

스테비아잎 분말로 설탕을 대체한 카스텔라의 품질특성

최순남 · 김현정 · 주미경¹ · 정남용[†]

삼육대학교 식품영양학과 · 미술컨텐츠학과¹

Quality Characteristics of Castella Prepared by Substituting Sugar with Stevia Leaf Powder

Soon-Nam Choi, Hyun-Jung Kim, Mi-Kyoung Joo¹ and Nam-Yong Chung[†]

Department of Food and Nutrition · ¹Art Contents, Sahmyook University

Abstract

This study was carried out to evaluate the effects of stevia leaf powder on castella quality. Castellias were prepared by the addition of 0, 3, 6, 9 and 12% stevia leaf powder on sugar. The weight of castellias with stevia leaf powders ranged from 126.0 ~128.0 g and that of the control was 130.5 g. The volume of the castellias prepared by adding stevia leaf powder was 710.3~745.0 mL and that of the control was 756.3 mL. The height, specific volume of castellias decreased with the addition of stevia leaf powder. The Hunter L and a values of crumb and crust of castellias decreased, whereas b values increased with the addition of stevia leaf powder. The hardness, cohesiveness and chewiness increased with the addition of stevia leaf powder, whereas springiness decreased. The sensory quality of the 6% stevia leaf powder castella tested by flavor, taste, moistness and chewiness was better than that of the control, and overall acceptability of the castella with the addition of 6% stevia leaf powder was the best.

Key words : stevia leaf powder, castella, quality characteristics, texture property, sensory evaluation

1. 서 론

카스텔라는 스펀지케이크의 일종으로 어원은 에스파냐의 옛 지방 이름인 카스티야(Castilla)이다(Park SJ 등 2007). 15세기 카스티야 지방의 비스코초(Bizcocho)라는 과자를 포르투갈에서 카스티야 지방의 과자라는 뜻의 '가토 드 카스티유'가 일본에 전해져 castella라는 이름으로 정착한 것이며(월간 제과제빵 1992), 1880년에 정동구락부에서 카스텔라는 백설과 같이 희다하여 '설고'라고 하였고 이를 시작으로 고급 과자류가 수입, 판매되었다(Park SJ 2003). 카스텔라는 밀가루, 달걀, 설탕이 주재료이고, 부드럽고 입에 닿는 감촉이 좋으며 모든 연령층에서 즐기는 제빵류이다(Joung HS 1991).

스테비아(*Stevia rebaudiana* Bertoni)는 과라과이와 브라질 국경지대에 인접한 고산지대의 국화과 다년생 초본식물로 줄기와 잎에 함유된 stevioside는 그 감미도가 설탕의 200-300배 정도이며(Hanson JR과 De Oliverira BH 1993), 무색, 무취의 새로운 천연감미물질이다. 스테비아는 저칼로리의 무독성 자연식품으로서 열에 매우 안정적인 스테비아의 감미성분인 스테비오사이드는 120℃에서 1시간 가열 후에도 pH나 단맛을 그대로 유지하고 있어(Kroyer GT 1999; Toskulkao C 등 1997) 당 대체 감미료로 각종 가공식품(Kim HI와 Lee BM 1996)에 다양하게 이용될 수 있을 뿐 아니라 스테비아잎과 스테비아의 추출물도 광범위하게 사용되고 있다(Park JH 등 2003). 천연감미료인 스테비아가 인공감미료 대신 대체되기 시작하면서 스테비아의 기능성 및 식품분야에의 이용 등 다양한 연구가 시작되었으며, 그에 관한 연구로는 향균 및 항암성(Tomita T 등 1997; Toyoda K 등 1997), 항당뇨(Dyrskog SE 등 2005), 항산화능(Tadhani MB 등 2007), 그리고 항비만 및 혈당조절 효과(Park JE 2007; Park JE 등 2010) 등의 기능성이 이들 연구를 통해 밝혀졌다. 또한 다양한 허브 중에서 스테비아에 폴리페놀류가 가장 많이 함유되어 있으며(Yamamoto N 등 2001), 녹차에 비하여 20배 이상의 높은 항산화 활성이 있는

[†]Corresponding author: Nam-Yong Chung, Sahmyook university, Hwarangro-815, Nowon-gu, Seoul, 139-742, Korea.
Tel: +82-2-3399-1653
Fax: +82-2-3399-1655
E-mail: ywon4420@hanmail.net

것으로 알려져 있다(Lee JU 2008). 식품과 관련해서는 파운드 케이크(Yoon KH 2002), 절임배추김치(Kim JH 등 2004), 설기떡(Noh MH 2005), 쌀겨단무지(Kim YS 등 2007), 쌍화음료(Back SE 2008), 머핀(Hong HY 2009) 등에 관한 연구가 수행된 바 있다.

최근 우리의 식생활이 간편해지고 서구화로 인한 식생활의 변화로 주식대용으로서 빵의 소비가 증가하고 있고, 국민들의 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 자연 건강식의 개발과 기능성 식품에 대한 요구가 증대하고 있으며, 이러한 추세에 따라 스테비아는 비만 등을 유발하는 설탕이 많이 첨가되는 카스텔라 등의 제과제빵 분야에서의 활용도가 높으리라 생각되고 있다.

