

자일리톨 첨가 머핀의 품질특성

안혜령¹⁾ · 허수진¹⁾ · 이광석[¶]

경희대학교 대학원 조리외식경영학과¹⁾, 경희대학교 조리과학과[¶]

Quality Characteristics of Muffins with Xylitol

Hye-Lyung An¹⁾, Soo-Jin Heo¹⁾, 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 is to develop the optimal recipe for muffins prepared with replacement of sucrose with xylitol. The effect of xylitol on properties of muffins was evaluated in terms of height, volume, weight, specific volume, baking loss rate, crumbScan, colorimeter, sensory evaluation, and staling of muffins during storage days(0, 1, 3, 5 days) was measured by texture analyzer. Hardness of muffins was increased by adding xylitol, significantly during storage. Lightness(L value) of crust was increased significantly as the contents of xylitol increased. According to sensory evaluation, the muffins(control group) without xylitol had highest score in appearance and texture. In flavor, taste and overall acceptance, muffins with 25% of xylitol showed the best result but were not significant between the muffins(control group).

Key words: xylitol, muffin, storage, TPA, sensory evaluation.

I. 서 론

최근 식생활 형태의 서구화 및 소득 수준의 향상에 따라 제과제빵 제품에 대한 다양한 소비자의 욕구를 충족시키기 위해 제과제빵산업에서는 신제품 개발에 주력하고 있다. 특히 건강에 대한 관심 증가로 기능성 재료를 이용한 건강빵과 당뇨병, 심장질환 및 체중 증가에 대한 우려로 저칼로리 제품에 대한 소비자의 수요가 나날이 증가하고 있는 추세이다(Lee SJ 등 2008).

제과제품 중에 간단한 아침식사나 간식으로 많이 이용하고 있는 머핀은 비교적 제조과정이 간단하여 특별한 기술이 없이도 손쉽게 만들어 먹을 수

있으며(Baixauli R et al 2008), 첨가하는 부재료에 따라 치즈머핀, 블루베리머핀, 초콜릿머핀, 바나나머핀, 옥수수머핀 등 그 종류가 다양하다(Kim KH 등 2009; Jung KI 등 2008; Kim JH 등 2008). 현재 시판되고 있는 머핀은 설탕을 많이 함유한 고칼로리 식품으로 비만이나 당뇨병에 노출되어 있는 사람들에게는 좋지 않은 영향을 미칠 수 있으며, 충치 발생의 우려도 높다(Shin IY 등 1999a; Kim C S · Lee YS 1997). 따라서 저칼로리 대체 감미료로서 당알코올(sugar alcohols)계 감미료는 당을 환원시켜 모든 산소분자를 hydroxyl기로 전화시킨 'polyol' 이고(Shin IY 등 1999b), 당류에 비해 알코올이 더 느리게 인체에 흡수되는 점이 당뇨 환자들에게는

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

어느 정도 유리하다(신말식 등 2001). 대체감미료 중 자일리톨(xylitol)은 xylose로부터 추출한 polyhydric alcohol로서, 당을 감미료로 사용할 때 발생하는 충치 형성을 억제하므로 오랫동안 치아와 접촉하는 chewing에는 중요하며, 동시에 단맛을 제공하여 chewing의 형태로 개발되어 성공한 제품이다(Lee SJ 등 2008). 또한 이 알코올성의 감미료 용액은 흡열반응이기 때문에 자일리톨이 녹을 때 입안에서 청량감을 느끼게 한다(신말식 등 2001). 그리고 자일리톨은 설탕보다 40% 적은 10 KJ/g 에너지를 나타내며, 설탕과는 1:1 감미도를 나타내기 때문에 제품에서는 25% 낮은 에너지라 정의할 수 있다(Winkelhauseu E et al 2007). 산을 생성하는 박테리아에 의해서 활용되지 못하기 때문에 구강에 좋으며 적은 양일지라도 효과는 뛰어나며, 수분활성도가 낮아 미생물 번식이나 제품 수명에 좋은 영향을 준다(Winkelhauseu E et al 2007).

그러나 첨가량에 대한 정확한 양이 정해지지 않아 지나치게 많이 섭취할 시 설사 등의 문제를 초래할 수도 있다(Park MK 2007).

자일리톨을 이용한 연구에는 자일로스와 자일리톨 첨가가 김치의 유기산 발효에 미치는 영향(Kim DK 등 2000), 자일리톨과 자몽씨 추출물이 배추김치의 관능성과 발효 속성에 미치는 영향(Moon SW 등 2003)과 자일리톨 첨가가 동치미의

맛과 발효 속성에 미치는 영향(Moon SW · Jang MS 2004)으로 김치에 대한 연구와 치과계통에 대한 연구(Park JH 2007; Han SK 등 2004; Kim KH 등 2002)가 있으며, 제과제빵에 대한 연구에는 올리고당과 당알콜을 이용한 스펀지 케익의 제조(Kim CS · Lee YS 1997), 자일리톨 첨가가 식빵의 특성에 미치는 영향(Lee SJ 등 2008)으로 제과제빵류에 적용한 연구는 다양하지 않다.

