

솔잎 쿠키의 항산화활성 및 품질특성

최 해 연

숙명여자대학교 식품영양학과

Antioxidant Activity and Quality Characteristics of Pine Needle Cookies

Hae-Yeon Choi

Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

Abstract

Pine needle powder has medical and functional uses. In this study, cookies were prepared using different 0.5%, 1%, 3%, 5% of pine needle powder. The total phenolic content was measured by the Folin-Ciocalteu method, and antioxidant activity was evaluated by DPPH assay. The antioxidant activity was highly correlated with the total phenolic composition of pine needle cookies ($r=0.989$). In addition, the quality characteristics of the pine needle cookies were estimated based on the bulk density and pH of the dough, spread factor, loss rate, leavening rate, color, texture profile analysis, and sensory evaluations. The bulk density of the dough and the hardness, total polyphenol contents and DPPH free radical scavenging activity of cookies significantly increased with increasing pine needle powder, while the pH of the dough, spread factor and L values of the cookies decreased with increasing pine needle powder content ($p<0.05$). Additionally, the consumer acceptability scores for the 3% pine needle cookie groups ranked significantly ($p<0.05$) higher than those of the other groups in appearance, taste, flavor, texture and overall preference. Taken together, the results of this study suggest that pine needle powder is a good ingredient for increasing the consumer acceptability and the functionality of cookies.

Key words: antioxidant activity, pine needle, cookie, phenolic compounds, quality characteristics

서 론

솔잎(pine needle, *Pinus densiflora*)은 국내 부존자원으로 예로부터 차나 음료, 구황식품으로 이용되거나 시루떡이나 송편을 찌 때 바닥에 깔아 방부와 살균의 효과 및 향기를 돋우기 위해 사용되어 오고 있다. 솔잎의 약리작용에 대한 한의서(1)에서는 신경통, 관절염, 동맥경화, 고혈압, 피부질환, 위장질환, 간질환에 효과가 있다고 보고하였다(2,3). 솔잎은 terpene, phenolics, tannin 등의 정유성분과 엽록소, 무기 및 유기성분, 비타민류 등의 다양한 성분들이 함유되어 있는데, 솔잎의 정유성분 중 terpene은 약 7~12% 정도 존재하고 불포화 결합이 많이 함유되어 콜레스테롤의 혈중 농도를 저하시키고 호르몬의 분비를 높인다고 알려져 있으며, phenol 화합물은 솔잎 정유성분 100 g 중 1.305 g이 함유되어 발암과 노화를 예방한다고 보고하였다(4). 또한, tannin은 ellagic acid와 catechin 등의 성분이 솔잎 정유성분 100 g 중 0.69 g(약 0.7%)이 존재하는데, 이 성분은 식물체의 미생물 방어와 세포의 성장을 억제하는 작용이 있는 것으로 알려져 있다고 보고하였다(5,6). 솔잎의 생리활성 성분은 α -pinene, β -pinnene, camphene, bonyl acetate, borneol, phel-

landrene 등의 정유성분과 quercetin, kaempferol 등의 플라보노이드(7)로 알려져 있다. 솔잎의 생리활성물질로 인한 효능은 솔잎 정유의 향기성분, 솔잎추출물의 항산화작용(8), 항암, 항균작용(4,9) 등이 있는 것으로 보고되고 있다. 솔잎을 식품에 응용한 선행연구를 보면 솔잎분말 첨가에 따른 밀가루 반죽의 물리적 특성(10), 솔잎가루 첨가 냉동쿠키 제조 배합비의 최적화(3), 솔잎분말과 추출물 첨가 국수의 품질 특성과 저장성에 관한 연구(11), 솔잎가루 첨가량을 달리 한 썸 케이크의 관능적 및 기계적 특성(5), 솔잎가루를 첨가한 솔 설기의 재료 배합비에 따른 관능적, 텍스처 특성(12) 등에 관한 연구가 있다.

