

사카린을 첨가한 머핀의 품질특성

김은지¹⁾ · 이광석^{2)¶}

경희대학교 일반대학원 조리외식경영학과¹⁾ · 경희대학교 조리·서비스경영학과^{2)¶}

Quality Characteristics of Muffin with Saccharin

Eunji Kim¹⁾ · Kwang-Suck Lee^{2)¶}

*Dept. of Culinary Science and Food Service Management,
Graduate School of Kyung Hee University¹⁾*

Dept. of Culinary Service Management, Kyung Hee University^{2)¶}

Abstract

The purpose of this study was to investigate the quality characteristics of muffins prepared with saccharin. The effect of saccharin was evaluated in terms of height, weight, volume, specific volume, baking loss rate, image analysis, color, texture, moisture contents and acceptance test. Height, weight, volume and specific volume of muffins increased with the addition of saccharin. The baking loss rate of the samples containing saccharin was lower than those of the control group. Crust thickness of muffins containing saccharin evaluated with crumbScan decreased as the content of saccharin increased. Lightness of crust decreased significantly as contents of saccharin decreased, whereas lightness of crumb increased. Control without saccharin showed the most hardness by TPA. During storage, moisture contents increased significantly as the amount of saccharin increased. According to the acceptance test, muffins with saccharin exhibited higher scores than muffins with sugar except for color of crust and flavor. In particular, Samples 1 and 2 had the highest scores. Based on the above results, the addition of saccharin would be appropriate for making muffins.

Key words: saccharin, sugar, muffin, quality characteristics, acceptance test

I. 서론

역사 속에서 오래 전부터 애용되어 온 맛 중에 하나는 단맛이며, 단맛의 대부분은 설탕으로 대표되며, 변패방지, 안정화, 질감형성 등의 기능 덕분에 가정이나 식품 산업에서 널리 쓰이고 있다(최미경 1995). 사탕무와 사탕수수를 통해 얻어지는 설탕은 오랜 시간 동안 인간의 에너지원으로 요긴하게 사용되어 왔으며, 오늘날에도 설탕은 인간의 식생활에서 없어서는 안 되는 주요 식품 중 하

나로 자리 잡고 있다(박승원 2010). 그러나 설탕의 과다 섭취에 따라 비만, 당뇨병, 동맥경화, 고지혈증, 고혈압과 같은 질병을 야기할 수 있으며(Kim HA & Lee KH 2012), 일각에서는 다이어트에 대한 관심과 건강의식이 높아지면서 설탕의 사용 수준을 제한하고자 하는 움직임이 나타나고 있다(Baek SE 2008). 또한, 이를 대체하기 위하여 사카린, 아스파탐, 스테비오사이드 등 각종 비당질계의 고감미도 감미료를 사용하고 있다(Bang SK et al 2013). 감미료 종류에 따라 차이가 있

¶ : 이광석, koreadclub@khu.ac.kr, 서울시 동대문구 경희대로 26, 경희대학교 호텔관광대학 조리·서비스 경영학과

나, 대부분의 대체감미료는 설탕처럼 단맛을 제공 하되, 칼로리가 적고, 설탕의 과다 섭취와 관련된 질병을 개선하는데 도움을 주며, 향미를 상승시키고, 충치 저하에 도움을 준다(최미경 1995).

1879년 Ira Remsen과 Constantin Fahlberg에 의하여 처음 발견된 사카린(Ancuceanu R 2011)은 1 세기 이상 칼로리나 탄수화물이 없는 단 음식이나 음료에 사용되어 왔다(Calorie Control Council 2006). 사카린은 설탕보다 가격이 싸고, 당도는 300배 이상 높으며(장시복 2013), 설탕 가격이 불안했던 당시에 설탕의 좋은 대체품으로 판매되었다(Ancuceanu R 2011). 또한, 사카린은 인간의 몸에 의해 대사 작용하지 않으며, 소화기에 흡수되지 않고 배설된다(OTA 1977). 따라서 칼로리가 없어 체중 조절하는 사람들에게 좋은 대안이 될 수 있고, 당뇨병 환자들이 설탕을 섭취하지 않고도 단맛의 욕구를 충족시킬 수 있는 제품이다. 미국에서는 비만 위기에 맞서 초·중학교 자판기에서 가당 음료를 없애거나 대체하기 위한 계획으로 사카린이 제시되기도 하였다(Swithers SE et al 2010).

그러나 사카린 사용의 장점에도 불구하고, 사카린의 안전성에 관한 연구들이 등장하여 사카린 사용이 주춤하게 되었다. 1886년 유럽에서 사카린 소비와 관련하여 식욕감퇴와 위장장애와 관련된 연구가 보고되었으며(National Research Council 1978), 1890년엔 프랑스의 Commission of the Health Association은 사카린을 유해하다고 선언하여 사카린의 수입과 제조를 금지하였다(Arnold DL 1983). 미국에서는 1912년에 식품으로는 금지되었고, 의약품으로는 사용 가능한 상태가 되었다(Harrison K & Hoberg G 1994). Canadian Health Protection Branch의 연구 결과, 사카린을 투여 받은 쥐의 방광에서 종양이 발견되었다는 학술논문이 발표되었다(오성훈 & 최희숙 2002). 그러나 사카린을 계속 사용해야 한다고 요구하는 다이어트 식품 산업 관계자들의 청원에 따라 FDA는 사카린 사용을 유지하되, 라벨을 통하여 경고하기로

하였으며(Schardt D 2004), 1977년 미국에서는 사카린을 함유한 식품에 경고라벨을 명시하도록 요구하는 법안이 통과되기도 하였다(Walters E 2013). 그러나 사카린이 직접적으로 인체에 암을 유발한다고 과학적으로 증명한 연구는 없으며, 특히 사카린으로 인하여 방광암 위험이 생긴다고 밝혀진 연구는 과다한 양의 음료를 매일 쥐에 투여한 뒤 실험이 진행된 것으로 뒤늦게 알려졌다(여인형 2012). Jensen OM과 Kamby C(1982)의 연구에서는 임신한 여성에 의해 섭취된 사카린으로 인하여 태어나 어린이에게 방광암 위험이 증가한다는 증거를 찾아볼 수 없다고 하였다. 이렇듯 사카린의 무해성을 주장하는 연구들이 늘어나면서 사카린에 대한 규제가 풀어졌다. 캐나다 보건부는 가장 먼저 사카린의 안전성을 인정하였으며, 일반 대중을 위하여 안전하게 소비될 수 있다고 밝혔다(Health Canada 2007). 미국에서는 사카린 금지와 관련된 법률이 폐기되고, 2000년에는 발암물질 리스트에서 사카린이 삭제되었으며, 제품에 부착되었던 경고 라벨도 제거되었다(Calorie Control Council 2006).

