J East Asian Soc Dietary Life
25(1): 176~182 (2015)
http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2015.2.25.1.176

설탕과 타가토스를 사용하여 제조한 머핀의 저장기간에 따른 물리적 특성 연구

황자영[1] · 김영재[2] · 이선미[3†]

[1]동남보건대학교 식품영양학과, [2]CJ 제일제당 소재 연구소, [3]경일대학교 식품과학부

Studies on the Physical Characteristics of Muffins with Tagatose and Sugar during Storage

Ja-Young Hwang[1], Young-Jae Kim[2] and Sun-Mee Lee[3†]

[1]Dept. of Food and Nutrition, DongNam Health University, Suwon 440-714, Korea,
[2]Food Ingredients R&D Center, CJ CheilJedang Corporation, Seoul 152-866, Korea
[3]Div. of Food Science, Kyungil University, Gyeongsan 712-701, Korea

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the characteristics of muffin made with tagatose which substituted sugar. Moisture contents were measured and Texture Profile Analysis was carried out during 3 day storage. 3 types of muffin, T0 (no tagatose added, sugar was the only sweet taste source), T25 (tagatose : sugar = 25:75(w/w), and T50 (tagatose : sugar = 50:50(w/w) were prepared. As the tagatose contents increased, the Maillard reaction proceeded more, so the color of the muffin crust was darker. Moisture contents of muffins decreased during storage, up to 2 days of storage, moisture contents of T25 and T50 were higher significantly, but at the 3rd day of storage, no differences were detected among samples. In the texture profile analysis, hardness, chewiness and fracturability were higher as the tagatose contents increased. Springiness and cohesiveness did not show any differences between T0 and T25 significantly. In the sensory evaluation, T0 got the lower points on the crust color value, but the crust colors were not significantly different among samples. Other characteristics like crumb color, moistness, sweetness, flavor and overall acceptance were not different significantly. As a result, when synbiotic and low-calorie tagatose was partly added to muffin up to 50 % as sugar substitute, overall qualities of those muffins were not different with only sugar added ones, even moisture contents were higher but color was a little bit darker, so tagatose can be used on making healthy muffins successfully.

Key words : muffin, tagatose, texture profile analysis, sugar, sensory evaluation

서 론

최근 식생활과 건강에 대한 관심 고조로 각종 건강 기능성 식품이 출시되고, 만성질환 예방 및 완화를 목적으로 다양한 식품들이 이용되고 있는데, 대표적인 만성질환 중 하나인 당뇨병 환자의 수는 지속적으로 늘어나고 있다. 대한당뇨병학회의 2012년도 보고서(KDA 2012)에 의하면 우리나라 30세 이상 성인의 당뇨병 유병률은 10.1%이며, 성인 10명 중 2명이 당뇨병 전단계(공복혈당장애 유병률 19.9%)의 상태에 있다. 이에 혈당지수가 낮거나 저칼로리 설탕 대체품에 대한 요구는 매우 높으며, oligosaccharides, trehalose, xylose, stevioside 등의 다양한 설탕 대체 감미료 시장이 활성화되었다. Kim JH(2013)은 기능성 감미료를 칼로리 저하를 위한 대체 감미료로 설탕 단맛의 수십 배에서 수천 배에 달하는 고감미 감미료인 saccharine, aspartame, acesulfame K, sucralose, alitame 등의 합성감미료와 Steviol glycoside(스테비아), α-Glucosylatedstevioside(Stevia), Glycyrrhizin(감초), Thaumatin(*Thaumatococcus daniellii* Benth), Mogroside(나한과) 등의 천연 감미료, 충치예방을 위한 sugar alcohol, palatinose, trehalose, 질병예방을 위한 저혈당 감미료를 소개하였다.