따라서 본 연구에서는 머핀에 설탕 대체제로 자일리톨을 0, 25, 50, 75, 100% 첨가하여 저장기간 동안(0, 1, 3, 5일)의 품질특성 변화를 알아보고, 물리적 특성 및 관능검사를 통한 자일리톨 최적의 첨가량을 도출하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용된 재료는 자일리톨(삼양사), 중력 밀가루((주)대한제분), 마가린(웰가, 버터랜드 free), 전지분유((주)동진유업), 베이킹 파우더(가림산업), 설탕(큐원, 삼양사), 소금(한주소금), 달걀(풀무원), 물을 사용하였다.

2. 자일리톨 첨가 머핀의 제조

머핀의 제조방법은 일반 머핀 제조방법을 변형

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

Ingredients(g)	Sample ¹⁾				
	X0	X25	X50	X75	X100
Flour	300	300	300	300	300
Sugar	180	135	90	45	-
Xylitol	-	45	90	135	180
Margarine	90	90	90	90	90
Eggs	90	90	90	90	90
Milk powder	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
Baking powder	15	15	15	15	15
Salt	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
Water	180	180	180	180	180

¹⁾ X0: Muffin without xylitol, X25: Muffin with 25% of xylitol, X50: Muffin with 50% of xylitol, X75: Muffin with 75% of xylitol, X100: Muffin with 100% of xylitol.

하였으며(Hui YH 2006), 배합비율은 <Table 1>에 나타내었다(Doerry W 1995). 설탕과 자일리톨을 제외한 모든 재료는 모두 동일한 양으로 하였으며, 설탕의 0%(X0), 25%(X25), 50%(X50), 75%(X75), 100%(X100)를 자일리톨로 대체하였다. 다른 재료인 밀가루, 베이킹파우더, 분유는 체에 내리고, 체질한 재료, 설탕과 자일리톨을 믹서기(Kitchen Aid St. Joseph, Michigan, USA)에 넣고 저속(128.333±0.577 rpm)으로 1분 동안 혼합하였다. 혼합한 후 마가린과 계란을 넣고 저속에서 1분 30초 동안 섞어주고, 마지막에 물을 넣고 저속으로 1분 동안 혼합하여 반죽을 완성하였다. 반죽 온도는 23±1℃가 되도록 하였다. 유산지를 깎 머핀 컵(직경; 7.5 cm, 높이; 4 cm)에 70 g의 반죽으로 넣고 윗불 200℃, 아랫불 200℃에서 25분간 구웠다. 굽기 후 머핀을 실온(20℃)에서 1시간 동안 식혀서 비닐 백에 담아 실온에서 저장하면서, 제조 당일(0일), 1일 후, 3일 후, 5일 후에 실험에 사용하였다.

3. 자일리톨 첨가 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.

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

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

2) 영상분석

머핀의 영상분석은 crumbScan(American Institute

of baking/Devore Systems)을 이용하여 머핀의 부피(volume)와 기공의 조밀도(crumb fineness)를 도출하였다. 분석 결과의 객관성과 정확성을 높이기 위해 한 구획에서 10% 이상 어둡거나(intensity=0.1) 크기가 500 pixels(size=500) 이상으로 나타난 기공들은 성형 실수로 설정하였으며, 구획간의 중복률은 10%(overlap=0.1)로 하였고 분석에 사용한 시료는 Heo SJ 등(2010)의 실험 방법과 동일하게 제조 후 실온(20℃)에서 1시간 동안 냉각하여 중심 부분을 세로로 잘라(13 mm) 사용하였으며, 모든 시료를 3회 반복 측정하였다.

3) 조직감 측정

자일리톨의 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 측정되었으며, 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 동일한 크기로 잘라 2회 연속 압착하였을 때 얻어지는 hardness(경도), springiness(탄력성), cohesiveness(응집성), gumminess(겉성), chewiness(씹힘성), resilience(탄성)를 제조 당일(0일), 1일 후, 3일 후, 5일 후에 측정하였다.

4) 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. 자일리톨 첨가 머핀의 관능평가

자일리톨을 첨가한 머핀의 관능평가는 경희대학교 조리외식경영학과 대학원생과 조리과학과

재학생 15명을 대상으로 하였다. 대조구를 포함한 5가지의 시료를 평가하도록 하였으며, 머핀의 부푼 정도를 정확하게 판단하게 하기 위해 머핀 1개 전체를 제공하였다. 관능감사 항목은 외관(appearance), 색(color), 조직감(texture), 풍미(flavor), 맛(taste), 전반적인 기호도(overall acceptance)에 대한 관능평가를 실시하였고, 7점 척도법으로 평가하였다.