국내에서도 2011년까지 시리얼류, 김치류, 음료류, 건강기능식품 등에 사카린 사용을 제한적으로 허용하였고(김경수 등 2014), 2012년에는 커피믹스, 막걸리, 소주, 잼 등에 일부 사용을 허용하였으며(장시복 2013), 2014년에는 빵·과자·아이스크림 등에도 사용할 수 있게 되어 사용 대상이 대폭 확대되었다(고미혜 2014). 그럼에도 불구하고 사카린에 대한 부정적인 인식이 소비자들에게 뿌리 깊게 자리 잡고 있기 때문에, 대형 식품업체들은 향후 빵이나 제과류에 사카린을 사용할 계획이 없다고 밝히는 실정이다(김경수 등 2014).

사카린의 규제 완화가 시행된 지 오래 되지 않았고, 아직까지 사람들의 편견이 남아있는 상태에서, 사카린을 이용한 제품들을 소비자들에게 더 친근하게 다가갈 수 있도록 하고, 사람들의 인식을 환기시키기 위해서 이를 최대한 응용할 수 있도록 연구가 필요하다. 따라서 사카린을 제과제빵

제품에 적용할 수 있도록 하기 위하여 많은 양의 설탕이 첨가되는 머핀을 활용하고자 한다. 설탕 대신 트레할로스(Heo SJ et al 2010)와 자일리톨(An HL et al 2010) 등의 대체 감미료를 사용하여 머핀을 만든 연구가 있지만, 사카린의 빵·과자 허용이 2014년에 비로소 실시되었기 때문에 이를 이용한 연구는 없다. 따라서 본 연구를 통하여 사카린을 첨가한 머핀의 특성 및 관능검사를 통한 최적함량을 살펴보고, 더 넓게 사카린을 활용할 수 있는 방안을 마련하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험을 위하여 물과 아이러브초코에서 구입한 사카린(범아식품), (주)경민푸드를 통하여 구매한 설탕(삼양사), 중력밀가루((주)대한제분), 마가린(웰가, 버터랜드 free), 탈지분유(서울우유), 홈플러스에서 구매한 달걀(풀무원), 베이킹파우더(가림산업), 소금(한주소금)을 사용하였다.

2. 사카린 첨가 머핀의 제조

머핀은 Lee WG & Lee JA(2014)의 연구를 참고하여 크립법으로 제조하였다. 사카린 0 g(CON), 0.075 g(S1), 0.15 g(S2), 0.225 g(S3), 0.30 g(S4)을 첨가하였다. ‘식품첨가물의 기준 및 규격 일부개정고시안(식품의약품안전처 2014)에 따른 빵류의 사카린 최대 허용치가 1 kg 당 0.17 g 이하이기 때문에, 본 연구에서 사용된 배합을 토대로 계산한 최대 사카린 첨가 허용량은 0.30 g이었으며, 이를 최대 사카린 첨가 시료(S4)로 하였다. 그리고 사카린의 감미도가 설탕의 300배인 것을 고려하여 각 시료 당 설탕의 양을 정하였으며, 그 배합표는 <Table 1>과 같다. 밀가루, 분유, 베이킹파우더 등의 건조 재료는 체로 거른 뒤, 실온에 둔 마가린을 믹서기(Kitchen Aid St. Joseph. Michigan, USA)를 사용하여 6단에서 1분 동안 부드럽게 풀어준 뒤 설탕, 사카린, 소금을 넣어 6단에서 4분간 혼합하였다. 이때, 2분 간격으로 볼을 긁어주었다.

달걀은 3번에 나누어 넣으면서 3분간 혼합하고, 모두 넣은 뒤에는 추가로 1분 더 믹서기를 돌려주었다. 체를 쳐둔 가루와 물은 1단에서 30초 돌려준 뒤, 2단에서 30초, 4단에서 1분순으로 덩어리가 생기지 않고 모든 재료가 골고루 혼합된 상태에서 반죽을 완성하였다. 머핀 제조 환경 조건을 통제하여 최종 반죽온도는 22~24℃가 되도록 맞추었다. 머핀컵(직경: 7.5 cm, 높이: 4 cm)에 반죽 70 g씩 넣고, 200/180℃로 예열된 오븐(대영공업사, FOD- 7103)에 넣어 24분 동안 구웠다. 구워진 머핀은 실온(20℃)에서 1시간 동안 식힌 뒤, polyethylene film으로 포장하여 실온에서 저장하였다. 그리고 제조 후 1일 후에는 기계적 측정과 관능검사를 실시하였고, 수분함량은 3일, 5일 동안 저장하며 측정에 사용하였다.

3. 사카린 머핀의 물리적 품질특성

1) 높이, 부피, 무게, 비용적 및 굽기 손실을 측정

<Table 1> Formulas for muffin with saccharin

Ingredients	Samples ¹⁾ (g)				
	CON	S1	S2	S3	S4
Soft flour	700	700	700	700	700
Sugar	420	397.5	375	352.5	330
Saccharin	0	0.075	0.15	0.225	0.30
Margarine	420	420	420	420	420
Egg	420	420	420	420	420
Non fat dry milk	42	42	42	42	42
Baking powder	14	14	14	14	14
Salt	7	7	7	7	7
Water	210	210	210	210	210

¹⁾ CON: Muffin with 0 g saccharin.

