

스테비아잎 분말을 첨가한 식빵의 품질특성

최순남·주미경¹·정남용[†]

삼육대학교 식품영양학과, ¹삼육대학교 미술컨텐츠학과

Quality Characteristics of Bread Added with Stevia Leaf Powder

Soon-Nam Choi · Mi-Kyoung Joo¹ · Nam-Yong Chung[†]

Depart. of Food & Nutrition, Sahmyook University, Hwarangro-815

¹Depart. of Art Contents, Sahmyook University, Hwarangro-815

Abstract

This study was carried out to evaluate the effects of stevia leaf powder on bread quality. Different breads were prepared by the addition of 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2.0% stevia leaf powder to wheat flour. The weight of the breads containing stevia leaf powder ranged from 525.0~543.5 g, while that of the control was 548.8 g. The volume of the breads prepared by adding stevia leaf powder was 2225.0~2278.8 mL, while that of the control was 2307.5 mL. The height and specific volume of the breads decreased with the addition of stevia leaf powder. The Hunter L values of the breads also decreased, whereas a and b values increased with the addition of stevia leaf powder. The L and b values of the bread decreased continuously during storage. The hardness, springiness, cohesiveness and chewiness all increased with the addition of stevia leaf powder. Overall the acceptability and taste determined by sensory evaluation of the bread with 1.5% stevia leaf powder were better than that of the control.

Key words: stevia leaf powder, *Stevia rebaudiana* Bertoni, sensory evaluation

I. 서론

스테비아(*Stevia rebaudiana* Bertoni 이하 Stevia)는 국화과 식물로 파라과이 북동부 고산지대에 자생하는 감미 식물로 일본, 한국, 중국에서 주로 음료, 과자류, 채소절임 등 다양한 음식의 감미료로 이용되고 있고 미국에서도 식이보충제로 광범위하게 이용되고 있다. 스테비아 잎에는 중량의 약 5~10%에 해당하는 스테비오사이드가 함유되어 있으며 감미도는 설탕의 약 200~300배이다(Park JE 등 2010). 스테비아에 관하여 항당뇨병(Dyrskog SE 등 2005), 항돌연변이성(Yasukawa K 등 2002), 고지혈증과 간 손상 회복능(Park JE 등 2006), 항산화능(Srijani G 등 2007) 등의 효능이 연구에 의해 밝혀졌으며, 스테비아의 독성에 대해서도 광범위하게 연구되어 왔는데 발암성과 유전독성은 포유류에서 관찰되지 않는 것으로 알려졌다(Koyama E 등 2003). 또한 스테비아는 다양한 허브 중 항산화능이 높은 것으로 알려져 있으며, 비만 치료 및 예

방에도 효과적인 것으로 보고되었다(Park JE 등 2010, Tadhani MB 등 2007).

천연감미료인 스테비아가 인공감미료 또는 설탕 대체물로 관심받기 시작하면서 식품과 관련한 연구에는 파운드케이크(Yoon KH 2002), 절임배추김치(Kim JH 등 2004), 설기떡(Noh MH 2005), 쌀겨단무지(Kim YS 등 2007), 짬화음료(Back SE 2008), 머핀(Hong HY 2009), 카스텔라(Choi SN 등 2013), 두유(Choi SN 등 2014) 등이 있다.

식빵은 밀가루, 물, 이스트, 소금을 주재료로 하여 배합한 반죽을 발효시켜 구워낸 것으로(Lee SM과 Park GS 2011), 최근 식생활의 서구화로 주식대용으로서 빵의 소비가 증가하고 있고, 건강에 대한 관심이 증가하면서 기능성 재료를 첨가하여 건강 및 영양을 갖춘 웰빙형 빵들이 개발 및 연구되고 있다(Lee KS 2012). 이러한 추세에 맞추어 청국장가루(Kim KH 등 2007), 흑미가루(Im JS와 Lee YT 2010), 연근(Seo EO 등 2008), 매생이(An HL 등 2008), 함초분말(Lee YS 등 2010), 쑥분말(Jung IC 2006), 칙분말(Han GS 등 2013), 가자분말(Kim JS와 Jeong SH 2009) 등을 첨가한 식빵에 대한 연구가 수행되었다.

따라서 본 연구에서는 스테비아가 지닌 다양한 기능성을 살리고, 식품 및 가공품에 첨가하는 단순당이나 액상

[†]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

과당 등의 대체제로의 가능성을 살펴보고자 스테비아잎 분말을 농도별로 첨가하여 식빵을 제조하였으며, 식빵의 중량, 부피, 높이, 비용적, 굽기손실률, 색도 및 조직감 등 품질특성 및 관능적 특성을 조사하여 스테비아잎 분말의 최적 배합비를 알아보려고 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

식빵의 재료는 스테비아잎 분말(2014년, 다그루바이오 랩(주), 서울, 한국), 강력분(2014년, 대한제분, 인천, 한국), 설탕(2014년, 제일제당, 서울, 한국), 정제염(2014년, 해표, 인천, 한국), 마가린(2014년, 오뚜기, 안양, 한국), 탈지분유(2014년, 서울우유, 안산, 한국), 건조이스트(2014년, 조흥화학, 안산, 한국), 배합수는 정제수를 사용하였다. 스테비아잎 분말의 성분은 한국식품연구원에서 분석하였으며, 100 g 당 단백질 19.2 g, 탄수화물 57.5 g, 식이 섬유 28.3 g, 비타민 E 1.4 mg, Ca 476.4 mg, Mg 317.1 mg, 수분 8.7 g이었다.

