Scientific Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 지름 20 mm의 probe가 케익을 10 mm까지 압축할 때 쓰이는 힘을 경도로 표시하였다. 측정 조건은 cross speed 60 mm/min, chart speed 60 mm/min, 1 kg load cell, 변형률 40% 이었다(14). 10번 반복 측정하였고 오차 범위가 큰 상하값은 제외하고 8개의 평균값을 자료로 하였다.

#### 수분함량측정

시료의 수분함량(%)은 케이크의 껍질 부분의 위, 아래 1 cm를 제거한 중간 부분을 취하여 AACC method 44-16(15)에 따라 air-oven법에 의해 3회 반복 측정 하였다.

#### 저장성측정

저장성측정은 먼저 빵껍질을 제거한 시료의 내부를 5×3×3 cm<sup>3</sup>의 크기로 잘라 폴리에틸렌 백에 각 5개씩 개별 포장 후 30°C 배양기에 7일 동안 보관하였다. 그리고 저장시 발생하는 곰팡이의 수를 1일 1회 측정하는 것으로 부패 정도를 관찰하였다(16). 저장기간 중 곰팡이 수 측정과 함께 시료의 수분 증발률을 측정하기 위해 24시간 간격으로 무게 변화를 측정하였다.

#### 파운드 케익의 관능검사

관능검사 요원은 경희대학교 학생 18명을 선정하여 실험에 응하도록 하였으며 시료는 빵껍질 부분을 제거하고 내부를 2×2×2 cm<sup>3</sup>의 정육면체로 잘라 임의의 순서로 제시하였다. 평가 항목은 파운드 케익의 품질 특성에 영향을 미치는 향미(flavor), 단맛(sweetness), 부드러움(softness), 촉촉함(moistness)의 4가지 항목이며, 9점 척도로 평가하였다. 각 특성이 강할수록 높은 점수를 주도록 하였다.

#### 통계처리

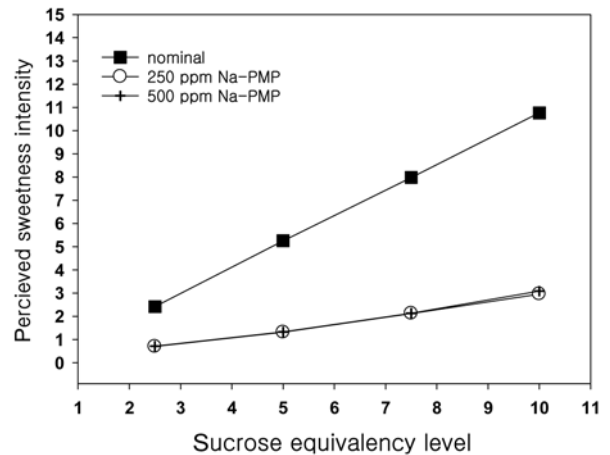
관능검사 결과는 SAS(Statistical Analysis System, version 8.02, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석으로 실시하였으며, 조사 항목들 간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법으로  $p < 0.05$  수준에서 실시하였다.

## 결과 및 고찰

#### 표준 당 용액에서 Na-PMP의 단맛 조절

표준 당 용액에서 Na-PMP의 단맛 강도 저해 효과를 알아보기 위하여 2.5, 5.0, 7.5, 10.0% 농도의 설탕과 설탕 용액과 같은 단맛 강도를 갖도록 제조한 과당의 표준 당 용액에 최종농도가 250, 500 ppm이 되도록 Na-PMP를 두 가지 수준으로 혼합하여 시료를 제조하였다. 제조된 시료로 훈련된 관능검사요원이 단맛 강도 검사를 실시하였다. 관능검사 결과 Na-PMP가 첨가된 표준 당 용

