

트레할로스를 첨가한 머핀의 물리적 특성 및 관능평가

허수진¹⁾ · 안혜령¹⁾ · 이광석[¶]

경희대학교 대학원 조리외식경영학과¹⁾, 경희대학교 조리과학과[¶]

Physical Properties and Sensory Evaluation of Muffins with Trehalose

Soo-Jin Heo¹⁾, Hye-Lyung An¹⁾, Kwang-Suck Lee[¶]

Dept. of Culinary Science and Food Service Management, Graduate School of Kyung Hee University¹⁾
Dept. of Culinary Science and Arts, Kyung Hee University[¶]

Abstract

The principal objective of this study was to develop the optimal recipe for muffins prepared with replacement of sucrose with trehalose. The effects of trehalose on properties and staling of muffins during storage days(0, 1, 3, 5 days) were evaluated in terms of height, volume, weight, specific volume, baking loss rate, crumbscan, colorimeter, texture analyzer and sensory evaluation. Crust thickness of muffins containing trehalose evaluated with crumbscan decreased as the content of trehalose increased. Lightness(L value) of muffins with trehalose increased for the storage days, but muffins without trehalose decreased. yellowness(b value) increased significantly as the trehalose content increased. Hardness value of muffins was reduced by adding trehalose; however, the resilience value of muffins with trehalose increased significantly. Finally, the sensory evaluation revealed that muffins with 25% of trehalose showed the best result in texture, taste and overall preference.

Key words: trehalose, muffin, staling, storage, texture, sensory evaluation.

I. 서 론

우리나라 식생활 형태의 서구화로 인해 주식의 패턴이 바뀌고, 간식 대용으로 뿐만 아니라 간편하게 식사를 해결하는 사람들의 증가로 다양한 빵과 케이크의 소비가 증대되고 있다. 보통 빵은 1~2일에 걸쳐 단 기간에 소비가 이루어지며, 케이크의 경우는 3~5일까지 소비된다. 따라서 저장 기간이 길어지면 전분의 노화로 인하여 그에 따른 경화로 인해 표면이 건조해지고 딱딱해져서

일정 기간이 지나면 식용이 불가능하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 유화제와 친수성 콜로이드류(hydrocolloids)(복진홍 등 2007; Maria & Cristina 2005), 손상 전분(Baixauli et al. 2008; 김명희 등 2001), 전분분해효소(Katina et al. 2006), 유청 발효물(윤미숙 등 2009) 등을 첨가하여 노화를 억제시켜 빵과 케이크의 수명을 연장시키는 노력을 하고 있다.

케이크는 빵에 비해 다량의 설탕이 첨가되는데, 이는 제품에 단맛을 부여하고, 수분 보유력이

¶ : 이광석, 02-961-0857, Koreaclub@yahoo.co.kr, 서울시 동대문구 회기동 1번지 경희대학교 조리과학과

있어서 제품을 부드럽게 하며, 색과 질을 좋게 하는 기능을 가지고 있다(이광석 2000). 또한 계란 단백질 변성과 전분의 호화온도를 상승시키고, 부피를 크게 하는 역할을 하는 제과에서 없어서는 안 될 재료이다(Spies & Hosenev 1982). 하지만 설탕의 다량 섭취로 인한 당뇨병, 비만, 고콜레스테롤혈증, 심혈관질환 및 충치 등의 문제점이 널리 알려지면서, 체내에서 소화 흡수가 어렵고, 대사 중 인슐린 분비에 영향을 주지 않는 설탕 대체 감미료(올리고당과 당알코올계 감미료)에 대한 관심과 수요가 증가하게 되었다(김정렬 등 1995). 현재, 이를 베이커리 제품에 이용하여 설탕의 문제점을 보완하고, 제품의 수명을 연장하며, 품질을 향상시키고자 하는 연구(Goton 2009; Lee et al. 2008; 주정은 등 2007; Felicidad et al. 2005; Baeva et al. 2003; Hicsasmaz et al. 2003; 이경애 등 1999; 국승욱 1996)가 계속 진행되고 있다.

그 중 트레할로스(D-glucopyranosyl-1,1-D-glucopyranoside)는 두 분자의 α -포도당이 α -1,1-결합으로 연결된 비환원성 이당류로 효모, 세균, 곰팡이, 식품, 곤충, 버섯 등에 저장 탄수화물의 형태로 존재한다(김동훈 2005). 이는 환원성이 없으므로 메일라드 반응(Maillard reaction)은 잘 일어나지 않고 캐러멜화(caramelization)도 일어나지 않으며, 물에 쉽게 용해되며, 흡습성이 낮고, 점도 또한 설탕과 거의 비슷하다. 기능적 특성으로는 설탕의 50%의 감미도를 갖고, 내열 내산성, 비충치성, 전분 노화 방지, 단백질 변성 방지, 비착색성, 불쾌취의 제거 등이 있다. 또한, 당알코올의 경우 과량 섭취 시 설사를 유발한다는 문제점이 있으나, 트레할로스의 경우는 설사에 대한 걱정이 거의 없다(공재열 2007). 트레할로스는 유럽과 한국, 일본, 대만 등에서 식품에 첨가하는 것을 허용하고 있으며, 일본에서는 이를 우동 면에 넣어 전분의 노화를 억제하는데 사용하고 있다(Zhou et al. 2007). 지금까지 트레할로스는 떡류에 첨가(김혜영·노광석 2008; 김상숙·정혜영 2007; 이혜정·남정혜 2000)하거나 빵에 넣어 노화를 억

제하는 연구(Zhou et al. 2007)만 있을 뿐 케이크류에 적용한 연구는 드물다.