따라서 각종 성인병과 비만의 원인이 되는 설탕의 함량을 감소시키면서 저칼로리 천연감미료로 안정성이 있고 인체에 무해하며, 또한 여러 가지 효능을 가진 스테비아잎 분말을 농도별로 첨가한 카스텔라의 품질변화와 관능적 특성을 조사하여 스테비아 이용 확대 및 기능성 제빵 개발을 위한 자료로 제시하고자 하였으며, 기능성 저칼로리 카스텔라의 보급화를 목적으로 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

카스텔라의 재료는 스테비아잎 분말(다그루바이오랩(주)), 밀가루(큐원, 박력분, 대한제분), 달걀(풀무원), 설탕(큐원), 우유(서울우유), 버터(서울우유), 베이킹파우더(오뚜기(주))를 사용하였다. 스테비아잎 분말에 대한 성분분석은 한국식품연구원에서 분석하였으며, 그 결과는 Table 1과 같다. 스테비아잎 분말의 성분은 100 g 당 열량 223.3 kcal, 수분 8.7%, 단백질 19.2 g, 탄수화물 57.5 g, 식이섬유 28.3 g, 당류 5.5 g, 불포화지방산인 리놀렌산은 597.3 mg이 함유된 것으로 조사되었다. 또한 비타민 E는 1.4 mg, Ca과 Mg이 각각 476.4 mg, 317.1 mg이었고, 트랜스지방과 콜레스테롤은 함유되어 있지 않았다.

Table 1. Components of stevia leaf powder (100 g)

Components	
Energy (kcal)	337
Moisture (%)	8.7
Fat(g)	3.3
Protein (g)	19.2
Carbohydrate (g)	57.5
Fiber (g)	28.3
Sugars (g)	5.5
Translipid (g)	0.0
Linolenic acid (mg)	597.3
Cholesterol (mg)	0.0
Vitamin E (mg)	1.4
Ca (mg)	476.4
Mg (mg)	317.1

2. 재료의 배합 비율과 제조 방법

스테비아잎 분말은 설탕에 비하여 약 30~40배 정도의 단맛(Jan MCG 등 2003)을 가진 것을 감안하여 기존 카스텔라 재료 배합률의 설탕량을 50% 감소시킨 카스텔라를 대조군으로 하고, 설탕량에 대하여 스테비아잎 분말을 농도별로 첨가하여 실험군으로 하였다. 본 실험에서 제조한 카스텔라의 배합비율은 Table 2와 같다. 설탕과 스테비아잎 분말을 제외한 모든 재료는 일정하게 유지하였으며, 스테비아잎 분말의 설탕 대체 비율을 0%, 3%, 6%, 9%, 12%로 달리하였으며 공립법으로 제조하였다. 달걀에 설탕, 버터를 넣고 중탕으로 풀어주다가 45℃가 되면 반죽기(Daeyoung Co. Korea)에 넣고 2단으로 10분간 휘핑하고, 다시 1단으로 휘핑하면서 공기를 포집하였다. 믹싱볼을 반죽기에서 분리한 다음 밀가루와 스테비아잎 분말을 함께 체질한 것과 유화제, 우유 및 베이킹파우더를 넣고 위 아래로 30초간 가볍게 혼합한 후, 카스텔라 틀에 150 g씩 팬닝하여 상단 190℃, 하단 150℃로 미리 예열시킨 오븐(Daeyoung Co. Korea)에서 25분간 구웠다. 구워진 카스텔라는 실온에서 1시간 방냉 후 폴리에틸렌 백에 넣어 실온에서 저장하면서 실험에 사용하였다.

Table 2. Formulas for stevia leaf powder castellas (Unit: %)

Ingredients	Ratio of stevia leaf powder on sugar (%)				
	0	3	6	9	12
Wheat flour	24	24	24	24	24
Sugar	12.8	12.42	12.03	11.65	11.26
Stevia leaf powder	0	0.38	0.77	1.15	1.54
Egg	51.2	51.2	51.2	51.2	51.2
Milk	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
Butter	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
Emulsifier	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Baking powder	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

1) 중량과 부피

카스텔라의 중량과 부피는 오븐에서 구워낸 다음 실온에서 1시간 방냉 후 측정하였으며, 부피는 종자치환법(Pyler EJ 1979)을 이용하였다.

2) 높이, 비용적 및 굵기손실률

높이 측정은 AACC(2000) method에 따라 카스텔라의 단면을 잘라 template(눈금자)를 이용하여 5곳의 높이를 측정하였으며, 비용적은 카스텔라의 부피를 중량으로 나누어 구하였다. 굵기손실률은 반죽과 카스텔라의 중량을 이용하여 다음의 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{비용적(mL/g)} = \frac{\text{완제품의 부피(mL)}}{\text{완제품의 중량(g)}}$$

$$\text{굽기손실률(\%)} = \frac{\text{반죽 중량(g)} - \text{완제품의 중량(g)}}{\text{반죽 중량(g)}} \times 100$$

3) 색도 측정

색도는 색차계(CM-3500, Minolta Inc., Japan)를 사용하여 카스텔라의 crumb와 crust 부분의 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다.

4) 외관 관찰

외관 관찰은 디지털 카메라(DSC-P 150, Sony, Co. Japan)를 이용하였으며, 카스텔라를 일정한 두께로 세로로 절단하여, 모눈종이를 부착한 벽면에 나란히 놓고 플래시가 터지지 않도록 하여 촬영한 후 단면을 관찰하였다.

5) 조직감

카스텔라의 조직감은 오븐에서 구워내어 1시간 방냉시킨 후 실온에서 3일간 저장하면서 $4 \times 4 \times 5$ cm 조각으로 잘라 texture analyzer(EZ-tester 500-N, Shimadzu, Japan)로 경도, 탄력성, 응집성, 씹힘성을 각각 10회씩 측정하여 평균값을 구하였다. 측정조건은 load cell 50 kg, test speed 60 mm/min, plunger diameter 50 mm이었다.

