

## 타가토스를 첨가한 머핀의 품질 특성

황윤경 · 이희태 · 안혜령<sup>†</sup>

수원여자대학교 제과제빵과

## Quality Characteristics of Muffins with Tagatose

Yoon-Kyung Hwang, Hee-Tae Lee and Hye-Lyung An<sup>†</sup>

Dept. of Baking Science & Art, Suwon Women's University, Suwon 445-890, Korea

### ABSTRACT

This study investigated the quality characteristics of muffins prepared with tagatose. The effect of tagatose were evaluated in terms of height, volume, weight, specific volume, baking loss rate, moisture contents, colorimeter, sensory evaluation, and texture of muffins during storage (1, 3, 5 days) and texture was measured using a texture analyzer. As the ratio of tagatose increased, the volume, specific volume, baking loss rate, and height decreased, whereas moisture content increased. During storage, control without tagatose showed the highest springiness lowest hardness by TPA, whereas hardness of muffins increased and springiness decreased as the contents of tagatose increased. Lightness of crust and crumb decreased significantly as contents of tagatose increased. According to the sensory evaluation, the control group showed the highest score in terms of texture but was not significant with 2% tagatose (T2). For appearance, color, flavor, taste, and overall acceptance, T2 showed the best result.

Key words : Tagatose, muffin, storage periods, texture, sensory evaluation

### 서 론

최근 식생활의 패턴이 서구화 및 간편화되면서 빵 소비가 증가하고 있다. 여러 가지 제과제빵 품목 중에서 머핀은 편리성 때문에 간식 및 아침식사 대용으로 많이 소비되고 있다. 현재 시판되고 있는 머핀은 150 g 기준에서 열량은 325 kcal, 포화지방은 40%로 고칼로리 식품으로 각종 성인병과 당뇨병을 갖고 있는 사람들이 꺼려하는 품목 중 하나이다. 소비자들은 건강식품, 다이어트 및 기능성 식품에 대한 관심이 많으며, 다른 사람들과 차별화된 제품 개발과 소비자 욕구에 부응하여 기능성 재료를 첨가한 다양한 제품이 개발되고 있으며, 그에 따른 연구가 다양하게 발표되고 있다. 이에 대한 연구로는 빵잎분말(Ahn & Yuh 2004), 다시마(Kim *et al* 2008), 마분말(Joo *et al* 2008), 브로콜리가루(Shin *et al* 2008), 버찌분말(Kim *et al* 2009), 쌀겨(Kang *et al* 2012), 동결건조 연근분말(Kim & Kang 2012), 통곡 찰수수가루(Bae *et al* 2012), 찰수수 및 메수수가루(Kim *et al* 2012), 동결건조 살구분말(Lee & Chung 2013) 대추분말(Kim & Lee 2012) 등 대부분 분말형태로 첨가하였으며, 각종 성인병, 당뇨병 및 다이어트

를 위한 설탕 대체제를 첨가한 머핀에 관한 연구에는 트레할로스(Heo *et al* 2010)와 자일리톨(An *et al* 2010)이 있다. 제과제빵에 필수 성분인 설탕 대체제에 관한 연구에는 올리고당과 당알코올을 첨가한 스펀지케이크(Kim & Lee 1997), 당알코올을 첨가한 스펀지케이크(Chung & Lee 2010), 자일리톨을 첨가한 식빵(Lee *et al* 2008) 등이 있다. 타가토스와 관련된 연구에는 타가토스의 이화학적 특성(Roh *et al* 1999), 장내세균의 생육과 요구르트의 발효특성에 미치는 영향(Kang *et al* 2013), 메일라드 갈변반응에 미치는 영향(Ryu *et al* 2003), 아라비노스 이성화 효소 함유 세포의 막 선택성을 이용한 갈락토스로부터 타가토스의 평형이동 전환(Kim JH 2006) 등으로 대부분 타가토스의 이화학적 특성에 관한 연구이며, 제과제빵 관련 분야로는 초콜릿 제품에의 응용(Roh *et al* 1998), Choi JH(2002)의 쿠키와 초콜릿에 타가토스를 첨가한 제품 응용에 관한 연구가 있다.

타가토스는 우유, 치즈, 사과 등에 미량 존재하는 자연 유래의 당류로서, 갈락토오스의 이성질체이다(Roh *et al* 1999). 다양한 건강 기능성을 갖는 타가토스는 설탕과 매우 유사한 단맛을 가지고 있기 때문에 여러 제품 적용 시 건강과 맛을 동시에 만족시킬 수 있는 대체 감미료이다(Ryu *et al* 2003). 타가토스는 장에서 탄수화물이 포도당으로 분해되는 것을 감소시켜 흡수를 억제하는 동시에, 간에서 포도당을 글리코

<sup>†</sup>Corresponding author : Hye-Lyung An, Tel: +82-31-290-8946, Fax: +82-31-290-8924, E-mail : ahl@swc.ac.kr

겐으로 빠르게 전환시켜 혈중 당을 감소시킴으로써 혈당의 상승을 억제한다. 타가토스는 설탕 대비 92%의 감미도를 가지며, 설탕보다 부드럽고 깔끔한 맛을 가지고 있으면서 칼로리가 1.5 kcal/g으로 설탕의 1/3이며, 혈당지수(GI)의 값은 3으로 설탕(GI 68)의 1/20이다(Kang *et al* 2013). 타가토스는 비만과 당뇨병 같은 성인병을 갖고 있는 현대사회의 질병환자에게 설탕을 대체할 수 있는 저칼로리 감미료로서 활용 가치가 높다(Livesey & Brown 1996; Buemann *et al* 1999). 그리고 대장에서 LGG 유산균(*Lactobacillus rhamnosus* GG)과 *L. casei* 등의 증식을 선택적으로 증가시켜 주며, 당알코올과 유사한 비충치성 특성을 가지고 있다(Kim 2006). 타가토스는 열과 pH에 대한 안정성이 우수하며, 평형상대습도 조절 능력도 뛰어나다(Choi JH 2002). 메일라드 반응이 활발하여 발색 및 풍미증진 효과가 있으며(Ryu *et al* 2003) 가열에 강하며, 설탕과 같은 볼륨감, 조직감, 맛을 부여하므로 설탕 대신 제과, 제빵, 아이스크림 및 유제품 등에 사용될 수 있다(Ryu *et al* 2003; Choi JH 2002).

