

스테비아 분말을 첨가한 쿠키의 품질특성과 항산화 활성

유승석[†] · 홍여주

세종대학교 조리외식경영학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Cookies with Stevia Powder

Seung-Seok Yoo[†] and Yeo-Joo Hong

Dept. of Culinary & Food Service Management, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

Abstract

The purpose of this study was to propose optimal mixing proportion by adding stevia in powder form, which are low caloric and high intensity sweetener to cookies, and to determine the characteristic of product. It reduced the average sugar content of cookies to 50%, processed stevia powder, add them in 2, 4, 6, and 8% to make cookies and measured various product characteristics, including anti-oxidant activity. The antioxidant activity was highly correlated with the total phenolic composition of stevia cookies ($r=0.967$). Total phenolic contents and DPPH free radical scavenging activity of cookies significantly increased with increasing stevia powder. The bulk density of the dough, spread factor and the hardness, total polyphenol contents and DPPH free radical scavenging activity of cookies significantly increased with increasing stevia powder, while the pH of the dough, and L values of the cookies decreased with increasing stevia powder content ($p<0.001$). Additionally, the consumer acceptability scores for the 4% stevia cookie groups ranked significantly ($p<0.001$) higher than those of the other groups in color, taste, flavor, sweetness and overall preference. All the take together, the results of this study suggest that stevia powder is a good ingredient for increasing the consumer acceptability and the functionality of cookies.

Key words : stevia powder, cookie, antioxidant activity, phenolic compounds, natural sweeteners

1. 서론

경제성장과 국민소득의 증대로 건강과 삶의 질에 대한 관심이 높아지면서 식품에 있어서도 천연소재나 유기농 재료 및 기능성 식품 등 건강 지향적인 식생활을 추구하는 경향과 함께 식생활 패턴의 변화로 제과, 제빵 등의 소비가 증가하고 있다(Kim KH 2009). 또한 소비자의 기호가 고급화됨에 따라 여러 가지 건강 기능성 소재를 이용한 신제품 개발이 요구되고 있다(Choi HY 2009).

쿠키는 수분함량이 10% 미만으로 미생물적인 변패가 적고 저장성이 좋으며, 감미가 높고 맛이 우수하여 현대의 간식으로

로 널리 애용된다(Choi HY 2009). 주재료는 밀가루, 유지, 설탕, 달걀, 팽창제 등이며, 그 중 설탕은 쿠키 제조시 퍼짐성을 조절하고, 글루텐 형성 억제에 의한 연화작용과, 보습성의 강화, 감미제 및 착색제 등의 기능을 수행한다(Michael A와 Schanot MA 1981). 그러나 고열량으로 인한 비만증, 당뇨병, 고콜레스테롤 등의 성인병과 충치 발생의 우려가 높아 섭취량의 감소가 필요하다(이익수 1997, 김미순과 문혜연 2003).

그동안 감미를 지니고 있는 설탕 대용 감미성 물질의 개발을 위한 많은 연구가 수행되었으나, 안전성 등의 이유로 천연 감미료의 개발과 천연감미성 자원식물에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Shin IY 등 1999, Han YJ 등 2010). 최근까지 천연물로부터 분리, 확인된 감미성분은 약 75종으로, 이들은 모두 단자엽, 쌍자엽 등의 고등식물 및 양치류 등에서 유래된 것이다. 그 중에서 스테비아(*Stevia rebaudiana* Bertoni)는 남미 지역에서 자생하는 다년초로, 현재 중국을 비롯하여 태국, 일본 등에서 재배되고 있으며, 우리나라에서는 1973년 9월 농촌진흥청 주관으로 일본에서 종자를 도입하여 재배하기 시작

[†]Corresponding author : Seung-Seok Yoo, Department of Culinary and Foodservice Management, Sejong University
Tel: +82-2-3408-3824
Fax: +82-2-3408-4313
E-mail: yss2@sejong.ac.kr

하였다(김준연 1992). 설탕의 약 200~300배의 감미도를 가진 스테비오사이드(stevioside)가 함유되어 있고, 이 외에도 다양한 폴리페놀이 함유되어 있으며, 녹차에 비하여 20배 이상의 항산화 활성이 있는 것으로 알려져 있다(Kim NS 등 1983).

스테비아에 관한 연구로는 스테비아 감미성분의 정량법에 관한 연구(Kim NS 등 1983), 항산화 활성(Kim JH 등 2010), 항비만 및 혈당조절 효과(Park JE 등 2010)등에 관한 보고가 있으며, 스테비아를 이용한 머핀(Hong HY 2009)과 쌍화음료(Baek SE와 Jhee OH 2008), 단무지 제조(Park JE 등 2006) 등의 제품 개발에 관한 연구도 이루어졌다. 또한, 스테비오사이드의 산업적 현황 연구(Kim NS 등 1983)에서, 음료 및 과자, 장류 및 복합 조미료에 이용된 예를 제시하였고, 식품 및 의약품에 적용 가능성이 크다고 보고하였다. 김미순과 문혜연(2003)도 천연 감미료에 관한 연구에서 국내의 천연감미료 자원 식물에 관한 연구의 필요성을 지적하였다. 그러나 천연 감미료와 관련소재 식물에 관한 높은 관심에도 불구하고, 현재까지 이들 식품에 적용한 연구는 비교적 많지 않다.

따라서 본 연구에서는, 천연소재이며 열량이 낮은 스테비아 잎을 분말화하여 쿠키에 첨가하여 저 열량 쿠키를 제조하고, 최적 배합비의 제시 및 항산화특성과 품질 특성을 연구하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 시료 제조

1) 실험재료

스테비아 잎(한국스테비아)은 한국 정읍 지역에서 채배하여 2011년 5월 수확한 스테비아 잎을 적외선으로 건조하여 판매하는 것을 구입하여 사용하였고, 박력분(CJ 제일제당), 설탕(CJ 제일제당), 버터(Lurpak, Denmark), 달걀(풀무원)은 인근 마트에서 구입하여 사용하였다.

2) 스테비아 분말 제조

건조된 스테비아 잎을 분쇄기(HMF-600, Hanil Electric, Korea)로 분쇄하고 100 mesh의 표준 망 체에 내린 후, 폴리에틸렌 백에 넣어 -40℃ deep freezer에 보관하며 사용하였다.