S1: Muffin with 0.075 g saccharin.

S2: Muffin with 0.15 g saccharin.

S3: Muffin with 0.225 g saccharin.

S4: Muffin with 0.30 g saccharin.

머핀의 높이는 중앙부분을 잘라 단면이 보이는 상태에서 최고 높이를 측정하였으며, 부피는 AA-CC(1995) method 72-10 종자치환법을 바탕으로 측정하였다. 비용적은 머핀의 부피(mL)를 무게(g)로 나누어 측정하였으며, 실험군당 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

머핀의 굵기 손실률은 다음의 공식을 이용하여 구하였다.

$$\begin{aligned} \text{Baking loss rate(\%)} &= (\text{Batter weight} \\ &\quad - \text{Muffin weight}) / \text{Batter weight} \times 100 \\ \text{Muffin specific volume} \\ &= \text{Muffin volume} / \text{Muffin weight} \end{aligned}$$

2) 영상분석

머핀의 특성은 crumbScan(American Institute of baking / devore Systems) 프로그램을 사용한 영상 분석을 통하여 알아보았다. 머핀 제조 후, 1시간 동안 실온에서 냉각한 머핀의 가운데 부분을 세로로 잘라(두께 13 mm) 측정에 사용하였고, 모든 시료에 대하여 3회 반복 측정하였다. 그 결과, 머핀의 부피(volume), 껍질 두께(crust thickness), 기공의 조밀도(crumb fineness)가 산출되었다.

3) 조직감 측정

사카린의 첨가 비율을 달리하여 제조한 머핀의 조직감과 그 차이를 알아보기 위하여 texture analyzer(TA-XT Express, Stable Micro Systems, UK)를 이용하여 TPA(Texture Profile Analysis)를 측정하였다. 시료는 머핀 내부를 큐빅 형태(25×25×25 mm)로 잘라서 측정에 사용하였으며, 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 맞추었다. 시료를 texture analyzer에 놓고 2회 연속으로 압착하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess), 응집성(cohesiveness), 탄성(resilience)을 측정하였다.

4) 색도 측정

사카린을 첨가한 머핀의 속질(crumb)과 껍질(crust)의 색을 측정하기 위하여 색차계(Colorimeter JC801, color Techno Co. Ltd. Japan)를 사용하였다. 이를 통하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness) 및 황색도(b, yellowness)의 값을 도출하였으며, 한 실험군 당 시료 3개를 반복 측정한 뒤 평균값을 내었다. 이 때 색차계의 표준백판의 L값은 93.78, a값은 -0.89, b값은 1.12이었다.

5) 수분 함량

수분함량은 사카린을 첨가한 머핀의 속질 1 g을 수분 측정기(Moisture analyser, MB 45 OHA-US, USA)의 할로젠 방식(120℃, A60)으로 각각의 시료를 3회 이상 측정하여 평균값을 구했다. 그리고 실온(20℃)에서 보관한 머핀을 제조 1일, 3일, 5일 후에 측정을 하며, 그 변화도 같이 살펴보았다.

4. 사카린 첨가 머핀의 기호도 검사

사카린을 첨가한 머핀의 기호도를 알아보기 위하여 패널을 이용한 검사를 실시하였다. 이때 관능요원은 조리를 전공하는 학부생과 대학원생 26명으로 구성되었으며, 사카린 첨가 비율이 다른 5가지 시료를 평가하도록 요청하였다. 머핀의 완전한 형태와 부푼 정도를 보다 정확하게 판단하도록 돕기 위하여 머핀 1개 전체를 평가 시에 제공하였으며, 관능요원들이 각 시료에 대한 정보를 유추할 수 없도록 난수표에 의한 3자리 숫자로 시료를 표시하였다. 관능검사 항목은 외관(appearance), 껍질 색(crust color), 속질 색(crumb color), 풍미(flavor), 질감(texture), 맛(taste), 전체적인 기호도(overall acceptance)의 총 7개 문항으로 구성되었으며, 7점 척도(1점: 매우 싫다~4점: 좋지도 싫지도 않다~7점: 매우 좋다)로 평가하도록 하였다.

5. 통계처리

사카린을 첨가한 머핀에 대한 실험 결과는 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences, version 18.0, SPSS Inc.) program을 사용하여 분석을 하였으며, 분산분석 실시 후, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 시행하여 각 시료 간 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 높이, 무게, 부피, 비용적 및 굽기 손실률

사카린 첨가에 따른 머핀의 높이, 무게, 부피, 비용적, 굽기 손실률의 결과는 <Table 2>와 같다. 높이의 경우, S1이 6.53 cm로 가장 높았고, S2와 S3이 그 다음으로 높았다(6.47 cm). S4는 다른 시료들과 유의적인 차이를 보이며, 높이가 가장 낮았다(6.03 cm). 무게는 사카린을 첨가하지 않은 대조구보다 사카린을 첨가한 시료들이 유의적인 차이를 보이며 더 무거운 것으로 나타났다($p < 0.001$). 부피는 S1(168.67 mL) > S2(167.33 mL) > S3(159.33 mL) > S4(150.33 mL) > CON(147.00 mL) 순으로 사카린을 첨가하지 않은 대조구의 부피가 가장 작은 것으로 나타났다. 비용적 역시 부피의 경향과 같았으며, CON(2.46 mL/g)과 S4(2.47 mL/g)가 나머지 시료들과 유의적인 차이를 보이며, 비용적이 낮았다($p < 0.01$). 이 결과는 Ronda F et al.(2005)의 연구 결과와 차이가 있는데, 이 연구에서는 컨트롤의 비용적이 솔비톨, 올리고프락토

스, 자일리톨, 이소말토스, 폴리덱스트로즈, 말티톨, 만니톨보다 더 높았다. 이는 머핀을 굽는 동안 단백질의 열 변성과 전분의 호화가 일어나며, 반죽의 안정성이 감소하여 비용적이 감소한 것인데, 이와 다르게 사카린은 열을 더 잘 견디는 성질을 가지고 있어(Schardt D 2004) 반죽에 더 안정적인 영향을 끼친 것으로 사료된다. 굽기 손실률은 CON이 사카린을 첨가한 시료들과 유의적인 차이를 보이며 가장 높았다($p < 0.001$). 트레할로스 역시 내열성이 높아 트레할로스를 첨가한 머핀 역시 비용적이 높다는 연구 결과가 보고되었다(Heo SJ et al 2010). 머핀에 사카린을 첨가함에 따라 수분 보유력이 증가하여 제품의 무게도 무거워지고, 굽기손실률도 낮아지는 것으로 사료된다.