따라서 본 연구에서는 설탕과 유사한 단맛을 가지며, 저칼로리, 저혈당지수, 다양한 기능성을 가진 설탕 대체제인 타가토스의 첨가량을 전체 설탕함량의 0, 2, 4, 6, 8%로 대체하여 머핀을 제조하였으며, 저장기간 동안의 조직감을 측정하고, 물리적 특성 및 관능검사를 통한 머핀의 타가토스 최적 첨가량을 도출하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

실험에 사용된 재료는 타가토스(CJ 제일제당), 중력 밀가루((주)대한제분), 마가린(웰가, 버터랜드free), 전지분유((주)동진유업), 베이킹파우더(가림산업), 설탕(큐원, 삼양사), 소금(한주소금), 달걀(풀무원), 물을 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 머핀의 제조

머핀의 제조방법은 일반 머핀 제조방법을 변형하였으며, 배합비율은 Table 1에 나타내었다(Hui YH 2006; Doerry W 1995). 설탕과 타가토스를 제외한 모든 재료는 모두 동일한 양으로 하였으며, 설탕의 0%(T0), 2%(T2), 4%(T4), 6%(T6), 8%(T8)를 타가토스로 대체하였다. 가루 재료인 밀가루, 베이킹파우더, 분유는 체에 내리고, 설탕과 타가토스와 함께 믹서기(Kitchen Aid St. Joseph. Michigan, USA)에 넣고 저속(128.333±0.577 rpm)으로 1분 동안 혼합하였다. 혼합한 후 물과 계란을 넣고 저속에서 30초, 중속에서 1분 30초 동안 섞어 주고, 마지막에 중탕한 마가린을 넣고 저속으로 30초, 중속에서 30초 동안 혼합하여 반죽을 완성하였다. 반죽 온도는 23±1℃가 되도록 하였다. 유산지를 깐 머핀 컵(직경 : 7.5 cm, 높이 : 4 cm)에 70 g의 반죽을 넣고 윗불 200℃, 아랫불 200℃에서 30분간 구웠다. 굽기 후 머핀을 실온(20℃)에서 1시간 동안 냉각하여 비닐 백에 담아 실온에서 저장하면서 실험에 사용하였다.

Table 1. Formulas of the muffins prepared with different tagatose contents

Ingredients	%	T0	T2	T4	T6	T8
Flour	100	900	900	900	900	900
Sugar	60	540	529.2	518.4	507.6	496.8
Tagatose	-	-	10.8	21.6	32.4	43.2
Margarine	30	270	270	270	270	270
Eggs	30	270	270	270	270	270
Milk powder	7.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5
Baking powder	5	45	45	45	45	45
Salt	1.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
Water	60	540	540	540	540	540

T0 : Muffin without tagatose.

T2 : Muffin with tagatose 2% for the total amount of sugar.

T4 : Muffin with tagatose 4% for the total amount of sugar.

T6 : Muffin with tagatose 6% for the total amount of sugar.

T8 : Muffin with tagatose 8% for the total amount of sugar.

## 2) 머핀의 물리적 특성 측정

### (1) 부피, 무게, 비용적, 굽기 손실률 및 높이

무게는 디지털 저울을 이용하여 측정하였으며, 부피는 종자치환법으로 측정하였다. 머핀의 부피를 무게로 나눈 값을 비용적(mL/g)으로 하여 3회 반복 측정하여 평균값을 내었다. 굽기 손실률은 다음 식에 의해서 %로 나타내었다.

Baking loss rate(%)=

$$\frac{\text{Dough weigh} - \text{Mf fin weigh}}{\text{Dough weigh}} \times 100$$

머핀의 높이는 머핀을 위에서 아래로 자른 단면의 최고 높이를 측정하여 각각의 시료를 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

### (2) 수분함량 측정

수분함량은 수분측정기(MB 45, OHAUS, USA)의 할로젠 방식(120°C, A60)으로 머핀의 속질 1 g 씩을 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

### (3) 색도 측정

머핀의 껍질(crust)과 속질(crumb)의 색을 색차계(Colorimeter JC801, color Techno Co, Japan)를 이용하여 L값과 b값을 측정하였다. 이 때 사용한 표준백판의 L값은 93.87, b값은 1.65이었다. 각각의 시료를 3회 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었다.

### (4) 조직감 측정

타가토스의 첨가 비율을 달리 한 머핀의 조직감 변화를 알아보기 위해 texture analyser(TA-XT2i, Texture Technologies Corp., Scardale, N.Y., USA)를 이용하여 TPA(Texture Profile Analysis)에 의해 측정하였으며, 측정 조건은 probe 25 mm cylinder, pre-test speed 3.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, distance 10 mm, trigger 20 g으로 하였다. 시료는 머핀 내부를 25×25×25 mm의 큐빅 모양의 크기로 잘라 2회 연속 압착하였을 때 얻어지는 hardness(경도), springiness(탄력성), cohesiveness(응집성), gumminess(점성), chewiness(씹힘성)를 5일 동안 저장하면서 각각 1, 3, 5일의 조직감 변화를 측정하였다.

## 3) 관능평가

머핀의 관능평가는 수원여자대학교 제과제빵과 재학생 37명을 대상으로 하였다. 대조구를 포함한 5가지의 시료를 평가하도록 하였으며, 평가항목 중 머핀의 외관을 평가하기 위

해 머핀 1개 전체를 제공하였다. 관능감사 항목은 외관(appearance), 색(color), 조직감(texture), 풍미(flavor), 맛(taste), 전체적인 기호도(overall acceptance)에 대한 관능평가를 실시하였고, 7점 척도법으로 평가하였다.

## 4) 통계처리

모든 실험에 대한 결과는 SPSS 12.0을 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 분산분석을 실시하였고, Duncan's multiple range test에 의해 각 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 물리적 특성

#### 1) 부피, 무게, 비용적, 굽기 손실률 및 높이

타가토스를 첨가한 머핀의 부피, 무게, 비용적, 굽기 손실률 및 높이는 Table 2에 나타내었다.