5. 통계처리

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

III. 결과 및 고찰

1. 물리적 특성

1) 부피, 무게, 비용적, 굽기 손실률 및 높이
자일리톨 첨가 머핀의 무게, 부피, 비용적, 굽기 손실률 및 높이는 <Table 2>에 나타내었다. 부피는 자일리톨을 첨가하지 않은 대조구 X0이 133 mL로 가장 컸었고, 자일리톨 첨가량이 많아질수록 부피가 작아지는 것으로 나타났다. 감잎분말을 첨가한 스펀지 케이크(Choi GY 등 2007)와 천마분말을 첨가한 스펀지 케이크(Kang CS 2007)에 관한 연구에서도 첨가량이 증가할수록 부피가 작

아진다고 보고하였다. 자일리톨 25% 첨가군(X25)이 127 mL로 X0와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 무게는 대조구가 가장 낮은 값을 보였고, 자일리톨 첨가군과 유의적인 차이를 보였다. 비용적은 대조구에 비해 자일리톨 첨가 머핀이 모두 낮은 수치를 나타내었으며, Ronda F 등(2005)의 설탕 대체제를 첨가한 스펀지 케이크의 비용적과 Lee SJ 등(2008)의 자일리톨을 첨가한 식빵의 비용적에서도 대조구보다 낮은 수치를 보여 동일한 결과를 나타내었다. 이는 열에 의한 단백질과 전분의 변화에 기인한 것으로 사료된다. 자일리톨 첨가 머핀 중에서는 X25가 2.09로 가장 높은 수치를 보였다. 굽기 손실률의 경우는 자일리톨을 첨가한 실험군에 비해 대조구가 15.43%로 가장 높았으며, 자일리톨 첨가군과 유의적인 차이를 보였다. 이는 쌀 스펀지 케이크에 올리고당을 첨가한 연구(Ju JE 등 2007)에서와 같이 실험군에 비해 대조구의 굽기 손실률이 높아 본 실험과 같은 결과를 보였다. 자일리톨 첨가군 중에서는 X50이 13.52%로 가장 높았다. 머핀의 높이는 대조구가 자일리톨 첨가 머핀에 비해 낮은 값을 보였으며, X25와 X50이 6.20 cm의 동일한 높이로 가장 높은 수치를 나타내었다.

2) 영상분석

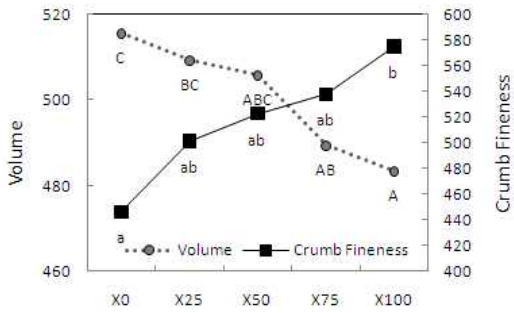
자일리톨의 첨가량 변화에 따른 머핀의 영상분석에 의한 부피(volume)와 기공의 조밀성(crumb fineness) 분석 결과는 <Fig. 1>과 같다.

<Table 2> The physical properties of the muffins prepared with different xylitol contents

Sample ¹⁾	Volume(mL)	Weight(g)	Specific volume (mL/g)	Loss rate(%)	Height(cm)
X0	133.33±7.02 ^b	59.20±0.10 ^a	2.25±0.13 ^c	15.43±0.14 ^b	5.97±0.12 ^a
X25	127.33±3.06 ^b	60.90±0.35 ^b	2.09±0.06 ^b	13.00±0.50 ^a	6.20±0.10 ^b
X50	119.00±2.65 ^a	60.53±0.31 ^b	1.96±0.05 ^{ab}	13.52±0.44 ^a	6.20±0.10 ^b
X75	114.33±3.79 ^a	60.73±0.47 ^b	1.88±0.05 ^a	13.24±0.68 ^a	6.03±0.06 ^{ab}
X100	112.67±4.62 ^a	60.90±0.00 ^b	1.85±0.08 ^a	13.00±0.00 ^a	6.00±0.10 ^a

¹⁾ Refer to Table 1.

^{a-c} Means denoted in a column by same letter are not significantly difference($p < 0.05$).



〈Fig. 1〉 Volume and crumb fineness of the muffins prepared with different xylitol contents.

^{A-C} Means denoted by the same letter are not significantly different($p < 0.05$).

^{a, b} Means denoted by the same letter are not significantly different($p < 0.05$).

부피는 물리적 특성의 부피 측정 결과와 동일하게 대조구가 가장 높은 수치를 나타내었고, 자일리톨 첨가량이 많아질수록 부피가 감소하는 것으로 나타났다. 기공의 조밀성은 대조구와 자일리톨 첨가군이 유의적이지는 않았으나 대조구에 비해 자일리톨을 첨가한 머핀이 높은 수치를 나타내었고, 첨가량이 증가할수록 높아지는 결과를 보였다. 이는 자일리톨이 기공의 조밀성에 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 머핀의 부피가 감소함에 따라 기공의 조밀성은 높아지는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 microwave 가열에 의한 식빵 발효의 최적화에 관한 연구(박상준 2009)와 울금분말을 첨가한 식빵의 품질특성(Jeon TG 등 2010)에서 부피가 크면 조밀도가 낮고 기공의 숫자가 많으며, 부피가 작으면 조밀도가 높고 기공의 숫자가 적어지는 것과 같은 결과를 나타내었다.