머핀은 아침식사 및 간식 대응으로 많이 이용하고 있는 케이크의 하나로 첨가 종류에 따라 그 종류가 다양하다. 머핀은 gluten 함량에 식빵만큼 큰 영향을 받지 않으며, 유지의 함량(10~40%)의 조절도 용이하다(Doerry 1995). 또한 제조 시 다른 재료와의 혼합이 간편하여, 너트, 초코, 치즈 과일 등을 첨가하여 다양한 제품을 만들어 낼 수 있으며, 제조 과정이 간단하여 별다른 기술 없이도 가정에서 쉽게 만들어 먹을 수 있다(Baixauli et al. 2008). 또한 머핀의 저장기간은 보통 3~5일이며, 생산 방법에 의해 4~6일까지 소비가 가능하다(Benson 1988).

본 연구에서는 전분 노화 억제 효과가 있는 트레할로스를 머핀에 설탕 대체제로 0, 25, 50, 75, 100% 첨가 후 제조하여 저장기간 동안(0, 1, 3, 5일) 품질 특성에 어떤 변화가 일어나는지 조사하고, 관능검사를 통하여 머핀에 트레할로스의 최적화 함량을 찾는 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용된 재료는 트레할로스(삼양사), 중력 밀가루((주)대한제분), 쇼트닝(웰가), 전지분유((주)동진유업), 베이킹 파우더(가림산업), 설탕(삼양사), 소금(대양솔트), 물, 계란(풀무원)을 사용하였다.

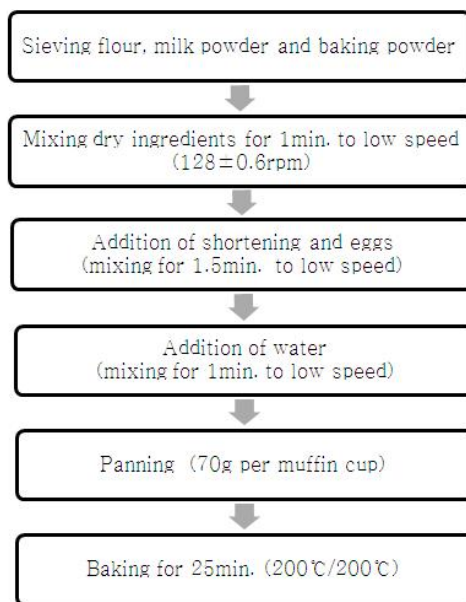
2. 트레할로스 첨가 머핀의 제조

머핀은 일반 머핀 제조방법을 변형하여 제조하였으며(Hui 2006), 재료 배합비율은 <Table 1>과 같다(Doerry 1995). 밀가루 및 설탕과 트레할로스를 제외한 모든 재료는 모두 일정하게 유지하였으며, 설탕의 0%(T0), 25%(T25), 50%(T50), 75%(T75), 100%(T100)를 트레할로스로 대체하여 머핀을 제조하였다. 먼저 마른 재료인 밀가루와

<Table 1> Formulas for the muffins prepared with different trehalose contents

Ingredients(g)	Sample ¹⁾				
	T0	T25	T50	T75	T100
Flour	200	200	200	200	200
Sugar	120	90	60	30	-
Trehalose	-	30	60	90	120
Shortening	60	60	60	60	60
Eggs	60	60	60	60	60
Milk powder	15	15	15	15	15
Baking powder	10	10	10	10	10
Salt	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Water	120	120	120	120	120

¹⁾ T0: Muffin without trehalose.
 T25: Muffin with trehalose 25%.
 T50: Muffin with trehalose 50%.
 T75: Muffin with trehalose 75%.
 T100: Muffin with trehalose 100%.



<Fig. 1> Flow chart of muffin baking procedure.

분유, 베이킹 파우더는 고운 체에 통과시키고, 체를 통과시킨 재료와 설탕과 트레할로스를 믹서기(Kitchen Aid St. Joseph. Michigan, USA)를 이용하여 저속(128.333±0.577 rpm)에서 1분 동안 섞어 주었다. 그 후 쇼트닝과 달걀을 넣고 다시 저속에서 1분 30초 동안 믹싱한 후 마지막으로 물을 넣고 저속 1분 동안 저어주어, 반죽을 완성하였다. 반죽 온도는 22~24°C가 되도록 하였다. 유산지를 깎 머핀 컵(직경; 7.5 cm, 높이; 4 cm)에 70g씩 취하여 윗불 200°C, 아랫불 200°C로 예열된 오븐에서 25분간 구웠다. 트레할로스 첨가 머핀의 주요 제조과정은 (Fig. 1)과 같다. 완성된 머핀은 제조 직후 실온에서 1시간 동안 식힌 후 비닐 백에 담아 20°C 실온에서 저장하면서, 만든 당일(0일), 1일, 3일, 5일 동안 저장하면서 실험에 사용하였다.

3. 트레할로스 첨가 머핀의 물리적 특성

1) 높이, 부피, 무게, 비용적 및 굽기 손실을 측정

머핀의 부피 측정은 좁쌀을 이용한 종자치환법에 의하여 측정하였으며, 무게 측정은 같은 디지털 저울을 이용하여 측정하였다. 비용적(specific volume)은 머핀의 부피(mL)를 무게(g)로 나눈 값으로 하였다.