3) 쿠키의 제조

쿠키의 배합비로는 일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 설탕 사용량이 비교적 많은 배합비(Gisslen W 2005)를 선택하였다(Table 1). 저열량 쿠키의 제조를 위하여 설탕의 사용량을 50% 감소시킨 뒤, 스테비아 분말을 각 2%, 4%, 6%, 8%로 쿠키에 첨가하여 제조하였고, 예비실험을 통해 쓴맛이 강한 10% 이상의 첨가구를 제외시켰다.

Cream mass는 stand mixer(5K 45SS, Kitchen Aid, USA)를

사용하여 Fig. 1과 같이 일반적인 크림법으로 제조하였다. 냉장고에서 1시간 휴지한 뒤 두께 7 mm, 직경 60 mm로 성형하여 윗불185℃, 아랫불 165℃의 오븐(Daeyoung, Machinery Co, Korea)에서 15분간 구워 완성하였다.

Table 1. Formulas for cookies with addition of stevia leaf powder

Ingredients (g)	Treatments (g)					
	Reference ¹⁾	Control	SPC2	SPC4	SPC6	SPC8
Sugar	200	100	98	96	94	92
Stevia powder	0	0	2	4	6	8
Flour	300	300	300	300	300	300
Butter	200	200	200	200	200	200
Egg	50	50	50	50	50	50
Total	750	650	650	650	650	650

¹⁾Ref: Reference, Sugar 200 g

Control : Sugar 100 g

SPC2: Sugar 98 g + Stevia leaf powder 2 g(2%)

SPC4: Sugar 96g + Stevia leaf powder 4g(4%)

SPC6: Sugar 94g + Stevia leaf powder 6g(6%)

SPC8: Sugar 92g + Stevia leaf powder 8g(8%)

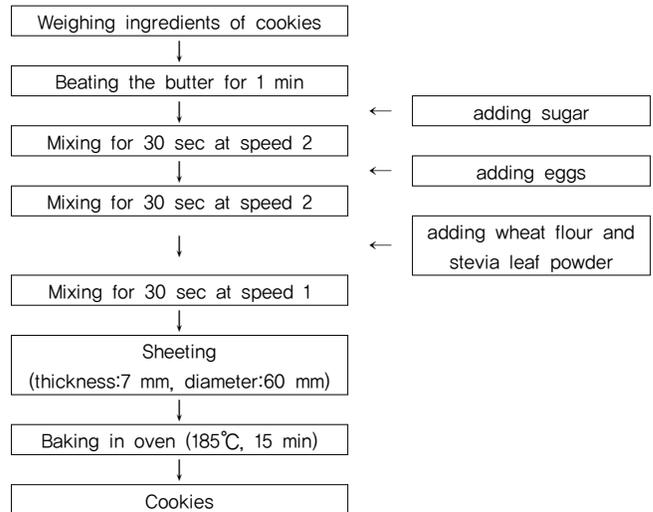


Fig. 1. Flow diagram for cookies prepared with stevia leaf powder

2. 스테비아의 품질 특성 측정

1) 스테비아 분말의 수분, 수용성 고형분 함량, pH, 색도 측정

수분 함량은 105℃ 상압가열 건조법(AACC 2000)에 따라 정량하였으며, 수용성 고형분 함량은 분말을 10배 희석하여 원심 분리후 상층액을 여과하여 당도계(PR-101, Atago Co,

Japan, Brix)로 측정하였다. pH는 분말을 10배 희석한 뒤 균질화 후 1시간 침지시켜 pH meter(Sartorius AG, PB-10 Germany)로 측정하였다. 모든 실험은 3회 반복하여 평균값을 구하였다.

색도는 색차계(Chroma meter, CR-300, Minolta, Japan)를 이용하여 각각의 L, a, b값을 3회 반복하여 측정하였다. 이때 사용된 표준백판(calibration plate)의 L값은 96.19, a값은 -0.08, b +1.85로 나타났다.

3. 쿠키 반죽의 특성

쿠키 반죽의 밀도는 50 mL 메스실린더에 증류수 30 mL를 넣고 쿠키반죽 5g을 넣었을 때 늘어난 높이를 구하여 반죽의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)로 나타났다. 반죽의 pH는 반죽 5g을 증류수 45 mL를 넣고 충분히 균질화한 뒤, 여과한 후 pH meter(AG PB-10, Sartorius, Germany)로 측정하였으며, 3회 반복하였다.

4. 쿠키의 품질특성 측정

1) 쿠키의 퍼짐성, 손실률 및 팽창률

쿠키의 직경은 digimatic caliper(Mitutoyo, CD-20CPX, Japan)를 이용하여 4곳의 다른 곳을 측정하여 평균값으로 나타내었고, 쿠키의 두께는 6개를 수직으로 쌓은 후 높이를 측정하였다. 쿠키의 퍼짐성 지수(spread factor)는 AACC Method 10-50(AACC 2000)의 방법으로 3회 반복 측정하여 나타내었다.

팽창률과 손실률은 쿠키의 굽기 전과 구운 후, 대조구 및 실험군의 중량을 각각 측정하여 다음과 같이 그 차이에 대한 비율로 산출하였다.

$$\text{Spread factor} = \frac{\text{쿠키의 직경(mm)}}{\text{쿠키 6개의 높이}} \times 10$$

$$\text{Leavening rate(\%)} = \frac{\text{굽기 전과 후의 실험군 쿠키의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전과 후의 대조군 쿠키의 중량 차(g)}} \times 100$$

$$\text{Loss rate : (\%)} = \frac{\text{굽기 전과 후의 한 개의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전 반죽한 개의 중량(g)}} \times 100$$

2) 쿠키의 수분 및 수용성 고형분 함량 측정

쿠키의 수분 및 수용성 고형분 함량은 스테비아 분말의 품질 특성과 동일한 방법으로 측정하였다.

3) 쿠키의 색도 측정

쿠키의 색도는 스테비아 분말의 품질 특성과 동일한 방법으로 측정하였다.

4) 쿠키의 Texture 측정

쿠키의 조직감은 Texture Analyser(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemerd, England)로 측정하였고, blade는 tooth type을 사용하였다. 쿠키에 blade를 표면으로부터 40 mm 침투하도록 설정하고, load cell 5.0 kg, test time 3.0 sec로 하여 부러질 때 생기는 조직적 특성을 측정하였다. 쿠키가 중심에서 부러질 때 받는 최대 힘(maximum force)을 경도(hardness)로 나타내었다.