2. 스테비아잎 분말 식빵의 배합비율과 제조법

식빵의 배합비율(Table 1)은 스테비아잎 분말을 제외한 모든 재료의 양은 일정하였으며, 스테비아잎 분말은 밀가루 중량의 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 첨가하였다. 식빵의 제조는 밀가루, 스테비아잎 분말, 탈지분유를 잘 혼합하여 100 mesh로 체 친 혼합가루와 35°C 물에 이스트, 소금, 설탕을 넣어 용해시킨 것을 함께 반죽기(오성제빵기, 오성웰텍(주), 서울, 한국)에 넣어 고속에서 3분, 중속에서 10분 반죽하고 이 혼합반죽에 마가린을 넣어 중속에서 10분 반죽하였다. 이 반죽을 30°C에서 90분간 1차 발효시키고, 35°C에서 60분간 2차 발효시킨 후 구워냈다. 구워진 식빵은 실온에서 완전히 방냉 후 폴리에틸렌 백

에 넣어 보관하면서 사용하였다.

3. 중량과 부피

식빵의 중량과 부피는 제빵기에서 구워낸 다음 실온에서 방냉 후 측정하였으며, 부피는 종자치환법(Pyler EJ 1979)을 이용하였다. 중량과 부피는 5번 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

4. 높이, 비용적 및 굽기손실률

높이 측정은 AACCC(2000) 방법에 따라 식빵의 단면을 잘라 눈금자를 이용하여 식빵을 종이를 부착한 벽면에 세워놓고 중앙의 가운데 1곳의 높이와, 양 끝의 2곳, 중앙 부위와 양 끝 사이의 중간에 해당하는 2곳의 높이 등 5곳의 높이를 측정하여 평균값을 구하였다. 비용적은 식빵의 부피를 중량으로 나누어 구하였으며, 굽기손실률은 반죽과 식빵의 중량을 이용하여 다음의 식에 의하여 계산하였다. 높이, 비용적, 굽기손실률은 각각 5회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

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

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

5. 색도 측정

식빵의 색도는 색차계(CM-3500, Konica Minolta Co. Ltd, Tokyo, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하였다. 명도(L, lightness)는 0(검은색)에서 100(흰색), 적색도(a, redness)는 -80(녹색)에서 100(적색), 황색도(b, yellowness)는 -70(청색)에서 70(황색)까지 측정하였다. 사용한 표준 백판의 L, a, b값은 각각 93.35, 0.25, 1.30이었으며, 본 실험에 사용한 스테비아잎 분말의 색도는 L값은 48.89, a값 -13.28, b값은 32.08이었다.

색도는 식빵 내부를 20 mm 두께로 슬라이스 한 후 중앙 부위 1곳과 중앙 부위를 기준으로 대각선 방향으로 하여 중앙부위와 껍질부위의 중간지점에 속하는 4곳의 부위를 잘라내어 측정하였으며, 동일 시료에서 슬라이스한 식빵으로 반복 측정한 총 10회의 평균값을 산출하였다.

6. 외관 관찰

외관 관찰은 디지털 카메라(DSC-P 150, Sony Co., Tokyo, Japan)를 이용하였으며, 식빵을 모눈종이를 부착한 벽면에 나란히 놓고 플래시가 터지지 않도록 하여 촬영한 후 관찰하였다.

Table 1. Formulas of bread with various levels of stevia leaf powder

Ingredients (g)	Sample				
	Control	SL1	SL2	SL3	SL4
Wheat flour	100	100	100	100	100
Stevia leaf powder	0	0.5	1.0	1.5	2
Margarine	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Skim dry milk	3	3	3	3	3
Yeast	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Salt	2	2	2	2	2
Sugar	6	6	6	6	6
Water	75	75	75	75	75

7. 조직감

식빵의 조직감은 오븐에서 구워내어 방냉 후 실온에서 3일간 저장하면서 6 × 6 × 5 cm 조각으로 잘라 texture analyzer(EZ-tester 500-N, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 경도, 탄력성, 응집성, 씹힘성을 측정하였다. 조직감 측정은 식빵의 중앙을 기준으로 세로로 2등분하여 두께가 5 cm 되도록 양측의 껍질부위를 제거한 후 가로, 세로 각각 6 cm 크기로 잘라 측정하였으며 5회 반복하여 평균값을 산출하였다. 식빵은 측정조건은 lord cell 2 kg, test speed 60 mm/min, plunger diameter 50 mm, test depth 25 mm, distance 50%이었다.

8. 관능검사

스테비아잎 분말 첨가 식빵의 관능적 특성을 검사하기 위해 식품영양학과 학생 20명을 대상으로 이들에게 실험 목적 및 평가 항목에 대해 설명한 후 관능평가를 실시하였다. 식빵의 중간부분을 일정한 크기(2 × 2 × 2 cm)로 잘라 각각 흰 접시에 놓고 물과 함께 실온에서 제시하였으며, 한 시료를 평가하고 물로 입안을 헹군 후 다음 시료를 평가하도록 하였다. 관능평가는 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 전반적 기호도(overall acceptability)로 하고 9점 평점법으로 평가하였다.

9. 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. 중량, 부피 및 높이

스테비아잎 분말을 첨가한 식빵의 중량, 부피 및 높이를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 식빵의 중량은 대조군 548.8 g, 첨가군은 525.0~543.5 g으로 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 산수유 첨가 식빵(Shin JW와 Shin GM 2008)에 관한 연구에서도 분말 첨가량이 증가할수록 감소한다고 하여 동일한 경향이었고 이는 산수유 분말에 포함된 향기성분의 방출과 더불어 수분증발에 의한 영향이라 하였는데, 본 연구에서도 스테비아잎 분말이 첨가되면서 중량감소에 영향을 미친 것으로 보인다. 양배추 가루 식빵(Kim SH 등 2012), 자색고구마분말 식빵(Lee SM과 Park GS 2011) 연구에서는 첨가량이 증가할수록 중량이 유의적으로 증가한다고 하여 다른 경향을 보였다. 부피는 대조군 2307.5 mL, 스테비아잎 분말 첨가군은 각각 2278.8 mL, 2253.8 mL, 2234.3 mL,

2225.0 mL로 대조군의 부피가 가장 컸으며, 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다($p < 0.05$). Chen H 등(1982)은 부피 감소는 부재료에 의해 글루텐 막이 손상되거나 반죽 내 글루텐 비율이 감소하여 반죽이 약화되어 팽화력이 저하되는 글루텐 감소효과와 관련 있다고 하였는데, 스테비아잎 분말의 첨가량이 증가함에 따라 부피가 감소했던 본 연구의 결과도 이와 관련성이 있을 것으로 생각된다. 마늘가루 식빵(Hong SY와 Shin GM 2008), 인삼가루 식빵(Song MR 등 2007) 논문에서는 첨가량이 증가할수록 부피가 감소하였는데, 삼채가루 식빵(Lee HJ 등 2014) 연구에서는 첨가량이 증가할수록 부피가 증가하여 다른 결과를 보였다. 따라서 첨가되는 부재료 특성에 따라 결과가 다양하게 나타나는 것을 볼 수 있었다.