(A) Sucrose



(B) Fructose

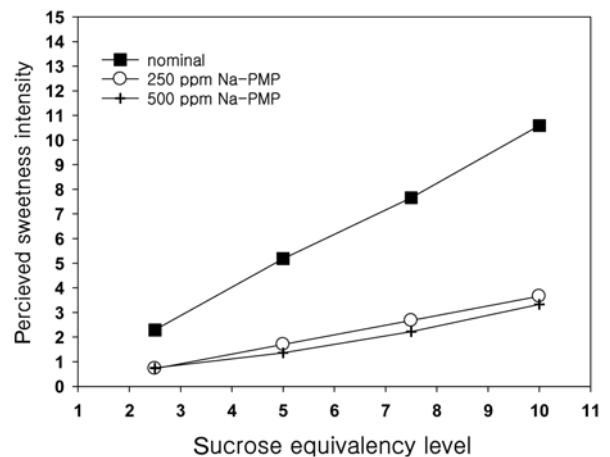


Fig. 1. Mean sweetness intensity ratings of the two sugars at four different levels of concentrations, in which 250 and 500 ppm Na-PMP were added. A line is given depicting the nominal or expected response for each sweetness intensity levels.

액의 모든 농도에서 단맛 강도가 유의적으로( $p < 0.05$ ) 저해되었다. Fig. 1A는 Na-PMP 250과 500 ppm의 두 가지 수준으로 혼합된 설탕 용액의 4가지 농도에서 저해된 평균 단맛 강도를 나타내고 있다. 설탕 용액의 4가지 농도에서 모두 단맛 강도가 유의적으로 저해 되었다. Na-PMP의 농도에 따른 단맛 강도의 차이는 유의적으로 없었다. 즉, 설탕 용액의 같은 농도에 250과 500 ppm의 Na-PMP를 첨가하였을 때 설탕 용액에서 Na-PMP의 농도에 따른 강도의 차이는 유의적으로 없었다. Fig. 1B는 과당 용액의 억제 결과를 나타낸다. 설탕 용액의 결과와 유사한 결과를 나타냈으며, 단맛 강도가 4가지의 농도에서 모두 유의적으로 저해되었다. Na-PMP의 농도에 따른 단맛 강도의 차이는 역시 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 표준 당 용액을 이용한 기존의 단맛 억제 실험에서도 유사하게 나타난 바가 있다(9). 이러한 Na-PMP의 저해 작용에 대하여 기존의 연구에서는 다음과 같이 크게 세 가지로 추측하고 있다. 첫째, Na-PMP는 감미료보다 단맛 수용체와 훨씬 더 친화력이 있어서 단맛을 경쟁적으로 저해한다. 둘째, 단맛 인지에서 이차적인 변화 작용을 방해하는 작용으로 저해한다. 셋째, 감미료 자체가 억제체와 반응하여 단맛 수용체

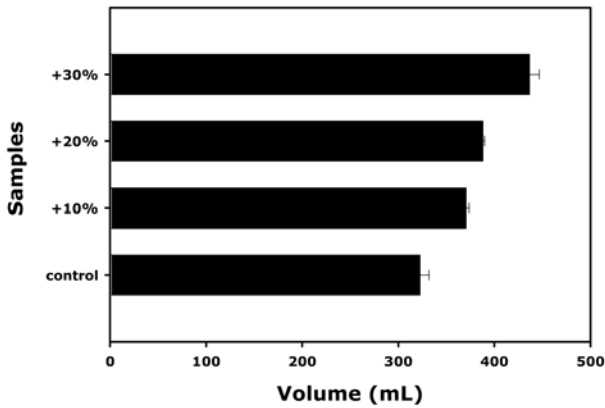


Fig. 2. The volume with the different levels of sucrose additions.