3) 조직감

자일리톨을 첨가한 머핀을 저장하면서 제조당일(0일), 1일 후, 3일 후, 5일 후의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 탄성(resilience)을 측정된 결과는 〈Table 3〉과 같다. 경도의 경우, 제조 당일은 자일리톨 첨가량이 증가할수록 경도가 높아졌으며, X50,

X75와 X100이 각각 280.03, 294.42, 354.55로 대조구에 비해 유의적으로 높았다. 설탕 대신에 99.75% 자일리톨과 단맛을 위해 0.25%의 아스파탐을 사용하여 스펀지 케이크와 비스킷을 만든 Bakr AA (1997)의 실험에 의하면 자일리톨을 사용한 경우에도 속질이 단단해진 결과를 보였으며, Lee SJ 등(2008)의 자일리톨을 첨가한 식빵에서도 자일리톨 함량이 증가함에 따라 경도가 증가하는 경향을 보였다. 저장기간 1일 후에는 대조구와 자일리톨을 첨가한 실험군이 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 저장기간이 길어질수록, 자일리톨 첨가량이 증가할수록 경도는 높아졌다. 또한 저장기간이 길어질수록 모든 머핀은 유의적으로 경도가 증가하였다. 자일리톨을 첨가한 머핀 중에서는 X25의 경도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

탄력성의 경우, 제조 당일은 X25가 0.90으로 가장 높았으나, 대조구와 X50과는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 1일 후, 3일 후와 5일 후의 대조구의 탄력성이 가장 높은 것으로 나타났다. 저장기간이 길어질수록, 자일리톨 첨가량이 증가할수록 탄력성이 낮아졌다. 자일리톨 첨가군에서는 X25의 탄력성이 가장 높은 것으로 나타났다. 응집성의 경우, 제조 직후 대조구가 0.58로 가장 높은 수치를 보였으며, 자일리톨 첨가군과 유의적인 차이를 보이지 않았고 1일 후, 3일 후와 5일 후의 응집성은 대조구와 자일리톨 첨가군이 유의적인 차이를 보였다. 저장기간이 길어질수록 모든 머핀의 응집성은 유의적으로 점차 감소하였으며, 자일리톨 첨가량이 많을수록 응집성은 낮아졌다. 씹힘성의 경우, 제조 당일은 대조구가 162.05로 가장 높은 수치를 나타내었으며, 첨가군 중에서는 X25가 154.77로 가장 높았고, 대조구와 유의적인 차이를 보였다. 1일 후, 3일 후와 5일 후에는 대조구와 X25는 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 자일리톨 첨가량이 증가할수록, 저장 기간이 길어질수록 씹힘성은 낮아졌다. 탄성은 제조 직후, 대조구가 0.27로 가장 높았으며, X25와 X50과는 유의적인 차이를 나타내지 않았고, X75와 X100은

〈Table 3〉 Texture profile analysis parameter of the muffins prepared with different xylitol contents