스테비아잎 분말을 첨가한 식빵의 높이를 측정한 결과 대조군의 평균 높이는 19.0 cm, 스테비아잎 분말 첨가군에서는 첨가량이 증가함에 따라 17.3~18.4 cm로 점차 감소하였다. 스테비아잎 분말을 사용한 논문을 살펴보았을 때, 스테비아잎 분말을 첨가한 머핀 연구(Hong HY 2009)에서 첨가량이 증가함에 따라 높이가 낮아진다고 하였고, Choi SN 등(2013)의 스테비아잎 분말을 첨가한 카스텔라의 높이도 첨가량이 증가할수록 감소한다고 하여 동일한 결과를 보였다. 그러나 삼채가루 식빵(Lee HJ 등 2014)과 산수유분말 식빵(Shin JW와 Shin GM 2008) 연구에서 첨가량이 증가할수록 식빵의 높이가 증가하는 것으로 나타나 다른 결과를 보였다.

2. 비용적 및 굽기손실률

스테비아잎 분말을 첨가한 식빵의 비용적 및 굽기손실률을 측정한 결과(Table 2) 식빵의 비용적은 대조군 4.21, 첨가군은 4.12~4.20으로 스테비아잎 분말 첨가에 따라 감소하였다($p < 0.05$). 비용적은 반죽에 혼입된 공기의 양과 구울 때 골격을 형성시켜주는 글루텐의 양이 영향요인으로 작용한다고 하였으며(Kim YA 2005), Bae JH 등(2008)은 일반적으로 비용적의 값은 3.2~4.0 범위라고 하였는데, 본 실험에서는 4.12~4.21의 범위에 있었고, 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 부피와 비용적이 감소하였다. 이러한 결과는 썩분말(Jung IC 2006), 녹차분말(Hwang SY 등 2001) 및 매생이(An HL 등 2008) 첨가 식빵 연구에서 분말의 첨가량이 늘어날수록 부피와 비용적이 감소하였는데 이는 첨가물에 의한 글루텐 형성방해에 의한 것이라 하여, 본 실험에서도 동일한 원인에 의해 부피, 높이 및 비용적 등이 감소한 것으로 생각된다. 들깨분말(Ji JL과 Jeong HC 2013), 버찌분말(Yoon MH 등 2010), 자색고구마분말(Lee SM과 Park GS 2011) 식빵에서도 첨가량이 증가할수록 비용적이 감소하는 동일한 결과를 보였으며, 대체적으로 부재료를 첨가하였을 때 비용적이 감소되어 제빵적성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 2. Weight, volume, height, specific volume, loaf volume index and baking loss rate of bread with various levels of stevia leaf powder

Items	Sample ¹⁾				
	Control	SL1	SL2	SL3	SL4
Weight (g)	548.8±2.2 ^{2)c3)}	543.5±1.5 ^b	538.5±2.3 ^b	530.5±6.0 ^a	525.0±2.4 ^a
Volume (mL)	2307.5±6.5 ^c	2278.8±11.4 ^b	2253.8±4.1 ^b	2234.3±7.5 ^a	2225.0±18.3 ^a
Height (cm)	19.0±0.8 ^a	18.4±1.1 ^a	18.1±1.2 ^a	17.8±1.8 ^a	17.3±1.9 ^a
Specific volume (mL/g)	4.21±0.03 ^b	4.20±0.01 ^{bc}	4.18±1.05 ^b	4.14±1.02 ^a	4.12±0.01 ^a
Baking loss rate (%)	4.62±0.34 ^a	4.79±0.17 ^a	5.04±0.3 ^{ab}	5.48±0.22 ^b	5.86±0.45 ^b

¹⁾Control: Stevia leaf powder 0%

SL1: Stevia leaf powder 0.5%

SL2: Stevia leaf powder 1.0%

SL3: Stevia leaf powder 1.5%

SL4: Stevia leaf powder 2.0%

²⁾All value are expressed as mean±S.D.

³⁾Values with different superscripts (a, b, c) within a row are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

굽기손실률은 반죽을 굽는 과정 중 높은 열에 의하여 팽창이 많이 일어나게 되며, 이 때 반죽의 팽창과 동시에 기공이 열리면서 반죽 안의 수분이 기체로 변해 굽기 손실에 영향을 준다고 한다(Jeong HC와 Yoo SS 2010). 본 실험 결과 대조군 4.62%에 비하여 스테비아잎 분말 첨가군은 4.79~5.86%로 굽기손실률이 증가하였으나($p<0.05$), Bae JH 등(2008)이 제시한 식빵의 일반적 표준 굽기손실률 7~13%보다는 낮았다. 굽기손실율이 삼채가루 식빵(Lee HJ 등 2014)의 경우 6.56~10.03%였고, 시금치분말 식빵(Ko SH 등 2013)은 14.44~15.36%, 자색고구마분말 식빵(Lee SM과 Park GS 2011)의 8.88~10.71%를 고려하였을 때 스테비아분말을 첨가한 식빵의 굽기손실율은 낮은 결과를 보였다.