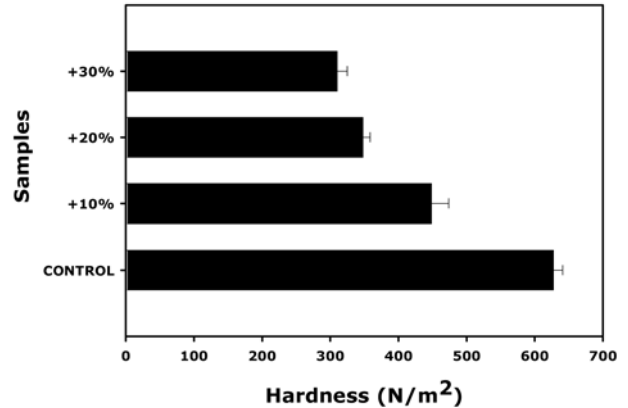


Fig. 3. Hardness with the different levels of sucrose additions.

와 상호작용을 할 수 없게 되어 단맛을 저해한다고 추측하고 있다(6). 이 중에서 첫번째 이론이 타당성을 인정받고 있으며(3,4,8,9) 250과 500 ppm의 Na-PMP를 첨가하였을 때 당 용액에서 Na-PMP의 농도에 따른 강도의 차이가 유의적으로 없는 것으로 보아 이를 뒷받침하고 있는 것으로 보인다.

**파운드 케익의 부피**

설탕 첨가량에 따른 케익의 부피의 변화를 알아보기 위하여 종자치환법으로 케익의 부피를 측정하였다. 실험 결과 케익의 부피는 설탕의 첨가량에 따라 증가하였다(Fig. 2). 설탕 첨가량이 10, 20, 30%의 비율로 증가될수록 부피도 control에 비하여 115, 120, 135%의 비율로 증가되었다. 이것은 설탕 첨가량에 따라 빵을 굽는 동안 케익의 기포가 충분히 팽창되어 케익의 구조가 더 큰 부피를 갖게 되기 때문이라고 보여진다(13,17). 그 이유는 케익의 반죽에 첨가된 설탕이 글루텐의 구조가 견고해 지는 것을 억제시켜주어서 조직이 연화되고 따라서 굽는 동안 충분히 팽창되기 때문이다(13).

**파운드 케익의 경도**

설탕의 첨가가 케익의 경도 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해서 설탕 첨가량에 따른 경도를 측정하였다. 케익의 경도는 설탕의 첨가에 의하여 감소하였으며, 설탕이 30% 더 많이 첨가된 시료가 가장 적은 경도를 나타내었다(Fig. 3). 이 결과는 케익에서 당의 함량을 증가시킴에 따라 경도가 낮아진다는 기존의 연구 결과와도 일치한다고 볼 수 있다(1,18). 설탕 첨가량이 증가함에 따라 경도가 낮아지는 주된 이유는 설탕의 수분보유력이 증가하기 때문이다(19). 수분보유력이 증가하면 빵의 주재료인 전분의 결정화에 따른 견고성이 감소하게 되며, 글루텐 구조의 건조를 방지하여 견고성을 감소시키게 되어 경도가 낮아지는 것이다(20). 또 케익의 경도는 베이커리 제품에서 노화 과정의 척도로도 이용되므로 케익의 노화는 설탕의 함량에 비례하여 지연될 것이라고 예측할 수 있다(17,21).

**파운드 케익의 수분함량**

설탕 첨가량에 따른 케익의 수분함량을 상압가열건조법을 이용하여 측정하였다. 수분함량 측정 결과는 케익의 설탕 첨가량이 증가함에 따라 수분함량(%)이 감소하였다는 것을 알 수 있다(Fig. 4). 이것의 원인은 설탕이 물과 결합하는 능력이 있으므로 시료에서 자유수의 양을 낮추어 주어서 생긴 결과로 추정된다(16,22).