부피는 대조구가 147 mL로 가장 컸었고, T2가 142 mL, T4가 139.17 mL, T6이 136.50 mL, T8이 128.67 mL 순으로 나타나, 타가토스 첨가량이 많아질수록 부피가 유의적으로 작아졌다( $p < 0.001$ ).

이는 자일리톨을 첨가한 머핀(An *et al* 2010)과 자일리톨을 첨가한 식빵(Lee *et al* 2008)의 연구에서 자일리톨 첨가량이 증가할수록 부피가 감소하는 것과 동일한 결과를 보였다. 또한, Ngo & Taranto(1986)의 연구에서 설탕량이 적으면 전분의 호화온도가 낮아지고, 반죽 내의 수분을 단백질에 빼앗기게 되어 변성을 촉진시키므로, 굽기 동안 부피가 팽창하는 시간이 감소하여 부피가 적어진다는 결과와도 일치하였다.

무게는 대조구(57.23 g)가 가장 낮은 값을 보였으며, 그 다음은 T2(57.83 g), T4(58.00 g), T6(58.03 g), T8(58.50 g) 순으로 타가토스 첨가량이 증가할수록 무게가 높아졌으나 유의적인 차이는 아니었으며, 특히 대조구와 T8은 유의적인 무게 차이를 보였는데, 이러한 증가 경향은 타가토스의 높은 흡습성이 부분적으로 영향을 주었을 것으로 여겨지고, 일정량 이상 첨가될 경우 최종 제품 무게에 영향을 주는 것으로 사료된다.

비용적은 대조구(2.57 mL/g)가 가장 컸으며, T2 2.46 mL/g, T4가 2.40 mL/g, T6이 2.35 mL/g, T8이 2.20 mL/g 순으로서 부피의 경우와 동일하게 타가토스 첨가량이 많아질수록 비용적도 유의적으로 작아졌다( $p < 0.001$ ).

이는 설탕 대체제를 첨가한 스펀지케이크(Ronda *et al* 2005), 자일리톨을 첨가한 머핀(An *et al* 2010)과 자일리톨을 첨가한 식빵(Lee *et al* 2008)의 경우에도 대조군에 비해 실험군의 비용적이 낮았다는 보고와 일치하는 결과이다. 한편, Heo *et*

**Table 2. The physical properties of the muffins prepared with different tagatose contents**

Sample	Volume (mL)	Weight (g)	Specific volume (mL/g)	Loss rate (%)	Height (cm)
T0	147.00±2.65 <sup>d</sup>	57.23±0.67 <sup>a</sup>	2.57±0.04 <sup>d</sup>	18.23±0.97 <sup>b</sup>	6.07±0.06 <sup>c</sup>
T2	142.00±2.00 <sup>c</sup>	57.83±0.23 <sup>ab</sup>	2.46±0.04 <sup>c</sup>	17.40±0.35 <sup>ab</sup>	6.03±0.06 <sup>c</sup>
T4	139.17±1.04 <sup>bc</sup>	58.00±0.36 <sup>ab</sup>	2.40±0.01 <sup>bc</sup>	17.13±0.51 <sup>ab</sup>	5.97±0.06 <sup>bc</sup>
T6	136.50±0.87 <sup>b</sup>	58.03±0.67 <sup>ab</sup>	2.35±0.01 <sup>b</sup>	17.10±0.95 <sup>ab</sup>	5.80±0.20 <sup>ab</sup>
T8	128.67±3.06 <sup>a</sup>	58.50±0.26 <sup>b</sup>	2.20±0.04 <sup>a</sup>	16.43±0.38 <sup>a</sup>	5.70±0.00 <sup>a</sup>
<i>F</i> -value	31.38 <sup>***</sup>	2.75 <sup>NS</sup>	57.18 <sup>***</sup>	2.67 <sup>NS</sup>	7.43 <sup>**</sup>

T0 : Muffin without tagatose.

T2 : Muffin with tagatose 2% for the total amount of sugar.

T4 : Muffin with tagatose 4% for the total amount of sugar.

T6 : Muffin with tagatose 6% for the total amount of sugar.

T8 : Muffin with tagatose 8% for the total amount of sugar.

\*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ , <sup>NS</sup> Not Significant.

<sup>a-d</sup> Means denoted in a column by same letter are not significantly difference.

al(2010)은 내열성이 높은 트레할로스가 굽는 동안 기포에 안정적인 영향을 끼쳐 트레할로스 첨가 머핀의 비용적이 높아졌다는 상반된 결과를 보고하였다.

굽기 손실률은 대조구가 18.23%로 가장 높았으며, 그 다음은 T2(17.40%), T4(17.13%), T6(17.10%), T8(16.43%) 순으로 타가토스 첨가량이 많을수록 굽기 손실률은 적어졌으나, 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 쌀 스펀지케이크에 올리고당을 첨가한 Ju *et al*(2007) 연구에서도 실험군보다 대조구의 굽기 손실률이 높아 본 실험과 동일한 결과를 보였다.

머핀의 높이는 타가토스 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌으나( $p < 0.01$ ), 2%(T2)와 4%(T4)는 대조군과 유의적 차이가 없었다.

## 2) 수분

타가토스를 첨가한 머핀의 수분함량은 29.6~33.0%였으며, Table 3에서 볼 수 있는 바와 같이 8%의 타가토스 첨가 머핀(T8)의 수분함량이 33.01%로, 이는 대조군 및 2~6%의

타가토스 첨가 머핀들보다 유의적으로 높았다( $p < 0.001$ ). 타가토스는 흡습성이 높은 당류로서 8% 정도 대체 시 실제로 수분함량에 영향을 주는 것으로 보인다. Kim *et al*(1995)은 설탕, 이소말토올리고당과 프락토올리고당의 수분보습력 비교 실험 결과에서 설탕 중량의 감소는 1.2%, 이소말토올리고당은 0.75%, 프락토올리고당 0.72%로 설탕이 가장 많이 감소하여 설탕에 비해 수분보습력이 높다는 결과와 본 연구결과는 동일한 경향을 나타내었다.