2. CrumbScan 영상분석 결과

사카린을 첨가한 머핀의 영상분석 결과는 <Table 3>과 같다. 기공의 조밀도를 나타내는 fineness는 S1이 다른 시료들과 유의한 차이를 보이면서 가장 낮았다($p < 0.01$). 이는 S1의 부피가 가장 큼에 따라서 기공의 조밀도가 낮은 것으로, 이와 같이 부피가 큰 제품의 기공의 조밀도는 낮고, 부피가 작은 제품은 기공의 조밀도가 높다(An HL et al 2010). 기공의 찌그러짐(elongation)은 시료 간 유의한 차이는 보이지 않았다. 부피의 경우, 종차치환법으로 측정된 부피의 결과와 동일하게 S1의 부피가 가장 큰 것으로 나타났으며, S2가 그

<Table 2> Physical properties of the muffins prepared with various saccharin contents

	Samples					F-value
	CON	S1	S2	S3	S4	
Height (cm)	6.23±0.06 ^b	6.53±0.12 ^c	6.47±0.12 ^c	6.47±0.06 ^c	6.03±0.06 ^a	17.86 ^{***}
Weight (g)	59.88±0.07 ^a	61.07±0.13 ^c	61.08±0.09 ^c	60.83±0.22 ^{bc}	60.79±0.16 ^b	34.83 ^{***}
Volume (mL)	147.00±5.00 ^a	168.67±1.53 ^c	167.33±8.39 ^c	159.33±2.52 ^{bc}	150.33±5.51 ^{ab}	10.64 ^{**}
S.V (mL/g)	2.46±0.09 ^a	2.76±0.03 ^b	2.74±0.14 ^b	2.64±0.02 ^b	2.47±0.09 ^a	8.64 ^{**}
B.L.R (%)	14.46±0.10 ^c	12.76±0.19 ^a	12.72±0.15 ^a	13.10±0.32 ^{ab}	13.16±0.23 ^b	34.10 ^{***}

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, S.V: specific volume, B.L.R: baking loss rate.

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

〈Table 3〉 Results of crumbScan of the muffins prepared with various saccharin contents

	Samples					F-value
	CON	S1	S2	S3	S4	
Fineness	602.33±15.95 ^b	539.00±17.78 ^a	590.33±13.01 ^b	596.33±1.53 ^b	599.00±10.82 ^b	12.09 ^{**}
Elongation	1.26±0.06	1.25±0.06	1.23±0.04	1.19±0.07	1.21±0.05	0.67 ^{ns}
Volume	167.67±4.93 ^a	184.00±4.36 ^b	180.33±4.93 ^b	170.00±7.00 ^a	169.00±4.58 ^a	6.02 [*]
Crust thickness	0.29±0.05 ^b	0.22±0.05 ^{ab}	0.18±0.05 ^a	0.17±0.04 ^a	0.15±0.05 ^a	4.17 [*]

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, ^{ns} not significant.

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

다음으로 컷으며, 두 시료 간의 유의한 차이는 없었다. 껍질의 두께는 설탕을 첨가한 대조구가 사카린을 첨가한 실험군들보다 두꺼운 것으로 나타났다. 사카린의 첨가량이 많을수록 두께가 얇아졌다. 이는 트레할로스를 첨가한 머핀에 관한 연구(Heo SJ et al 2010)에서도 동일한 결과가 나타났는데, 이는 단백질 변성이 설탕보다 지연되면서 단백질 응고에 영향을 주어 껍질의 두께가 얇아진 것으로 사료된다.

3. 색도

사카린을 첨가한 머핀의 색도는 껍질(crust)과 속질(crumb)로 나누어 측정하였으며, 그 결과는 〈Table 4〉와 같다. 껍질의 색도를 살펴보면, 명도(L)는 사카린 첨가량이 증가할수록 밝아지는 것으로 나타났다. 이는 설탕의 경우 열분해에 따라 증가된 환원당과 아미노화합물의 메일라드 반응에 의하여 껍질의 색이 나지만 사카린은 이 반응이 부족하고, 또한, 사카린은 열에 더 안정적이기 때문에(Schardt D 2004) 캐러멜화 반응의 영향도 적어 L값이 높은 것으로 보인다. 적색도(a)는 사카린 첨가량이 가장 많은 S4가 다른 시료들과 유의한 차이를 보이며 가장 낮았고, 대조구와 S1이 유의한 차이 없이 가장 높았다($p < 0.001$). Bang SK et al.(2013)의 연구에서는 쿠키 제조 시 설탕을 수크랄로스 및 스테비오사이드로 대체하였는데, 쿠키 색도 측정에서 설탕 함유량이 높을수록 a값이 증가하는 것으로 나타나, 본 연구 결과와 동

일한 경향을 보였다. 황색도(b)는 설탕을 첨가한 대조구보다 사카린을 첨가한 시료들의 값이 더 높았고, 사카린의 첨가량이 증가할수록 더 높은 값을 나타냈다. 속질의 경우, 명도는 사카린 첨가량이 가장 높은 S4가 다른 시료들과 유의한 차이를 보이며 가장 낮았고, 나머지 시료들 간에는 유의한 차이가 없었다($p < 0.001$). 적색도는 대조구의 값이 -4.89로 다른 시료들과 유의한 차이를 보이며 가장 낮았고, 사카린 첨가량이 가장 높은 S4가 유의적으로 가장 높았다($p < 0.001$). 속질의 황색도(b)는 껍질의 황색도와 반대의 경향이 나타나 설탕을 첨가한 대조구(31.68)가 가장 높고, 사카린의 첨가량이 많아질수록 황색도가 낮아졌다. 당알코올 첨가 스펀지 케이크의 품질을 알아본 연구(Lee JK 2009)에서도 에리스리톨을 첨가할수록 속질의 황색도가 연해지는 동일한 경향을 보였다.