3. 색도

스테비아잎 분말을 첨가한 식빵의 색을 측정된 결과는 Table 3과 같다. L값은 대조군에서 49.16, 스테비아잎 분말 첨가군에서는 42.72~47.44로 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다($p<0.05$). a값은 대조군 -1.31, 첨가군에서 -2.64~-1.82로 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으며($p<0.05$), b값은 대조군이 9.79, 스테비아잎 분말 첨가군에서는 11.19~14.98로 증가하였다($p<0.05$). 이는 스테비아잎 분말이 가지는 색도 L값 48.89, a값 -13.28, b값 32.08의 영향을 받은 것으로 보인다. 저장 중의 색 변화를 관찰한 결과 L값은 대조군이 제조당일 49.16, 1일 저장 46.51, 3일 저장 44.60으로 점차 감소하였으며($p<0.05$), a값은 -1.31에서 -0.83으로 증가하였고, b값은 9.79에서 9.37로 감소하였는데($p<0.05$), 이러한 저장일수 경과에 따른 색도 변화 경향은 스테비아잎 분말 첨가군에서도 저장일수가 경과할 때 L값과 b값은 감소하였고 a

값은 증가하는 동일한 결과를 보였다.

스테비아잎 분말을 사용한 연구에서 색도 변화를 살펴 보면 스테비아잎 분말 첨가 쿠키 연구(Hong YJ 2011)에서 스테비아잎 분말 첨가량의 증가로 L값이 대조군 73.31에서 첨가군은 53.59~65.61로 감소하여 본 연구결과와 동일하였으며, 스테비아잎 분말을 첨가한 카스텔라(Choi SN 등 2013) 연구에서 L값이 대조군 54.56, 첨가군은 38.28~45.26으로 감소하였고 b값은 대조군 17.69, 첨가군 19.96~23.90으로 유의적인 증가하였던 결과와 동일하였다. 매생이 등 녹색을 띠는 부재료를 첨가한 연구들을 살펴보면, 매생이 식빵(An HL 등 2008)에 대한 연구에서 첨가량이 증가할수록 L값은 대조군 65.33, 첨가군은 61.83~63.14로 감소하였고, a값은 대조군 -0.08, 첨가군 -0.52~-0.26으로 감소한다고 하여 동일한 경향을 보였다. 또한 시금치분말(Ko SH 등 2013)과 클로렐라분말(Jeong CH 등 2006) 식빵 연구에서 식빵 crumb의 색도는 첨가량이 증가할수록 L값, a값은 감소하였고 b값은 증가한다고 하여 동일한 결과를 보였다.

5. 외관

스테비아잎 분말을 첨가한 식빵의 외관과 자른 단면은 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. 대조군에 비하여 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 부피와 높이가 감소하는 것을 볼 수 있었고, 스테비아잎 분말을 첨가할수록 식빵 색이 진해졌는데 이는 스테비아잎 분말의 chlorophyll 색소가 영향을 준 것으로 생각된다. 밀가루에 물을 넣고 반죽하면 글루텐이 형성되고, 구울 때 공기, 탄산가스, 수분에 의해 발생하는 증기 때문에 부피가 증가하게 되며, 제품의 부피는 제과제빵의 중요한 품질 평가척도로 이용된다고 한다(Ahn JM과 Song YS 1999). 외관상 관찰된 부피

Table 3. Changes of color of bread with various levels of stevia leaf powder during storage

Sample ¹⁾	Storage time (days)			
	0	1	3	
L	Control	^{C3)} 49.16±1.67 ^{2)c4)}	^B 46.51±0.35 ^c	^A 44.60±1.07 ^c
	SL1	^B 47.44±0.78 ^b	^A 45.26±0.43 ^c	^A 43.76±1.32 ^c
	SL2	^B 46.25±0.62 ^b	^A 43.39±1.76 ^b	^A 41.81±0.76 ^b
	SL3	^C 44.19±0.31 ^a	^B 42.56±0.73 ^{ab}	^A 40.42±0.48 ^{ab}
	SL4	^B 42.72±1.43 ^a	^{AB} 41.12±0.84 ^a	^A 39.63±0.52 ^a
a	Control	^A -1.31±0.09 ^c	^{AB} -1.04±0.29 ^b	^B -0.83±0.12 ^c
	SL1	^A -1.82±0.34 ^b	^A -1.37±0.54 ^{ab}	^A -1.33±0.28 ^b
	SL2	^A -2.10±0.39 ^b	^A -1.43±0.51 ^{ab}	^B -1.43±0.04 ^b
	SL3	^A -2.19±0.12 ^b	^A -1.95±0.47 ^a	^A -1.49±0.12 ^b
	SL4	^A -2.64±0.26 ^a	^{AB} -2.06±0.39 ^a	^B -1.77±0.13 ^a
b	Control	^B 9.79±0.12 ^a	^A 9.46±0.13 ^a	^A 9.37±0.70 ^a
	SL1	^B 11.19±0.33 ^b	^A 10.13±0.22 ^b	^A 9.88±0.61 ^b
	SL2	^B 12.44±0.89 ^c	^A 10.70±0.37 ^b	^A 10.33±0.25 ^b
	SL3	^B 14.50±0.26 ^d	^A 12.64±0.81 ^c	^A 12.90±0.53 ^c
	SL4	^B 14.98±0.40 ^d	^A 14.13±0.16 ^d	^A 13.48±0.55 ^c

¹⁾Control, SL1, SL2, SL3, SL4: Refer to Table 2.

²⁾All value are expressed as mean±S.D.

³⁾Value with different superscripts (A, B, C) within in same row are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

⁴⁾Value with different superscripts (a, b, c, d) within in same column are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

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

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

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

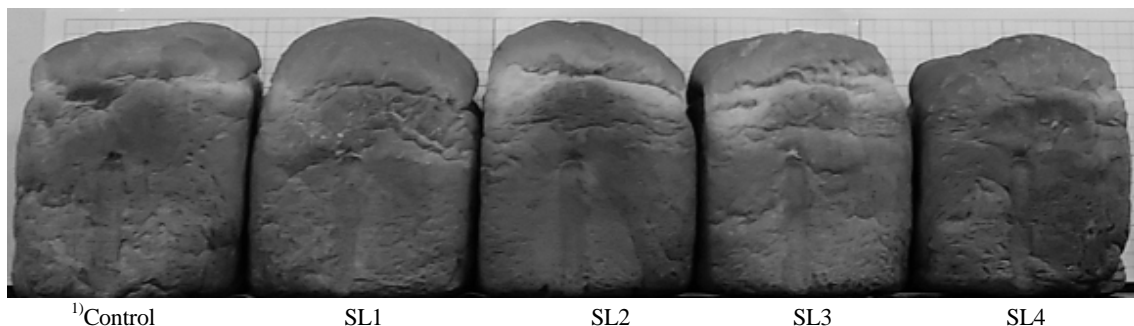


Fig. 1. Photograph of bread with various levels of stevia leaf powder.