6) 관능검사

관능검사는 오븐에서 구워낸 후 실온에서 1시간 방냉시킨 카스텔라를 시료로 하여 실시하였으며 삼육대학교 식품영양학과 학생 30명으로 구성하여, 이들에게 실험 목적 및 평가 항목에 대해 설명한 후 실시하였다. 평가항목은 색상, 향미, 맛, 촉촉함, 씹힘성, 전체적 기호도로 하였으며 5점(매우 좋다), 4점(좋다), 3점(보통이다), 2점(나쁘다), 1점(매우 나쁘다)의 5점 채점법(Herbert A와 Juel LS 1993)으로 실시하였다.

7) 통계처리

실험 결과의 통계분석은 SPSS(Statistical package for the social science 17.0) program을 사용하여 각 시료의 평균값과 표준편차를 구하였으며, 시료간의 유의성 검증을 위하여 ANOVA test와 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

III. 결론 및 고찰

1. 중량과 부피, 높이, 비용적 및 굽기손실률

스테비아잎 분말을 첨가한 카스텔라의 중량과 부피, 높이, 비용적 및 굽기손실률을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 카스

텔라의 중량은 대조군 130.5 g, 첨가군은 126.0~128.3 g으로 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 카스텔라의 부피는 대조군 756.3 mL, 스테비아잎 분말 첨가군은 각각 745.0 mL, 735.4 mL, 724.7 mL, 710.3 mL로 대조군의 부피가 가장 컸으며, 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$).

스테비아잎 분말을 첨가한 카스텔라의 높이를 측정한 결과, 대조군의 높이는 11.92 cm로 나타난 반면 스테비아잎 분말 첨가군에서는 첨가량이 증가함에 따라 8.58~10.00 cm로 점차 감소하는 경향이였다. 스테비아잎 분말 첨가 머핀에 관한 연구(Hong HY 2009)에서 스테비아잎 분말 첨가량이 증가함에 따라 높이가 낮아지는 결과를 보여 동일한 경향이였다. Hong HY(2009)는 설탕이 기포생성력과 기포보존력을 증가시켜 제품의 안정된 부피를 유지하며, 글루텐 조직을 파괴하여 제품을 부드럽게 만드는데 머핀 제조 시 설탕을 감소시킨 후 스테비아잎 분말을 대체함으로써 상대적으로 제품의 불륨성이 떨어졌다고 하였으며, 본 연구에서도 스테비아잎 분말을 첨가한 만큼 설탕량이 감소하여 동일한 결과가 나타난 것으로 생각된다. 카스텔라의 비용적은 대조군 5.78, 첨가군은 5.64~5.74로 스테비아잎 분말 첨가에 따라 감소하였다. 비용적은 반죽에 혼합된 공기의 양과 구울 때 케이크의 골격을 형성시켜주는 글루텐과 단백질이 관련 있으며(Kim YA 2005), 전분호화 등이 카스텔라 부피유지에 관여한다. 본 실험에서는 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 부피와 비용적이 감소되는 것으로 나타나, 제빵 특성이 다소 저하되는 결과를 보였다. 이러한 감소는 높이 측정에서 언급한 설탕량 감소로 인한 영향 및 스테비아잎 분말에 함유된 섬유질로 인하여 글루텐 막이 손상되거나 첨가량이 증가함에 따라 반죽 내 글루텐의 비율이 상대적으로 감소하여 반죽이 약화되어 가스 포막의 기밀도와 신전도가 떨어져 팽화력이 저하되는 글루텐 감소 효과(Chen H 등 1982)의 영향으로 생각된다. 카스텔라는 박력분을 사용하고 달걀 흰자 거품에 의해 구조가 형성되어 부피증대에 글루텐 역할이 적은 반면 거품의 안정성에 영향을 주는 요인이 부피 감소에 영향을 미치는 것으로 보이며, 이에 대한 자세한 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 설탕은 재료를 혼합할 때 잘 용해되나 스테비아잎 분말을 대체하였을 때 분말이 수분을 흡수하여 부피감소에 영향을 미치는 것으로 보여졌다.

굽기손실률은 대조군 11.10%에 비하여 스테비아잎 분말 첨가군은 14.52~15.58%로 굽기손실률이 증가하였다. 카스텔라는 스펀지케이크의 일종으로 반죽은 굽는 과정 중 높은 열에 의하여 팽창이 많이 일어나게 되며, 이 때 반죽의 팽창과 동시에 기공이 열리면서 반죽 안의 수분이 기체로 변해 증발하면서 굽기 손실에 영향을 준다고 한다(Jeong HC와 Yoo SS 2010). 이러한 관점에서 볼 때 스테비아잎 분말 첨가가 수분증발 등 굽는 과정에서 굽기손실률 증가에 유의한 영향을 미치는 것으로 보이며 더 자세한 연구가 필요한 것으로 생각되었다.