5. 쿠키의 항산화 활성

1) 총 페놀성 화합물 함량 측정

스테비아 잎 분말 1 g을 ethanol 99 mL를 가하여 진탕 추출한 뒤 3000 rpm에서 30분간 원심 분리하고 여과시켜 시료로 사용하였고, 쿠키는 10 g을 70% ethanol 90 mL 사용하여 동일한 방법으로 처리하여 시료액으로 하였다. 총 페놀성 화합물의 함량은 Folin-Denis's phenol method에 준하여 측정하였다(Swain T 등 1959). 시료액 150 μ L에 증류수 2400 μ L, 2 N Folin Ciocalteu reagent 150 μ L를 가하여 3분간 방치하고, 1 N sodium carbonate 300 μ L를 가하여 암소에서 2시간 반응시켜 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 (+)catechin(Sigma Chemical Co. St. Louis, MO, USA)을 사용하여 표준검량선을 작성한 후 총 페놀성 화합물 함량을 시료 100 g 중 mg catechin(mg CE/100g)으로 나타내었다.

2) DPPH 자유 래디칼 소거능 측정

총 페놀성 화합물 측정에 사용한 것과 동일한 과정으로 시료액을 제조하고, 시료액 4 mL에 DPPH 용액(1.5×10^{-4}) 1 mL를 가하여 암소에서 30분 동안 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료액 대신 에탄올을 가한 control의 흡광도를 함께 측정하여 DPPH free radical 소거활성을 백분율로 나타내었다.

6. 관능검사

관능검사는 본 대학원 조리외식영양학과 30명을 패널로 선정하여 실시하였으며, 9점 척도법을 이용하여 1점(대단히 싫어한다)에서 9점(대단히 좋아한다)까지의 기호도 점수를 부여하도록 하였다. 평가 항목은 색(color), 향미(flavor), 표면 감촉(top grain), 단맛(sweetness), 경도(hardness), 식감(mouth feel), 전반적인 기호도(overall preference)로 하였다. 시료는 reference와 control을 비롯하여 SPC2, SPC4, SPC6, SPC8의 6가지 쿠키를 동시에 제공하였고, 먼저 눈으로 색을 보고 입으로 맛을 보면서 향미를 검사한 후 마지막으로 전반적인 선호도를 평가하도록 하였다. 한 개의 시료를 평가한 후 생수로 입안을 헹구고 다른 시료를 평가하도록 하였다.

7. 통계처리

각 실험의 결과는 SPSS 17.0 version을 사용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하여 통계 처리하였으며, 각 측정값의 유의성은 Duncan's multiple range test로 5% 수준에서 각 시료간의 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 스테비아의 품질 특성

1) 스테비아 분말의 수분, 수용성 고형분 함량, pH, 색도

스테비아 분말의 수분 및 수용성 고형분 함량, pH, 색도 측정 결과 Table 2와 같다. 수분 함량은 9.89%, Brix(%) 농도 57.66, pH 5.82로, 선행 연구(Hong HY 2009)에 비해 수분 함량(7.74%)은 다소 높게, 고형분 함량(Brix(%) 60.00)은 약간 낮았다. 이는 스테비아 잎의 건조 상태나 조건 등의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 한편, 스테비아 잎을 음건한 경우 일반성분은 수분함량 89.54%, 조단백질 3.71%, 조지방 1.68%, 조회분 0.91%로 보고되었다(No MH 2005).

스테비아 잎 분말의 색도는 Table 2와 같이 명도를 나타내는 L값이 38.99로 측정되었고, a값이 -10으로 나타나 녹색도가 높게 측정되었으며, b값은 15.56로 황색을 나타냈다. 이와 같은 결과는 시료의 고유의 색에 기인한 것으로, L값 41.34, a값 -9.98, b값이 0.09로 측정된 선행 연구 결과와는 다소 차이를 나타냈으나, 이는 스테비아 잎 개체 및 생육 조건, 수확 시기 및 건조 조건 등의 차이 때문인 것으로 생각되었다(Hong HY 2009).

Table 2. Moisture, brix(%), pH, Hunter's color values of stevia leaf powder

Samples	Moisture (%)	Brix (%)	pH	Hunter's color values		
				L	a	b
Stevia leaf powder	9.89±0.07	57.66±1.52	5.82±0.25	38.99±1.00	-10.00±0.38	15.56±0.60

2. 쿠키 반죽의 특성

1) 쿠키 반죽의 밀도

스테비아 분말을 첨가한 쿠키 반죽의 밀도와 pH의 측정 결과(Table 3) 쿠키 반죽의 밀도는 첨가량의 증가에 따라 증가하는 경향을 나타냈다($p < 0.01$).

쿠키 반죽의 밀도는 반죽의 팽창 정도를 나타내는 주요 품질 평가 지표 항목의 하나로, 밀도가 낮으면 딱딱해져 기호성

이 떨어질 수 있고, 밀도가 높은 경우 쉽게 부스러질 수 있어 상품성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며(Lee MH와 OH MS 2006), 굽는 시간, 반죽의 혼합 방법 및 시간 등에 따라서도 달라진다고 보고되어 있다(Kang HJ 등 2009).

스테비아 분말을 첨가한 경우, 밀가루와 혼합하였을 때 입자크기의 차이로 반죽이 조밀하게 되어 밀도가 증가한 것으로 판단되며, 이는 솔잎(Choi HY 2009), 들깨잎(Choi HY 등 2009) 분말을 첨가하여 제조한 쿠키의 연구 결과와 유사한 경향을 나타냈다. 그러나 쿠키 제조 시 밀가루보다 단백질 함량이 적은 첨가물을 넣는 경우, 대조구에 비해 반죽의 신장도가 감소하여 이로 인해 반죽의 밀도가 낮아진다는 보고(Lee MH와 OH MS 2006)도 있어, 쿠키에 첨가하는 부재료에 따라 반죽 밀도 변화에 영향을 주는 것으로 생각된다.

2) 반죽의 pH

반죽의 pH는 완성된 쿠키의 향과 외관, 색도에 영향을 미치며, pH가 높을수록 갈색화 경향을 나타낸다고 알려져 있다(Cho HS 등 2006). Table 3과 같이 스테비아를 첨가한 쿠키 반죽의 pH는 6.12~6.16으로 측정되었다. 스테비아 첨가구 모두 대조구에 비하여 pH가 낮아졌으며, 전반적으로 첨가량이 늘어날수록 pH 값이 감소하였다($p < 0.001$).