¹⁾Control, SL1, SL2, SL3, SL4: Refer to Table 2.

감소는 섬유질로 인한 글루텐 형성을 저해하고, 글루텐막 손상에 의한 부피증대 저해의 영향에 의한 것으로(Chen H 등 1982) 동일한 이유로 스테비아잎 분말 첨가가 부피 감소에 영향을 미친 것으로 생각된다. 이러한 경향은 잎 분말을 부재료로 첨가한 스테비아잎 분말 첨가 카스텔라 (Choi SN 등 2013)에서도 나타났고 또한 쭈분말 첨가 식빵(Jung IC 2006), 녹차분말 식빵(Hwang SY 등 2001), 시금치분말 식빵(Ko SH 등 2013) 등 연구에서도 부재료 첨

가에 의해 부피가 감소되는 동일한 결과를 보였다.

6. 조직감

스테비아잎 분말을 첨가한 식빵의 조직감을 3일간 실온에 저장하면서 측정된 결과는 Table 4와 같다. 경도는 0일에 대조군 108.57 g/cm², 첨가군은 112.39~175.11 g/cm²로 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하였고, 저장일수에 따라 모든 군에서 경도가 증가하였다(*p*<0.05). 기공이 잘

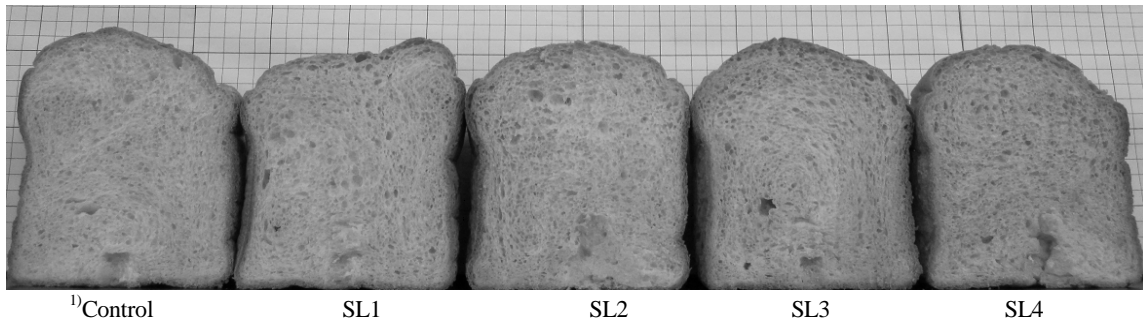


Fig. 2. Transverse section of bread with various levels of stevia leaf powder.

¹⁾Control, SL1, SL2, SL3, SL4: Refer to Table 2.

Table 4. Changes of texture properties of bread with various levels of stevia leaf powder during storage

Items	Storage days	Sample ¹⁾				
		Control	SL1	SL2	SL3	SL4
Hardness (g/cm ²)	0	^A 108.57±4.21 ^{2)ja}	^A 112.39±3.09 ^{ab}	^A 129.21±1.54 ^{ab}	^A 156.48±1.91 ^b	^A 175.11±3.80 ^b
	1	^B 209.91±5.52 ^a	^B 213.14±1.18 ^{ab}	^B 252.80±8.34 ^b	^B 258.87±3.76 ^b	^B 294.80±2.48 ^c
	3	^C 376.46±1.86 ^a	^C 394.03±2.72 ^a	^C 422.05±3.17 ^{ab}	^C 450.19±1.29 ^{ab}	^C 468.36±7.50 ^b
Springiness (%)	0	^{C4)} 93.21±0.21 ^{2)aa3)}	^B 93.67±0.12 ^b	^C 94.90±1.03 ^c	^C 96.23±2.14 ^d	^C 96.60±1.46 ^e
	1	^B 91.25±0.24 ^a	^B 92.23±0.19 ^b	^B 93.10±1.32 ^c	^B 94.05±0.12 ^d	^B 94.48±0.33 ^e
	3	^A 88.80±1.39 ^a	^A 90.39±1.50 ^{ab}	^A 90.40±0.39 ^{ab}	^A 90.73±1.08 ^b	^A 90.86±0.71 ^b
Cohesiveness (%)	0	^C 61.47±1.11 ^a	^C 63.40±1.03 ^b	^C 64.53±2.08 ^c	^C 67.48±1.03 ^d	^C 68.39±2.13 ^e
	1	^B 59.30±2.08 ^a	^B 61.52±1.03 ^b	^B 62.48±0.43 ^c	^B 64.08±1.25 ^d	^B 65.20±1.92 ^e
	3	^A 54.96±2.04 ^a	^A 57.41±2.15 ^b	^A 59.25±0.61 ^c	^A 61.06±0.82 ^{cd}	^A 62.27±1.12 ^d
Chewiness (g)	0	^A 126.78±4.33 ^a	^A 128.06±8.69 ^b	^A 132.73±6.23 ^c	^A 137.40±9.12 ^d	^A 138.92±6.78 ^e
	1	^B 175.83±3.04 ^a	^B 190.75±2.58 ^b	^B 211.53±6.72 ^c	^B 224.15±4.94 ^d	^B 235.03±4.14 ^e
	3	^C 247.78±12.01 ^a	^C 269.40±5.42 ^b	^C 286.65±3.84 ^c	^C 293.58±6.65 ^c	^C 305.03±3.31 ^d

¹⁾Control, SL1, SL2, SL3, SL4: Refer to Table 2.