이들 감미료를 이용한 식품제조 연구가 많이 이루어져 있는데, Hwang & Tai(2014)는 올리고당과 당알콜을 이용하여 아로니아잼 제조에 관한 연구를 하였고, Ryu *et al*(2012)은 대체감미료 사용이 백설기의 이화학적 · 관능적 특성 및 저장 중 경도변화에 미치는 영향에 대해, Bae & Lee(2013)은 스테비오사이드 함유 감미료 첨가 김치의 품질특성, Kim & Lee (2012)는 프락토올리고당, 자일리톨, 에리스리톨, 스테비오시드를 첨가한 양갱 제조, Song *et al*(2012)은 감미료의 종류를 달리한 데리야끼 소스의 품질 특성에 관한 연구를 하였고, Furtado & Bolini(2014)은 열대과일 주스에 설탕과 다른

† **Corresponding author :** Sun-Mee Lee, Tel :+82-53-600-5743, Fax : +82-53-600-5749, e-mail: good@kiu.kr

감미료를 사용한 경우 비교 연구, Marioti & Alamprese(2012)는 다양한 감미료가 반죽의 기계적, 물성적 특징에 미치는 영향에 대해 연구하였다.

타가토스(tagatose)는 C-4의 위치에서 과당의 epimer인 단당류로(Fig. 1), 카카오 나무(*Sterculia setigera*)의 검 추출물의 구성성분이며, *Rocella* species의 지의류(lichen)에 있는 올리고당의 구성성분으로도 발견된다. 과일, 우유, 치즈 등에도 존재하는 천연 당류로 백색, 무취의 비흡습성 결정체이고, 구조는 Fig. 1과 같으며(Walters DE 2013), 산업적으로는 유당을 포도당과 갈락토스로 가수분해한 뒤, 갈락토스를 원료로 하여 칼슘과 함께 알칼리 조건 하에서 L-arabinose isomerase에 의해 효소 전환법으로 생산된다. 설탕과 거의 같은 정도의 단맛을 나타내나, 설탕이 4 kcal/g의 열량을 내는 데 비해 타가토스는 1.5 kcal/g으로 설탕의 38%의 저열량을 내며, 혈당지수가 3으로 낮고, 충치 유발의 가능성이 낮은 건강에 도움을 주는 유익한 물질이다. 식품에서는 감미료, 텍스쳐라이져, 안정제, 습윤제 등의 식품첨가제로 사용된다.(FAO 2004)

또한 타가토스는 prebiotics와 probiotics의 조합인 synbiotics의 특징을 나타내어 장내 유용균총의 성장 촉진에 상승효과를 나타내고, 이들의 probiotic 작용을 증진시킨다(Koh *et al* 2013). 2001년부터 미국 FDA에서 GRAS(Generally Recognized As Safe)로 식품에 사용 가능하게 되었으며, 2004년에 WHO의 JECFA, 2006년부터는 EU에서 식품에 사용이 허가되었다.

현재까지 타가토스의 식품 첨가에 대한 연구는 음료수에 관한 것이 주를 이루고(Bell 2015), 대부분의 연구는 타가토스의 생물학적 제조법에 관해 이루어졌다(Cheetham & Wootton 1993; Rhimi *et al* 2011; Men *et al* 2014).

간식으로 흔히 먹는 식품 중 하나인 머핀은 제조 시 설탕이 상당량 포함되어 당뇨병 환자나 칼로리를 걱정하는 소비자들에게는 문제가 될 수 있어, 최근 설탕 대체 감미료를 첨가한 머핀 제조에 관한 연구가 많이 이루어지고 있다. Heo *et al*(2010)과 Martínez-Cervera *et al*(2012)의 트레할로스를 첨가한 머핀의 물리적 특성 및 관능평가에 대한 연구, Martínez-Cervera *et al*(2014)의 polyol로 대체한 머핀제조 시 물성학적 특성, 조직감, 기호도 등에 대해 연구, Zahn *et al*(2013)의 rebaudioside A와 식이섬유를 설탕의 일부로 대체하여 제조한 머핀 연구를 하였다.

본 연구에서는 설탕에 비해 혈당 증가율이 낮고, synbiotics 효과가 있는 타가토스를 머핀에 설탕의 일부로 대체하여 제조하고, 3일간 저장하면서 품질 특성과 저장시의 변화에 대해 알아보았다.