이러한 결과는 설탕(pH 6.5)의 사용량에 따른 것으로 판단되며, 마늘즙(Shin JH 등 2007), 대나무 잎 분말(Lee JY 등 2006), 연잎 분말(Kim GS와 Park GS 2008), 블루베리 분말(Ji JR과 Yoo SS 2010)등을 첨가한 연구에서 부재료의 첨가량에 따라 쿠키 반죽의 pH가 감소하는 결과와 일치하였다. 또한 스테비아 잎에 함유된 Ca, P 등의 무기질 및 oxalic acid, tannin(Savita SM 등 2004)이, 스테비아 잎 분말이 반죽의 pH에 영향을 미치는 것으로 추정되었다.

Table 3. Density value, pH of cookie dough containing various amounts of stevia leaf powder

Samples	Density value (g/mL)	pH
Reference	1.30±0.16 ^{a1)}	6.31±0.03 ^a
Control	1.02±0.02 ^c	6.19±0.03 ^b
SPC2	1.03±0.01 ^c	6.16±0.03 ^{bc}
SPC4	1.07±0.05 ^{bc}	6.16±0.02 ^{bc}
SPC6	1.17±0.06 ^{ab}	6.13±0.01 ^{cd}
SPC8	1.18±0.12 ^{ab}	6.12±0.01 ^d
F value	7.014 ^{**}	34.730 ^{***}

3. 쿠키의 품질 특성

1) 쿠키의 퍼짐성, 손실률 및 팽창률

스테비아 잎 분말을 첨가한 쿠키의 퍼짐성, 손실률 및 팽

Table 4. Spread rate, Loss rate, leavening rate values of cookies prepared with stevia leaf powder

Samples	Cookie characteristics		
	Spread rate (%)	Loss rate (%)	Leavening rate (%)
Ref ¹⁾	8.64±0.34 ²⁾	13.56±0.23 ^a	104.90±0.60 ^a
Control	6.16±0.14 ^d	14.32±0.27 ^a	- ³⁾
SPC2	6.44±0.06 ^{cd}	13.66±0.93 ^a	99.58±2.00 ^c
SPC4	6.45±0.14 ^{cd}	13.73±0.29 ^a	101.15±0.54 ^{bc}
SPC6	6.51±0.04 ^c	13.71±0.21 ^a	101.66±0.34 ^{bc}
SPC8	6.87±0.09 ^b	13.70±0.21 ^a	102.07±1.56 ^b
F value	87.225 ^{***}	1.058	7.835 ^{**}

¹⁾ Ref: Reference, Sugar 200g

Control : Sugar 100g

SPC2: Sugar 98g + Stevia leaf powder 2g(2%)

SPC4: Sugar 96g + Stevia leaf powder 4g(4%)

SPC6: Sugar 94g + Stevia leaf powder 6g(6%)

SPC8: Sugar 92g + Stevia leaf powder 8g(8%)

²⁾ Values are mean ± S.D.

a,b,c,d,e mean in a column by different superscripts are significantly different at the p<0.05. *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001.

³⁾ Reference of leavening rate

창률은 Table 4와 같다. 퍼짐성의 경우 6.16~6.87%로 나타났으며, 분말 첨가량이 많은 쿠키의 퍼짐성이 더 높게 나타났(p<0.001). 일반적으로 쿠키의 퍼짐성 또는 직경은 쿠키용 밀가루의 품질 지표로 사용되며, 퍼짐성 또는 직경이 큰 쿠키가 더욱 바람직한 것으로 인식되고 있다(Doescher LC와 Hoseny RC 1985). 쿠키의 퍼짐은 굽는 과정에서 반죽의 팽창과 함께 시작하여 반죽 내 단백질 글루텐의 유리 전이로 연속적 상태가 되어 반죽의 유동이 종료될 때까지 지속된다. 이는 반죽의 점성에 의해 영향을 받는 것으로, 이 때 반죽의 점도는

반죽 내 당의 용해성, 보습성 및 반죽의 수분함량 등에 영향을 받는 것(Kim GS와 Park GS 2008)으로 보고되었다.

설탕 사용량과 쿠키의 퍼짐성에 있어, 사용량이 증가할수록 반죽의 보습성이 높아져 굽는 도중 반죽의 유동성이 커져 쿠키의 퍼짐이 증가한다(Koh WB와 Noh WS 1997)고 보고되어 있으나, 한편 반죽 내 수분함량이 과다한 경우 굽는 과정 중 수분증발이 빠르게 일어나 퍼짐성이 감소되는 것으로 알려져 있다(Lee MH, OH MS 2006). 본 실험에서 일반적인 쿠키의 퍼짐성은 8.64%로 측정되었고, 대조구의 퍼짐성 지수는 6.16%로 기존 제품보다 낮은 값을 보였으며, 이 결과는 수분 보유력을 지닌 설탕 사용량을 다량 감소시킨 것에 따른 것으로 생각된다.

쿠키 반죽에 부재료를 첨가할 경우 그 재료의 이화학적 특성이 쿠키의 퍼짐성에 영향을 미칠 수 있는데, 부추(Lim EJ 등 2009), 솔잎(Choi HY 2009)을 첨가한 경우에는 반죽의 섬유소 함량이 증가하여 수분흡수율이 높아짐에 따라 퍼짐성 지수가 낮아졌으며, 딸기 분말(Lee JH와 Ko JH 2009)을 첨가한 경우 쿠키의 단백질 함량이 감소되어 퍼짐성 지수가 증가하였다고 보고되어 있다. 반면 손실물은 시료간 유의적 차이는 나타나지 않았으며, 팽창률은 전체적으로 스테비아 분말 첨가량이 늘어날수록 증가하는 경향을 보였다.

2) 쿠키의 수분 및 수용성 고형분 함량

스테비아 분말을 첨가한 쿠키의 수분함량과 수용성 고형분 함량은 Table 5에 나타내었다. 수분함량은 reference의 경우 4.24%로 대조구 및 첨가구들(3.5~3.6%)에 비해 약간 많았으나, 대조구와 첨가구들 사이의 유의미한 차이는 나타나지 않았다(p<0.001).