²⁾All value are expressed as mean±S.D.

³⁾Values with different superscripts (a, b, c, d, e) within a row are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

⁴⁾Values with different superscripts (A, B, C) within a column are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

발달된 빵은 부피가 크고 부드러움이 증가하여 경도가 낮다고 하였는데(Jung IC 2006), 스테비아 분말 첨가량이 증가함에 따라 경도가 증가한 것은 스테비아잎 분말에 함유된 섬유질 등의 영향으로 부피 증대가 저해(Chen H 등 1982)되면서 경도 증가에 영향을 준 것으로 보인다. 흑맥가루(Kim JK 등 2013), 쉑분말(Jung IC 2006), 상백 피분말(Chung MJ 등 2013) 식빵 연구에서도 첨가량이 증가할수록 경도가 증가한 것으로 나타나 동일한 결과를 보였다.

탄력성은 0일에 대조군 93.21%, 스테비아잎 분말 첨가군은 93.67~96.60%이었고($p<0.05$), 시료별로 저장일수에 따라 대조군과 첨가군 모두에서 탄력성이 감소되었다($p<0.05$). 녹차분말 식빵 연구(Hwang SY 등 2001)에서 첨가량이 증가할수록 경도와 탄력성이 더 증가했다고 하여 본 연구결과와 동일하였다. 응집성은 식품의 형태를

구성하는 내부적 결합에 필요한 힘을 나타내는 척도로, 0일에 대조군 61.47%, 첨가군은 63.40~68.39%로 스테비아잎 분말 첨가량의 증가에 따라 응집성이 증가하였고($p<0.05$), 저장일수에 따라 시료별로 대조군과 첨가군 모두 응집성이 감소하였다($p<0.05$).

썩힘성은 0일에 대조군 126.78 g, 첨가군은 128.06~138.92 g으로 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 썩힘성이 증가하였으며($p<0.05$), 시료별로 저장일수에 따라 대조군, 첨가군 모두에서 증가하였다($p<0.05$). 스테비아잎 분말을 첨가한 연구를 살펴보았을 때 머핀(Hong HY 2009)의 경우 첨가량이 증가할수록 응집성, 썩힘성이 증가한다고 하여 같은 경향이었고, 저장일수에 따라서 썩힘성의 증가 및 탄력성이 감소되는 동일한 결과를 보였다. 또한 스테비아잎 분말을 첨가한 쿠키(Hong YJ 2011)에서도 첨가량 증가로 썩힘성이 증가한다고 하여 스테비아잎 분말

을 첨가할 경우 동일한 결과를 보였다. 보릿가루(Lee YT와 Chang HG 2003), 들깨분말(Ji JL과 Jeong HC 2013) 식빵 연구에서도 첨가물의 첨가량이 증가할수록 경도나 씹힘성이 증가하는 동일한 결과를 보였다. 위의 여러 연구를 보았을 때 부재료의 첨가가 식빵의 품질특성에 다양한 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이는 첨가 소재가 식빵의 조직감 특성에 영향을 준다는 Kwon EA 등(2003)의 결과와 같았다.

7. 관능검사

스테비아잎 분말을 첨가한 식빵의 관능검사 결과는 Table 5와 같다. 색은 대조군이 6.41, 첨가군은 SL1군 6.35, SL2군 6.42, SL3군은 6.53으로 대조군과 유의적 차이가 없었고, SL4군은 5.06으로 다른 첨가군에 비해 낮았다($p<0.05$). 스테비아잎 분말 첨가군의 색에 대해 ‘보통’ 이상의 반응을 보였는데 이는 그린 푸드인 녹차, 클로렐라 등의 재료가 베이커리에 첨가되면서 호감을 나타내었고(Hong HY 2009), 건강식품과 녹색 색상의 연관성이 밀접하게 작용하여 나타난 결과로 생각되었다.

향은 대조군 6.63, SL4군은 4.68로 낮았고, 나머지 첨가군은 6.54~6.76으로 대조군과 유의적 차이가 없었다. 맛은 대조군 7.00, SL3군이 6.98 순이었다. 전반적 기호도는 대조군이 6.99, 스테비아잎 분말 첨가군의 경우 각각 5.98, 5.86, 6.95, 4.95로($p<0.05$), SL3군은 대조군과 유의적 차이를 보이지 않았다. SL4군을 제외하고 첨가군의 전반적 기호도가 ‘보통’ 이상의 평가를 받아 바람직한 결과를 보였으며, 스테비아잎 분말을 1.5% 첨가하였을 때 전반적으로 관능검사 항목에 대한 평가가 양호하였다.

본 연구에서 스테비아잎 분말의 첨가량은 밀가루 중량의 0.5~2.0%의 범위였으며, 관능검사 결과 1.5% 첨가 시 비교적 좋은 결과를 보였는데 이러한 경향은 스테비아잎 분말을 부재료로 적절한 양 첨가했을 때에 대체적으로 좋은 결과를 보인 연구들과 동일하였다. 예를 들어 스테비아잎 분말 첨가 쿠키의 연구(Hong YJ 2011)에서 4%, 6% 첨가군 중에서 4% 첨가군이 높은 선호도를 보였

며, 스테비아잎 분말 첨가 카스텔라(Choi SN 등 2013) 연구에서도 설탕 대체물로 0~12% 첨가 시 6%일 때 가장 좋은 점수를 받았던 결과와 같았다. 이는 적당한 양을 첨가하였을 때는 부재료의 특성이 제품에서 맛과 향 등에 큰 영향을 미치지 않았으나, 비교적 많은 양을 첨가하였을 때는 특유의 진한 향과 색 등이 평가에 영향을 미친 결과로 생각된다.