머핀의 굽기 손실률은 다음과 같이 구하였다.

$$\text{Baking loss rate(\%)} = (\text{Dough weight} - \text{Muffin weight}) / \text{Dough weight} \times 100$$

머핀의 단면의 높이는 머핀을 위에서 아래로 자른 단면의 최고 높이를 측정하였으며, 각 측정은 한 처리군당 3개의 시료를 이용하여 각각 3회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다.

2) 영상분석

머핀의 특성을 알아보기 위하여 crumbScan(American Institute of baking/devore Systems)을 이용하여 영상분석을 실시하였다. 실온에서 1시간 동안 냉각한 후 중심 부분을 세로로 잘라(두께 13 mm) 시료로 사용하였고, 모든 시료는 세 번씩 분

석하였다. 머핀의 껍질 두께(crust thickness)와 기공의 조밀도(crumb fineness)는 crumbScan을 통하여 자동 산출되었다.

영상탐지기는 HP ScanJet 6450C 스캐너(Hewlett Packard)를 이용하였으며, 결과물은 HP DeskJet 720C 프린터를 각각 연결하여 사용하였다.

2) 색도 측정

머핀의 껍질(crust)과 속질(crumb)의 색을 색차계(Colorimeter JC801, color Techno Co, Japan)를 사용하여 L(lightness), b(yellowness)의 색채 값을 측정하였다. 한 처리군 당 3개의 시료를 이용하여 각각 3회 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었다. 이 때 사용한 표준백판(standard plate)의 L 값은 93.74 ± 0.01 , b 값은 $+1.48 \pm 0.04$ 이었다.

3) 조직감 측정

머핀의 조직감 측정은 머핀 내부를 $25 \times 25 \times 25$ mm의 큐빅 모양의 동일한 크기로 잘라 texture analyzer(TA-XT2i, Texture Technologies Corp., Scardale, N.Y., USA)를 사용하여 2회 연속 압착하여 얻어지는 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄성(resilience) 등을 산출하였다. 이때의 측정조건은 <Table 2>와 같으며, 한 시료 당 3회 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었다.

<Table 2> Analytical conditions of texture profile analyzer

Type	TPA(texture profile analyzer)
Option	T.P.A.
Sample size	$25 \times 25 \times 25$ mm
Probe type	25 mm cylinder
Pre-test speed	3.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	1.0 mm/s
Distance	10.0 mm
Trigger type	Auto
Trigger force	20 g
Time	5.00 sec.

4. 트레할로스 첨가 머핀의 관능평가

관능요원은 경희대학교 조리과학과 재학생 23명을 대상으로 시행하였으며, 5가지 시료를 평가하도록 하였다. 머핀은 부푼 정도를 정확하게 판단하게 하기 위해 머핀 1개 전체를 제공하였으며, 난수표에 의해 3자리 숫자로 표시하였다. 관능검사 항목은 외관(appearance), 색(color), 질감(texture), 풍미(flavor), 맛(taste), 전반적인 기호도(overall quality)에 대한 관능 평가를 실시하였으며, 7점 척도 법으로 평가하여 기호도가 높을수록 7점에 가까운 점수를 주도록 하였다.

5. 통계처리

각 항목에 따른 머핀의 실험결과는 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences, version 12.0, SPSS inc.) program을 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test로 각 시료간의 유의성을 5% 수준에서 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 물리적 특성

1) 부피, 무게, 비용적, 굽기 손실을 및 높이 트레할로스 첨가 머핀의 부피, 무게, 비용적(specific volume), 굽기 손실을 및 높이는 <Table 3>과 같다. 머핀의 부피의 경우 트레할로스 50%와 75% 첨가군이 145와 146으로 높은 값을 보였고, 트레할로스 첨가 머핀의 무게의 경우는 T100이 가장 높은 값을 보였으나, 모두 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 비용적의 경우 대조군에 비해 트레할로스 첨가 머핀이 모두 높은 수치를 보였고, 그 중 T50이 가장 높았다. 트레할로스 첨가 식빵의 노화를 알아본 연구(Zhou et al. 2007)에서 대조군보다 트레할로스 첨가 식빵의 비용적이 더 높은 수치를 보여 본 연구와 비슷한 결과를 나타냈다. 또한 Ronda 등(2005)의 연구에서는 설탕 대체제를 첨가한 스펀지 케이크의 경우 대조

〈Table 3〉 The physical properties of the muffins prepared with different trehalose contents

Sample ³⁾	Volume(mL)	Weight(g)	Specific volume	Loss rate(%)	Height(cm)
T0	135.00±4.36 ^{N.S.1)2)}	64.67±0.58 ^{N.S.}	2.09±0.05 ^{N.S.}	7.62±0.83 ^{N.S.}	5.53±0.06 ^{N.S.}
T25	134.33±2.31	64.33±1.16	2.09±0.07	8.09±1.65	5.53±0.12
T50	145.00±5.57	63.67±0.58	2.28±0.09	9.05±0.83	6.70±1.82
T75	146.00±13.1	64.33±0.58	2.27±0.20	8.10±0.83	5.77±0.12
T100	139.00±3.61	65.00±0.00	2.14±0.06	7.14±0.00	5.60±0.10

1) Values are mean±S.D.(standard deviation).

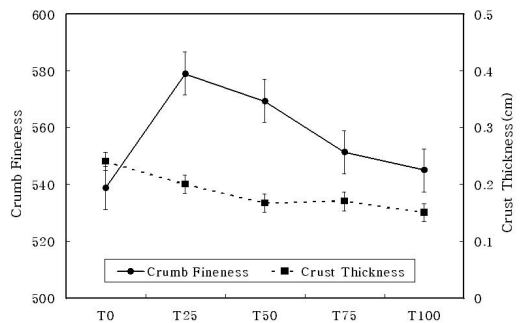
2) N.S.; Not significant at $p<0.05$.