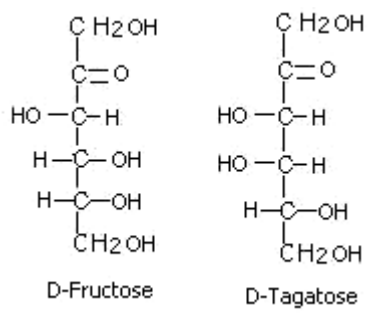

Fig. 1. Structures of D-fructose and D-tagatose.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 방법

본 실험에 사용된 재료는 타가토스(CJ, 백설), 밀가루(중력분, 큐원), 설탕(큐원), 버터(서울우유), 달걀, 물, 전지분유(서울우유), 베이킹 파우더(성진), 소금(대상)이었다.

2. 머핀의 제조

머핀은 Heo *et al*(2010)의 방법을 변형하여 재료의 배합비율을 Table 1과 같이 제조하였다. 예비 실험을 통해 타가토스의 양은 전체 설탕 대비 0%(T0), 25%(T25), 50%(T50)로 대체하여 첨가하였다. 밀가루, 전지분유, 베이킹 파우더를 체에 쳐 믹싱볼에 담고, 여기에 설탕, 타가토스, 소금을 넣은 뒤 스탠드 믹서기(5KPM50, Kitchen Aid, USA) 2의 속도로 1분간 잘 섞었다. 그 후 버터와 달걀을 넣고, 스탠드 믹서기 4의 속도로 1분 30 초 동안 믹싱한 후, 물을 붓고 1분간 더 섞어주었다. 12구 머핀 팬(70 × 53 × 43, 윗지름(mm) × 아랫지름(mm) × 높이(mm))에 유산지를 깔고 반죽을 70 g 씩 취하여 부은 뒤 200℃로 예열한 오븐에서 25분간 구웠다. 구워진 머

Table 1. Muffin formulations containing different amounts of tagatose (g)

	Sample		
	T0	T25	T50
Flour	100	100	100
Sucrose	60	45	30
Tagatose	0	15	30
Butter	30	30	30
Eggs	30	30	30
Milk powder	7.5	7.5	7.5
Baking powder	5	5	5
Salt	1.25	1.25	1.25
Water	60	60	60

핀을 실온에서 식힘망 위에서 한 시간 식힌 뒤 제조 당일 시료로 사용하였고, 나머지 머핀은 지퍼 백에 담은 뒤 20℃ 일반 항온기(C-IN, 창신과학, 한국)에 3일간 저장하면서 시료로 사용하였다. 예비 실험 결과 3일이 경과하면서 머핀의 경화가 심하여 섭취에 바람직하지 않아 저장기간은 3일로 진행하였다. 머핀의 제조과정은 Fig. 2와 같다.

3. 타가토스를 첨가하여 제조한 머핀의 물리적 특성

1) 수분 함량 측정

머핀의 내부 중심부에서 시료를 약 3 g 취하여 105℃ 오븐(HB-502M, 한백, 한국)에서 상압 가열 건조법을 이용하여 제조 당일 시료의 수분 함량을 측정하였고, 20℃의 항온기에 3일간 저장하면서 매일 각각의 수분 함량을 측정하였다.

2) 색도 측정

머핀의 위층 표면과 내부 단면 색도 측정은 분광측색계(Spectrophotometer, Minolta, CR 2500d, Tokyo, Japan)를 이용하였다. 표준 백색판을 이용하여 calibration한 후, L 값은 0(검정색)에서 100(흰색)까지, a값(적색도)은 −80(녹색)에서 100(적색)까지, b값(황색도)은 −70(청색)에서 70(황색)까지의 범위에서 측정하였다.

3) 머핀의 물성 측정

머핀의 물성은 머핀 내부를 30 mm × 30 mm × 30 mm 로 잘라 rheometer(Compac-100, Sun Sci. Co. Ltd, Tokyo, Japan)를 이용하여 2회 연속 압착하여 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 부서짐성(fracturability)을 측정하였다. 측정조건은 Table 2와 같았고, 시료당 3회 반복 측정하여 평균치를 표시하였다.