4. 조직감 결과

사카린 첨가에 따른 머핀의 조직감을 측정한 결과는 〈Table 5〉와 같다. 경도의 경우, 설탕을 첨가한 머핀의 경도가 가장 높았으며(793.73 g), 사카린을 첨가한 실험군에서는 사카린의 첨가량이 늘어날수록 경도(hardness)가 증가하는 것을 확인하였다. 부피가 가장 크고, 기공의 조밀감이 가장 낮은 S1 시료의 경도가 가장 낮았다. 타가토스를 첨가한 머핀의 경우, 설탕을 첨가한 머핀보다 경도가 높은 것으로 보고되었다(Hwang YK et al 2014). 사카린을 첨가하였을 때 설탕을 첨가한 머

〈Table 4〉 Hunter's color values of the muffins prepared with various saccharin contents

		Samples					F-value
		CON	S1	S2	S3	S4	
Crust	L	64.25±0.08 ^a	64.40±0.08 ^a	64.30±0.16 ^a	67.10±0.79 ^b	69.07±0.11 ^c	105.49 ^{***}
	a	13.67±0.22 ^d	13.36±0.26 ^d	12.60±0.52 ^c	11.50±0.53 ^b	10.83±0.12 ^a	32.34 ^{***}
	b	43.62±0.13 ^a	44.89±1.53 ^b	45.03±0.09 ^b	45.92±0.15 ^c	46.20±0.02 ^d	312.17 ^{***}
Crumb	L	86.45±0.74 ^b	85.94±0.05 ^b	86.89±0.78 ^b	86.37±1.15 ^b	81.76±0.41 ^a	19.22 ^{***}
	a	-4.89±0.11 ^a	-2.85±0.48 ^b	-2.66±0.16 ^b	-1.82±0.65 ^c	0.31±0.14 ^d	74.48 ^{***}
	b	31.68±0.77 ^c	30.62±0.41 ^{bc}	30.16±0.53 ^b	30.29±0.58 ^b	28.35±0.80 ^a	10.80 ^{**}

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

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

핀보다 더 부드러운 이유는 경도와 속질의 수분 보유 간의 높은 상관관계가 있기 때문에 사료 된다(Zhou JC et al 2007). 부착성(adhesiveness)의 경우, 설탕이 첨가된 CON이 가장 높았으며, S2가 가장 낮았고 이 두 시료 간에는 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). 탄력성(springiness)은 S1이 1.67로 가장 높았으며, CON이 가장 낮았다($p<0.001$). 씹힘성(chewiness)은 S2(509.21)>S3(478.20)>S1(469.34)>S4(412.16)>CON(347.03)순이었고, 시료 간 유의적인 차이가 있었다($p<0.001$). 검성(gumminess)의 경우, 사카린의 첨가량이 증가할수록 증가하였고, CON의 경우에는 사카린 첨가량이

가장 많은 시료인 S4와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 응집성(cohesiveness)과 탄성(resilience)은 시료 간 유의적인 차이가 없었다.

5. 수분함량

사카린을 첨가한 머핀의 수분함량 측정과 저장성 결과는 〈Table 6〉과 같다. 수분측정 첫날의 결과를 살펴보면, 설탕을 첨가한 대조구보다 사카린을 첨가한 머핀들의 수분함량이 많았으며, 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). 그리고 사카린의 첨가량이 많을수록 머핀의 수분함량도 증가하는 것으로 확인되었다. 이러한 경향은 시간의 흐름(3일, 5일)

〈Table 5〉 Texture profile analysis parameter of the muffin prepared with various saccharin contents

	Samples					F-value
	CON	S1	S2	S3	S4	
Hardness	793.73±15.18 ^d	661.07±23.28 ^a	694.77±16.50 ^{ab}	739.70±46.26 ^{bc}	760.40±28.25 ^{cd}	10.42 ^{**}
Adhesiveness	2.07±0.59 ^b	1.24±0.35 ^a	1.08±0.08 ^a	1.57±0.15 ^{ab}	1.53±0.25 ^{ab}	3.81 [*]
Springiness	1.01±0.08 ^a	1.67±0.03 ^d	1.57±0.07 ^{cd}	1.44±0.10 ^c	1.19±0.09 ^b	39.24 ^{***}
Chewiness	347.03±10.65 ^a	469.34±11.48 ^c	509.21±14.80 ^d	478.20±13.74 ^c	412.16±7.90 ^b	86.35 ^{***}
Gumminess	344.69±28.13 ^b	281.42±12.24 ^a	325.51±10.78 ^b	333.76±30.99 ^b	347.80±30.81 ^b	3.96 [*]
Cohesiveness	0.44±0.03	0.43±0.02	0.47±0.02	0.45±0.03	0.46±0.04	1.16 ^{ns}
Resilience	0.16±0.01	0.16±0.01	0.18±0.01	0.16±0.01	0.16±0.02	1.19 ^{ns}

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$, ^{ns} not significant.