3) Refer to Table 1.

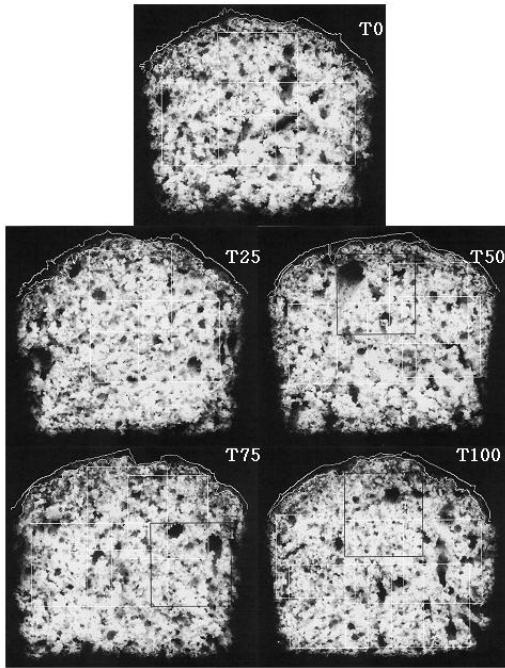
군에 비해 모든 시료들이 낮은 비용적을 보였는데, 이는 오븐에서 케이크가 구워지는 동안 전분의 호화와 단백질의 열변성이 일어나면서 반죽의 안정성이 감소하기 때문이라 밝혔다. 그러나 본 연구는 다른 결과를 보여, 내열성이 높은 트레할로스를 첨가하여 케이크를 제조할 경우 오븐에서 구워지는 동안 거품에 보다 안정적인 영향을 끼친 것으로 사료된다. 머핀의 굽기 손실률의 경우, 트레할로스 50% 첨가군이 가장 높았고, 대조군과 비교했을 때 T100을 제외하고 트레할로스 첨가 머핀이 더 높은 손실률을 보였으나 유의적이지 않았다. 쌀 스펀지 케이크에 올리고당을 첨가한 연구(주정은 등 2007)와 솔비톨로 만들어진 설탕 대체제를 첨가한 스펀지 케이크 연구(Baeva et al. 2003)의 경우 설탕에 비해 대체제 첨가 시 제품의 수분 보유력이 대조군에 비해 높아 굽기 손실률의 경우, 더 낮은 수치를 보였으나, 본 실험에서 다른 결과를 보였다. 이는 설탕 함량이 적은 경우 전분의 호화온도가 낮아지고, 반죽내의 수분을 단백질에 빼앗기게 되어 변성을 촉진하게 된다. 오븐에서 부피 팽창 시간이 줄어들어 부피가 작아지게 되는 경우와는 다르게(Ngo & Taranto 1986) 트레할로스 첨가에 의해 단백질의 변성을 억제하게 되면서 머핀의 굽기 손실과 상관없이 부피에 영향을 끼치지 않은 것으로 사료된다. 트레할로스의 머핀의 높이는 대조군이 트레할로스 첨가 머핀에 비해 낮은 값을 보였으나 유의적이지 않았고, T50이 가장 높은 수치를 보였다.

2) 영상분석

트레할로스의 첨가량 변화에 따른 머핀의 영상 분석에 의한 머핀의 기공 조밀성(crumb fineness)과 껍질의 두께(crust thickness) 분석 결과는 〈Fig. 2〉, 〈Fig. 3〉과 같다. 그 중 crumbScan으로 머핀의 단면을 촬영한 〈Fig. 3〉을 설명하면 머핀 주위의 흰 선은 껍질의 두께를 표시한 선이며, 머핀 속질에 표시된 검정색 네모 상자는 crumbScan이 결과를 분석하는 동안 보다 정확한 결과를 얻을 수 있도록 자동적으로 성형 실수를 알아내어 인식하지 않는 부분을 표시한 선이다. 트레할로스 첨가 머핀의 기공의 조밀성을 살펴보면 유의적이지는 않았으나 대조군에 비해 트레할로스를 첨가한 머핀이 높은 수치를 나타내었고, 첨가량이 증가할수록 낮아지는 결과를 보였다. 〈Fig. 2〉를 보면 기공의 모양이 T25가 가장 작고 트레할로스를 첨가하지 않은 T0의 기공이 많이 열려 있는데, 이는 트



〈Fig. 2〉 Crust thickness and crumb fineness of the muffins prepared with different trehalose contents.



〈Fig. 3〉 Images of the muffins prepared with different trehalose contents.

레할로스가 기공의 조밀성에도 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 그러나 머핀의 비용적과 높이가 기공의 조밀성과 어떤 관계를 보이지 않았다.

또한 머핀의 껍질 두께의 경우 T0의 껍질이 가장 두꺼웠으며, 트레할로스 첨가량이 많아질수록 점점 얇아지는 결과를 나타내었고, T100의 경우 대조군에 비해 유의적으로 낮은 수치를 보였는데, 이는 단백질 변성이 트레할로스 첨가로 인해 지연되면서 단백질 응고에 영향을 미쳐 껍질이 얇아진 것으로 보여지며, 이로 인해 식감에 영향을 줄 것으로 사료된다.