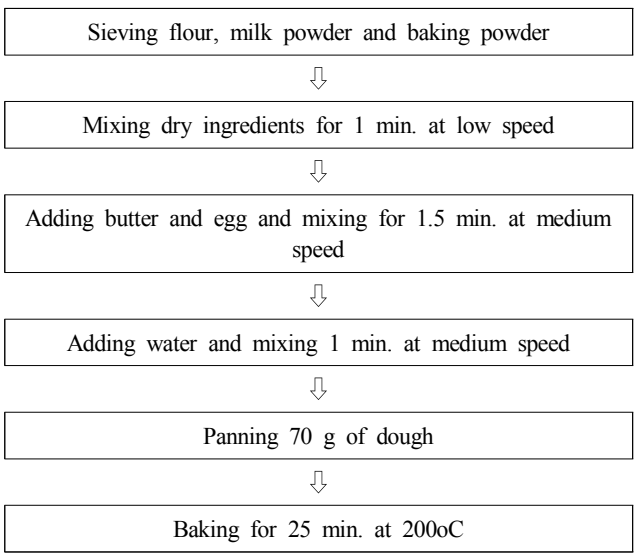

Fig. 2. Procedure of muffin baking.

4. 머핀의 관능검사

대학교 교직원 15명을 대상으로 설탕과 타가토스의 첨가량을 달리한 세 종류의 머핀에 대해 관능검사를 실시하였다. 타가토스 함량이 다른 세 종류의 머핀을 각각 1개씩 제공하였고, 9점 척도법을 이용하여 껍질의 갈변도(crust color), 내부 갈변도(crumb color), 단면의 부드러운 정도(cross-section softness), 촉촉한 정도(moistness), 강도(hardness), 단맛(sweetness), 쓴맛(bitterness), 냄새(flavor), 전체적 기호도(overall acceptance)에 대해 조사하였다.

5. 통계분석

설탕과 타가토스 함량을 달리하여 제조한 머핀의 특성 실험은 모두 세 번 반복하여 실시하였으며, 결과는 SPSS 통계 package program(Statistical package social science, Version 12.0 Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차 값으로 나타내었으며, 측정값 사이의 유의성은 Duncan's multiple range test로 검정하였다($p<0.05$).

결론 및 고찰

1. 수분 함량의 변화

타가토스의 함량을 달리한 머핀을 제조하여 저장기간에 따른 수분 함량의 변화를 측정하였으며, 그 결과는 Table 3에 나타낸 바와 같다. 수분 함량은 모든 실험군에서 저장기간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 각 저장기간별로 실험군에 따른 수분 함량을 분석해 보면 0일째 설탕의 일부를 타가토스로 대체한 T25와 T50의 수분 함량이 T0에 비해 유의적으로 높게 분석되었는데, 이는 Roh *et al*(1999)의 연구에서 나타난 바와 같이 타가토스의 흡습도가 설탕에 비해 높기 때문인 것으로 생각되었다. 이러한 흡습도에 따른 차이는 저

Table 2. Instrumental setting for the texture profile analysis

Option	Texture profile analysis
Plunger diameter	10 mm
Table speed	120 mm/min
Deformation	30 %
Load cell	2 kg
Sample-adapter distance	0.50 mm

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

Sample	Storage day			
	0	1	2	3
T0	33.59±0.21^{aB}	30.25±1.65^{bC}	29.73±1.05^{bB}	26.87±0.10^{cA}
T25	34.11±0.30^{aA}	31.89±0.83^{bB}	31.16±0.13^{bA}	27.75±0.86^{cA}
T50	34.71±0.46^{aA}	33.12±0.36^{bA}	29.95±1.20^{cAB}	27.81±0.41^{da}

$^{A\sim C}$ Means denoted in a column by same letter are not significantly different($p<0.05$).
$^{a\sim c}$ Means denoted in a row by same letter are not significantly difference($p<0.05$).

장 2일째까지 타가토스 대체군의 수분 함량이 유의적으로 높게 나타나, 머핀의 수분 함량에 영향을 주는 것으로 분석되었다. 그러나 저장 3일째에는 T25의 수분 함량이 27.75%, T50의 수분 함량이 27.81%로 26.87%인 T0에 비해서는 높은 값을 나타냈으나, 유의적인 차이를 나타내지는 않아 저장기간이 길어지면 흡습도에 따른 차이보다 외부환경에 따른 건조정도가 더 크게 영향을 끼치는 것으로 생각된다.