스테비아잎 분말을 식빵에 넣었을 때 향과 맛에 대한 기호도가 높아졌는데, 이러한 결과는 스테비아잎 분말을 사용한 여러 연구에서도 동일한 결과를 보인 것으로, Hong HY(2009)의 연구에서 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 머핀의 부드러움이 증가하여 전체적으로 맛과 기호도가 증가했던 결과와 동일하였다. 또한 스테비아잎 분말을 첨가한 카스텔라에 대한 선행 연구(Choi SN 등 2013)에서도 스테비아잎 분말을 첨가한 카스텔라의 향, 맛 그리고 기호도에서 좋은 평가를 받은 결과와 동일하였다. 실험 결과 스테비아잎 분말을 첨가하였을 때 비교적 바람직한 결과를 보여 제과제빵 분야에서의 활용도가 높을 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

스테비아잎이 지닌 다양한 기능성을 살리고 첨가당의 대체제로의 가능성을 살펴보고자 스테비아잎 분말을 밀가루 중량의 0.5%, 1.0%, 1.5% 및 2.0% 첨가한 식빵을 제조하였으며 품질특성을 조사한 결과는 다음과 같다. 중량은 대조군 548.8 g, 첨가군은 525.0~543.5 g으로 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 부피는 대조군 2307.5 mL, 첨가군 2225.0~2278.8 mL로 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으며, 높이는 대조군 19.0 cm이었고 첨가군에서는 점차 감소하였다. 비용적은 대조군 4.21, 첨가군은 4.12~4.20으로 스테비아잎 분말 첨가에 따라 감소하였으며, 굽기손실률은 대조군 4.62%, 스테비아잎 분말 첨가군은 4.79~5.86%로 굽기손실률이 증가하였다. L값은 대조군 49.16, 첨가군에서는 42.72~47.44

Table 5. Sensory evaluation of bread with various levels of stevia leaf powder

Items	Sample ¹⁾				
	Control	SL1	SL2	SL3	SL4
Color	6.41±0.17 ^{2)bc3)}	6.35±0.84 ^b	6.42±0.79 ^b	6.53±0.56 ^b	5.06±0.92 ^a
Flavor	6.63±0.59 ^b	6.54±0.57 ^b	6.61±0.88 ^b	6.76±0.61 ^b	4.68±1.09 ^a
Taste	7.00±0.98 ^c	5.99±1.13 ^b	6.11±0.64 ^b	6.98±0.83 ^c	4.97±0.82 ^a
Overall acceptability	6.99±0.45 ^c	5.98±0.62 ^b	5.86±1.03 ^b	6.95±0.54 ^c	4.95±0.66 ^a

¹⁾Control, SL1, SL2, SL3, SL4: Refer to Table 2.

²⁾All value are expressed as mean±S.D.

³⁾Values with different superscripts (a, b, c) within a row are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

로 첨가량 증가에 따라 감소하였고, a값은 대조군 -1.31, 첨가군 -2.64~-1.82로 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. b값은 대조군 9.79, 첨가군에서는 11.19~14.98로 첨가군에서 증가하였다. 경도는 0일에 대조군 108.57 g/cm², 첨가군은 112.39~175.11 g/cm²로 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하였고, 저장일수에 따라 모든 군에서 경도가 증가하였다. 탄력성은 0일에 대조군 93.21%, 첨가군은 93.67~96.60%로 증가하였고, 저장일수에 따라 대조군과 첨가군 모두에서 탄력성이 감소되었다. 응집성은 0일에 대조군 61.47%, 첨가군은 63.40~68.39%로 첨가량의 증가에 따라 응집성이 증가하였으며, 저장일수에 따라 모두 군에서 응집성이 감소되었다. 씹힘성은 0일에 대조군 126.78 g, 첨가군 128.06~138.92 g이었고 첨가량이 증가할수록, 저장일수가 지날수록 씹힘성이 증가하였다. 관능검사 결과 색은 대조군 6.41, SL1군 6.35, SL2군 6.42, SL3군은 6.53으로 대조군과 유의적 차이가 없었고, SL4군은 5.06으로 다른 첨가군에 비해 낮았다. 향은 대조군 6.63, SL4군 4.68로 낮았고, 나머지 첨가군은 6.54~6.76으로 대조군과 유의적 차이가 없었다. 맛은 대조군 7.00, SL3군 6.98 순이었다. 전반적 기호도는 대조군 6.99, 첨가군의 경우 각각 5.98, 5.86, 6.95, 4.95로, SL3군은 대조군과 유의적 차이를 보이지 않았다. SL4군을 제외하고 첨가군의 전반적 기호도가 '보통' 이상의 평가를 받아 바람직한 결과를 보였으며, 스테비아잎 분말을 1.5% 첨가하였을 때 전반적으로 관능검사 항목에 대한 평가가 양호하였다.

위의 결과를 볼 때 관능검사에서는 스테비아잎 분말 첨가군의 경우 SL4군을 제외하고는 대체적으로 바람직한 결과를 보였으나 첨가군의 제빵적성이 대조군에 비해 우수하지는 않았다. 그러나 스테비아잎이 지닌 다양한 기능성을 살리고, 식품 및 가공품에 첨가하는 단순당이나 액상과당 등이 건강에 미치는 여러 가지 문제점을 고려할 때 저칼로리 천연감미료인 스테비아를 제과제빵 분야를 비롯하여 식품분야에 다양하게 이용하여 활용도를 높이는 것은 바람직할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 2014년 삼육대학교 연구비 지원을 받아 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