일반적으로 쿠키의 수분 함량은 10% 미만으로, 반죽의 특성과 쿠키의 경도는 주 재료의 이화학적 특성과 배합 비율에

Table 5. Quality characteristics of cookies prepared with stevia leaf powder

Samples	Moisture (%)	° Brix (%)	Maximum Load (kgf)	Hunter's color values		
				L	a	b
Reference1)	4.24±0.13 ²⁾	31.67±1.53 ^a	4.1414±0.38 ^a	67.82±0.44 ^{b2)}	-0.44±0.04 ^a	23.42±0.22 ^a
Control	3.55±0.09 ^b	17.33±2.08 ^e	1.4638±0.02 ^c	73.31±1.33 ^a	-1.96±0.47 ^b	23.64±0.25 ^a
SPC2	3.47±0.06 ^b	21.33±1.53 ^d	1.6616±0.14 ^c	65.61±0.01 ^c	-5.60±0.01 ^c	20.84±0.01 ^b
SPC4	3.53±0.92 ^b	24.67±1.53 ^c	1.7165±0.26 ^c	57.55±0.26 ^d	-6.50±0.05 ^d	21.07±0.10 ^b
SPC6	3.63±0.18 ^b	28.33±1.15 ^b	1.8674±0.23 ^b	52.52±1.27 ^c	-7.52±0.15 ^c	19.40±0.58 ^c
SPC8	3.61±0.06 ^b	28.33±0.58 ^b	2.3090±0.38 ^b	53.59±0.02 ^c	-7.29±0.04 ^c	19.88±0.05 ^c
F value	19.748 ^{***}	38.364 ^{***}	41.675 ^{***}	278.032 ^{***}	445.925 ^{***}	116.671 ^{***}

¹⁾ Ref: Reference, Sugar 200g

Control : Sugar 100g

SPC2: Sugar 98g + Stevia leaf powder 2g(2%)

SPC4: Sugar 96g + Stevia leaf powder 4g(4%)

SPC6: Sugar 94g + Stevia leaf powder 6g(6%)

SPC8: Sugar 92g + Stevia leaf powder 8g(8%)

²⁾ Values are mean ± S.D. a,b,c,d,e means in a column by different superscripts are significantly different at the p<0.05. *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001.

영향을 받는데, 이 중 설탕은 반죽 형성과정 중 절반 정도가 용해되나, 나머지는 오븐에서 제품으로 구워질 때 녹으며 표면색을 형성하고, 제품에 부드러움을 부여하며 수분을 보유하는 역할을 하여(전희정 등 2002), 설탕의 종류 및 사용량(Vetter J.L 등 1986)에 따라 쿠키의 품질 특성이 영향을 받는다고 알려져 있다.

쿠키의 수용성 고형분 함량은 17.33~28.33% Brix로 측정되었다. 스테비아 분말 첨가량이 늘어남에 따라 수용성 고형분 함량이 증가하는 경향을 나타냈으나, SPC6과 SPC8은 유의적 차이가 없었다($p < 0.001$).

3) 쿠키의 색도

Table 5와 같이 스테비아 잎 분말을 첨가한 쿠키의 색도 측정 결과, L값은 reference의 67.82에 비해 설탕을 절반으로 줄인 대조구는 높았고, 첨가구는 65.61~53.59로 비슷하거나 스테비아를 첨가할수록 낮아졌다($p < 0.001$). 이는 첨가량이 많은 시료의 명도가 낮게 나타났다는 스테비아첨가 머핀(Hong HY 2009), 스테비아첨가 설기떡(No MH 2005)의 결과와 동일한 경향을 나타내었다. 또한 a값은 스테비아 고유의 색에 기인하여 녹색을 나타내는 음의 값을 보였고 시료간에 유의미한 차이를 보였으나 SPC6과 SPC8에서의 차이는 나타나지 않았다($p < 0.001$). b값은 전반적으로 황색을 나타내는 양의 값을 나타냈는데, 스테비아 분말을 첨가한 쿠키는 그 첨가량에 따라 황색도가 감소하였다($p < 0.001$).

쿠키의 색도는 당에 의한 비효소적 마이알 반응 및 캐러멜 반응에 의해 크게 영향을 받으며 첨가된 부재료에 따라 차이를 보일 수 있어, 첨가하는 재료 자체의 색소에 의한 영향이 색도의 차이를 나타낸다고 보고된 바 있다(Lee SJ 등 2007). 또한, 밀가루의 색도는 $L=88.19$, $a=-0.53$, $b=10.55$ 로 측정되어, 밀가루에 비해 L값이 낮고 a 값과 b값이 높은 스테비아 분말의 특성이 쿠키의 색도에 영향을 미친 것으로 판단된다.

4) 쿠키의 Texture

스테비아 잎 분말을 첨가한 쿠키의 텍스처(Table 5)는 부서짐성을 나타내는 최대힘으로 측정되었는데 maximum load(kgf)는 1.4638~4.1414로, 스테비아 분말의 첨가량이 증가하며 쿠키의 경도가 높아졌고, 첨가량에 따른 유의미한 차이를 보였다($p < 0.001$).

일반적으로 설탕은 쿠키를 구운 후 냉각할 때, 결정화하는 경화제(hardening agent) 역할을 함으로서 쿠키를 씹을 때 바삭한 촉감이 나도록 하는데(17), 설탕의 사용량이 75% 이상일 때에는 쿠키가 너무 단단해져 조직감을 해치는 것(Koh WB와 Noh WS 1997)으로 보고되어 있어, 대조구 및 첨가구가 reference와 경도에 비해 큰 차이를 보이는 것은 설탕의 사용량이 감소된 것에 인한 결과로, 설탕을 줄이고 스테비아 잎 분말을 첨가한 경우 약 1.8~2.8배 정도 경도가 감소하여 부드러워진 것으로 평가되었다.