## 3) 색도

머핀의 껍질과 속질의 색도를 측정된 결과는 Table 4에 나타내었다. 머핀 껍질의 L값은 대조구가 62.46으로 가장 높았으며, 타가토스 첨가량이 4%까지는 45.63으로 유의적으로 낮아졌으나( $p < 0.001$ ), 4~8%까지는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 껍질의 a값은 무첨가군 11.28, 4% 첨가군 11.98로 유사하였으나, 그 이상의 첨가 시 유의적으로 높아져 6%는 13.44, 8%는 17.39로 증가하였다( $p < 0.001$ ). 껍질의 b값은 무첨가군

**Table 3. Moisture contents of the muffins prepared with different tagatose contents**

Sample	T0	T2	T4	T6	T8	<i>F</i> -value
Moisture contents (%)	29.60±0.45 <sup>a</sup>	30.09±0.22 <sup>a</sup>	30.29±0.76 <sup>a</sup>	30.50±0.49 <sup>a</sup>	33.01±0.48 <sup>b</sup>	20.56 <sup>***</sup>

T0 : Muffin without tagatose.

T2 : Muffin with tagatose 2% for the total amount of sugar.

T4 : Muffin with tagatose 4% for the total amount of sugar.

T6 : Muffin with tagatose 6% for the total amount of sugar.

T8 : Muffin with tagatose 8% for the total amount of sugar.

\*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>a,b</sup> Means denoted in a column by same letter are not significantly difference.

Table 4. Color values of the muffins prepared with different tagatose contents

Sample	T0	T2	T4	T6	T8	F-value	
Crust	L	62.46±2.35 <sup>c</sup>	50.44±1.64 <sup>b</sup>	45.63±0.71 <sup>a</sup>	44.16±0.51 <sup>a</sup>	43.17±1.52 <sup>a</sup>	83.54 <sup>***</sup>
	a	11.28±0.30 <sup>a</sup>	11.86±0.17 <sup>a</sup>	11.98±0.20 <sup>a</sup>	13.44±1.05 <sup>b</sup>	17.39±0.29 <sup>c</sup>	69.19 <sup>***</sup>
	b	32.37±3.04 <sup>a</sup>	34.07±1.26 <sup>a</sup>	34.15±0.59 <sup>a</sup>	39.57±2.40 <sup>b</sup>	43.91±1.66 <sup>c</sup>	17.54 <sup>***</sup>
Crumb	L	81.47±0.33 <sup>d</sup>	78.85±0.53 <sup>c</sup>	72.23±0.90 <sup>b</sup>	70.56±1.23 <sup>ab</sup>	69.00±1.95 <sup>a</sup>	68.43 <sup>***</sup>
	a	-2.29±0.09 <sup>a</sup>	-0.15±0.45 <sup>b</sup>	2.36±0.45 <sup>c</sup>	3.52±0.27 <sup>d</sup>	4.29±0.57 <sup>e</sup>	136.04 <sup>***</sup>
	b	32.45±1.35 <sup>a</sup>	33.57±0.53 <sup>ab</sup>	34.64±0.30 <sup>bc</sup>	34.68±0.57 <sup>bc</sup>	35.55±0.23 <sup>c</sup>	8.36 <sup>**</sup>

T0 : Muffin without tagatose.

T2 : Muffin with tagatose 2% for the total amount of sugar.

T4 : Muffin with tagatose 4% for the total amount of sugar.

T6 : Muffin with tagatose 6% for the total amount of sugar.

T8 : Muffin with tagatose 8% for the total amount of sugar.

\*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>a-c</sup> Means denoted in a row by same letter are not significantly difference.

32.37, 2% 첨가군 34.07, 4% 첨가군 34.15로 유의적인 차이를 보이지 않았으나 그 이상의 첨가 시 유의적으로 높아져 6%는 39.57, 8% 첨가군은 43.91로 증가하였다( $p < 0.001$ ). Choi JH(2002)는 타가토스 100%, 타가토스 50%+설탕 50%, 설탕 100%를 첨가한 쿠키의 색도 비교실험에서 타가토스 100%를 첨가한 실험군의 L값이 가장 낮고, a값과 b값은 가장 높게 나타나 타가토스를 식품에 적용할 때에 갈변이 쉽게 일어나므로 지나친 갈변에 주의할 필요성이 있다고 하였다. Ryu *et al*(2003)의 연구에서도 타가토스, 자일로스, 프락투오즈, 글루코오즈, 설탕을 가열하였을 경우의 갈변속도와 색도 비교 실험결과에서 타가토스의 갈변속도가 가장 빠르며, L값이 가장 낮고, a값과 b값은 가장 높아, 타가토스가 갈변반응에 가장 많은 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 그리고 갈변반응에 영향을 많이 끼치는 순서로 타가토스 > 프락투오즈 > 글루코오즈 > 설탕이며, ketose에 속하는 타가토스가 갈변반응이 잘 일어나는 특성을 지니고 있고, 설탕은 구조적으로 aldehyde나 ketone기가 없기 때문에 타가토스에 비하여 갈변반응에 영향을 덜 미치는 것이라 하였다.

속질의 L값은 대조구가 81.47로 가장 높았고, 타가토스 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아져( $p < 0.001$ ) T6와 T8이 70.56과 69.00으로 가장 낮았다. 속질의 a값도 껍질과 동일하게 T8(4.29)이 가장 높아 타가토스 첨가량이 증가할수록 적색도가 높아졌다( $p < 0.001$ ). 속질의 b값도 껍질과 마찬가지로 T8이 35.55로 황색도가 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.01$ ).