2. 색도

타가토스를 첨가한 머핀의 색도는 외부 상층과 내부를 나누어 분석하였으며, 그 결과는 Table 4와 같다. 머핀 외부 상층의 L값은 T0에서 78.86으로 가장 밝게 나타났으며, T25에서는 60.35로 가장 낮게 분석되었다. 머핀 내부 역시 T0에서 가장 높은 값을 나타내 가장 밝게 분석되었으며, T25와 T50 사이에서는 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 적색도를 나타내는 a값의 경우, 외부 상층과 내부 모두 대조군에서의 값이 가장 낮게 분석되었으며, 외부 상층에서는 타가토스의 함량에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았고, 머핀 내부의 경우 함량이 높아질수록 값이 상승되는 경향을 보였다. 황색도를 나타내는 b값은 외부와 내부에서 유사한 경향을 나타내었는데, T0에서 가장 낮은 값을 보였고, T0과 T25사이에서는 유의적인 차이를 나타내지는 않았으며, T50에서 그 값이 가장 높게 나타났다. 황색도를 나타내는 b값이 T25와 T50에서 T0에 비해 높게 나타나는 것으로 보아, 타가토스가 설탕보다 갈변 정도가 높은 것으로 사료되었다. 이는 Ryu *et al* (2003)과 Cho *et al*(2010)의 연구에서 Maillard 갈변반응에 있어서 sucrose에 비해 tagatose의 영향이 크게 나타난다는 결과와 유사함을 알 수 있다. 타가토스의 경우, 설탕에 비해 혈당 증가가 낮고, synbiotic 효과로 인해 설탕의 대체 정도를 높이는 것이 건강측면에서 더 효과적이나, 예비실험에서 50% 이상의 대체는 갈변도의 증가로 기호도가 낮아져 50% 이상의 대체는 어려울 것으로 판단되었다.

Table 4. Hunter's color values of muffins prepared with different tagatose contents

Sample		L	a	b
Crumb	T0	82.81±1.43^{a}	0.28±0.26^{c}	25.62±2.20^{b}
	T25	78.95±1.75^{b}	2.86±0.37^{b}	27.39±0.75^{ab}
	T50	76.80±0.86^{b}	4.51±0.24^{a}	29.16±1.57^{a}
Crust	T0	78.86±1.67^{a}	3.05±2.06^{b}	33.04±0.76^{b}
	T25	60.35±1.96^{c}	14.78±1.58^{a}	33.38±3.55^{ab}
	T50	63.92±0.80^{b}	14.03±1.34^{a}	35.47±0.59^{a}

$^{a\sim c}$ Mean in a column by different superscripts are significantly different at $p<0.05$.

3. 머핀의 물성 분석

타가토스 함량을 달리한 머핀의 조직감을 분석한 결과는 Table 5와 같았다. 경도(hardness)의 경우, 모든 실험군에서 저장기간에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 저장 0일째 T0과 T25는 유의적인 차이를 나타내지 않았고, T50이 유의적으로 경도가 높게 분석되었다. 이러한 결과는 Taylor *et al*(2008)의 결과에서와 같이 설탕을 타가토스로 대체한 쿠키에서의 경도가 더 높다는 연구와는 유사한 경향을 나타내었다. 그러나 타가토스를 초콜릿에 적용하여 분석한 Roh *et al*(1998)의 연구에서는 타가토스를 대체한 경우, 설탕으로 만든 초콜릿보다 강도가 낮게 나와, 적용되는 소재에 따라 경도에 대한 영향은 달리 나타나는 것으로 생각되었다. 저장기간에 따라 T25와 T50의 경도는 증가하여 저장 3일째에 이르러서는 T0이 388.73으로 가장 낮고, T25가 451.57, T50이 505.47의 순으로 높게 분석되었다.

탄력성(springiness)는 저장기간에 따라 모든 실험군에서 감소하는 경향을 나타내었고, 저장 0일째에는 T0가 탄력성이 유의적으로 높았으나, 저장이 3일째에서는 실험군간의 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 응집성(cohesiveness)은 T0과 T25는 저장기간에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈으며, T50은 저장기간에 따라 감소하는 경향을 보였으나, 2일째

Table 5. Texture profile analysis of muffins prepared with different tagatose contents