Texture parameter	Sample ¹⁾	Storage day			
		0	1	3	5
Hardness (g)	X0	^A 233.75±25.03 ^a	^A 314.47±41.11 ^{NS}	^B 447.57± 83.02 ^a	^C 572.51± 66.34 ^a
	X25	^A 261.79± 2.35 ^{ab}	^B 326.32±28.56	^B 469.15± 33.63 ^{ab}	^C 603.94± 72.27 ^{ab}
	X50	^A 280.03±40.04 ^b	^{AB} 336.77±13.11	^B 507.43± 55.23 ^{ab}	^C 609.57±102.26 ^{ab}
	X75	^A 294.42±13.14 ^b	^A 348.98±66.25	^B 592.57±151.17 ^{ab}	^C 740.03±115.78 ^b
	X100	^A 354.55±10.94 ^c	^A 380.93±36.01	^B 634.71± 50.60 ^b	^C 745.74± 55.49 ^b
Springiness	X0	^D 0.89±0.01 ^{ab}	^C 0.83±0.01 ^b	^B 0.76±0.01 ^c	^A 0.71±0.03 ^c
	X25	^C 0.90±0.01 ^b	^B 0.80±0.01 ^b	^B 0.70±0.02 ^b	^A 0.68±0.04 ^{bc}
	X50	^C 0.87±0.03 ^{ab}	^B 0.74±0.04 ^a	^B 0.70±0.01 ^{ab}	^A 0.62±0.03 ^{ab}
	X75	^C 0.86±0.02 ^a	^B 0.71±0.02 ^a	^B 0.68±0.04 ^{ab}	^A 0.61±0.03 ^a
Cohesiveness	X100	^C 0.86±0.03 ^a	^B 0.70±0.06 ^a	^A 0.65±0.03 ^a	^A 0.60±0.04 ^a
	X0	^D 0.58±0.03 ^b	^C 0.46±0.03 ^c	^B 0.34±0.01 ^c	^A 0.25±0.02 ^c
	X25	^D 0.56±0.03 ^{ab}	^C 0.40±0.02 ^b	^B 0.28±0.04 ^b	^A 0.21±0.03 ^b
	X50	^C 0.55±0.02 ^{ab}	^B 0.29±0.02 ^a	^B 0.27±0.04 ^b	^A 0.18±0.02 ^{ab}
	X75	^D 0.53±0.03 ^{ab}	^C 0.31±0.02 ^a	^B 0.25±0.02 ^{ab}	^A 0.18±0.01 ^{ab}
Chewiness	X100	^C 0.51±0.03 ^a	^B 0.27±0.03 ^a	^B 0.22±0.01 ^a	^A 0.16±0.01 ^a
	X0	^C 162.05±10.82 ^c	^B 125.28±18.56 ^b	^{AB} 115.88± 1.44 ^b	^A 101.73± 5.98 ^b
	X25	^B 154.77±12.19 ^b	^A 103.74±21.93 ^b	^A 101.18±17.74 ^b	^A 88.11±25.44 ^{ab}
	X50	^B 146.05± 8.02 ^b	^A 93.53±16.27 ^{ab}	^A 81.91±14.12 ^a	^A 83.20± 6.12 ^{ab}
	X75	^B 126.59± 7.97 ^a	^A 85.84± 5.35 ^a	^A 73.18± 7.85 ^a	^A 66.80± 5.75 ^a
Resilience (N/mm)	X100	^B 127.02± 8.72 ^a	^A 68.97±25.53 ^a	^A 70.82±13.86 ^a	^A 68.80± 8.87 ^a
	X0	^D 0.27±0.02 ^b	^C 0.18±0.02 ^c	^B 0.12±0.01 ^b	^A 0.09±0.01 ^b
	X25	^C 0.26±0.01 ^{ab}	^B 0.16±0.01 ^b	^A 0.10±0.02 ^a	^A 0.08±0.01 ^{ab}
	X50	^C 0.25±0.02 ^{ab}	^B 0.11±0.01 ^a	^B 0.10±0.01 ^a	^A 0.07±0.01 ^a
	X75	^C 0.23±0.02 ^a	^B 0.12±0.02 ^a	^A 0.08±0.00 ^a	^A 0.07±0.00 ^a
X100	^C 0.23±0.02 ^a	^B 0.11±0.01 ^a	^B 0.10±0.01 ^a	^A 0.07±0.00 ^a	

¹⁾ Refer to Table 1.

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

^{a~c} Means denoted in column by same letter are not significantly difference($p<0.05$).

^{NS}, Not significant at $p<0.05$.

0.23으로 동일한 탄성 정도를 보였다. 1일 후, 3일 후와 5일 후의 X50, X75와 X100의 탄성 정도는 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 자일리톨 첨가량이 증가할수록, 저장 기간이 길어질수록 탄성은 낮아졌다.

4) 색도

케이크는 색도 측정 결과에서 주로 L값과 b값의 측정치를 중요하게 보는데, 이는 L값을 이용

하여 제조공정(굽는 시간과 온도)의 변화를 보고, b값은 재료에 따른 색의 변화를 비교하기 위해서 이다(Anderson J 1995). 먼저, 예비실험을 통하여 자일리톨을 첨가한 머핀의 저장 기간에 따른 L값과 b값에 대한 변화를 측정된 결과, 저장 기간에 따른 L값과 b값의 유의적인 차이가 전혀 없었으므로 제조 당일의 L값과 b값만을 측정하였다. 측정된 결과는 〈Table 4〉에 나타내었다. 머핀 껍질의 L값은 대조구가 48.50으로 낮은 수치를 보였

〈Table 4〉 Hunter's color L and b value of the muffins prepared with different xylitol contents

Sample ¹⁾		X0	X25	X50	X75	X100
Crust	L	48.50±0.11 ^a	49.27±0.51 ^a	49.85±2.15 ^{ab}	52.20±0.90 ^b	56.61±1.95 ^c
	b	32.81±0.92 ^{NS}	33.96±1.78	34.04±0.93	35.47±0.47	35.58±2.16
Crumb	L	69.89±0.09 ^a	69.77±0.66 ^a	69.92±0.51 ^a	70.98±0.26 ^b	72.03±0.94 ^c
	b	25.01±0.24 ^{NS}	23.09±1.77	23.74±0.14	23.77±1.29	23.83±0.77

¹⁾ Refer to Table 1.

^{a-c} Means denoted in a row by same letter are not significantly difference($p<0.05$).

^{NS}; Not significant at $p<0.05$.