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

〈Table 6〉 Moisture contents of the muffins prepared with various saccharin contents during storage

Storage day	Samples					F-value
	CON	S1	S2	S3	S4	
1	^B 26.65±0.93 ^a	^C 28.30±0.69 ^b	^C 29.36±0.47 ^b	^C 29.33±0.37 ^b	^B 29.46±0.50 ^b	11.01**
3	^A 23.85±1.03 ^a	^B 25.86±1.06 ^b	^B 25.92±0.54 ^{bc}	^B 26.77±0.48 ^{bc}	^{AB} 27.75±1.38 ^c	6.71**
5	^A 22.77±0.34 ^a	^A 23.68±0.74 ^a	^A 24.17±1.24 ^{ab}	^A 24.42±0.65 ^{ab}	^A 25.83±1.49 ^b	3.90*
F-value	17.60**	22.24**	30.68**	69.25***	6.78*	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

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

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

에 따라서도 동일하게 나타나 사카린 첨가가 머핀의 수분 보유에 긍정적인 역할을 하는 것으로 보인다. 설탕, 프락토올리고당, 자일리톨, 에리스리톨, 스테비오시드를 첨가하여 양갱의 품질특성을 알아본 연구(Kim HA & Lee KH 2012) 결과, 각각 감미료 간의 보수력 차이로 인하여 양갱의 수분함량이 다르게 나타난 것을 확인할 수 있었고, 설탕으로 만든 양갱에 비하여 고분자 구조를 가진 대체 감미료를 첨가한 양갱의 수분함량이 대체로 높게 나타나, 본 연구 결과와 동일한 경향을 보였다. 수분함량으로 제품의 촉촉한 정도를 평가할 수 있는데, 일반적으로 높은 수분함량을 보유한 제품은 부드러운 느낌과 촉촉한 질감을 준다(Yang et al 2003). 따라서 머핀에 사카린을 첨가하는 것은 촉촉함, 질감 등에 긍정적인 영향을 끼친다고 볼 수 있다.

6. 기호도 검사

사카린을 첨가한 머핀에 대한 관능평가 결과는 〈Table 7〉과 같다. 외관은 S1(6.12)>S2(5.50)>CON(5.35)>S3(5.31)>S4(4.88) 순이었으며, 껍질 색은 CON과 S1의 선호도가 5.92로 가장 높았다. 이는 색도 측정에서 명도가 가장 어두웠던 시료들로 소비자들이 느끼기에는 갈색화가 잘 진행된 제품이 보기에 좋게 느껴지기 때문이라고 사료된다. 속질 색의 경우에는 시료 간 유의적인 차이를

보이지 않았다. 촉감은 사카린을 더 많이 첨가할수록 선호도가 높아졌으며, 대조구의 경우 유의적인 차이를 보이며 가장 선호도가 낮았다. 이것은 기계적 측정 결과, 대조구의 경도가 가장 높았기 때문에 상대적으로 단단하다고 느꼈을 것으로 사료되며, 사카린 함량이 높을수록 수분함량이 높았기 때문에 머핀의 속질이 촉촉하다고 느껴 선호도가 높다고 생각된다. 풍미의 경우, 사카린 함량이 제일 높은 S4가 다른 시료들과 유의적인 차이를 보이며 가장 낮았고, 설탕의 함량이 높은 CON과 S1이 가장 높은 선호도를 보이고 있다. 맛은 설탕을 첨가한 머핀보다 사카린을 첨가한 시료들의 선호도가 더 높았다($p < 0.01$). 일반적으로 사카린의 단맛 뒤에는 쓴맛이 따른다고 알려져 있지만(유공식 1983), 머핀의 경우 유지와 계란 등 다른 재료들의 혼합으로 인하여 먹을 때 그 쓴맛이 느껴지지 않는 것으로 사료되며, 또한, 사카린의 첨가량이 제한되어 있기 때문에 맛에 크게 영향을 주지 않는다고 생각된다. 전체적인 기호도 역시 사카린을 첨가한 시료들의 선호도가 더 높았고, 특히 사카린을 S2(5.85)와 S1(5.73)을 첨가한 시료가 높은 평가를 받았다. 스펀지케이크 제조 시 설탕의 40%를 올리고당으로 대체하여 진행한 연구(Lee KA et al 1999)에서도 역시 설탕을 첨가한 케이크보다 올리고당을 첨가한 케이크의 선호도가 더 높았다. 껍질의 색이나 풍미를 제외하고

〈Table 7〉 Sensory evaluation of the muffins prepared with various saccharin contents

	Samples					F-value
	CON	S1	S2	S3	S4	
Appearance	5.35±0.85 ^a	6.12±0.77 ^b	5.50±1.36 ^{ab}	5.31±1.59 ^a	4.88±1.63 ^a	3.08*
Crust color	5.92±1.02 ^b	5.92±0.93 ^b	5.65±1.20 ^b	4.85±1.43 ^a	4.69±1.26 ^a	6.61**
Crumb color	5.31±0.93	5.58±0.81	5.31±1.46	5.54±1.33	5.12±1.28	0.66 ^{ns}
Texture	3.85±1.32 ^a	4.85±0.97 ^b	5.54±1.17 ^c	5.58±1.39 ^c	5.69±1.23 ^c	10.45***
Flavor	5.77±0.95 ^{ab}	5.81±0.69 ^b	5.23±1.07 ^{ab}	5.19±1.06 ^{ab}	4.88±1.34 ^a	3.81**
Taste	4.65±1.26 ^a	5.88±0.71 ^b	5.58±0.95 ^b	5.58±1.33 ^b	5.23±1.53 ^{ab}	4.03**
Overall acceptance	4.81±1.10 ^a	5.73±0.87 ^c	5.85±1.01 ^c	5.62±1.13 ^{bc}	5.12±0.9 ^{ab}	4.93**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, ^{ns} not significant.

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

는 사카린을 첨가한 머핀에 대한 반응이 더 좋은 것으로 보아, 설탕 대신에 사카린을 첨가한 제품을 만들었을 때 긍정적인 반응을 이끌어낼 수 있다고 사료된다.