결과적으로 타가토스 첨가량이 많을수록 머핀의 껍질과 속질의 L값은 낮아지고, a값과 b값은 높아져 타가토스의 첨가가 껍질과 속질 모두에 영향을 주는 것으로 나타났다. 자일리톨을 첨가한 식빵(Lee *et al* 2008)의 연구에서는 자일리

톨이 메일라드 반응에 크게 관여하지 않는다는 연구결과를 발표하였으며, 자일리톨을 첨가한 머핀(An *et al* 2010)과 트레할로스를 첨가한 머핀(Heo *et al* 2010)의 연구에서는 설탕 대체제의 첨가량이 증가할수록 L값이 높다는 연구결과를 나타내었다. 본 연구를 통하여 자일리톨과 트레할로스와는 달리 타가토스는 제품의 메일라드 반응을 잘 일으킨다는 것을 확인할 수 있었다. 트레할로스는 두 분자의  $\alpha$ -포도당이  $\alpha$ -1, 1-결합으로 연결된 비환원성 이당류로 메일라드 반응이 잘 일어나지 않기 때문인 것으로 보인다.

#### 4) 조직감

머핀은 빵류에 비해 저장기간이 긴 편이므로, 저장기간 동안의 조직감 측정을 통해 제품의 품질 변화를 알아보기 위하여 타가토스를 첨가한 머핀을 1일, 3일, 5일째의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)을 측정한 결과는 Table 5와 같다.

경도의 경우, 제조 1일째는 타가토스 첨가량이 4%까지는 대조구(254.17)와 차이를 보이지 않았으나, 6%와 8% 첨가 머핀은 경도가 유의적으로 높아졌다( $p < 0.01$ ). 이는 타가토스가 설탕보다 용해도가 낮아(Roh *et al* 1999) 반죽 시, 결정형태로 남아 경도를 증가시킨 것으로 추측되어진다. 제조 3일째와 5일째는 대조구와 실험군 간의 유의적인 차이가 있었으며, 모든 시료의 경도는 저장기간이 길어질수록 유의적으로 높아졌고( $p < 0.001$ ), 대조구의 경도가 가장 낮게 측정되었다.

An *et al*(2010)의 자일리톨 첨가 머핀과 Lee *et al*(2008)의 자일리톨 첨가 식빵에서도 자일리톨 함량이 증가함에 따라 경도가 증가하는 경향을 보였으며, 이는 자일리톨이 전분의 호화를 지연시킨 결과로 추측된다.

Table 5. Texture profile analysis parameter of the muffin prepared with different tagatose contents during storage

Sample	Storage periods			F-value	
	1day	3day	5day		
Hardness (g)	T0	<sup>A</sup> 254.17±18.42 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 349.33±12.91 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 585.60±26.85 <sup>a</sup>	213.68 <sup>***</sup>
	T2	<sup>A</sup> 261.13± 7.82 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 382.77±16.09 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 636.53±15.60 <sup>b</sup>	585.77 <sup>***</sup>
	T4	<sup>A</sup> 275.87± 8.63 <sup>ab</sup>	<sup>B</sup> 383.77±15.94 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 659.07± 7.82 <sup>b</sup>	901.50 <sup>***</sup>
	T6	<sup>A</sup> 286.43±14.89 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 408.90± 8.58 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 691.77±10.64 <sup>c</sup>	951.92 <sup>***</sup>
	T8	<sup>A</sup> 296.83± 6.17 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 441.67± 8.27 <sup>d</sup>	<sup>C</sup> 714.53± 4.60 <sup>c</sup>	3,174.37 <sup>***</sup>
	F-value	6.30 <sup>**</sup>	21.53 <sup>***</sup>	32.46 <sup>***</sup>	
Springiness (%)	T0	<sup>B</sup> 1.58± 0.04	<sup>C</sup> 1.74± 0.12 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 0.99± 0.01	94.84 <sup>***</sup>
	T2	<sup>B</sup> 1.55± 0.02	<sup>B</sup> 1.60± 0.03 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 0.96± 0.05	284.38 <sup>***</sup>
	T4	<sup>B</sup> 1.53± 0.03	<sup>B</sup> 1.54± 0.02 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 0.94± 0.09	120.92 <sup>***</sup>
	T6	1.46± 0.40	1.00± 0.01 <sup>a</sup>	0.92± 0.10	4.50 <sup>NS</sup>
	T8	<sup>B</sup> 1.36± 0.32	<sup>AB</sup> 0.98± 0.01 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0.81± 0.13	6.13 <sup>*</sup>
	F-value	0.41 <sup>NS</sup>	127.92 <sup>***</sup>	1.88 <sup>NS</sup>	
Cohesiveness (%)	T0	<sup>C</sup> 0.39± 0.01 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 0.28± 0.03 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 0.23± 0.02 <sup>a</sup>	54.60 <sup>***</sup>
	T2	<sup>C</sup> 0.42± 0.01 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 0.32± 0.02 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 0.26± 0.02 <sup>ab</sup>	117.60 <sup>***</sup>
	T4	<sup>B</sup> 0.44± 0.02 <sup>bc</sup>	<sup>A</sup> 0.33± 0.04 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 0.28± 0.03 <sup>b</sup>	24.56 <sup>**</sup>
	T6	<sup>C</sup> 0.45± 0.01 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 0.35± 0.01 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 0.30± 0.02 <sup>bc</sup>	115.46 <sup>***</sup>
	T8	<sup>C</sup> 0.51± 0.01 <sup>d</sup>	<sup>B</sup> 0.41± 0.01 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 0.34± 0.03 <sup>c</sup>	81.91 <sup>***</sup>
	F-value	48.69 <sup>***</sup>	15.30 <sup>***</sup>	10.29 <sup>**</sup>	
Gumminess (g)	T0	<sup>A</sup> 103.15± 0.78 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 113.62± 2.28 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 131.68± 4.61 <sup>a</sup>	69.30 <sup>***</sup>
	T2	<sup>A</sup> 108.72± 5.06 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 121.65± 2.49 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 166.36±12.20 <sup>b</sup>	45.58 <sup>***</sup>
	T4	<sup>A</sup> 118.94± 3.14 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 136.66± 2.00 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 182.41± 3.57 <sup>c</sup>	362.76 <sup>***</sup>
	T6	<sup>A</sup> 126.03± 3.52 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 165.12± 1.62 <sup>d</sup>	<sup>C</sup> 187.68± 6.89 <sup>c</sup>	140.25 <sup>***</sup>
	T8	<sup>A</sup> 136.64± 0.20 <sup>d</sup>	<sup>B</sup> 183.59± 2.97 <sup>e</sup>	<sup>C</sup> 202.33± 0.66 <sup>d</sup>	1,108.50 <sup>***</sup>
	F-value	55.47 <sup>***</sup>	486.71 <sup>***</sup>	47.32 <sup>***</sup>	
Chewiness (g)	T0	<sup>B</sup> 142.52± 6.56 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 102.38±11.49 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 133.68± 1.78 <sup>a</sup>	22.45 <sup>**</sup>
	T2	<sup>B</sup> 160.48± 6.23 <sup>ab</sup>	<sup>A</sup> 139.57± 3.21 <sup>b</sup>	<sup>AB</sup> 149.50±11.64 <sup>b</sup>	5.33 <sup>*</sup>
	T4	175.66±14.39 <sup>bc</sup>	165.17± 1.62 <sup>c</sup>	171.85± 7.42 <sup>c</sup>	0.97 <sup>NS</sup>
	T6	<sup>A</sup> 187.26± 4.81 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 200.05± 3.89 <sup>d</sup>	<sup>A</sup> 188.51± 0.80 <sup>d</sup>	11.48 <sup>**</sup>
	T8	<sup>A</sup> 211.11±13.54 <sup>d</sup>	<sup>B</sup> 256.30± 7.68 <sup>e</sup>	<sup>A</sup> 206.19±10.65 <sup>c</sup>	19.31 <sup>**</sup>
	F-value	20.58 <sup>***</sup>	236.76 <sup>***</sup>	41.37 <sup>***</sup>	