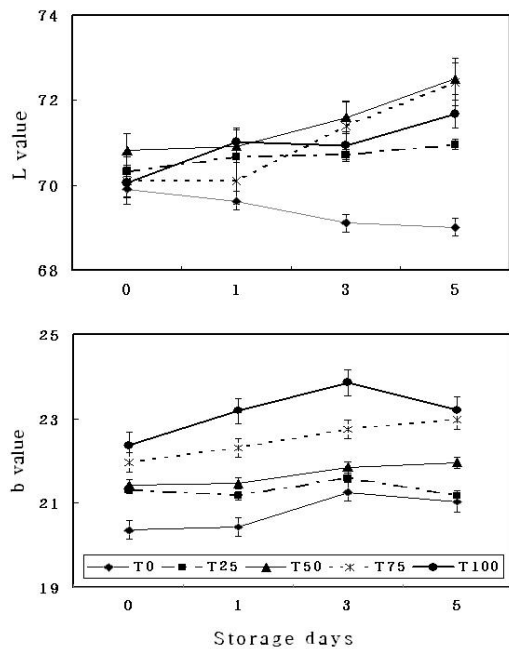
3) 색도

케이크의 경우, 주로 L값(lightness)을 이용하여 제조공정(굽는 시간과 온도)의 변화에 따른 관찰을 하며, 재료에 따른 색의 변화를 보기 위해서는 b값(yellowness)을 비교한다는 Anderson의 연구(1995)와 같이 트레할로스를 머핀에 첨가하여 저장에 따른 L값과 b값에 대한 변화를 색차계로

측정하였고, 머핀의 껍질색을 측정하였으나, 머핀의 터짐성 때문에 균일한 결과를 얻어내기 어려워 속질만 측정하였다.

머핀 속질의 L값은 저장 당일 대조군이 트레할로스 첨가군보다 낮은 수치를 보였고, 트레할로스 첨가 머핀의 첨가량에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장 기간 동안 대조군의 경우 점차 L값의 수치가 감소하였으나 트레할로스 첨가군의 모든 머핀은 증가하는 경향을 보였고, 그중 T50이 저장 5일째 72.51로 가장 높은 값을 보였다. 올리고당의 일종인 *rafitlose*를 short dough biscuits의 설탕 대체제로 사용한 연구(Gallagher et al. 2003)에서 *rafitlose* 첨가군은 저장 기간이 길어지면서 L값이 증가하였으나 대조군은 감소하는 경향을 보여 본 연구와 비슷한 경향을 보였는데, 이는 비환원당인 설탕대체제가 메일라드 반응이 일어나지 않아 생기는 현상이라 사료된다.

트레할로스 첨가 머핀의 b값에 대한 변화는 트레할로스 첨가군이 대조군에 비해 높은 값을 나



〈Fig. 4〉 Hunter's color L and b value of the muffins prepared with different trehalose contents during storage.

타냈고, 첨가량이 증가할수록 b값이 증가하는 경향을 보였으며, 저장기간 동안 대조군은 트레할로스 첨가 머핀 첨가군에 비해 낮은 값을 보였다. 저장 기간이 길어지면서 저장 3일째까지 모든 머핀의 b값은 증가하였고, T100의 경우 23.85로 제조 직후에 비해 유의적으로 증가하였으나, 저장 5일째 모든 시료는 감소하였다.

4) 조직감 측정

트레할로스를 첨가하여 제조한 머핀을 저장기간 동안 경도(hardness), 응집성(cohesiveness)과 탄성(resilience)을 측정한 결과는 <Table 4>와 같다. 경도(hardness)의 경우, 제조 당일은 트레할로스 첨가량이 증가할수록 경도가 낮아졌으며, T100의 경우 160.44로 대조군에 비해 유의적으로 낮았다. 그러나 저장 기간이 길어질수록 트레할로스 첨가군이 대조군에 비해 낮은 경도를 보였지

만, 트레할로스 첨가 머핀 중 T25가 가장 낮은 값을 보이고 오히려 첨가량이 많을수록 경도가 높아졌다. 이는 Zhou 등(2007)의 논문에서 트레할로스 첨가 빵 제조 시 경도와 속질의 수분 보유와의 상관성이 매우 높은 결과를 보였는데, 트레할로스의 흡습성이 매우 낮아 오히려 소량 첨가하는 경우보다 트레할로스를 100% 첨가 시 수분 보유력이 떨어져 저장 기간 동안 경도가 증가하게 되는 것으로 사료된다.

응집성(cohesiveness)의 경우, 제조 직후 트레할로스를 첨가한 머핀 중 T25를 제외한 나머지의 실험군은 대조군에 비해 높은 수치를 보였으며, 트레할로스 첨가 머핀의 경우 첨가량이 많을수록 높은 값을 보여 T100이 0.56으로 가장 높은 값을 보였다. 또한 저장기간이 길어질수록 모든 머핀의 응집성은 유의적으로 점차 감소하였으며, 트레할로스 첨가량에 따른 차이는 보이지 않았다.