2. 색도

스테비아잎 분말을 첨가한 카스텔라의 내부(crumb)와 겉질

Table 3. Weight, volume, height, specific volume and baking loss rate of castellas with various levels of stevia leaf powder

Items	Ratio of stevia leaf powder on sugar (%)				
	0	3	6	9	12
Weight (g)	130.5±4.04 ^{1b}	128.0±2.82 ^{ab}	128.3±2.50 ^{ab}	126.8±1.50 ^a	126.0±1.30 ^a
Volume (mL)	756.3±3.21 ^e	745.0±5.00 ^d	735.4±5.51 ^c	724.7±4.51 ^b	710.3±5.60 ^a
Height (cm)	11.92±1.55 ^b	10.00±1.56 ^a	9.10±1.24 ^a	9.06±1.20 ^a	8.58±1.08 ^a
Specific volume (mL/g)	5.78±0.21 ^a	5.74±1.20 ^a	5.72±1.05 ^a	5.73±1.10 ^a	5.64±0.98 ^a
Baking loss rate (%)	13.10±2.31 ^a	14.66±1.06 ^{ab}	14.52±0.30 ^{ab}	15.52±0.83 ^b	15.58±0.73 ^b

¹⁾Mean±S.D.

Values with different superscripts (a, b, c, d, e) within a row indicate significantly different at p<0.05.

(crust)의 색도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 카스텔라 내부의 색도에서 명도 L값은 대조군에서 54.56, 스테비아잎 분말 첨가군에서는 38.28~45.26으로 첨가량이 증가함에 따라 명도가 감소하였다(p<0.05). 이러한 결과는 스테비아잎 분말의 낮은 명도에 의해 첨가량이 증가함에 따라 명도가 저하된 것으로 생각된다. 적색도 a값은 대조군에서 -0.76, 첨가군에서 -4.60~-1.74로 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으며 녹색도는 증가하였다(p<0.05). 황색도 b값은 대조군 17.69, 스테비아잎 분말 첨가군에서는 19.96~22.78로 첨가군에서 황색도가 증가하였다(p<0.05). 카스텔라 겉질의 색도를 측정된 결과 명도 L값은 대조군에서 42.03, 스테비아잎 분말 첨가군에서는 36.77~41.02로 첨가량이 증가함에 따라 명도가 감소하였다(p<0.05). 적색도 a값은 대조군에서 10.12, 첨가군에서 6.90~8.45로 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으며(p<0.05), 황색도 b값은 대조군 22.66, 스테비아잎 분말 첨가군에서는 24.24~6.06으로 첨가량이 증가할수록 황색도가 증가하였다(p<0.05).

스테비아잎을 첨가한 경우 스테비아잎 분말이 띠는 녹색이 제품의 색에 영향을 준 것으로 생각되며, 마찬가지로 crumb의 색에도 영향을 준 것으로 보인다. 스테비아잎 분말 첨가 쿠키 연구(Hong YJ 2011)에서 첨가량의 증가로 명도가 감소하고, 황색도와 녹색도가 증가하는 것으로 나타나 본 연구결

과와 동일한 결과였다. Hong HY(2009)의 스테비아잎 분말을 0~8% 첨가한 머핀에 관한 연구에서 첨가량이 증가할수록 명도와 황색도는 감소하는 것으로 나타났다.

3. 외관

스테비아잎 분말을 첨가한 카스텔라의 외관은 Fig. 1과 같다. 대조군에 비하여 스테비아잎 첨가군 모두에서 높이가 부피가 감소하였다. 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 부피와 높이가 감소하는 것을 볼 수 있었으며 스테비아잎 분말이 지니는 고유의 색으로 인해 초록색을 나타내었다. 밀가루에 물을 넣고 반죽할 때 형성된 글루텐과 구울 때 생성되는 공기, 탄산가스, 수분 등이 부피 증가에 영향을 미치게 되며, 제과제빵의 중요한 품질 평가척도로 이용된다(Ahn JM과 Song YS 1999). 또한 반죽 시 형성된 기포가 구운 후까지 잘 유지되어야 부피가 유지될 수 있으며, 이 기포의 안정성은 구성체의 점도가 높을수록 유리하고, 글루텐 형성정도, 첨가재료의 종류, 제조과정에 의해 영향을 받는다고 한다(Lee SW와 Kang CS 2005). 외관상 관찰된 부피 감소는 앞에서 언급한 설탕량 감소의 영향(Hong HY 2009) 및 섬유질로 인한 글루텐 막 손상에 의한 부피 증대 저해(Chen H 등 1982) 영향에 의한 것으로, 스테비아잎 분말 첨가가 부피 감소에 영향을 미친 것

Table 4. Color of crumb and crust of castellas with various levels of stevia leaf powder

Items		Ratio of stevia leaf powder on sugar (%)				
		0	3	6	9	12
Crumb	L	54.56±1.17 ^{1d}	45.26±1.89 ^c	41.73±0.82 ^b	39.75±0.58 ^a	38.28±0.55 ^a
	a	-0.76±0.38 ^c	-1.74±0.40 ^d	-2.39±0.37 ^c	-3.20±0.36 ^b	-4.60±0.38 ^a
	b	17.69±1.11 ^a	19.96±0.62 ^b	22.30±0.35 ^c	22.78±0.57 ^c	23.90±0.48 ^d
Crust	L	42.03±1.04 ^d	41.02±0.59 ^c	40.40±0.88 ^c	38.52±0.53 ^b	36.77±0.47 ^a
	a	10.12±0.51 ^d	8.45±0.37 ^c	7.88±0.35 ^{bc}	7.38±0.2 ^{ab}	6.90±0.48 ^a
	b	22.66±1.15 ^a	24.24±1.47 ^b	24.86±1.63 ^b	24.97±1.55 ^b	26.06±1.31 ^c

¹⁾Mean±S.D.

Values with different superscripts (a, b, c, d, e) within a row indicate significantly different at p<0.05.

L: Lightness(white:+100~black:0)

a: Redness(red:+100~green:-80)

b: Yellowness(yellow:+70~blue:-70)

로 생각되었다.