T0 : Muffin without tagatose.

T2 : Muffin with tagatose 2% for the total amount of sugar.

T4 : Muffin with tagatose 4% for the total amount of sugar.

T6 : Muffin with tagatose 6% for the total amount of sugar.

T8 : Muffin with tagatose 8% for the total amount of sugar.

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ , <sup>NS</sup> Not significant.<sup>a~d</sup> Means denoted in a column by same letter are not significantly difference.<sup>A~C</sup> Means denoted in a row by same letter are not significantly difference.

탄력성의 경우, 제조 1일째에 대조구가 1.58로 가장 높았으나, 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 3일째, 대조구(1.74)의 탄력성이 가장 높았으며, 타가토스 첨가량이 많을수록 탄력성은 유의적으로 낮았다( $p<0.001$ ). 5일째에도 대조구(0.99)가 가장 높았으나, 시료 간에 유의적인 차이는 없었다. 제조 1일째보다 3일째에 구의 탄력성은 유의적으로 높아졌으나( $p<0.001$ ), 타가토스 첨가군은 유의적인 차이가 없었고 제조 5일째는 무첨가군, 2% 첨가군과 4% 첨가군이 유의적으로 감소하였다. 이는 탄력성이 전반적으로 3일까지는 유의적 변화가 없이 유지되었으나, 5일째에는 탄력성이 떨어지는 경향을 보였다.

응집성의 경우, 제조 1일, 3일과 5일째에 타가토스 첨가량이 가장 많은 T8이 가장 높은 수치를 보였으며, 대조구가 유의적으로 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 저장기간이 길어질수록 모든 머핀의 응집성은 유의적으로 점차 감소하였으며, 타가토스 첨가량이 많을수록 응집성은 높아졌다.

검성 역시 제조 1일, 3일과 5일째에 T8이 가장 높았으며, 대조구가 유의적으로 가장 낮았다( $p<0.001$ ). 저장기간이 길어질수록, 타가토스 첨가량이 증가할수록 머핀의 검성은 유의적으로 높아져 탄력성의 경우와 유사하였다.

씹힘성의 경우, 제조 1일째는 T8이 211.11로 가장 높은 수치를 나타내었으며, 대조구가 142.52로 가장 낮았다. 대조구( $p<0.01$ )와 T2( $p<0.05$ )는 제조 1일째보다 3일째 낮아지다가 제조 5일째에 높아졌으며, T4는 저장기간에 따른 유의적인 차이는 없었다. T6과 T8은 제조 1일째보다 3일째에 높아지다가 5일째는 1일째 수준으로 낮아졌다( $p<0.01$ ). 씹힘성은 타가토스 첨가량이 증가할수록 높아졌고 전반적으로 제조 5일째에 제조 1일째 수준으로 낮아졌다.

결과적으로 대조구가 가장 부드러우며 탄력적이었고, 실험군 중에서는 타가토스 첨가량이 가장 적은 T2가 가장 부드러우며 탄력적이었다. 그리고 저장기간이 길어질수록 모든 시료의 경도, 검성 및 씹힘성의 수치는 높아지고, 탄력성과 응집성의 수치는 낮아져 단단하였다.

## 2. 관능평가

타가토스의 최적 첨가량을 알아보기 위해 머핀의 외관(appearance), 색(color), 조직감(texture), 풍미(flavor), 맛(taste), 전체적인 기호도(overall acceptance)의 항목에 대해 7점 척도로 관능검사를 실시한 결과는 Table 6과 같다.

외관은 T2(6.08) > 대조구(5.16) > T4(4.46) > T6(3.41) > T8(2.65) 순으로 T2를 유의적으로 가장 선호하였다( $p<0.001$ ).

색은 타가토스 2% 첨가군에 대한 선호도가 가장 높았고, 타가토스 첨가량이 많은 T6, T8은 4% 첨가군과 타가토스를 첨가하지 않은 대조구보다 낮았다( $p<0.001$ ).

조직감은 2%와 4%의 타가토스를 첨가한 시료의 조직감에 대한 관능평가 점수는 각각 4.95점과 4.70점으로 5.32점의 대조구와 유의적 차이는 없었으나, 6%와 8% 첨가 시에는 각각 3.27점과 2.35점으로 유의적으로 낮았다( $p<0.001$ ).