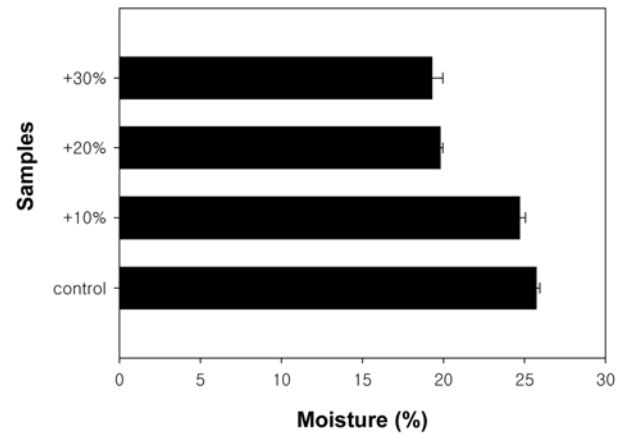


Fig. 4. Moisture contents with different levels of sucrose additions.

따라서 설탕의 과량 첨가가 수분보유력을 향상시켰다는 것을 알 수 있다.

**파운드 케익의 저장성**

설탕 첨가량에 따른 케익의 저장성을 측정하기 위하여 30°C 배양기에 7일 동안 보관하면서 저장시 발생하는 곰팡이의 수를 1일 1회 측정하는 것으로 부패 정도를 관찰하였고, 시료의 수분증발률을 측정하기 위해 24시간 간격으로 무게 변화를 측정하였다. 부패 정도의 측정 결과 control은 저장 2일째부터 곰팡이가 나타나기 시작했으며 곰팡이의 수는 그 이후로 크게 증가하였다(Fig. 5). 그러나 설탕을 더 첨가한 케익에서는 곰팡이가 처음 나타난 시점이 지연되었으며, 이러한 결과는 control에 첨가한 설탕의 양과 비례하였다. 설탕이 30% 더 첨가된 케익은 2일 동안 곰팡이의 성장이 지연되었다. 이 결과는 과량의 설탕이 control에 첨가되었을 때 수분활성도( $a_w$ )를 낮추어서 케익에서 물의 화학적 potential 에너지를 감소시키며(22), 설탕에 의한 물과의 결합 능력이 저장기간 동안 곰팡이의 성장에 이용할 수 있는 자유수의 양을 감소시키기 때문인 것으로 추측할 수 있다(19,23-24). 저장기간 7일째의 곰팡이에 의한 부패케익 사진을 Fig. 6에 나타내었다. 육안상으로도 설탕 첨가량에 따라 곰팡이의 발생이 저해된 것을 볼 수 있었다. Fig. 7은 저장기간 동안 무게 변화량이다. 30°C에서 저장하는 동안 케익의 수분 증발량은 설탕을 첨가한 시료에 비해서 control에서 유의적으로( $p < 0.05$ ) 가장 많은 양의 수

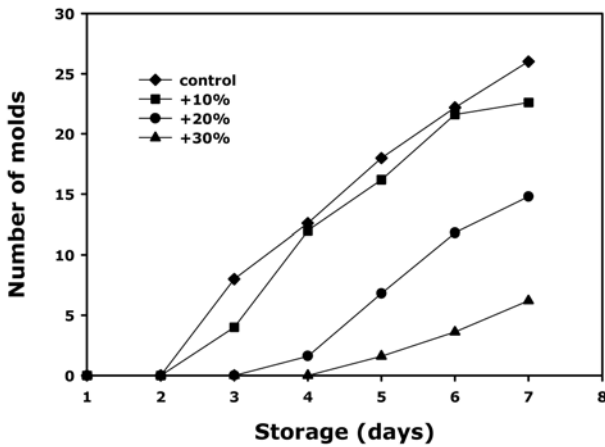


Fig. 5. Effect of sucrose on the spoilage of the cakes by molds.