	Sample	Storage day			
		0	1	2	3
Hardness	T0	199.47±31.46^{dA}	266.53±11.52^{cC}	330.83±17.88^{bC}	388.73±5.15^{aC}
	T25	182.03±22.05^{dA}	335.30±5.15^{cB}	381.57±9.73^{bB}	451.57±18.09^{aB}
	T50	154.10±22.10^{dB}	378.17±1.25^{cA}	438.43±12.56^{bA}	505.47±12.11^{aA}
Springiness	T0	87.86±0.32^{aA}	68.42±9.30^{bA}	63.36±3.79^{bcB}	57.62±2.57^{cB}
	T25	85.43±0.72^{aB}	71.74±1.16^{bA}	68.71±10.55^{bAB}	66.14±12.10^{bAB}
	T50	85.28±1.94^{aB}	71.60±1.57^{bA}	71.18±2.47^{bA}	73.26±3.61^{bA}
Cohesiveness	T0	72.38±6.71^{aA}	46.17±1.56^{bA}	39.53±2.47^{cB}	33.15±2.00^{dB}
	T25	73.00±2.27^{aA}	50.31±5.44^{bA}	40.68±2.45^{cB}	36.63±0.84^{dAB}
	T50	69.36±2.17^{aA}	50.24±1.41^{bA}	49.54±5.79^{bA}	43.20±6.39^{bA}
Chewiness	T0	113.10±18.50^{aA}	96.65±5.13^{bB}	102.66±7.67^{abC}	101.24±6.76^{abC}
	T25	104.20±10.20^{bA}	132.56±15.73^{aA}	121.83±6.17^{aB}	129.91±6.42^{aB}
	T50	84.04±13.59^{bB}	149.21±4.51^{aA}	170.33±17.03^{aA}	171.62±27.28^{aA}
Fracturability	T0	9,939.38±1,642.36^{aA}	6,614.86±1,014.42^{bB}	6,511.33±701.17^{bC}	5,827.78±339.17^{bC}
	T25	8,897.27±798.39^{aAB}	9,510.41±1,145.27^{aA}	8,327.65±837.47^{aB}	8,560.65±1,326.81^{aB}
	T50	7,179.51±1,296.49^{bB}	10,683.55±367.75^{aA}	12,149.46±1,580.39^{aA}	12,528.35±1,613.27^{aA}

$^{A\sim D}$ Means denoted in a column by same letter are not significantly different(p<0.05).
$^{a\sim d}$ Means denoted in a row by same letter are not significantly difference(p<0.05).

부터는 유의적인 감소를 나타내지는 않았다. 저장 0일째와 저장 1일째의 응집성은 실험군별 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 2일째는 T50의 응집성이 유의적으로 높았고, 3일째도 T50의 값이 높았으나, 실험군별 유의적 차이는 나타나지 않았다. 씹힘성(chewiness)은 T0는 저장기간별 차이가 거의 없었고, T25와 T50의 경우 1일째부터 씹힘성이 높아졌고, 이후 저장기간에 따른 증가는 보이지 않았다. 깨짐성(fracturability)은 T0는 저장1일째 깨짐성이 유의적으로 감소하여 3일째까지 유지되었으며, T25와 T50의 경우 저장기간에 따른 차이는 나타나지 않았다. 실험군별 차이를 분석하면 저장0일째에는 T0의 깨짐성이 높았으나, 저장1일째부터는 유의적으로 타가토스 대체 실험군에서 값이 유의적으로 높게 나타났다.

4. 머핀의 관능검사

타가토스 함량을 달리한 머핀의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 껍질의 갈변도는 타가토스로 대체하였을 때 갈변도가 더 강하게 나타나는 것으로 나타났으며, 대체 비율에 대한 차이는 유의적으로 나타나지 않았다. 이는 색도의 b값 분석 결과와 유사한 경향을 나타내 타가토스가 설탕에 비해 Maillard 반응을 통한 갈변에 더 큰 영향을 끼치는 것으로 생각된다. 그러나 내부에 있어서는 전체 실험군에서 유의적인 차이를 나타내지 않아 껍질과는 다른 양상을 나타내었는데, 이는