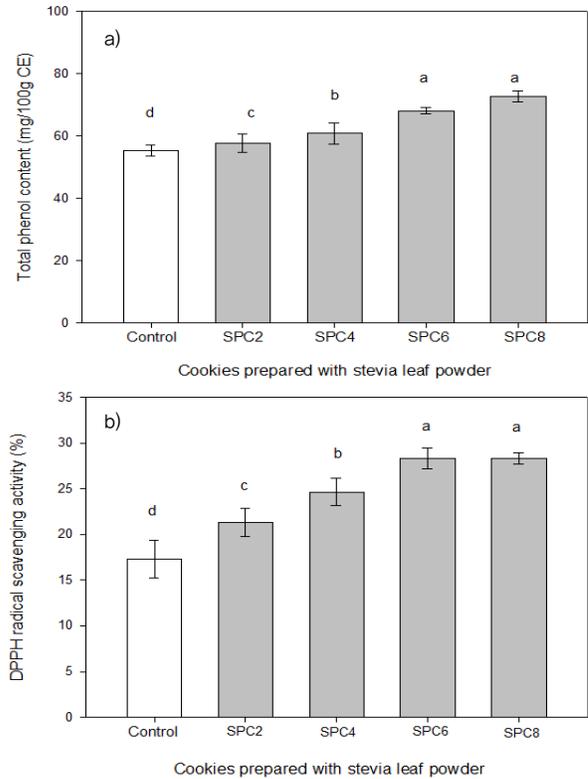


Fig. 2. Contents of total phenolic compounds and DPPH radical scavenging activity in cookies prepared with stevia leaf powder

4. 쿠키의 항산화 활성

1) 총 페놀성 화합물 함량

스테비아 잎 분말을 첨가한 쿠키의 총 페놀성 화합물은 Fig. 2a에 나타내었다. 스테비아 분말의 총 페놀성 화합물은 21.64 mg CE/100g으로 측정되었다. Yamamoto N 등(2001)은 스테비아에는 1310 mg/100 g의 폴리페놀이 함유되어 있다고 보고하였고, Savita 등(2004)은 스테비아 잎에 0.010 mg/100 g의 tannin이 존재한다고 하였다. 또한, 스테비아의 추출 방법에 따른 항산화성 연구(Kim JH 등 2010) 결과에서, 강한 항산화능을 갖는 페놀류의 화합물이 스테비아 추출물에 다량으로 포함되어, 높은 라디칼 소거능을 관찰할 수 있다고 하였다.

스테비아 분말을 첨가한 쿠키의 총 페놀성 화합물 함량은 57.80~72.80 mg CE/100 g였으며, 대조구의 경우 55.32 mg CE/100 g로 측정되었다($p < 0.001$). 또한 밀가루의 경우 50.1 mg GAE/100 g으로, ferulic acid, flavonoid, lutein, zeaxanthin, β -cryptoxanthin 등이 항산화능에 영향을 주는 것으로 알려져, 대조구에도 페놀화합물이 존재함을 확인하였다(Ragace S 등 2006, Adom KK 등 2005).

모든 쿠키의 총 페놀성 화합물 함량이 대조구에 비해 6%

Table 6. Results of preference test¹⁾ of cookies prepared with stevia leaf powder

Blend ratio(%)	Color	Top grain	Flavor	Hardness	Mouth feel	Sweetness	Overall Preference
Reference	6.47±1.11 ^{ad2)}	5.70±1.78 ^b	6.63±0.72 ^a	5.60±1.38 ^{ab}	5.90±1.58 ^a	5.93±1.31 ^{ab}	6.67±0.96 ^b
Control	4.40±1.40 ^c	4.07±1.31 ^d	4.37±1.10 ^c	4.40±1.00 ^c	4.73±1.39 ^b	4.13±1.20 ^c	3.93±1.11 ^d
SPC2	6.80±1.75 ^a	6.63±1.38 ^a	5.10±1.16 ^b	5.03±1.33 ^{bc}	6.47±1.80 ^a	5.50±1.25 ^{bc}	5.30±1.02 ^c
SPC4	5.70±1.82 ^b	5.17±1.15 ^{bc}	6.90±1.37 ^a	6.20±1.19 ^a	5.87±1.36 ^a	6.27±1.41 ^a	7.30±1.12 ^a
SEC6	4.87±1.20 ^c	4.67±1.12 ^{cd}	5.03±1.51 ^b	5.03±1.16 ^{bc}	4.97±1.16 ^b	5.00±1.34 ^{cd}	4.93±1.64 ^c
SEC8	4.53±1.22 ^c	4.51±1.07 ^{cd}	4.53±1.33 ^{bc}	4.70±1.49 ^{bc}	4.70±1.49 ^b	4.73±1.36 ^{de}	5.37±1.22 ^c
F-value	14.970 ^{***}	14.792 ^{***}	23.350 ^{***}	7.827 ^{***}	7.494 ^{***}	10.902 ^{***}	30.876 ^{***}

¹⁾ 9-pt hedonic scale (1: extremely dislike, 9: extremely like)

²⁾ Values are mean ± S.D. a,b,c,d,e means in a column by different superscripts are significantly different at the p<0.05. *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001.

첨가분까지 유의적으로 증가하였으며, 첨가량이 많은 쿠키에서 페놀성 화합물 함량이 높게 나타났다(p<0.001). 페놀성 화합물이 풍부한 식품을 섭취하면 암, 심혈관계질환, 면역기능장애 등의 퇴행성질환의 위험을 낮춰주는 것(Peng YY 등 2005)으로 알려져 있어, 쿠키에 스테비아 잎을 첨가하여 페놀성 화합물의 함량을 높이는 것은 권장할 만한 것이지만, 분말의 경우 지나치게 많이 넣으면 쓴맛을 동반하는 경향이 있어(No MH 2005), 첨가량을 일정량으로 제한하는 것이 바람직하다고 판단된다.

2) DPPH 자유 라디칼 소거능

스테비아 잎 분말을 첨가한 쿠키의 DPPH 자유 라디칼 소거능 측정 결과는 Fig. 2b에 제시하였다. 스테비아 분말의 유리 라디칼 소거능은 100 µg/mL 수준에서 62.32%로 측정되었으며, 스테비아 분말 첨가 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 100 µg/mL 수준에서 5.64~23.13%로 측정되었고, 모든 첨가구에서 첨가량이 증가한 경우, 항산화 활성도 높게 측정되었다(p<0.001).

DPPH 라디칼은 생체 내에 존재하는 라디칼은 아니지만, 홀수 전자를 가지고 있어 산화방지제로부터 전자 또는 수소를 공여받아 라디칼이 소거되면서, 보라색의 DPPH 용액이 탈색되는 정도로 평가한다. DPPH 용액은 517 nm에서 강한 흡광도를 나타내며, 항산화능이 있는 물질과 반응하게 되면 안정한 형태로 전환되어 흡광도 값이 감소하고, 라디칼 소거활성이 큰 물질일수록 산화방지활성이 크다(Kim JH 등 2010, Gheldof N과 Engeseth NJ) 2002). 대부분 식물에서 유래된 항산화 물질들은 phenol류 및 flavonoid 계통의 화합물이며, 특히 식물에서는 대부분 phenol류의 화합물임이 보고되어 있다(Fridovich I 1978). 일반적으로 총 phenol류 화합물의 함량과 항산화능과는 서로 양의 상관관계를 이루는 것으로 알려져 있고(Gheldof N과 Engeseth NJ 2002), 본 연구에서도 스테비아 잎 분말을 첨가한 쿠키의 총 페놀화합물 함량과 유리 라디칼 소거능의 양적 상관관계를 나타냈다(R=0.967).