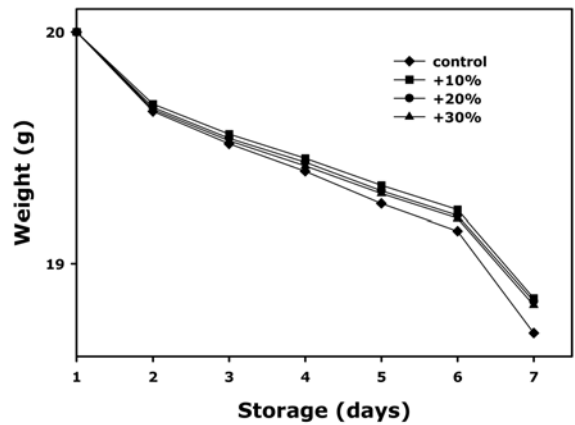


Fig. 7. Weight changes during storage periods.

Table 4. Sensory evaluation with the addition of different levels of Na-PMP to the 30 % more sugar-added pound cakes

	Flavor	Sweetness	Moistness	Softness
Control	5.454 <sup>a</sup>	5.6143 <sup>a</sup>	5.995 <sup>a</sup>	6.137 <sup>a</sup>
Na-PMP (45.0 ppm)	4.875 <sup>a</sup>	5.241 <sup>a</sup>	5.220 <sup>ab</sup>	4.843 <sup>ab</sup>
Na-PMP (52.5 ppm)	5.417 <sup>a</sup>	2.748 <sup>b</sup>	4.849 <sup>ab</sup>	5.382 <sup>ab</sup>
Na-PMP (60.0 ppm)	4.539 <sup>a</sup>	2.763 <sup>b</sup>	4.312 <sup>b</sup>	4.165 <sup>b</sup>

Means with the same letter in each column are not significantly different ( $p > 0.05$ )

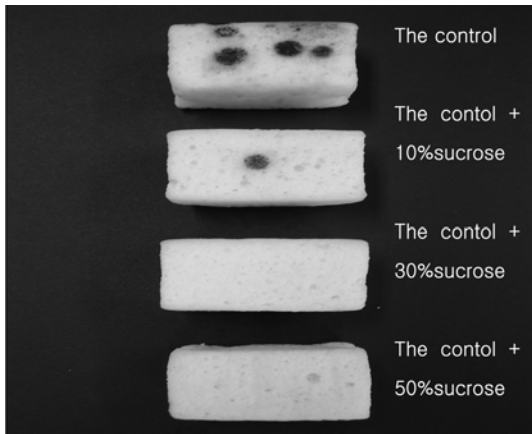


Fig. 6. A picture of the cakes taken at the 7th day of storage at 30°C

분이 증발되었다. 반면 설탕이 첨가된 시료들은 control과 비교하였을 때 유의적으로( $p < 0.05$ ) 수분증발량이 적었다. 이 결과는 당의 함량이 증가할수록 건조 속도가 느리다는 기존의 결과와도 일치하는 결과이다(19). 설탕 첨가에 따라 수분증발량이 적은 이유는 설탕이 수분 보유력을 증가시키기 때문이며(19), 이 결과로 설탕을 첨가할수록 저장 기간 동안 더 촉촉하고 부드러운 케익을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다.

단맛억제제를 첨가한 케익의 관능검사

물리적 측정 결과 설탕이 30% 더 첨가된 케익이 조직감과 저장성 면에서 품질이 가장 좋았기 때문에 이 케익에 단맛 억제제를 45 ppm(1.5% of 10,000 ppm Na-PMP), 52.5 ppm(1.7% of 10,000 ppm Na-PMP), 60 ppm(2.0% of 10,000 ppm Na-PMP)의 세가지 수준으로 첨가하여 관능검사를 실시하였다. 45 ppm의 단맛 억제제를 첨가한 것이 control과 단맛에 있어서 유의적 차이 ( $p < 0.05$ )를 보이지 않았으며, 향미는 4가지 케익이 모두 유의적 차이를 보이지 않았다. 그러나 60 ppm 케익에서 단맛, 부드러움, 촉촉함에서 선호도가 유의적으로 낮은 것으로 평가되었다(Table 4). 기존연구에서 Na-PMP는 그것 자체로 약간의 쓰고 금속성의 맛을 갖고 있으며, 매우 약하게 짠맛을 갖고 있다고 알려져 있지만 이러한 성질들은 감미료와 함께 섞었을 때는 유의적으로 차이가 나지 않았으며(8), 식품 품질의 변화 없이 단맛에만 작용한