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

	Crust color	Crumb color	Crosssection softness	Moistness	Hardness	Sweetness	Bitterness	Flavor	Overall acceptability
T0	2.00±0.85^{b}	4.00±2.48^{a}	2.87±1.96^{b}	5.53±2.23^{a}	2.73±2.02^{b}	4.53±2.56^{a}	2.60±1.99^{b}	5.07±2.02^{a}	4.80±1.61^{a}
T25	5.47±1.36^{a}	4.93±0.80^{a}	4.53±1.51^{a}	5.33±1.59^{a}	4.87±1.55^{a}	4.64±2.10^{a}	4.14±2.48^{ab}	4.93±2.19^{a}	5.27±1.62^{a}
T50	6.07±1.44^{a}	4.93±2.05^{a}	4.80±1.93^{a}	5.53±1.77^{a}	4.07±2.0^{ab}	4.07±1.54^{a}	5.21±2.42^{a}	4.53±2.53^{a}	4.13±2.29^{a}

$^{a\sim c}$ Mean in a column by different superscripts are significantly different at the p<0.05.

내부의 경우 온도가 껍질에 비해 높지 않아 타가토스의 갈변 정도가 낮았을 것으로 생각된다. 이는 Roh *et al*(1999)이 타가토스를 154℃로 가열하였을 때는 갈변이 거의 관찰되지 않았으나, 고온으로 가열시 육안으로도 쉽게 갈변현상을 관찰할 수 있었다는 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 단면의 경우도 T25와 T50의 값이 T0에 비해 유의적으로 높게 나타났으며, 갈색 정도와 마찬가지로 대체비율에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다. 촉촉한 정도는 실험군 사이에서 유의적인 차이를 나타내지 않아 수분 함량의 차이가 관능적인 특성에까지 영향을 미치지는 않는 것으로 분석되었다. 경도의 경우, T25가 4.87로 가장 높게 나타났고, T0 2.73으로 가장 낮게 나타나 TPA분석에서의 경도가 T0에서 높게 분석되었던 결과와는 다른 양상을 나타냈다. 단맛은 실험군에 따른 유의적 차이를 나타내지 않았는데, 이는 Choi *et al*(2013)에서 타가토스로 설탕을 대체한 경우, 감미도가 유사하거나 다소 낮았다는 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 쓴맛의 경우는 T0이 가장 낮고, T50이 가장 쓴맛이 강한 것으로 분석되었다. 냄새는 실험군에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 종합적 기호도에 있어서도 T25의 값이 가장 높게 나타났으나, 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

요 약

타가토스의 함량을 달리한 머핀의 저장기간에 따른 수분 함량, 색도, 조직감을 분석하였으며, 관능평가를 실시하였다. 수분 함량은 저장기간에 따라 모든 실험군에서 감소하는 경향을 나타냈으며, 저장 2일째까지는 T25와 T50의 수분 함량이 유의적으로 높았으나, 3일째에는 유의적 차이를 나타내지 않았다. 색도의 경우, 황색도를 나타내는 b값이 T50에서 높게 나타났으며, 이는 관능평가에서도 같은 경향을 나타내, 타가토스가 설탕에 비해 갈변에 영향을 끼치는 것으로 분석되었다. 조직감 분석결과, 경도, 씹힘성, 깨짐성에서 저장기간에 따른 실험군별 유의적 차이가 나타났으며, 타가토스 함량이 높을수록 그 값이 높게 분석되었다. 탄력성과 응집성의 경우 T0과 T25는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 관능평가의 경우 껍질의 갈색 정도가 T25와 T50이 높게 나타났으며, 경도와 쓴맛의 경우 T0이 낮게 분석되었다. 그러나 내부색, 촉촉한 정도, 단맛, 향에 있어서는 실험군별 유의적 차이를 나타내지 않았고, 전체적 기호도 역시 실험군별 유의적 차이를 나타내지 않아 타가토스는 설탕 대비 50%까지 머핀 제조 시 첨가되어 사용될 수 있는 것으로 여겨진다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 경일대학교 교내 일반연구과제 지원에 의해 수행되었기에 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Bae HJ, Lee JY (2013) Quality characteristics of *Kimchi* with added stevioside-containing sweetener. *Korean J. Food Culture* 28(1): 99-106.

Bell LN (2015) Processing and Impact on Active Components in Food. Academic Press. pp. 613-618.

Cheetham PSJ, Wootton AN (1993) Bioconversion of d-galactose into d-tagatose. *Enz Microbial Technol* 15(2): 105-108.