풍미는 T2(5.22) = 대조구(5.03) = T4(4.68) > T6(3.19) > T8(2.68) 순으로 T2가 높았으나, 대조구, T4와는 유의적인 차이가 없었고, 타가토스 첨가량이 증가할수록 낮아졌다. 풍미 역시 조직감과 평가 점수 및 양상이 매우 유사하였는데, 즉, 대조군과 2% 및 4%의 타가토스를 첨가한 시료는 5.22~4.68점으로 4%까지는 풍미에 영향을 주지 않은 것으로 나타났으며, T6와 T8은 3.19와 2.68로 유의적으로 낮았다( $p<0.001$ ).

맛은 타가토스 2% 첨가군이 5.51로 가장 좋았으며, 타가토

Table 6. Sensory evaluation of the muffins prepared with different tagatose contents

Sample	Appearance	Color	Texture	Flavor	Taste	Overall acceptance
T0	5.16±1.50 <sup>d</sup>	4.78±1.44 <sup>c</sup>	5.32±1.58 <sup>c</sup>	5.03±1.86 <sup>b</sup>	4.54±2.09 <sup>b</sup>	4.95±1.53 <sup>b</sup>
T2	6.08±1.26 <sup>e</sup>	6.43±0.83 <sup>d</sup>	4.95±1.43 <sup>c</sup>	5.22±0.98 <sup>b</sup>	5.51±1.10 <sup>c</sup>	6.22±0.92 <sup>c</sup>
T4	4.46±1.45 <sup>c</sup>	4.84±1.17 <sup>c</sup>	4.70±1.00 <sup>c</sup>	4.68±1.51 <sup>b</sup>	4.89±1.26 <sup>bc</sup>	4.78±1.46 <sup>b</sup>
T6	3.41±1.44 <sup>b</sup>	3.54±1.02 <sup>b</sup>	3.27±1.43 <sup>b</sup>	3.19±1.00 <sup>a</sup>	3.49±1.35 <sup>a</sup>	3.31±1.25 <sup>a</sup>
T8	2.65±1.72 <sup>a</sup>	2.81±1.39 <sup>a</sup>	2.35±1.09 <sup>a</sup>	2.68±1.16 <sup>a</sup>	2.92±1.40 <sup>a</sup>	2.73±1.69 <sup>a</sup>
F-value	31.48 <sup>***</sup>	50.24 <sup>***</sup>	33.37 <sup>***</sup>	27.03 <sup>***</sup>	18.79 <sup>***</sup>	36.60 <sup>***</sup>

T0 : Muffin without tagatose.

T2 : Muffin with tagatose 2% for the total amount of sugar.

T4 : Muffin with tagatose 4% for the total amount of sugar.

T6 : Muffin with tagatose 6% for the total amount of sugar.

T8 : Muffin with tagatose 8% for the total amount of sugar.

\*\*\*  $p<0.001$ .

<sup>a-c</sup> Means denoted in a column by same letter are not significantly difference.

스 4% 첨가군 T4(4.89)와 유의적인 차이가 없었고, 타가토스 첨가량이 많은 T6(3.49)과 T8(2.92)은 타가토스를 첨가하지 않은 대조구보다 유의적으로 낮았다( $p<0.001$ ).

전체적인 기호도는 타가토스 2% 첨가군인 T2가 6.22로 가장 높았으며, T2에 비해 대조구, T4, T6과 T8은 유의적으로 낮았고, 타가토스 첨가량이 가장 많은 T8이 가장 낮았다( $p<0.001$ ).

결과적으로 타가토스 2% 첨가군인 T2의 관능검사 결과에서 조직감과 향은 타가토스를 첨가하지 않은 대조구와 유의적인 차이가 없었으며, 외관, 색, 맛과 전체적인 기호도는 대조구에 비해 유의적으로 높았다.

### 요약 및 결론

타가토스 첨가량을 달리하여 제조한 머핀의 품질 특성과 관능평가에 대한 결과, 부피와 비용적은 대조구가 유의적으로 가장 컸으며, 타가토스 첨가량이 많아질수록 부피가 유의적으로 작아졌다( $p<0.001$ ). 굽기 손실률과 높이는 대조구가 가장 높았으나, 굽기 손실률은 유의적인 차이가 없었으며, 높이는 타가토스 첨가량이 증가할수록 낮았다( $p<0.01$ ). 수분함량은 T8가 대조구, T2, T4와 T6의 타가토스 첨가 머핀들보다 유의적으로 높았다( $p<0.001$ ). 머핀의 겉질과 속질의 타가토스 첨가량이 많을수록 머핀의 겉질과 속질의 L값은 낮아지고, a값과 b값은 높아져, 타가토스의 첨가가 머핀의 겉질과 속질 모두에 영향을 주는 것으로 나타났다. 겉질의 L값은 타가토스 무첨가군인 대조구가 유의적으로 가장 높았으며, a값과 b값은 타가토스 8% 첨가군인 T8이 유의적으로 높았고( $p<0.001$ ), 속질의 L값 역시 대조구가 유의적으로 가장 높았으며, a값과 b값은 T8이 유의적으로 높았다. 조직감에서 대조구가 가장 낮아 부드러우며 탄력적이었고, 실험군 중에서는 타가토스 첨가량이 가장 적은 T2가 가장 부드러우며 탄력적이었다. 그리고 저장기간이 길어질수록 모든 시료의 경도, 점성 및 씹힘성의 수치는 높아지고, 탄력성과 응집성의 수치는 낮아져 단단하였다. 관능평가는 타가토스를 첨가하지 않은 대조구보다 타가토스 2% 첨가군인 T2의 외관, 색, 조직감, 풍미, 맛과 전체적인 기호도가 가장 높았으나, 조직감, 풍미와 맛에서는 T2가 대조구, T4와는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

본 연구 결과에서 실험군 중에서 타가토스 2% 첨가한 머핀의 물리적 특성이 가장 좋았으며, 관능평가에서도 타가토스 2% 첨가군인 T2의 조직감과 향은 대조구와 유의적인 차이가 없었으나, 외관, 색, 맛과 전체적인 기호도는 대조구에 비해 유의적으로 높아 타가토스 최적의 첨가량은 2%가 가장 좋은 것으로 나타났다. 설탕대체제로 전체 설탕량에서 대체