<Table 4> Texture profile analysis parameter of the muffin prepared with different trehalose contents during storage

Texture parameter	Sample ¹⁾	Storage day			
		0	1	3	5
Hardness (g)	T0	^D 193.00±10.37 ^{a2,3)}	^C 236.69±22.10 ^a	^B 297.79±13.82 ^{ab}	^A 406.65± 8.04 ^a
	T25	^C 191.22± 4.83 ^a	^C 197.30±25.58 ^b	^B 251.52±25.24 ^b	^A 319.84±24.26 ^b
	T50	^C 179.45±21.30 ^{ab}	^C 198.04±14.70 ^b	^B 264.52±22.58 ^b	^A 345.10±18.55 ^b
	T75	^D 173.60±10.67 ^{ab}	^C 201.82± 2.46 ^b	^B 258.24± 3.6 ^b	^A 345.49±25.06 ^b
	T100	^C 160.44±17.17 ^b	^C 169.13±15.37 ^b	^B 299.06± 9.36 ^a	^A 352.38±39.81 ^b
Cohesiveness	T0	^A 0.51± 0.01 ^{bc}	^B 0.41± 0.03 ^a	^C 0.28± 0.00 ^b	^C 0.27± 0.03 ^a
	T25	^A 0.49± 0.03 ^c	^B 0.39± 0.04 ^a	^C 0.32± 0.03 ^a	^C 0.28± 0.47 ^a
	T50	^A 0.53± 0.02 ^{ab}	^B 0.40± 0.01 ^a	^C 0.30± 0.01 ^{ab}	^D 0.26± 0.03 ^a
	T75	^A 0.54± 0.22 ^{ab}	^B 0.44± 0.02 ^a	^C 0.33± 0.03 ^a	^D 0.28± 0.01 ^a
	T100	^A 0.56± 0.01 ^a	^B 0.43± 0.04 ^a	^C 0.33± 0.01 ^a	^C 0.29± 0.03 ^a
Resilience (N/mm ²)	T0	^A 0.22± 0.01 ^{bc}	^B 0.16± 0.01 ^{bc}	^C 0.10± 0.00 ^b	^C 0.10± 0.02 ^a
	T25	^A 0.21± 0.02 ^c	^B 0.16± 0.02 ^c	^C 0.12± 0.01 ^{ab}	^C 0.11± 0.02 ^a
	T50	^A 0.23± 0.12 ^{bc}	^B 0.16± 0.00 ^{bc}	^C 0.11± 0.00 ^{ab}	^C 0.10± 0.01 ^a
	T75	^A 0.24± 0.15 ^{ab}	^B 0.19± 0.01 ^{ab}	^C 0.13± 0.02 ^a	^C 0.11± 0.00 ^a
	T100	^A 0.26± 0.00 ^a	^B 0.20± 0.23 ^a	^C 0.13± 0.01 ^a	^C 0.11± 0.01 ^a

Values are mean±S.D.

¹⁾ Refer to Table 1.

²⁾ A~D Means in a column followed by different superscripts are significantly different($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

³⁾ a~c Means in a row preceded by different superscripts are significantly different($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

트레할로스를 첨가한 머핀의 탄성(resilience)은 제조 당일 T25를 제외한 나머지 첨가군은 대조군에 비해 높은 탄성을 보였으며, 첨가량이 증가할수록 높은 수치를 보였다. 트레할로스 75%와 100% 첨가군은 저장 3일째까지 대조군보다 높은 수치를 보였으나, 저장 5일째에는 모든 머핀에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장 기간이 길어질수록 모든 시료들의 탄성은 유의적으로 감소하였는데, 이는 베이커리 제품이 노화되면서 건조되어 속질이 압력을 받아 속질구조가 붕괴하여 탄성이 감소된다는 연구(Sagent 2008)와 같은 결과가 나타난 것으로 사료된다.

2. 관능평가

트레할로스를 첨가하여 만든 머핀의 최적 함량을 알아보기 위해 관능검사를 실시하여 머핀의 외관(appearance), 껍질 색(crust color), 속질 색(crumb color), 질감(texture), 풍미(flavor), 맛(taste), 전체적인 기호도(overall acceptance)의 항목을 조사한 결과는 <Table 5>와 같다.

트레할로스를 첨가한 머핀의 부푼 정도를 보기 위한 외관은 대조군이 5.17로 가장 높은 값을 보였으며, T75와 T100이 유의적으로 낮은 수치를 보였다. 트레할로스를 첨가한 머핀 중 T50이 가장 높은 값을 보였고, 대조군과도 유의적인 차이를 보이지 않았다.

머핀의 껍질 색의 경우, 대조군이 5.30으로 가장 높은 값을 보여, 트레할로스 첨가량이 많아질수록 유의적으로 낮은 수치를 보였다. 또한 머핀의 속질 색의 경우 트레할로스 첨가 머핀 중 T50을 제외한 나머지는 대조군에 비해 낮은 값을 보였고, T75와 T100이 유의적으로 낮은 수치를 나타냈다. 이는 트레할로스가 비환원당으로 마일라드 반응과 카라멜 반응이 일어나지 않아 대조군에 비해 옅은 색을 띠는 이유로 사료된다.

트레할로스를 첨가한 머핀의 질감은 대조군에 비해 트레할로스 25%, 50% 첨가군이 4.83과 4.57로 더 높은 값을 보였으며, T75와 T100은 유의적으로 낮은 수치를 보였다. 이는 흡습성이 낮은 트레할로스가 다량 대체 시 수분 보유력이 떨어져 질감에 영향을 준 것으로 사료된다.

머핀의 풍미의 경우, 트레할로스 50% 첨가군이 대조군에 비해 높은 값을 보였지만 유의적이지 않았고, 트레할로스 100% 첨가 머핀의 경우 3.74로 유의적으로 낮은 수치를 나타냈다. 트레할로스는 캐러멜화가 일어나지 않으므로 대조군에 비해 풍미가 떨어지는 원인이 될 것으로 생각된다.