고, 자일리톨 첨가군 중에서는 X100이 56.61로 가장 높은 수치를 보였다. 자일리톨 첨가량이 증가할수록 L값은 높아졌으며 첨가량에 따른 유의적인 차이를 보였다. 이는 Emmanuel IZ 등(2000)의 연구결과와 같이 설탕 대신에 자일리톨의 대체 사용으로 당 알코올 계열의 메일라드 반응의 부족으로 기인하여 대조구에 비해 L값이 높은 것으로 사료된다. Ronda F 등(2005)의 실험 결과에서도 oligofructose를 제외한 모든 대체제 사용 제품의 껍질색이 밝아진 반면 속질색은 큰 차이가 없는 것으로 나타나, 당 알코올 계열의 메일라드 반응의 부족으로 인한 것으로 보여진다. 메일라드 반응은 환원기를 가지는 카르보닐 화합물과 아미노기를 가지는 아미노 화합물의 반응에 의해 생성되는 물질인 멜라노이딘에 의해 갈색으로 변화하는데 당 알코올계인 자일리톨은 환원당의 알데히드기나 케톤기가 없기 때문에 일어나지 않는다(Shin IY 등 1999b). 그리고 색을 나타내는 다른 요인인 카라멜화 반응도 당알코올이 설탕보다 열안정성이 크므로 열에 의한 영향을 적게 받는다고 한다(Shin IY 등 1999b). 그러므로 자일리톨 첨가량이 가장 많은 X100의 L값이 가장 높게 나타났다. b값은 대조구가 32.81로 가장 낮은 수치를 보였으나, 자일리톨 첨가량에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 나타나 oligofructose 이외의 대체제 사용에 의한 스펀지 케이크의 실험 결과에서도(Ronda F et al 2005) 위 실험 결과와 동일하게 b값은 큰 차이가 없었다고 하였다. 머핀 속질의 L값은 껍질에서와 같이 X25가 69.77로 가장 낮은 수치를 보였으나, 대조구, X25와 X50은 유

의적인 차이가 없었고, X75와 X100과는 유의적인 차이를 보였으며, 자일리톨 첨가량이 증가할수록 높은 값을 나타내었다. 속질의 b값은 껍질과는 달리 대조구가 25.01로 가장 높은 수치를 나타내었으며, 자일리톨 첨가량이 증가할수록 높아졌으나 첨가량에 따른 유의적인 차이는 없었다.

2. 관능평가

자일리톨의 최적 첨가량을 알아보기 위해 머핀의 외관(appearance), 껍질 색(crust color), 속질 색(crumb color), 조직감(texture), 풍미(flavor), 맛(taste), 전체적인 기호도(overall acceptance)의 항목으로 관능검사를 실시한 결과는 〈Table 5〉와 같다.

외관은 머핀의 부분 정도를 보기 위한 것으로 대조구가 6.73으로 가장 높은 값을 보였으며, 자일리톨을 첨가한 머핀과는 유의적인 차이를 보였다. 자일리톨을 첨가한 머핀 중에서 X25가 5.27로 가장 높은 값을 나타내었고, X50(4.87)과는 유의적인 차이는 없었으며, 자일리톨을 가장 많이 첨가한 X100이 가장 낮은 값을 보였다. 껍질색은 대조구가 5.40으로 가장 진하다고 하였으며, 자일리톨 첨가량이 많아질수록 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다. 속질 색의 경우도 대조구가 4.87로 가장 높은 값을 보여 자일리톨 첨가량이 많아질수록 낮은 수치를 보였다.

자일리톨을 첨가한 머핀의 조직감은 대조구가 5.11로 가장 높은 수치를 나타내었고, X25(4.68)와 유의적인 차이가 없었으며, 나머지 자일리톨을 첨가한 실험군과는 유의적인 차이를 보였다. 풍미는 X25가 5.07로 가장 높은 값을 보였으며, 대

〈Table 5〉 Quantitative descriptive analysis scores of the muffins prepared with different xylitol contents

Sample ¹⁾	Sensory evaluation						
	Appearance	Crust color	Crumb color	Texture	Flavor	Taste	Overall acceptance
X0	6.73±0.46 ^c	5.40±1.51 ^d	4.87±0.84 ^c	5.11±0.97 ^c	4.94±0.80 ^c	5.06±0.96 ^c	5.00±1.31 ^d
X25	5.27±0.88 ^b	4.67±0.78 ^c	4.40±1.21 ^{bc}	4.68±1.24 ^c	5.07±0.92 ^c	5.13±1.05 ^c	5.40±1.46 ^d
X50	4.87±1.25 ^b	3.73±1.09 ^b	4.20±1.16 ^b	4.13±1.50 ^b	4.00±1.22 ^b	4.67±0.82 ^b	4.14±1.28 ^c
X75	3.67±1.35 ^a	2.93±0.91 ^a	3.47±0.91 ^a	3.80±1.11 ^{ab}	3.67±1.30 ^b	4.40±1.27 ^b	3.33±0.89 ^b
X100	3.27±1.58 ^a	2.53±1.04 ^a	3.13±0.83 ^a	3.67±1.36 ^a	3.00±1.09 ^a	3.60±1.01 ^a	2.53±0.95 ^a

¹⁾ Refer to Table 1.

^{a-c} Means denoted in a column by same letter are not significantly difference ($p < 0.05$).