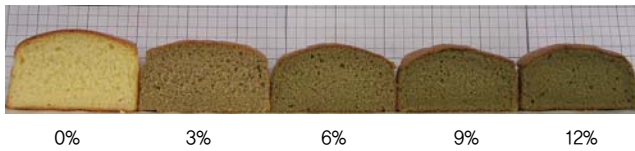


Fig. 1. Cross section of castellas with various levels of stevia leaf powder.

4. 조직감

스테비아잎 분말을 첨가한 카스텔라의 조직감을 3일간 실온에 저장하면서 측정한 결과는 Table 5와 같다. 경도는 노화 현상을 가장 쉽게 볼 수 있는 특성으로 0일 시료의 경우 대조군 2.18 kg, 첨가군은 각각 2.38, 3.50, 3.94, 4.08 kg으로 스테비아잎 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 이는 첨가된 스테비아잎 분말이 수분을 흡수하고 이로써 부피가 감소되어 구조상 밀집도가 높아지면서 경도 증가에 영향을 미친 것으로 생각된다. 또한 1일 저장 시료의 경우도 대조군 3.44 kg, 첨가군은 각각 3.54, 4.27, 4.71, 5.36 kg으로 스테비아잎 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며($p < 0.05$), 이러한 경향은 3일 저장 시료에서도 동일한 경향이였다. 또한 시료별로 저장일수에 따라 경도는 대조군의 경우 0일 2.18 kg에서 3일 저장 후 4.52 kg으로 유의적 증가를 보였으며($p < 0.05$), 스테비아잎 분말 첨가군의 경우도 각각 0일 시료에 비하여 저장 중 시료의 경도가 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$).

탄력성은 0일에 대조군 93.72%, 스테비아잎 분말 첨가군은 87.74~93.16%로 유의적으로 감소하였고($p < 0.05$). 시료별로 저장일수에 따라 대조군과 첨가군 모두에서 탄력성이 감소되었

다. 응집성은 식품의 형태를 구성하는 내부적 결합에 필요한 힘을 나타내는 척도로 0일에 대조군 81.07, 첨가군은 83.02~87.99로 스테비아잎 분말 첨가량의 증가에 따라 응집성이 증가하였다($p < 0.05$). 시료별로 저장일수에 따라 대조군, 스테비아잎 분말 첨가군 모두 응집성이 저장일수가 증가됨에 따라 점차 감소되었다. 씹힘성은 0일에 대조군 334.38, 12% 첨가군은 666.26으로 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 씹힘성이 증가하였으며, 시료별로 저장일수에 따라 대조군, 첨가군 모두에서 증가하였는데 이는 경도 증가와 상관성이 있으리라 생각되었다.

스펀지케이크의 경도는 케이크의 수분함량, 완성된 제품의 가공발달 정도 및 부피 등과 밀접한 관련성이 있으며, 가공이 잘 발달된 케이크는 부피가 크고 경도가 낮다고 하였는데 (Chabot JF 1976), 스테비아잎 분말에 함유된 섬유질 등의 영향으로 부피 증대가 저하되면서 경도 증가에 영향을 준 것으로 생각된다. 스테비아잎 분말 첨가 머핀 연구(Hong HY 2009)에서 첨가량이 증가할수록 경도와 응집성, 씹힘성이 증가하였고, 탄력성이 감소한다고 하여 같은 경향이었고, 저장일수에 따라서 경도, 씹힘성의 증가 및 탄력성이 감소되는 동일한 결과를 보였다. 스테비아잎 분말을 4, 6% 첨가한 쿠키의 연구(Hong YJ 2011)에서도 첨가량 증가로 경도가 증가한다고 하였고, 설기떡에 스테비아잎 분말을 첨가한 연구(Noh MH 2005)에서 첨가량이 증가할수록 경도, 씹힘성이 증가하였고 탄력성은 감소한다고 하여 동일한 경향이였다.

5. 관능검사

스테비아잎 분말을 첨가한 카스텔라의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 카스텔라 껍질의 색상은 대조군이 4.5로 가장 높게, 첨가군은 3.3~4.0로 나타나 대조군과 첨가군간에 유의적 차이를 보였다($p < 0.05$). 이는 기존의 카스텔라 색상에

Table 5. Texture properties of castellas with various levels of stevia leaf powder