트레할로스 첨가 머핀의 맛에 대한 결과는 대조군에 비해 T25가 5.30으로 더 좋은 결과를 보였으나 유의적이지는 않았다. 대조군을 제외한 트레할로스 첨가 머핀은 첨가량이 증가할수록 낮은 수치를 보였다. 트레할로스의 감미도가 50% 이

<Table 5> Quantitative descriptive analysis scores of the muffins prepared with different trehalose contents

Sample ²⁾	Sensory evaluation						
	Appearance	Crust color	Crumb color	Texture	Flavor	Taste	Overall acceptance
T0	5.17±1.34 ^{a1,3)}	5.30±1.49 ^a	4.00±0.95 ^a	4.22±1.20 ^{ab}	4.91±1.41 ^{ab}	5.22±1.41 ^a	5.30±1.33 ^a
T25	4.87±1.06 ^a	5.00±0.95 ^{ab}	3.48±1.04 ^{ab}	4.83±1.23 ^a	4.91±1.20 ^{ab}	5.30±1.11 ^a	5.39±0.89 ^a
T50	5.09±1.28 ^a	4.48±0.85 ^b	4.04±0.88 ^a	4.57±1.38 ^a	5.00±1.09 ^a	4.61±1.44 ^a	4.78±1.48 ^a
T75	4.09±1.41 ^b	3.52±1.28 ^c	3.30±1.02 ^b	3.74±1.14 ^b	4.09±1.56 ^{bc}	3.13±1.42 ^b	3.52±1.53 ^b
T100	4.00±1.41 ^b	2.74±1.60 ^d	2.48±1.04 ^c	3.65±1.50 ^b	3.74±1.54 ^c	3.09±1.51 ^b	2.96±1.64 ^b

1) Values are mean±S.D.

2) Refer to Table 1.

3) ^{a-c} Means in a row preceded by different superscripts are significantly different($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

하로 대량 대체를 할 경우 단맛이 감소하여 생긴 결과로 사료된다.

머핀의 전반적인 기호도 평가의 결과는 맛과 비슷한 결과를 보여 트레할로스 25% 첨가 머핀이 가장 높은 값을 보여 $T25 > T0 > T50 > T75 > T100$ 의 순으로 나타났는데, 이 결과 역시 단맛의 감소가 가장 큰 원인이 된 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

설탕 대체제로 트레할로스를 첨가하여 머핀을 제조하여 물리적 특성 및 관능평가를 실시한 결과, 머핀의 부피, 무게, 비용적, 굽기 손실률 및 높이에서는 대조군과 실험군 간의 유의적인 차이는 보이지 않았지만, 비용적의 경우 대조군에 비해 트레할로스 첨가 머핀이 높은 수치를 보였으며, 그 중 T50이 2.28로 가장 높은 값을 나타냈다.

영상분석을 통해 알아본 기공 조밀성(crumb fineness)은 대조군에 비해 트레할로스 첨가 머핀이 더욱 높은 수치를 보였으며, 껍질의 두께(crust thickness)는 트레할로스 첨가량이 증가하면 할수록 얇아지는 결과를 보였다.

트레할로스 첨가 머핀의 색도는 L값의 경우 대조군은 저장기간이 길어질수록 점점 감소하는 경향을 보였으나 실험군의 경우 점점 증가하는 경향을 보였는데, 이는 비환원당인 트레할로스가 마일라드 반응을 일으키지 않아 생기는 현상에 의해 생겨나는 현상으로 보여진다. b값은 트레할로스 첨가량이 많아질수록 그 수치도 증가하였다.

Texttrue analyzer로 측정된 조직감 중 경도(hardness)는 트레할로스 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 보였으며, 저장기간이 길어질수록 모든 머핀의 값은 증가하였으나 트레할로스 첨가 머핀이 대조군에 비해 유의적으로 낮은 수치를 보였다. 응집성(cohesiveness)의 경우, 저장기간이 길어질수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였으나, 트레할로스 첨가량에 따른 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 트레할로스 첨가 머핀의 탄성(resilience)은

트레할로스 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높은 수치를 보였으나, 저장기간이 길어질수록 모든 머핀은 유의적으로 감소하는 경향을 보였고, 저장 5일째에는 첨가량에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다.

트레할로스 첨가 머핀의 기호도를 관능평가로 실시한 결과, 질감, 맛 그리고 전체적인 기호도에서 T25가 가장 좋은 점수를 보였고, 트레할로스 첨가량이 50% 이상이 되면 기호도가 감소함을 알 수 있었다. 이는 트레할로스의 감미도가 설탕보다 상대적으로 낮아 맛에 대한 기호도가 낮아지면서 나타난 결과로 보여지며, 트레할로스의 흡습성이 낮아 질감에서도 낮은 점수를 보인 것으로 보여 진다.

본 연구를 통해 트레할로스를 베이커리 제품에 설탕의 부분 대체제로 사용하였을 때 노화를 지연시켜 제품 수명을 연장시키며 제품의 질을 향상시킴을 알 수 있었다. 또한 기호적으로도 트레할로스를 부분적으로 첨가하였을 때 좋은 결과를 보여 향후 베이커리 산업에 이용 가능성을 확인할 수 있었다.

한글초록

이 논문의 목적은 트레할로스를 설탕 대체제로 사용하여 만든 머핀의 최적 배합을 개발하는 것이다. 저장기간 동안(0, 1, 3, 5일) 머핀의 특성과 노화에 대한 트레할로스의 영향은 높이, 부피, 무게, 비용적, 굽기 손실률, 영상분석, 색도, 조직감 측정 그리고 관능 평가에 의해 측정되었다. 트레할로스를 첨가한 머핀의 껍질 두께는 트레할로스 첨가량이 증가할수록 얇아지는 결과를 보였다. 저장 기간동안 머핀의 명도(L값)는 증가하였으나, 트레할로스를 첨가하지 않은 머핀은 감소하였다. 황색도(b값)는 트레할로스 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 머핀의 경도는 트레할로스 첨가에 의해서 감소하였으나, 탄성은 트레할로스 첨가에 의해 유의적으로 증가하였다.