조구가 4.94로 X25와는 유의적인 차이가 없었고, 자일리톨 첨가량이 많아질수록 풍미의 수치가 유의적으로 낮아졌다. 맛도 풍미와 동일하게 X25가 5.13으로 가장 높았으며, 대조구(5.06)와는 유의적인 차이가 없었고, 맛도 풍미와 조직감과 동일하게 자일리톨 첨가량이 증가할수록 맛의 수치가 낮아졌다. 이는 Lee SJ 등(2008)의 보고에서처럼 자일리톨의 함량이 클 경우 이질감이 느껴지기 때문이라고 보아진다. Winkelhauseu E 등(2007)은 자일리톨을 첨가한 쿠키가 대조구와 단맛이 비슷하며, 약간의 후미가 있으나 시원한 느낌이 뛰어나다고 하였다. Ronda F 등(2005)은 설탕 대체제를 첨가한 스펀지 케이크를 만들었을 경우 전체적인 기호도는 낮아졌으며, 대체제 중에서 자일리톨이 대조구와 가장 근접한 것으로 나타났고, 관능평가 결과에서 단맛과 후미가 자일리톨 첨가 스펀지 케이크가 가장 좋았다고 하였다. 전체적인 기호도는 X25가 5.40으로 가장 높은 값을 보였으나, 대조구가 5.00으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이 같은 결과는 X25가 풍미와 맛에서 가장 높은 수치를 보였기 때문인 것으로 보아지며, X50, X75와 X100의 순으로 기호도는 유의적으로 감소하였다.

IV. 요약 및 결론

머핀 제조 시 설탕 대체제로 자일리톨을 첨가하여 물리적 특성 및 관능평가를 통해 최적의 첨

가량을 도출하기 위한 실험 결과, 머핀의 부피, 무게, 비용적, 굽기 손실률 및 높이에서는 대조구 X0가 133 mL로 가장 컸었고, 자일리톨 25% 첨가 군과는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 자일리톨 첨가량이 많아질수록 부피가 적어지는 것으로 나타났다. 비용적도 대조구가 2.25로 가장 높은 수치를 보였으며, 자일리톨 첨가 머핀 중에서는 X25가 2.09로 가장 높은 수치를 보였고, 자일리톨을 첨가한 실험군이 모두 낮은 수치를 나타내었다.

영상분석에 의한 부피(volume)는 앞서 물리적 특성의 부피 측정과 동일하게 대조구가 가장 높은 수치를 나타내었으며, 자일리톨 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 기공의 조밀성(crumb fineness)은 대조구에 비해 자일리톨을 첨가한 실험군이 높은 수치를 나타내었고, 첨가량이 증가할수록 높아지는 결과를 보였다.

Texture analyzer에 의한 머핀의 조직감에서 경도의 경우, 자일리톨 첨가량이 증가할수록 경도가 높아졌으며, 저장기간이 길어질수록 대조구와 실험군은 유의적으로 경도가 증가하였다. 자일리톨을 첨가한 실험군에서는 X25의 경도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 탄력성의 경우, 저장기간이 길어질수록, 자일리톨 첨가량이 증가할수록 탄력성이 낮아졌다. 실험군에서는 X25의 탄력성이 가장 높은 것으로 나타났다. 응집성도 저장기간이 길어질수록 대조구와 실험군의 응집성은 유의적으로 점차 감소하였으며, 자일리톨 첨가량이 많을수록 응집성은 낮아졌다. 씹힘성도 자일리톨 첨

가량이 증가할수록, 저장 기간이 길어질수록 낮아졌으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 탄성의 경우, 자일리톨 첨가량이 증가할수록 탄성이 낮은 수치를 보였으나, 유의적인 차이는 없었고 저장 기간이 길어질수록 탄성은 낮아졌다.

자일리톨 첨가 머핀의 색도는 머핀 껍질의 L값은 자일리톨 첨가량이 증가할수록 L값은 높아졌으며 첨가량에 따른 유의적인 차이를 보였는데, 이는 자일리톨의 대체로 인하여 캐러멜 반응이 일어나지 않아 생겨나는 현상으로 보여진다. 껍질의 b값은 자일리톨 첨가량에 따른 유의적인 차이는 없었다. 머핀 속질의 L값 자일리톨 첨가량이 증가할수록 높은 값을 나타내었고, 속질의 b값도 자일리톨 첨가량이 증가할수록 높아졌으나, 첨가량에 따른 유의적인 차이는 없었다.

자일리톨 첨가 머핀의 관능검사 결과, 머핀의 외관과 조직감은 대조구가 가장 높은 수치를 보였으며, 풍미, 맛과 전체적인 기호도에서는 X25가 가장 좋은 점수를 보였지만, 대조구와는 유의적인 차이는 없었다. 자일리톨 첨가량이 많을수록 외관, 껍질색, 조직감, 풍미, 맛과 전체적인 기호도의 수치가 유의적으로 감소하였다.