Items	Storage days	Ratio of stevia leaf powder on sugar (%)				
		0	3	6	9	12
Hardness (kg/cm ²)	0 ¹⁾	^A 2.18±0.10 ^{2)a}	^A 2.38±0.03 ^a	^A 3.50±0.05 ^b	^A 3.94±0.28 ^c	^A 4.08±0.15 ^c
	1	^B 3.44±0.21 ^a	^B 3.54±0.11 ^a	^B 4.27±0.06 ^b	^B 4.71±0.16 ^c	^B 5.36±0.22 ^d
	3	^C 4.52±0.26 ^a	^C 5.13±0.98 ^b	^C 5.36±0.09 ^b	^C 5.72±1.17 ^c	^C 5.85±1.20 ^c
Springiness (%)	0	^C 93.72±1.74 ^c	^B 93.16±1.22 ^c	^B 91.91±1.63 ^b	^A 90.32±1.04 ^b	^B 87.74±2.47 ^a
	1	^B 91.88±0.38 ^b	^B 91.67±1.98 ^b	^B 91.10±1.74 ^b	^A 88.65±3.3 ^{ab}	^{AB} 85.58±1.27 ^a
	3	^A 89.52±0.56 ^c	^A 87.74±0.64 ^c	^A 86.35±1.86 ^{ab}	^A 86.39±3.28 ^{ab}	^A 83.87±0.65 ^a
Cohesiveness (%)	0	^A 81.07±4.75 ^a	^A 83.02±1.33 ^{ab}	^A 83.37±2.16 ^{ab}	^A 83.27±2.06 ^{ab}	^B 87.99±4.14 ^b
	1	^A 79.70±3.18 ^a	^A 81.25±2.64 ^a	^A 80.52±2.19 ^a	^A 83.43±0.45 ^a	^{AB} 83.57±1.82 ^a
	3	^A 78.72±1.32 ^a	^A 83.77±4.98 ^a	^A 81.52±2.83 ^a	^A 80.43±2.15 ^a	^A 81.32±2.18 ^a
Chewiness (g)	0	^A 334.38±13.49 ^a	^A 385.81±10.93 ^b	^A 586.94±35.24 ^c	^A 617.73±39.62 ^c	^A 666.26±16.54 ^d
	1	^B 420.45±11.99 ^a	^B 594.21±13.29 ^b	^B 720.75±22.82 ^c	^B 786.55±8.89 ^d	^B 835.67±13.37 ^c
	3	^C 573.04±42.46 ^a	^C 730.39±20.27 ^b	^B 761.64±10.05 ^{bc}	^B 812.09±31.42 ^c	^B 871.56±29.08 ^d

¹⁾Sample processing 1 hr after manufacture

²⁾Mean±S.D.

Values with different superscripts (a, b, c, d, e) within a row indicate significantly different at $p < 0.05$.

Values with different superscripts (A, B, C) within a column indicate significantly different at $p < 0.05$.

대한 익숙함으로 대조군의 색상 평가가 첨가군에 비해 유의적으로 높게 나타난 것으로 생각된다. 카스텔라 내부의 색상을 평가한 결과 12% 첨가군이 4.3으로 가장 높았고, 대조군 4.1, 9% 첨가군 3.8의 순이었다. 이러한 결과는 건강한 먹거리에 관심이 많은 소비자들의 기능성 식품에 대한 추구 속에 컬러 푸드의 한 부분인 그린 푸드와 관련된 녹차, 클로렐라 등의 재료가 베이커리에 첨가되면서 그린 컬러에 대한 호감을 나타낸 것과(Hong HY 2009) 같은 경향이라고 생각된다. 향미는 6% 첨가군이 3.3으로 높았고, 시료간 유의적 차이를 나타내지 않았으며, 맛에서도 시료간 유의성은 없었다. 그러나 향미와 맛에서 대조군과 첨가군에서 유의적 차이가 없어 스테비아잎 분말을 제빵류에 첨가하였을 때 비교적 바람직한 결과를 보일 것으로 생각되었다.

촉촉함은 6% 첨가군 3.8, 12% 첨가군 3.6 순으로 높았으며, 첨가군의 경우 대조군보다 촉촉함이 유의적으로 높았다($p<0.05$). 씹힘성은 6% 첨가군의 경우 3.3으로 높았으나 시료간에 유의성은 보이지 않았으며, 전반적인 기호도는 대조군이 3.2, 스테비아잎 분말 첨가군의 경우 각각 3.0, 3.8, 3.1, 2.6으로 6% 첨가군이 가장 높았다($p<0.05$). 결과적으로 스테비아잎 분말을 6% 첨가하였을 때 전반적으로 관능검사 항목에 대한 점수가 좋았다.

본 연구에서 스테비아잎 분말의 비율이 3~12%의 범위로, 관능검사 결과 6% 첨가 시 비교적 좋은 결과를 보였는데, 이러한 경향은 제빵재료의 대체제에 대한 실험시 적절한 양으로 대체했을 때 바람직한 결과를 보였다는 여러 연구와 동일한 결과였으며 그에 대한 연구를 살펴보면 Kim BR 등(2000)과 Cho EJ 등(2007)의 연구에서 메밀가루를 첨가한 제빵특성 연구에서 첨가물을 적절한 양으로 첨가하였을 때 기호도에 좋은 영향을 준다고 하였으며, 솔잎가루(Kwhak SH와 Moon SW 2002)와 동충하초(Park GS 등 2001)를 첨가한 식빵의 보고에서도 첨가물을 적절한 양으로 첨가하였을 때 맛에서 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 이러한 경향은 스테비아잎 분말 첨가 쿠키의 연구(Hong YJ 2011)에서 4%, 6% 첨가군에서 4% 첨가군의 경우 색, 향, 경도, 전체적기호도에서 높은 값을 나타낸다고 하여 동일한 결과를 보였다.

Hong HY(2009)는 머핀에 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 부드러움이 증가하였다고 하였으며, 스테비아잎 분말을 첨가한 머핀 연구(Hong HY 2009)에서 설탕의 양을 줄이고 스테비아잎 분말을 대체했을 때 머핀에서 단맛을 강하게 느끼는 것으로 나타나 기호도나 설탕대체제로서 스테비아잎 분말 사용 가능성이 충분히 있음을 보여주었다. Mizukoshi M(1983)은 케이크는 좋은 부피, 균일하고 미세한 조직, 균형 있는 외형 및 부드러운 촉감, 입안에서의 좋은 느낌과 향기를 가질 때 품질이 우수하다고 하였다. 실험 결과 스테비아잎 분말을 첨가하였을 때 부피는 감소하였으나 외관에서 대조군에 비해 유의적 차이를 보이지 않았고, 촉촉함을 유지하였으며, 유의적이지는 않았으나 맛과 향에서도 대조군에 비해 유의적 차이가 없었던 결과를 보았을 때 스테비아잎 분말을 제과제빵 분야에서의 활용도는 높을 것으로 생각된다. 위의 결과로 볼 때 카스텔라 제조 시 스테비아잎 분말 첨가량을 6%

로 하였을 경우 카스텔라의 관능적 품질을 유지하면서 스테비아잎 특유의 색과 맛을 부여하고, 기능성 저칼로리 식품으로서의 카스텔라 제조가 가능할 것으로 생각되었다.