다고 알려져 있다(2,3). 그러나 현재까지 실제 식품에 Na-PMP가 적용되어 연구된 사례는 거의 없으므로 이 부분에 대해서는 더 연구되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 표준 당 용액과 파운드 케익에서 단맛 억제제인 Na-PMP의 단맛 조절 기능을 증명하였다. 설탕은 여러 식품에서 수분 보유력, 조직감 그리고 맛과 관련된 식품의 특성과 같은 성질을 제공하는 중요한 성분 중의 하나이다. 그러나 식품에서 이러한 장점을 얻기 위하여 첨가하는 설탕의 양은 적절한 단맛의 범위를 벗어나는 과도한 양이므로 식품의 향미를 저해하는 결과를 초래하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 단맛억제물질인 Na±2-(4-methoxyphenoxy)propanoate(Na-PMP)을 식품에 적용하였다. 먼저 2.5, 5.0, 7.5, 10.0%의 설탕 용액과 이 농도의 설탕 용액과 같은 단맛 강도를 갖도록 과당 용액을 제조하였다. 이 용액 각각에 250과 500 ppm의 두 가지 수준으로 Na-PMP를 혼합하여 저해 정도를 측정하였다. 이 두 가지 단맛 억제제의 농도에서 모두 단맛 강도가 유의적으로 저해되었다. 이 표준 용액에 대한 결과를 바탕으로 단맛 억제제를 파운드 케익에 적용하였다. 우선 과량의 설탕(10, 20, 30%)이 첨가된 파운드 케익에 대한 부피, 경도, 수분함량, 저장성에 대한 검사를 실시하였다. 물리적 측정 결과 설탕이 30% 더 첨가된 케익이 조직감과 저장성 면에서 품질이 가장 좋았기 때문에 이 케익에 단맛 억제제를 45 ppm(1.5% of 10,000 ppm Na-PMP), 52.5 ppm(1.7% of 10,000 ppm Na-PMP), 60 ppm(2.0% of 10,000 ppm Na-PMP)의 세가지 수준으로 첨가하여 관능검사를 실시하였다. 45 ppm의 Na-PMP를 첨가한 것이 파운드 케익의 기본 배합비와 단맛에 있어서 유의적 차이를 보이지 않았다. Na-PMP의 첨가는 설탕의 장점을 유지하면서 파운드 케익의 과량의 단맛을 효과적으로 억제하였다.