Cho IH, Lee S, Jun HY, Roh HJ, Kim YS (2010) Comparison of volatile Maillard reaction products from tagatose and other reducing sugars with amino acids. *Food Sci Biotechnol* 19(2): 431-438.

Choi JH, Kim KP, Chung SJ (2013) Relative sweetness and sweetness quality of low calorie sweeteners in milk and coffee model system. *Korean J Food Sci Technol* 45(6): 754-762.

Heo SJ, An HL, Lee KS (2010) Physical properties and sensory evaluation of muffins with trehalose. *Korean J Culinary Res* 16(1): 13-23.

Hwang ES, Tai ND (2014) Quality characteristics and antioxidant activities of Aronia jam replacing sucrose with different sugar substances. *Kor J Food Nutr* 27(5): 888-896.

Kim HY, Lee KH (2012) Quality characteristics of *Yanggeng* made with various sweeteners. *J East Asian Soc Dietary Life* 22(6): 818-825.

Kim SG, Choi DS (2008) The present state of diabetes mellitus in Korea. *J Korean Med Assoc* 51(9): 791-798.

Koh JH, Seung A (2013) Synbiotic impact of tagatose on viability of *Lactobacillus rhamnosus* strain GG mediated by the phosphotransferase system (PTS). *Food Microbiol* 36: 7-13.

FAO (2004) Chemical and Technical Assessment. 61st JEFCA.

Furtado I, Bolini H (2014) Different sweeteners in passion fruit juice: Ideal and equivalent sweetness. *LWT - Food Sci Technol* 7: in press

Korean Diabetes Association (2012) Diabetes fact sheet in Korea 2012.

Manuela Mariotti M, Alamprese C (2012) About the use of different sweeteners in baked goods. Influence on the mechanical and rheological properties of the doughs. *LWT -*

Food Sci Technol 48: 9-15.

Martínez-Cervera S, Salvador A, Sanz T (2014) Comparison of different polyols as total sucrose replacers in muffins: Thermal, rheological, texture and acceptability properties. *Food Hydrocolloids* 35 March: 1-8.

Martínez-Cervera S, Sanz T, Salvador A, Fiszman SM (2012) Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. *LWT - Food Sci Technol* 45(2): 213-220.

Men Y, Zhu Y, Zhang L, Kang Z, Izumori K, Sun Y, Ma Y (2014) Enzymatic conversion of d-galactose to d-tagatose: Cloning, overexpression and characterization of l-arabinose isomerase from *Pediococcus pentosaceus* PC-5. *Microbiological Res* 169(2-3): 171-178.

Rhimi M, Chouayekh H, Gouillouard I, Maguin E, Bejar S (2011) Production of d-tagatose, a low caloric sweetener during milk fermentation using l-arabinose isomerase. *Bioresource Technol* 102(3): 3309-3315.

Roh HJ, Kim SY, Noh BS, Kim SS, Oh DK (1988) Application of a low calorie sweetener, tagatose, to chocolate product. *Korean J Food Sci Technol* 30(1): 237-240.

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(1): 754-762.

Ryu D, Kim DB, Lee KH, Son DS, Suh JH (2012) Influences of sugar substitutes on the physicochemical and sensory properties and hardness of *Baksulgi* during storage. *Korean J Food Sci Technol* 44(5): 568-576.

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 concentrations on the Maillard reaction. *Korean J Food Sci Techno* 35(5): 898-904.

Song RC, Kim HY, Kim YS, Kim WS, Choi SK (2012) Quality characteristics of teriyaki sauce added with different sweeteners. *Korean J Culinary Res* 18(2): 197-205.

Taylor TP, Fasina O, Bell LN (2008) Physical properties and consumer liking of cookies prepared by replacing sucrose with tagatose. *J Food Sci* (73): S145-S151.

Walters DE, http://www.sweetenerbook.com/tagatose_2.html. Accessed Dec. 2013.

Zahn S, Forker A, Krügel L, Rohm H (2013) Combined use of rebaudioside A and fibres for partial sucrose replacement in muffins. *LWT - Food Science and Technology* 50 (2): 695-701.

Date Received Feb. 2, 2015
Date Revised Feb. 25, 2015
Date Accepted Feb. 26, 2015