Table 6. Sensory evaluation of castellas with various levels of stevia leaf powder

Items	Ratio of stevia leaf powder on sugar (%)				
	0	3	6	9	12
Color(outside)	4.5±0.88 ^{1b}	3.5±1.20 ^a	3.3±1.18 ^a	3.5±0.97 ^a	4.0±1.29 ^{ab}
Color(inside)	4.1±0.95 ^b	2.5±0.78 ^a	2.8±0.73 ^a	3.8±0.89 ^b	4.3±1.12 ^b
Flavor	3.0±1.08 ^a	2.9±1.04 ^a	3.3±1.03 ^a	3.1±1.19 ^a	2.4±1.12 ^a
Taste	2.8±1.21 ^a	3.3±0.95 ^a	3.5±0.66 ^a	2.3±1.25 ^a	2.9±1.03 ^a
Moistness	2.6±1.12 ^a	3.2±1.21 ^{ab}	3.8±1.07 ^b	3.5±1.13 ^{ab}	3.6±1.39 ^{ab}
Chewiness	3.2±0.99 ^a	2.8±1.24 ^a	3.3±1.03 ^a	3.2±0.90 ^a	3.0±1.29 ^a
Overall acceptability	3.2±1.36 ^{ab}	3.0±1.35 ^{ab}	3.8±0.69 ^b	3.1±1.32 ^{ab}	2.6±1.19 ^a

¹⁾Mean ± S.D.

Values with different superscripts(a, b) within a row indicate significantly different at $p<0.05$.

IV. 요약 및 결론

천연감미료인 스테비아잎 분말 이용 확대 및 기능성 카스텔라 개발을 위하여 스테비아잎 분말로 설탕 중량의 0, 3, 6, 9 및 12%를 대체하여 카스텔라를 제조한 후 스테비아잎 분말 첨가량에 따른 카스텔라의 제조 특성, 색도, 조직감 및 관능적 특성 등을 조사하였다. 중량은 대조군 130.5 g, 첨가군은 126.0~128.3 g, 부피는 대조군 756.3 mL, 첨가군은 710.3~745.0 mL로 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 높이는 대조군 11.92 cm, 첨가군은 8.58~10.00 cm이었고, 굽기손실률은 대조군 11.10%, 첨가군은 14.52~15.58%로 증가하였다. 카스텔라 내부와 껍질 색도에서 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 명도 L값과 적색도 a 값은 감소하였고 황색도 b 값은 증가하였다. 경도는 0일에 대조군 2.18 kg, 첨가군은 2.38~4.08 kg으로 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 탄력성은 0일에 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다. 응집성과 씹힘성은 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 관능검사에서 카스텔라의 껍질 색상은 대조군 4.5, 내부 색상은 12% 첨가군이 4.3으로 높았다. 다른 군에 비해 6% 첨가군의 경우 향미, 씹힘성, 촉촉함 및 전반적인 기호도에서도 높게 평가되었다. 이상의 결과에서 스테비아잎 분말을 6% 첨가하였을 경우 스테비아잎 분말에서 오는 자체의 향미와 맛에 거부감을 주지 않으면서 기호도에서 비교적 좋게 평가되어, 스테비아잎 분말 첨가 카스텔라 제조시 가장 적합한 배합비율로 조사되었다. 카스텔라에 스테비아잎 분말을 첨가하였을 때 새로운 맛을 기대하는 소비자의 기대에 부응할 수 있으면서 기능성을 증진시킨 카스텔라로서 식생활에서의 활용가능성이 시사되었다.