문 헌

1. Barham HN Jr, Johnson JA. The influence of various sugars on dough and bread properties. *Cereal Chem.* 28: 463-473 (1951)
2. LaBell F. Sweetness reduction improves flavor delivery, functionality. *Food Processing May*: 74-76 (1989)
3. Johnson C, Birch GG, MacDougall DB. The effect of the sweetness inhibitor 2-(4-methoxyphenoxy)propanoic acid (sodium salt) (Na-PMP) on the taste of bitter-sweet stimuli. *Chem. Senses* 19: 349-358 (1994)
4. Suttisri R, Lee IS, Kinghorn AD. Plant-derived triterpenoid sweetness inhibitors. *J. Ethnopharmacol.* 47: 9-26 (1995)
5. Jakinovich W, Sugarman D. Peripheral mechanisms of mammalian sweet taste. pp. 37-83. In: *Neural Mechanisms in Taste*. Cagan RH (ed). CRC Press, Boca Raton, FL, USA (1989)
6. Lindely MG. Phenoxyalkanoic acid sweetness inhibitors. ACS Symposium Series 450. pp. 251-260. In: *Sweeteners: Discovery, Molecular Design and Chemoreception*. Walters DE, Orthoefer FT, DuBois GE (eds). American Chemical Society. Washington, DC, USA (1991)
7. Schiffman SS, Pecore SD, Booth BJ, Losee ML, Carr BT, Sattely-Miller E, Graham BG, Warrick ZS. Adaptation of sweeteners in water and in tannic acid solutions. *Physiol. Behav.* 55: 547-559 (1994)
8. Scalfani A, Pérez C. Cypha<sup>TM</sup>[propanoic acid, 2-(4-methoxyphenol) salt] inhibits sweet taste in humans, but not in rats. *Physiol. Behav.* 61: 25-29 (1997)
9. Schiffman SS, Booth BJ, Sattely-Miller EA, Graham BG, Gibes KM. Selective inhibition of sweetness by the sodium salt of  $\pm$ 2-(4-methoxyphenoxy)propanoic acid. *Chem. Senses* 24: 439-447 (1999)
10. DuBois GE, Walters DE, Schiffman SS, Warwick ZS, Booth BJ, Pecore SD, Gibes K, Carr BT, Brands LM. Concentration-response relations of sweeteners: a systematic study. pp. 261-276. In: *Sweeteners: Discovery, Molecular Design and Chemoreception*. Walters DE, Orthoefer FT, DoBois GE (eds). ACS Symposium Series 450. American Chemical Society. Washington DC, USA (1991)
11. Kim KO, Kim SS, Sung NK, Lee YC. Samples preparation. pp. 44-53. In: *Method & Application of Sensory Evaluation*. ShinKwang Press. Seoul, Korea (1999)
12. Kim SG, Cho NJ, Kim YH. Manufacturing technique of cake. pp. 157-174. In: *Science of Confectionary and Baking*. B&C World Press. Seoul, Korea (1997)
13. Campbell AM, Penfield MP, Griswold RM. Cake and pastry. p. 372. In: *The Experiment Study of Food*. 2<sup>nd</sup> ed. Griswold RM (ed). Houghton Mifflin Co., Boston, MA, USA (1979)
14. Wetzel CR, Weese JO, Bell LN. Sensory evaluation of no-sugar-added cakes containing encapsulated aspartame. *Food Res. Int.* 30: 395-399 (1997)
15. AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10<sup>th</sup> ed. American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, MN, USA (2000)
16. Kook SU. Usage of liquid sugar for shelf life extension of the cake. *Korean J. Food Nutr.* 9: 259-264 (1996)
17. Baeva MR, Terzieva VV, Panchev IN. Structural development of sucrose-sweetened and sucrose-free sponge cakes during baking. *Nahrung* 47: 154-160 (2003)
18. Edelman EC, Cathcart WH, Berquist CB. The effect of various ingredients on the rate of firming of bread crumb in the presence of polyoxyethylene (mono) stearate and glyceryl monostearate. *Cereal Chem.* 27: 1-14 (1950)
19. Hosney RC, Atwell WA, Lineback DR. Scanning electron microscopy of starch isolated from baked products. *Cereal Food World* 22: 56-60 (1977)
20. Clyde E, Stauffer. Emulsifiers and dough strengtheners. pp. 109-113. In: *Functional Additives for Bakery Foods*. Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA (1990)
21. Frye AM, Setser CS. Optimizing texture of reduced-calorie yellow layer cakes. *Cereal Chem.* 69: 338-343 (1991)
22. Species RD, Hosney RC. Effect of sugars on starch gelatinization. *Cereal Chem.* 56: 128-131 (1979)
23. D'appolonia BL. Effect of bread ingredients on starch gelatinization properties as measured by the amylograph. *Cereal Chem.* 49: 532-543 (1972)
24. Derby RI, Miller BS, Miller BF, Trimbo HB. Visual observations of wheat-starch gelatinization in limited water systems. *Cereal Chem.* 52: 702-713 (1975)