5. 관능검사

스테비아 잎 분말 첨가 쿠키의 기호도 평가 결과는 Table 6과 같다.

이때 쿠키의 색(color)에 대한 기호도는 SPC2에서 가장 높았고, 기존제품보다 높은 기호도를 나타내었으며, SPC8에서 가장 낮았다.

표면의 감촉(top grain)은 SPC2에서 가장 좋게 나타났으며(p<0.001), 향(flavor)에서는 SPC4가 높은 기호도를 나타냈으며, reference와도 유사하였고, SPC8이 가장 낮은 값을 보였다(p<0.001). 따라서 스테비아를 첨가함으로써 설탕의 양을 감소시켜 제조한 쿠키의 향미를 보완할 수 있을 것으로 판단되나, 첨가하는 스테비아 잎 분말의 양이 적정치 이상인 경우 스테비아의 고유향에 의해 기호도가 감소하였다.

경도(hardness)는 SPC4에서 가장 높은 기호도를 나타냈으며, SPC8이 가장 낮게 나타났(p<0.001). 특히 SPC4는 reference와 그 값이 유사하여 스테비아 분말을 4% 첨가한 경우 조직감이 좋게 나타났다. 또한 식감(mouth feel)에서는 SPC2가 가장 높은 값을 나타냈으며, SPC4와 reference와는 유의적인 차이가 없었다.

한편, 단맛(sweetness)의 기호도 결과 SPC4가 가장 높았으나(p<0.001), SPC6와 SPC8이 낮은 값을 나타내, 스테비아 첨가량을 지나치게 증가시키는 것은 바람직하지 않은 것으로 보였다. 또한 스테비아 분말을 첨가한 설기떡(No MH 2005)과 스테비아 분말 첨가 머핀(Hong HY 2009)에서도 유사한 결과를 보였으므로, 설탕과의 혼합시 적절한 스테비아 첨가량의 사용이 바람직한 것으로 나타났다.

전체 기호도(overall preference)에서는 SPC4가 가장 높은 기호도를 나타냈고, SPC8, SPC2, SPC6의 순으로 그보다 낮은 값을 보였으나 대조구보다는 높은 기호도를 나타냈다(p<0.001).

이 같은 결과를 볼 때, 쿠키의 제조시 설탕을 감소시키고 스테비아 잎 분말을 첨가하면 향과 단맛, 전체적 기호도를 높일 수 있으나, 6% 이상 첨가할 시에는 기호도가 감소하는 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 스테비아 잎을 분말 형태로 쿠키에 첨가하여 기존의 쿠키와 기호성이 유사한 저 열량 쿠키를 제조하고, 최적 배합비를 제시하고 항산화활성을 포함한 품질 특성을 연구한 결과는 다음과 같다.

스테비아 분말을 첨가한 쿠키 반죽의 특성 중 밀도는 1.03~1.18 g/mL로 나타났으며, 첨가량의 증가에 따라 밀도가 증가하였다. pH는 6.12~6.16으로 측정되었으며, 스테비아 첨가량이 늘어날수록 pH 값이 감소하였다($p < 0.001$).

한편, 스테비아 분말 첨가 쿠키에서 퍼짐성은 분말 첨가량이 많을수록 높게 나타났고($p < 0.001$), 손실률의 경우 시료간 유의적 차이는 나타나지 않았으며, 팽창률은 스테비아 분말 첨가량에 비례하여 증가하였다. 쿠키의 수용성 고형분 함량은 17.33~28.33% Brix로 측정되었으며, 스테비아 분말 첨가량에 따라 수용성 고형분 함량이 증가하는 경향을 나타냈다. 색도에서 L값은 reference의 값이 67.82로 첨가량이 증가할수록 명도가 낮아졌으며, a값(+red/-green)은 음의 값을 보였다. b값(+yellow/-blue)은 스테비아 분말을 첨가할수록 황색도가 감소하였다($p < 0.001$). 쿠키의 texture 측정 결과 1.46~4.14의 범위로 변화하였는데, 스테비아 분말 첨가량에 따라 쿠키의 경도가 높아졌고, 첨가량에 따른 유의미한 차이를 보였다($p < 0.001$).

항산화특성으로 페놀성 화합물 함량은 57.80~72.80 mg CE/100 g였으며, 모든 쿠키의 총 페놀성 화합물 함량이 대조구에 비해 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). 스테비아 잎 분말을 첨가한 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 100 μ g/mL 수준에서 5.64~23.13%로, 모든 첨가량이 증가한 경우, 항산화 활성도 높게 측정되었고($p < 0.001$), 총 페놀성 화합물 함량과 유리 라디칼 소거능의 양적 상관관계를 나타냈다($R=0.967$).

스테비아 분말 첨가 쿠키의 기호도 평가 결과 향, 경도, 단맛, 전체 기호도에서 4% 첨가군인 SPC4가 높은 기호도를 나타냈다($p < 0.001$). 따라서 스테비아를 첨가함으로써 설탕의 양을 감소시킨 쿠키의 제조가 가능하며 최적 배합비에서 기존 쿠키보다 기호성이 향상된 쿠키를 제조할 수 있었다. 이는 단맛에 대한 선호도와 전체기호도가 변화되고 있는 것도 하나의 요인인 것으로 판단된다.