V. 감사의 글

위 연구는 2013년도 삼육대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행된 것이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 월간제과제빵. 1992. 빵·과자 백과사전. 민문사. 서울, p401
- AACC. 2000. Approved method of the AACC, 10th ed, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA
- Ahn JM, Song YS. 1999. Physico-chemical and sensory characteristics of cake added sea mustard and sea tangle powder, J Korean Soc Food Sci Nutr 28: 534-541
- Back SE. 2008. Sensory properties of low calorie Ssanhwa beverages containing sweetener(I)-Relative sweetness and sensory properties of Ssanhwa beverages sweetened with glucosyl stevia, acesulfame-K and aspartame, Korean J Food Nutr 21(2): 190-196
- Chabot JF. 1976. Preparation of food science sample SEM, Scanning Electron Microscopy 3: 279-286
- Chen H, Rubenthaler GL, Schanus EG. 1982. Effect of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour, J Food Sci 47: 1472-1476
- Cho EJ, Kim WJ, Yang MO. 2007. A study on quality properties of steamed cake added with common and tartary buck-wheat flour, Korean J Food Sci Technol 17(2): 219-226
- Dyrskog SE, Jeppersen PB, Colombo M, Abudula R, Hermansen K. 2005. Preventive effects of a soy-based diet supplemented with stevioside on the development of the metabolic syndrome and type 2 diabetes in Zucker diabetic fatty rats, Metabolism, 54: 1181-1188
- Hanson JR, De Oliverira BH. 1993. Stevioside and related sweet diterpenoid glycosides, Nat Prod Prp 10: 301-309
- Herbert A, Juel LS. 1993. Sensory evaluation practice, 2nd ed, Academic Press, pp 66-94
- Hong HY. 2009. Sensory evaluation and quality characteristics of low caloric muffin by the addition of stevia leaf powder, MS thesis, Sejong University of Korea.
- Hong YJ. 2011. Quality characteristics of cookie prepared with different species of natural sweet leaves, MS thesis, Sejong University of Korea.
- Jan MCG, Patrick A, Raf M, Johan GB, Bert D. 2003 Metabolism of stevioside in pigs and intestinal absorption characteristics of stevioside, rebaudioside A and steviol, Food and Chemical Toxicology. 16th June
- Jeong HC, Yoo SS. 2010. Quality characteristics of sponge cake by black soybean powder of different ratios, J East Asian Soc Dietary Life 20(6): 909-915
- Joung HS. 1991. The physical properties of castella in Kyushu on the market, Korean J Soc Food Sci 7: 7-12
- Kim BR, Choi YS, Lee SY. 2000. Study on bread-making quality with mixture of buck-wheat flour, J Korean Soc Food Sci Nutr 29(2): 241-247
- Kim HI, Lee BM. 1996. Stevioside, a natural sweeteners, J Food Hyg Safety 11: 323-327
- Kim JH, Lee HG, Park JH, Ryu JD. 2004. Effect of dill and stevia hot-water extracts on quality and sensory characteristics of Kimchi, Korean J Food Nutr 17(1): 25-31
- Kim YA. 2005. Effects of Lycium chinense powders on the quality characteristics of yellow layer cake, J Korean Soc Food Sci Nutr 34(3): 403-407
- Kim YS, Lee SK, Jeong DY, Yang EJ, Shin DH. 2007. Effect of powder of Stevia rebaudiana leaves against quality characteristics during salting of rice bran Danmooji, Korean J Food Preserv 14(5): 497-503
- Kroyer GT. 1999. The low calorie sweetener stevioside: stability and interaction with food ingredients, Institute of Food Chemistry and Technology, University of Technology Vienna Academic Press, 15th July
- Kwhak SH, Moon SW. 2002. Effect of pine needle powder on the sensory and mechanical characteristics of steam cake, Korean J Soc Food Cookery Sci 18(4): 399-406
- Lee JU. 2008. Past, present and future of tea culture industry. 1th Symposium of the world's tea, Convention Center, Seoul, Korea pp 85-93
- Lee SW, Kang CS. 2005. Effect of high molecular weight water soluble chitosan on quality attributes of sponge cake, Korean J Food Nutr 18: 309-315
- Mizukoshi M. 1983. Model studies of cake baking. III. Effect of silicone on foam stability of cake batter, Cereal Chem 60: 396-400
- Noh MH. 2005. The quality properties of Seolgiddeok added with stevia leaf powder, MS thesis, Sunchon National University of Korea.
- Park GS, An SH, Choi MA. 2001. Quality characteristics of bread

- added with concentrations of *Paecilomyces japonica* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 11(2): 112-120
- Park JE. 2007. Effect of *Stevia rebaudiana* Bertoni extract supplementation on antiobesity and glycemic control. MS thesis, Chonbuk National University of Korea.
- Park JE, Kee HJ, Cha YS. 2010. Effect of *Stevia rebaudiana* Bertoni leaf extract on antiobesity in C57BL/6J mice. *Korean J Food Sci Technol* 42(5): 586-592
- Park JH, Ryu MS, Kwon JT, Kim SH, Sang SB, Shin WJ, Ryu KS. 2003. A feeding value of stevia by product chickens. *Korean J Poult Sci* 30(4): 219-228
- Park SJ. 2003. A study on consumer's selection factor of bakery shop. Kyunggi University. pp 10-11
- Park SJ, Lee KS, An HL. 2007. Effects of dropwort powder on the quality of castella. *J East Asian Soc Dietary Life*, 17(6): 834-839
- Pylar EJ. 1979. Physical and chemical test method. *Baking science and technology*, Sosland Pub. Co, Merrian Kansas 2: 891-895
- Tadhani MB, Patel VH, Subhash R. 2007. In vitro antioxidant activities of *Stevia rebaudiana* leaves and callus. *J Food Compost Anal* 20: 323-329
- Tomita T, Sato N, Arai T, Shiraishi H, Sato M, Takeuchi M, Kamio Y. 1997. Bactericidal activity of a fermented hot-water extract from *Stevia rebaudiana* Bertoni towards enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 and other food-borne pathogenic bacteria. *Microbiol Immunol* 41: 1005-1009
- Toskulkao C, Chaturat L, Temcharoen P and Glinsukon T. 1997. Acute toxicity of stevioside, a natural sweetener, and its metabolite, steviol, in several animal species. *Drug Chem Toxicol* 20: 31-44
- Toyoda K, Matsui H, Shoda T, Uneyama C, Takada K, Takahashi M. 1997. Assessment of the carcinogenicity of stevioside in F344 rats. *Food Chem Toxicol* 35: 597-603
- Yamanoto N, Mizue S, Sano K, Takano N, Miyamoto A, Ueno Y, Kudo K, Mochizuki S. 2001. Characterization of food composition and functionality of herbs cultivated in Oita. Report 36 Oita Japan 144-149
- Yoon KH. 2002. Characteristics of pound cakes containing stevioside and maltitol. *J Commu Devol, Sangji Youngseo College* 9: 57-61

2013년 1월 23일 접수; 2013년 3월 13일 심사(수정); 2013년 3월 27일 채택