마지막으로 관능평가는 질감, 맛, 전체적인 기호도에서 트레할로스 25% 첨가 머핀이 가장 좋은 점수를 보이는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 공재열 (2007). 올리고당의 신지식. 예림미디어, 250-263, 서울.
2. 국승욱 (1996). 케이크의 저장수명 연장을 위한 액체당의 사용. *한국식품영양학회지* 9(3): 259-264.
3. 김동훈 (2005). 식품화학. 탐구당, 247, 서울.
4. 김명희·김정옥·신말식 (2001). 저항전분을 첨가한 스펀지 케이크의 특성. *한국식품영양과학회지* 30(4):623-629.
5. 김상숙·정혜영 (2007). 당류 물질 첨가 가래떡의 텍스처 특성. *한국식품영양과학회지* 36(9): 1205-1210.
6. 김정렬·육철·권혁건·홍성용·박찬구·박경호 (1995). 이소말토올리고당과 프락토올리고당의 물리적 성질 및 물리적 성질 및 생리학적 특성. *한국식품과학회지* 27(2):170-175.
7. 김혜영·노광석 (2008). 트레할로스 첨가가 백설기의 저장성에 미치는 영향. *한국식품조리과학회지* 24(6):912-918.
8. 복진홍·황성연·이정훈 (2007). 상업용 복합유화제가 박력분의 물성에 미치는 영향. *한국조리학회지* 13(3):158-165.
9. 윤미숙·채수규·이정훈 (2009). *Lactobacillus helveticus* ATCC 55163과 *Propionibacterium acidipropionici* 5020로 배양한 유청발효물이 반죽의 레올로지에 미치는 영향. *한국조리학회지* 15(1):149-156.
10. 이경애·이윤진·이선영 (1999). 올리고당을 사용한 스펀지 케이크의 물리적, 관능적 및 텍스처 특성. *한국식품영양과학회지* 28(3):547-553.
11. 이광석 (2000). 제과제빵론. 양서원, 50-51, 서울.
12. 이해정·남정혜 (2000). Trehalose를 첨가하여 만든 찹쌀과 쌀떡의 저장기간 중의 조직감의 변화. *한국식품영양학회지* 13(6):570-577.
13. 주정은·변광의·이경애 (2007). 올리고당이 쌀 스펀지 케이크의 특성에 미치는 영향. *한국조리과학회지* 23(4):530-536.
14. Anderson J (1995). Crust color assessment of bakery products. *AIB Technical Bulletin* 17(3): 2-3.
15. Baeva MR·Terzieva VV·Panchev IN (2003). Structural development of sucrose-sweetened and sucrose-free sponge cakes during baking. *Nahrung/Food* 47(3):154-160.
16. Baixauli R·Salvador A·Fiszman SM (2008). Textural and colour changes during storage and sensory shelf life of muffin containing resistant starch. *Eur. Food Res. Technol.* 226(3): 523-530.
17. Benson RC (1988). Muffin technology. *AIB Technical Bulletin* 10(6):1-4.
18. Doerry W (1995). Baking Technology. Controlled Baking. AIB 208-209, Manhattan.
19. Gallagher E·O'Brien CM·Scannell AGM·Arendt EK (2003). Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. *Journal of Food Engineering* 56(2/3):261-263.
20. Gorton L (2009). Replacing Sucrose. *Baking & Snack* 31(1):83-90.
21. Hicsasmaz Z·Yazgan Y·Bozoglu F·Katnas Z (2003). Effect of polydextrose-substitution on the cell structure of the high-ratio cake system. *Lebensm-Wiss. U-Technol* 36(4):441-450.
22. Hui YH (2006). Bakery Products Science and Technology. Blackwell Publishing, 503, England and Wales.
23. Katina K·Salmenkallio-Marttila M·Partanen R·Forsell P·Autio K (2006). Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre

- wheat bread. *LWT* 39(5):479-491.
24. Lee CC · Wang HF · Lin SD (2008). Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. *Cereal Chemistry* 85(4):515-521.
 25. María EB · Cristina MR (2005). Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and aging of wheat bread. *Food Hydrocolloids* 19(6): 1937-1043.
 26. Ngo WH · Taranto MV (1986). Effect of sucrose level on the rheological properties of cake batters. *Cereal Foods World* 31(4):317-321.
 27. Ronda F · Gómez M · Blanco CA · Caballero PA (2005). Effect of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry* 90(4): 549-555.
 28. Sargent K (2008). A "Softer" approach to improving the quality of refrigerated bakery products. *Cereal Foods World* 53(6):301-305.
 29. Spies RD · Hosney RC (1982). Effect of sugar on starch gelatinization. *Cereal Chemistry* 59(2): 128-131.
 30. Zhou JC · Peng YF · Xu N (2007). Effect of trehalose on fresh bread and bread staling. *Cereal Foods World* 52(6):313-316.
-
- | | | | |
|--|--------------|----|------|
| | 2009년 8월 6일 | 접 | 수 |
| | 2009년 8월 31일 | 1차 | 논문수정 |
| | 2009년 9월 10일 | 2차 | 논문수정 |
| | 2009년 9월 21일 | 계 | 재확정 |