한글초록

본 논문의 목적은 자일리톨을 설탕 대체제로 사용하여 만든 머핀의 최적 배합을 개발하고자 함이다. 자일리톨을 첨가한 머핀의 특성은 높이, 부피, 무게, 비용적, 굽기 손실률, 영상분석, 색도와 관능검사에 의해 측정되었고, 저장기간 동안(0, 1, 3, 5일)의 머핀의 노화에 대한 자일리톨의 영향은 조직감 분석 기계에 의해 측정되었다. 자일리톨 첨가량이 증가할수록 머핀의 경도는 증가하였고, 저장기간 동안 유의적으로 증가하였다. 머핀 껍질의 명도(L값)는 자일리톨 첨가에 의해 유의적으로 증가하였다. 관능검사에서 자일리톨을 첨가하지 않은 대조구는 외관과 조직감에 가장 높은 수치를 보였다. 풍미, 맛과 전체적인 기호도에서는 자일

리톨을 25% 첨가한 머핀이 가장 좋은 결과를 보였지만 대조구와는 유의적인 차이는 없었다.

참고문헌

박상준 (2009). Microwave 가열에 의한 식빵 발효의 최적화에 관한 연구. 경희대학교, 57-59, 서울.
 신말식 · 김완식 · 이경애 · 김미정 · 윤혜현 · 김성란 (2001). 식품과 조리과학. 라이프사이언스, 128-129, 서울.
 Anderson J (1995). Crust color assessment of bakery products. *AIB Technical Bulletin* 17(3):2-3.
 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.
 Bakr AA (1997). Application potential for some sugar substitutes in some low energy and diabetic foods. *Nahrung* 41(3):170-175.
 Choi GY · Kim HD · Bae JH (2007). Quality characteristics of sponge cakes occurred with percentages of persimmon leaves powder added. *Korean J Culinary Research* 13(4):269-278.
 Doerry W (1995) Baking Technology. Controled Baking. AIB Mahattan, 208-209.
 Emmanuel IZ · Spyros P · Vassiliki O (2000). Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. *J Sci Food Agric* 80:2049-2056.
 Han SK · Choi YH · Son EY · Song KB · Kim YJ · Nam SH (2004). Prevention of dental caries by xylitol gum in pre-school children during 12-months. *J Korean Acad Pediatr Dent* 31(2):159-168.
 Heo SJ · An HY · Lee KS (2010). Physical properties and sensory evaluation of muffins with trehalose. *Korean J Culinary Research* 16(1):13-23.
 Hui YH (2006). Bakery Products Science and Technology. Blackwell Publishing England and Wales 503.

- Jeon TG · An HL · Lee KS (2010). Quality characteristics of bread added with turmeric powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(1):113-121.
- 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(4):530-536.
- Jung KI · Shin ES · Kim SA (2008). Quality characteristics of muffins with different fat and methods. *Korean J Food Cookery Sci* 24(4):473-479.
- Kang CS (2007). Qualitative characteristics of sponge cakes with addition of *Gastrodiae rhizoma* powder. *Korean J Culinary Research* 13(4):211-219.
- Kim CS · Lee YS (1997). Characteristics of sponge cake with replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar alcohols. *Korean J Soc Food Sci* 13(2):118-126.
- Kim DK · Kim SY · Lee JK · Noh BS (2000). Effects of xylose on the organic acid fermentation of kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 32(4):889-895.
- Kim KH · Jeong BC · Oh CS · Yang KH (2002). The effect of xylitol and carbohydrates on streptococcus. *J Korean Acad Pediatr Dent* 29(4):561-567.
- Kim JH · Kim JH · Yoo SS (2008). Impacts of proportion of sea-tangle on quality characteristics of muffin. *Korean J Food Cookery Sci* 24(5):565-572.
- Kim KH · Lee SY · Yook HS (2009). Quality characteristics of muffins prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.) fruit powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(6):750-756.
- Lee SJ · Paik JE · Han MR (2008). Effect of xylitol on bread properties. *Korean J Food & Nutr* 21(1):56-63.
- Moon SW · Jang MS (2004). Effect of xylitol on the taste and fermentation of dongchimi. *Korean J Food Cookery Sci* 20(1):42-48.
- Moon SW · Shin HK · Gi GE (2003). Effects of xylitol and grapefruit seed extract on sensory value and fermentation of baechu kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 35(2):246-253.
- Park JH (2007). The anticariogenic effects of xylitol on mutans streptococci in with mixed dentition. *J Korean Acad Pediatr Dent* 34(4):632-638.
- Park MK (2007). Quality characteristics of strawberry jam containing sugar alcohols. *Korean J Food Sci Technol* 39(1):44-49.
- 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(4):549-555.
- Shin IY · Kim HI · Kim CS · Whang K (1999a). Characteristics of sugar cookie with replacement of sucrose with sugar alcohols (II) textural characteristics of sugar alcohol cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(5):1044-1050.
- Shin IY · Kim HI · Kim CS · Whang K (1999b). Characteristics of sugar cookie with replacement of sucrose with sugar alcohols (I) organoleptic characteristics of sugar alcohol cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(4):850-857.
- Winkelhause E · Jovanovic-Malinovska R · Velickova E · Kuzmanova S (2007). Sensory and microbiological quality of a baked product containing xylitol as an alternative sweetener. *International J of Food Properties* 10(3):639-649.

2010년 4월 30일 접수

2010년 5월 25일 1차 논문수정

2010년 6월 14일 게재확정