IV. 요약 및 결론

사카린을 첨가한 머핀의 특성을 알아본 결과는 다음과 같다. 먼저 머핀의 단면을 잘라 높이를 측정하였을 때 가장 높은 것은 사카린을 0.075 g 첨가한 시료 S1이었으며, 사카린의 첨가량이 증가할수록 머핀의 높이는 낮았다. 무게는 사카린을 첨가한 머핀들의 무게가 설탕을 첨가한 대조구와 유의적인 차이를 보이며, 더 무거운 것을 확인할 수 있었다. 종자치환법을 이용하여 측정한 부피는 S1이 가장 컸고, 사카린 첨가량이 많아질수록 부피는 감소하였다. 반면, 설탕을 첨가한 대조구의 부피가 가장 작은 것으로 나타났다. 비용적은 부피의 경향과 같아, S1>S2>S3>S4>CON 순이었다. 굽기손실률은 대조구가 다른 시료들과 유의적인 차이를 보이며 가장 높았고, 사카린 첨가량이 적을수록 굽기손실률이 낮았다($p < 0.001$). Crumb-Scan을 이용한 영상분석 결과, 기공의 조밀도는 S1이 다른 시료들과 유의적인 차이를 보이며 가장 낮았고, 이는 머핀의 부피가 가장 큰 것과 연관

이 있는 것으로 사료된다. 기공의 찌그러짐은 시료 간 유의한 차이가 없었으며, 부피는 종자치환법의 결과와 일치하여 S1의 부피가 가장 크고, CON의 부피가 가장 작은 것으로 나타났다. 껍질의 두께는 설탕을 첨가한 시료보다 사카린을 첨가한 시료가 더 얇았고, 사카린의 첨가량이 증가할수록 더 얇아지는 것으로 확인되었다. 껍질과 속질의 색도 측정 결과, 껍질의 명도는 사카린의 첨가량이 많을수록 밝고, 설탕 첨가량이 많을수록 어두운 것으로 나타났다. 적색도는 S4가 가장 낮았고, 황색도는 사카린 첨가량이 많을수록 높았다. 속질의 경우, 명도는 S4가 다른 시료들과 유의적인 차이를 보이며 가장 어두운 것으로 나타났다. 또한, 사카린 첨가량의 증가와 함께 적색도 값도 증가하였고, 황색도는 사카린 함량이 많을수록 감소하였다. 조직감 측정 결과, 경도는 사카린의 첨가량이 늘어날수록 경도가 증가하였으나, 설탕을 첨가한 대조구보다는 낮았다. 부착성은 대조구가 가장 높았으며, 탄력성은 S1이 가장 높았다. 씹힘성은 대조구가 다른 시료들과 유의적인 차이를 보이며 가장 낮았다. 감성은 S1이 유의적으로 가장 낮았고, 응집성과 탄성은 시료 간 유의적인 차이가 없었다. 1일, 3일, 5일에 걸친 수분함량 측정 결과, 1, 3, 5일 모두 사카린 첨가량이 많을수록 수분함량이 높은 것으로 나타났으며, 설탕이 첨가

된 대조구는 가장 낮은 수분 보유력을 보였다. 관능검사 결과, 패널에게 가장 높은 선호도를 보인 것은 사카린을 0.15 g(S2: 0.02%)과 0.075 g(S1: 0.01%)을 첨가한 머핀이었다. 전체적인 선호도가 가장 낮은 시료는 대조구였는데, 껍질 색이나 풍미에서 높은 점수를 얻었지만, 사카린을 첨가한 시료들에 비하여 소비자가 머핀을 소비할 때 중요하게 생각하는 촉감이나 맛에서 낮은 점수를 받아, 가장 선호도가 낮은 시료가 되었을 것으로 사료된다.

사카린은 발암 물질로 잘못 알려져 사용이 규제되어 왔지만, 후속 연구들에 의하여 인체에 무해한 것으로 알려지며 외국에서 먼저 안전 물질로 인정하였고, 우리나라에서도 2014년 10월부터 빵, 과자, 캔디, 빙과, 아이스크림에 사용할 수 있게 되었다. 하지만 여전히 사카린에 대한 소비자들의 인식은 좋지 않은 실정이다. 본 연구 결과, 사카린을 첨가하여 설탕의 양을 줄인 머핀들의 기계적 측정 결과는 설탕을 100% 첨가한 대조구에 비교하여 부피나 경도, 촉촉함 등에서 좋은 결과를 나타냈고, 패널을 대상으로 한 기호도 검사에서도 역시 껍질 색과 풍미를 제외하고는 사카린을 첨가한 머핀들이 더 좋은 평가를 받았다. 머핀 품질과 기호도뿐만 아니라, 설탕 칼로리를 줄이고, 달콤한 맛을 제공하는 것은 합리적인 전략이며, 사카린이 혈당을 올리지 않고, 체내에 흡수가 안 되며, 칼로리가 없는 가능성을 가지고 있는 만큼 사카린 사용이 허용된 범위 내에서 더 다양한 식품에 있어서의 이용 가능성을 확대하고 적용하고자 하는 노력이 필요하다고 사료된다.

한글 초록

본 연구는 많은 양의 설탕이 첨가되는 머핀의 제조 시, 설탕의 일정량을 사카린으로 대체하여 머핀의 품질 특성을 알아보고자 진행되었다. 높이, 무게, 부피, 비용적, 굽기 손실률, 영상분석, 색도, TPA, 수분함량, 기호도 검사를 통하여 사카린

을 첨가한 머핀을 분석하였다. 높이, 무게, 부피, 비용적은 사카린을 첨가한 시료가 대조구보다 값이 컸으며, 굽기 손실률은 사카린 첨가 시료가 더 적었다. 영상분석 결과, S1의 기공 조밀도가 가장 낮았고, 사카린 첨가량이 높을수록 껍질의 두께가 얇았다. 껍질의 명도는 대조구가 가장 어두웠고, 속질의 명도는 사카린 첨가량이 많을수록 어두웠다. 사카린을 첨가한 시료들의 경도가 대조구에 비하여 낮았으며, 실은 저장 뒤 1, 3, 5일에 거쳐 측정된 수분함량은 사카린의 첨가량이 높아질수록 증가하였다. 기호도 검사 결과, 껍질 색과 풍미를 제외하고는 사카린을 첨가한 머핀의 기호도가 높았고, 특히 B/P에 의한 설탕 60%에서 0.02%를 사카린으로 대체한 S2와 0.01%를 대체한 S1의 기호도가 높았다.