되는 양이 2%로 적은 양에 불과한 것은 타가토스의 메일라드 반응이 활발하게 일어나므로, 제품의 색에 큰 영향을 미치지 때문에 대체되는 양을 많이 증가시킬 수 없는 연구의 한계점이 있다. 향후 타가토스 첨가량을 늘리면서 메일라드 반응을 감소시킬 수 있는 연구가 필요하다고 보아진다. 그러나 타가토스는 설탕과 유사한 단맛을 가지며, 저칼로리, 저혈당 지수, 다양한 기능성을 가진 설탕 대체제로서 제과품목에만 국한하지 않고, 제빵이나 아이스크림 등 다양한 식품 분야에서의 이용 가능성을 확대할 필요가 있을 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 논문은 2013년 수원여자대학교 연구비 지원을 받아 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

### REFERENCE

- Ahn CS, Yuh CS (2004) Sensory evaluations of the muffins with mulberry leaf powder and their chemical characteristics. *J East Asian Soc Dietary Life* 14: 576-581.
- An HL, Heo SJ, Lee KS (2010) Quality characteristics of muffins with xylitol. *Korean J Culinary Research* 16: 307-316.
- Bae HJ, Ryu BM, Woo KS, Seo MC, Kim CS (2012) Quality characteristics of muffins added with whole waxy sorghum flour. *Korean J Food Cookery Sci* 28: 473-478.
- Buemann B, Toubro S, Astrup A (1999) Human gastrointestinal tolerance to D-tagatose. *Regul Toxicol Pharmacol* 29: 71-77.
- Choi JH (2002) Biological production and application of a functional sweetener, tagatose. Tong Yang Confectionary Corp, Korea. pp 38-45.
- Chung WG, Lee JH (2010) Batter and product characteristics of sponge cake containing sugar alcohols. *Korean J Culinary Research* 16: 305-311.
- Doerry W (1995) Baking Technology. *Controlled Baking*, AIB Mahattan. pp 208-209.
- Heo SJ, An HL, Lee KS (2010) Physical properties and sensory evaluation of muffins with trehalose. *Korean J Culinary Research* 16: 13-23.
- Hui YH (2006) Bakery Products Science and Technology. Blackwell Publishing England and Wales. p 503.
- Joo NM, Lee SM, Jeong HS, Park SH, Jung AR, Ryu SY, Lee JH, Jung HA (2008) The optimization of muffin with

- yam powder using response surface methodology. *Korean J Food Culture* 23: 243-251.
- Ju JE, Byon KE, Lee KA (2007) The effects of oligosaccharides on the quality characteristics of rice flour sponge cakes. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 530-536.
- Kang HJ, Park JD, Lee HY, Kum JS (2012) Quality characteristics of muffin added with rice bran. *Korean J Food Preserv* 19: 681-687.
- Kang KM, Park CS, Lee SH (2013) Effects of d-tagatose on the growth of intestinal microflora and the fermentation of yogurt. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 348-354.
- Kim CS, Lee YS (1997) Characteristics of sponge cakes with replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar alcohols. *Korean J Soc Food Sci* 13: 204-212.
- Kim DH, Kang CS (2012) Qualitative characteristics of muffins prepared with freeze dried lotus root powder. *J Hotel & Resort* 11: 5-15.
- Kim EJ, Lee JH (2012) Qualities of muffins made with jujube powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1792-1799.
- Kim HY, Seo HI, Ko JY, Song SB, Kim JI, Lee JS, Jung TW, Kim KY, Kwak DY, Oh IS, Kim CS, Jeong HS, Woo KS (2012) Physicochemical characteristics of the muffins added glutinous and non-glutinous sorghum(*Sorghum bicolor* L. Moench) powder. *Korean J Food Nutrition* 25: 490-498.
- Kim JH (2006). Study on equilibrium shift of d-galactose to d-tagatose conversion by using membrane selectivity of cell including l-arabinose isomerase. *MS Thesis* Sejong University, Seoul. pp 1-4.
- Kim JH, Kim JH, Yoo SS (2008) Impacts of the proportion of sea-tangle on quality characteristics of muffin. *Korean Soc Food Cook Sci* 24: 565-572.
- Kim JR, Kwon HK, Hong SY, Park CK, Park KH (1995) Physical and physiological properties of isomaltooligosaccharides and fructooligosaccharides. *Korean J Food Sci Technol* 27: 170-175.
- Kim KH, Lee SY, Yook HS (2009) Quality characteristics of muffins prepared with flowering cheery(*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.) fruit powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 750-756.
- Lee SJ, Paik JE, Han MR (2008) Effect of xylitol on bread properties. *Korean J Food Nutrition* 21: 56-63.
- Lee YS, Chung HJ (2013) Quality characteristics of muffins supplemented with freeze-dried apricot powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 957-963.
- Livesey G, Brown JC (1996) D-tagatose is a bulk sweetener with zero energy determined in rats. *J Nutr* 126: 1601-1609.
- Ngo WH, Taranto MV (1986) Effect of sucrose level on the rheological properties of cake batter. *Cereal Foods World* 34: 317-321.
- Roh HJ, Kim SY, Kim SS, Oh DK, Han KY, Noh BS (1999) Physicochemical properties of a low calorie sweetener, tagatose. *Korean J Food Sci Technol* 31: 24-29.
- Roh HJ, Kim SY, Noh BS, Kim SS, Oh DK (1998) Application of a low calorie sweetener, tagatose, to chocolate product. *Korean J Food Sci Technol* 30: 237-240.
- Ronda F, Gomez M, Blanco CA, Caballero PA (2005) Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry* 90: 549-555.
- Ryu SY, Roh HJ, Noh BS, Kim SY, Oh DK, Lee WJ, Yoon JR, Kim SS (2003) Effects of various sugars including tagatose and their molar concentration on the Maillard browning reaction. *Korean J Food Sci Technol* 35: 898-904.
- Shin J. H, Ryu SY, Lee SM, Jeong HS, Paj JE, Joo NM (2008) Optimization of formulation condition for muffins with added broccoli powder. *Korean J Food Culture* 23: 621-628.

---

Date Received	Oct. 31, 2014
Date Revised	Dec. 11, 2014
Date Accepted	Dec. 26, 2014