V. 감사의 글

이 논문은 2010년도 세종대학교 교내연구비 지원에 의한 논문이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 김미순, 문혜연. 2003. 감미제로 사용되는 약용식물의 난충치성 효과. 한국생물공학회지 12:263-266
- 김준언. 1992. 천연 스테비아 감미료의 특성 및 이용 현황. 식품공업 협회지 113:41-47
- 이익수. 1997. 천연물 유래의 감미성분. 식품산업과 영양 (2):1 22-30
- 전희정, 백재은, 주나미, 정희선. 2002. 제과제빵 이론, 실기. 교문사
- Adom KK, Sorrells ME, Liu RH. 2005. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. J Agric Food Chem 53: 2297-2306
- American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved method of American Association of Cereal Chemists. 10th., Association. St. Paul, MN, USA
- Baek SE, Jhee OH. 2008. Sensory properties of low calorie Ssanhwa beverages containing sweetener(II); Sensory properties of Ssanhwa beverages sweetened with glucosyl stevia, acesulfame-K and aspartame. J Korean Soc Food Sci Nutr 21(2):197-203
- Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. J Korean Food Culture 21: 541-549.
- Choi HY. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(10):1414-1421
- Choi HY, Oh SY, Lee YS. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of Perilla leaves (*Perilla frutescens* var. japonica HARA). cookies. Korean J Food Cookery Sci. 25(5):521-530
- Chung MH, Lee MY. 1978. Study of Hydrangea and stevia plants as natural sweetness. Korean J Pharmacog 9(3):174-175
- Doescher LC, Hosney RC. 1985. Effect of sugar type and flour moisture on surface cracking of sugar-snap cookies. Cereal Chem 62: 263-266
- Fridovich I. 1978. The biology of oxygen radicals. Science 201:875-880
- Gheldof N, Engeseth NJ. 2002. Antioxidants capacity of honeys from various flora sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of vitro Liprotein Oxidation in Human Serum Samples. J Agric Food Chem 50:3050-3055
- Gisslen W. 2005. Professional Baking. Forth ed. John Wiley & Sons. pp 437
- Han YJ, Kim JH, Park SY, Oh JH, Jang YM. 2010. Monitoring of

- Food Additives as an Artificial Sweetener on Favorite Foods of Children. *J Food Hyg and Safety* 25(2): 185-191
- Hong HY. 2009. Sensory Evaluation and Quality Characteristics of Low Caloric Muffin by the Addition of Stevia Leaf Powder. Thesis, Sejong University
- Ji JR, Yoo SS. 2010. Quality Characteristics of Cookies with Varied Concentration of Blueberry Powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(3):433-438
- Kang HJ, Choi HJ, Lim JK. 2009. Quality Characteristics of Cookies with Ginseng Powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(11):1595-1599
- Koh WB, Noh WS. 1997. Effect of Sugar Particle Size and Level on Cookie Spread. *J East Asian Soc Dietary Life* 7(2):159-165
- Kim NS, Oh SI, Nam YJ, Min By, Suh Kb. 1983. Comparative Studies on the Assay Methods of Stevia Sweeteners. *Korean Soc Food Sci Technol* 15(3):209-214
- Kim GS, Park GS. 2008. Quality Characteristics of Cookies Prepared with Lotus Leaf Powder. *Korean J Food Cookery Sci*, 24(3):398-404
- Kim KH. 2009. Antioxidant and antiviral activities from the *Prunus yedoensis* Matsumura fruit and development of its processed foods. Thesis, Chungnam National University
- Kim JH, Sung NY, Kwon SK, Jung PM, Choi JI, Yoon YH, Song BS, Yoon Ty, Kee HJ, Lee JW. 2010. Antioxidant Activity of Stevia Leaf Extracts Prepared by Various Extraction Methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(2):313-318
- Lee MH, Oh MS. 2006. Quality Characteristics of Cookies with Brown Rice Flour. *KOREAN J. FOOD CULTURE* 21(6):685-694
- Lee SJ, Shin JH, Choi DJ, Kwon OC. 2007. Quality Characteristics of Cookies Prepared with Fresh and Steamed Galic Powders. *J Korean Food Sci Nutr* 36(8):1048-1054
- Lee JH, Ko JC. 2009. Physicochemical Properties of Cookies Incorporated with Strawberry Powder. *Food Eng progress* 13(2):79-84
- Lee JY, Ju JC, H ES, C SY, Shin JH. 2006. Quality Characteristics of Cookies with Bamboo Leaves Powder *Korean J. Food & Nutrition* 19(1):1-7
- Lim EJ, Huh CO, Kwon SH, Yi BS, Cho KR, Shin SG, Kim SY, Kim JY. 2009. Physical and Sensory Characteristics of Cookies with Added Leek (*Allium tuberosum* Rottler) Powder. *Korean J Food Nutr* 22(1):1-7
- Michael A, Schanot MA. 1981. Sweeteners: "Functionality in Cookie and Crackers." Technical Bulletin, American Institute of Baking 3(4):1-4
- No MH. 2005. Quality Properties of Seolgiddeok Added with Stevia (*Rebaudiana bertonii*) Leaf Powder. Thesis, The Suncheon National University.
- Park JE, Kee HJ, Cha YS. 2010. Effect of stevia *Rebaudiana bertonii* Leaf Extract on Antiobesity in C57BL/6J Mice. *Korean J Food Sci, Technol*. 42(5):586-592
- Park JE, So JR, Oh SH. 2006. Effect of Powder of Stevia rebaudiana Leaves against Quality Characteristics during Salting of Rice Bran Danmooji. *Korean Journal of human ecology* 9(1):71-80
- Peng YY, Ye JN, Kong JL. 2005. Determination of Phenolic Compounds in *Perilla frutescens* L. by Ccapillary Electrophoresis with Electrochemical with Electrochemical Detection. *J Agr Food Chem* 53: 8141-8147
- Ragae S, Abdel-Aal E, Noaman M. 2006. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chem* 98: 32-38
- Savita SM, Sheela K, Sharan Sunanda AG. 2004. Stevia rebaudiana-A Functional Component for Food Industry. *J Human Ecol* 15(4): 261-264
- Shin IY, Kim HY, Kim CS, Whang K. 1999. Characteristics of Sugar Cookies with Replacement of Sucrose with Sugar Alcohols - (I) Organoleptic Characteristics of Sugar Alcohol Cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(5):1044-1050
- Shin JH, Lee DJ, Kwon OC. 2007. Quality Characteristics of Cookie with added Concentrations of Galic Juice. *Korean J Food Cookery Sci*. 23:609-614
- Swain T, Hillis W. E, Oritega M. 1959. Phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. Quantitative Analysis of Phenolic Constituents. *J Sci Food Agric* 10: 83-88
- Vetter J.L, Sutton T, Blockcolsky D. 1986. Effect of Sweetner Syrups on Quality Characteristics of Soft Cookies. Technical Bulletin, American Institute of Baking 8:1
- Yamamoto 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. pp 144-149