참고문헌

- 고미혜 (2015). 빵·과자·아이스크림에도 사카린 사용 허용. 연합뉴스, Assessed January 28. Available from: <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2014/07/26/0200000000AKR20140726031900017.HTML?input=1179m>
- 김경수, 최영희, 이환주 (2014). 빵·제과업체 “사카린 안쓸 것”. 정부 사카린 허용추진. 파이낸셜 뉴스, Assessed December 19. Available from: http://www.fnnews.com/view?ra=Sent-1001m_View&corp=fnnews&arcid=201407260100303880015413&cDateYear=2014&cDateMonth=07&cDateDay=27
- 박승원 (2010). 기능성 감미료 개발 방향, *NEWS & Information for Chemical Engineers* 28(4): 431-433.
- 식품의약품안전처 (2014). 식품첨가물의 기준 및 규격 일부개정고시. 식품의약품안전처. 고시 제2014-176호, 34.
- 여인형 (2014). [화학 산책] 설탕보다 단 인공감미료 사카린, 네이버캐스트, Assessed December

11. Available from: http://navercast.naver.com/contents.nhn?rid=44&contents_id=7375
- 오성훈, 최희숙 (2002). 감미료 핸드북. 도서출판 효일. 161, 서울.
- 유공식 (1983). Saccharin의 展望性있는 化學的 製法과 副産物의 利用에 關한 研究. 群山大學校 論文集. 6:313-329.
- 장시복 (2015). 사카린은 억울하다... 착한물질에 썬 주홍글씨. 머니투데이 뉴스 Assessed January 28. Available from: <http://www.mt.co.kr/view/mtview.php?type=1&no=2013012316363091276&outlink=1>
- 최미경 (1995). 대체감미료에 관한 고찰. 婦學 28:43-46.
- AACC (1995). Approved Methods of the AACC 9th ed. Method 72-10. American Association of Cereal Chemists St. Paul, Minnesota. USA.
- An HL, Heo SJ, Lee KS (2010). Quality characteristics of muffins with xylitol. *Korean J Culinary Research* 16(3):307-316.
- Ancuceanu R (2011). Saccharin-urban myths and scientific data. *Practica Farmaceutică* 4(2):69-78.
- Arnold DL (1983). Two-generation saccharin bioassays. *Environmental Health Perspectives* 50: 27-36.
- Baek SE (2008). Sensory properties of low calorie Ssanhwa beverages containing sweetner(I)-Relative sweetness and sensoryproperties of aanhwa beverages sweetened with glucosyl stevia, acesulfame-K and aspartame-. *Korean J Food & Nutr* 21(2):190-196.
- Bang SK, Son EJ, Kim HJ, Park SM (2013). Quality characteristics and glycemic index of oatmeal cookies made with artificial sweeteners. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(6): 877-884.
- Calorie Control Council (2006). Saccharin. Calorie Control Council. Atlanta. 2-7.
- Harrison K, Hoberg G (1994). Risk, Science, and Politics: Regulating Toxic Substances in Canada and the United States. McGill-Queen's University Press. Montreal. p:80.
- Health Canada (2014). Question and answers: Saccharin, Assessed December 11. Available from: http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/secureit/addit/sweeten-edulcor/saccharin_qa-qr-eng.php
- Heo SJ, An HL, Lee KS (2010). Physical properties and sensory evaluation of muffins with trehalose. *Korean J Culinary Research* 16(1): 13-23.
- Hwang YK, Lee HT, An HL (2014). Quality characteristics of muffins with tagatose. *J East Asian Soc Dietary Life* 24(6):802-810.
- Jensen OM, Kamby C (1982). Intra-uterine exposure to saccharin and risk of bladder cancer in man. *Int J Cancer* 29(5):507-509.
- Kim HA, Lee KH (2012). Quality characteristics of Yanggeng made with various sweeteners. *J. East Asian Soc Dietary Life* 22(6):818-825.
- Lee JK (2009). Quality characteristics of sponge cakes with various sugar alcohols. MS Thesis, Kyung Hee University 45, Seoul.
- Lee KA, Lee YJ, Ly SY (1999). Effects of oligosaccharides on phusical, sensory and textural characteristics of sponge cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(3):547-553.
- Lee WG, Lee JA (2014). Quality characteristics of muffins prepared with yacon powder. *Korean J Culinary Research* 20(4):14-26.
- National Research Council (1978). Technical assessments of risks and benefits. National Academy of Sciences. Washington D.C pp.5-6.
- OTA(Office of Technology Assessment) (1977). Cancer testing technology and saccharin. U.S. Government Printing Office. Washington D.C

- pp.33-37.
- Ronda F, Gómez 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.
- Schardt D (2004). Sweet nothing not all sweeteners are equal. *Nutrition Action Healthletter* May 8-10.
- Swithers SE, Martin AA, Davidson TL (2010). High intensity sweeteners and energy balance. *Physiol Behav* 100(1):55-62.
- Walters DE (2014). Saccharin and cancer. The Sweetener Book, Assessed December 11. Available from: <http://www.sweetenerbook.com/assets/blogs/Saccharin-and-cancer.html>
- Yang HY, Cho YJ, Oh SS, Park KH (2003). Effects of ratio and temperature of soybean oil or butter on the quality of sponge cake. *Korean J Food Sci Technol* 35(5):856-864.
- Zhou JC, Peng YF, Xu N (2007). Effect of trehalose on fresh bread and bread staling. *Cereal Foods World* 52(6):313-316.
-
- 2015년 01월 07일 접수
 2015년 03월 12일 1차 논문수정
 2015년 03월 29일 2차 논문수정
 2015년 04월 24일 3차 논문수정
 2015년 06월 04일 논문 게재확정