References

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(3):534-541

An HL, Lee KS, Park SJ. 2008. Quality characteristics of white pan bread with mesangi (*Capsosiphon fulvecense*). J East Asian Soc Dietary Life 18(4):563-568
 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, accesulfame-K and aspartame. Korean J Food Nutr 21(2):190-196
 Bae JH, Bae MJ, Son EH, Jung IC, Kwon OJ, Woo HS, Kim KJ. 2008. Bakery Science. Hyungsul. Seoul, Korea pp 93-109
 Chen H, Rubenthaler GL, Schanus EG. 1988. Effect of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. J Food Sci 53(1):304-305
 Choi SN, Kim HJ, Joo MK, Chung NY. 2013. Quality characteristics of castella prepared by substituting sugar with stevia leaf powder. Korean J Food Cook Sci 29(2):153-160
 Choi SN, Joo MK, Chung NY. 2014. Quality characteristics of soybean milk added with stevia leaf powder. J Korean Diet Assoc 20(2):77-86
 Dyrskog SE, Jeppensen 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(9):1181-1188
 Han GS, Hwang SY, Rho SJ. 2013. Quality characteristics of white bread with arrowroot powder. J East Asian Soc Dietary Life 23(6):778-788
 Hong HY. 2009. Sensory evaluation and quality characteristics of low caloric muffin by the addition of stevia leaf powder. Master thesis of Sejong University pp 1-90
 Hong SY, Shin GM. 2008. Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. Korean J Food Nutr 21(4):485-491
 Hong YJ. 2011. Quality characteristics of cookie prepared with different species of natural sweet leaves. Master thesis of Sejong University pp 1-88
 Hwang SY, Choi OK, Lee HJ. 2001. Influence of green tea powder on the physical properties of the bread flour and dough rheology of white pan bread. Korean J Food Nutr 14(1):34-39
 Im JS, Lee YT. 2010. Quality characteristics of rice bread substituted with black rice flour. J East Asian Soc Dietary Life 20(6):903-908
 Jeong CH, Cho HJ, Shim KH. 2006. Quality characteristics of white bread added with chlorella powder. Korean J Food Preserv 13(4):465-471
 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
 Ji JL, Jeong HC. 2013. Quality characteristics and dough rheological properties of pan bread with Perilla seed powder. The Korean J Culinary Res 19(3):142-155
 Jung IC. 2006. Rheological properties and sensory characteristics

- of white bread with added mugwort powder. J East Asian Soc Dietary Life 16(3):332-343
- 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 JK, Kim YH, Oh JC, Yu HH. 2013. Optimization of white pan bread preparation by addition of black barley flour and olive oil using response surface methodology. Korean J Food Sci Technol 45(2):180-190
- Kim JS, Jeong SH. 2009. Effects of the amounts of Terminalia chebula Retz powder on the quality of white pan breads. J East Asian Soc Dietary Life 19(3):430-436
- Kim KH, Song MY, Yook HS. 2007. Quality characteristics of bread made with *Chungkukjang* powder. J East Asian Soc Dietary Life 17(6):853-859
- Kim SH, Lee HJ, Paik JE, Joo NM. 2012. Quality characteristics and storage stability of bread with cabbage powder. Korean J Food Cook Sci 28(4):431-441
- 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
- Ko SH, Bing DJ, Chun SS. 2013. Quality characteristics of white bread manufactured with Shinan Seomcho(*Spinacia oleracea* L.) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(5):766-773
- Koyama E, Sakai N, Ohori Y, Kitaza K, Izawa O, Kakegawa K, Fujino A, Ui M. 2003. Absorption and metabolism of glycoside sweeteners of stevia mixture and their aglycone, steviol, in rats and humans. Food Chem Toxicol 41(6):857-883
- Kwon EA, Chan MJ, Kim SH. 2003. Quality characteristics of bread containing laminaria powder. J Korean Soc food Sci Nutr 32(3):406-412
- Lee HJ, Baik JE, Joo NM. 2014. Quality characteristics and storage stability of bread with *Allium hookeri* powder. Korean J Food Nutr 27(2):318-329
- Lee KS. 2012. Development of baking technology and analysis of domestic and international bakery market and trends. Food Sci Ind 45(4):16-20
- Lee SM, Park GS. 2011. Quality characteristics of bread with various concentrations of purple sweet potato. Korean J Food Cook Sci 27(4):1-16
- Lee YS, Hong GH, Kim WM, Shin MK. 2010. Quality characteristics of bread with added saltwort powder (*Salicornia herbases* L.). J East Asian Soc Dietary Life 20(5):706-712
- Lee YT, Chang HG. 2003. Effect of waxy and normal hull-less barley flours on bread-making properties. Korean J Food Sci Technol 35(5):918-923
- Noh MH. 2005. The quality properties of *Seolgidaeok* added with stevia leaf powder. Master thesis of Suncheon National University pp 1-59
- 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 JE, Soh JR, Oh SH, Cha YS. 2006. The effects of stevia extract supplementation on lipid metabolism and liver function of rats administered with ethanol. Korean J Hum Ecol 9(1):71-80
- Pylar EJ. 1979. Physical and chemical test method. Baking science and technology, Sosland Pub. Co, Merriam Kansas 2:891-895
- Seo EO, Choi EH, Yun YS, Chung BW. 2008. Effects of ethanol on the characteristics of white bread containing lotus root powder. J East Asian Soc Dietary Life 18(1):64-71
- Shin JW, Shin GM. 2008. Quality of white pan bread as affected by various concentrations of Corni fructus powder. J East Asian Soc Dietary Life 18(6):1007-1013
- Song MR, Lee KS, Lee BC. 2007. Quality and sensory characteristics of white bread added with various ginseng products. Korean J Food Preserv 14(4):369-377
- Srijani G, Anindeta B, Avijit P, Sharmila C. 2007. Oxidative DNA damage preventive activity and antioxidant potential of Stevia rebaudiana bertoi, a natural sweetener. J Agric Food Chem 55(26):10962-10967
- Tadhani MB, Patela VH, Subhash R. 2007. In vitro antioxidant activities of Stevia rebaudiana leaves and callus. J Food Comp Anal 20(3/4):323-329
- Yasukawa K, Kitanaka S, Seo S. 2002. Inhibitory effect of stevioside on tumor promotion by 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate in two-stage carcinogenesis in mouse skin. Biol Pharm Bull 25(11):1488-1490
- Yoon KH. 2002. Characteristics of pound cakes containing stevioside and maltitol. J Commu Devol Lab. Sangji Youngseo College 9:57-61
- Yoon MH, Jo JE, Kim DM, Kim KH, Yook HS. 2010. Quality characteristics of bread containing various levels of flowering cherry fruit powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(9):1340-1345

Received on May4, 2014/ Revised on July15, 2014/ Accepted on July17, 2014