최근 경제성장과 국민소득의 증대로 건강과 삶의 질에 대한 관심이 높아지면서 식품에 있어서도 유기농 식품, 건강식품, 기능성식품 등 건강 지향적인 식생활을 추구하게 되었다(13). 이 중 제과, 제빵분야의 수요가 증가하고 소비자의 기호가 고급화·다양화됨에 따라 기능성 물질을 첨가한 신제품 개발에 대한 관심이 증대되고 있다(14). 쿠키는 밀가루, 유지, 설탕, 달걀, 팽창제를 주원료로 하여 만드는데 대부분의 제품에서 수분함량이 10% 미만으로 낮아 미생물적인 변패가 적고 저장성이 좋으며, 감미가 높고 맛이 우수하여 어린

이, 여성, 고령자들의 주된 간식으로 애용되고 있다. 최근에는 쿠키에 건강에 유익한 소재를 첨가하거나 설탕이나 지방과 같은 재료를 저 칼로리 물질로 대체시키는 연구가 진행되고 있다. 쿠키에 첨가되는 기능성식품 소재에는 난소화성전분(15), 기능성 쌀(16), 현미가루(17), 흑미가루(18), 양송이버섯(19), 딸기분말(20), 부추분말(21), 손바닥선인장(22), 연잎분말(23), 마늘(24), 다시마(25), 단호박(26), 백년초(27) 등이 있다. 그러나 이들은 생리활성이 있다고 알려진 소재를 첨가하여 쿠키의 품질특성을 연구한 것이 대부분으로, 실제 쿠키를 제조한 후 쿠키의 생리활성과 품질특성을 측정하는 연구는 많지 않은 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 기능성식품 개발의 일환으로 생리활성이 있다고 알려진 솔잎 분말을 첨가한 솔잎쿠키를 제조하여 항산화활성을 입증하고 품질특성을 조사함으로써 맛과 품질이 우수한 기능성 쿠키를 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

솔잎은 2008년 9월 강원도 정선에서 수확하여 건조시킨 것을 서울 경동시장에서 구입하여 분쇄기로 미세분쇄 하여 80 mesh의 표준망체에 내린 다음 폴리에틸렌 백에 넣어 -40°C deep freezer에 보관하면서 사용하였다. 박력분과 설탕은 씨제이 제일제당(주), 버터는 서울우유, 소금은 해표꽃소금에서 제조 시판하는 것을 구입하여 사용하였다. 항산화 실험에 사용한 1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH), Folin & Ciocalteu 시약, gallic acid 등의 시약은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였고 그 외의 시약은 1급을 사용하였다.

쿠키의 제조

쿠키 제조는 Lee와 Jeong(19)의 제조방법을 참고하여 예비실험 및 예비 관능평가를 실시한 결과 7% 첨가 쿠키는 쓴맛이 강하여 제외시켰으며 Table 1의 재료 배합비로 soft type으로 제조하였다. 계량된 버터, 설탕, 소금을 반죽기(Model K5SS, Kitchen Aid Co., Joseph, Michigan, USA)에 넣어 2단으로 작동시키고 난황을 조금씩 넣어가며 5분간 혼합하여 크림상태로 만들었다. 여기에 체로 친 박력분과 솔잎가루를 넣고 혼합한 후 냉장고에서 1시간 휴지시켰다. 휴지

시킨 반죽을 5 mm 두께로 만든 후 직경 40 mm의 원형 쿠키틀로 찍어 성형하여 170°C의 오븐(G-501P, LG, Seoul, Korea)에서 12분간 구웠다. 완성된 쿠키는 실온에서 1시간 방냉 한 후에 실험의 시료로 이용하였다.

솔잎분말과 쿠키의 총 페놀화합물 및 항산화활성 측정

시료액 조제: 솔잎분말 1 g에 ethanol 99 mL를 가하고, 20°C, 24시간 동안 100 rpm으로 shaking incubator(SI-900R, Jeio Tech, Kimpo, Korea)에서 추출한 여과액을 2배 희석하여 시료액으로 사용하였고, 쿠키는 10 g에 ethanol을 90 mL를 가하여 20°C, 24시간 동안 100 rpm으로 shaking incubator에서 추출한 후 여과하여 시료액으로 사용하였다.

총 페놀화합물 함량 측정: 총 페놀화합물의 함량은 Folin-Denis's phenol method(28)에 준하여 측정하였다. 시료액 150 µL에 2400 µL의 증류수와 2 N Folin-Ciocalteu reagent 150 µL를 가한 후 3분간 방치하고 1 N sodium carbonate(Na₂CO₃) 300 µL를 가하여 암소에서 2시간 동안 반응시킨 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma Chemical Co.)를 사용하여 검량선을 작성한 후 총 폴리페놀 함량은 시료 100 g 중의 mg gallic acid(mg GAE/100 g)로 나타내었다. 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

항산화 활성 측정: 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 대조군과 솔잎 첨가군들 간에 상대적인 비교를 하였다. 항산화 활성은 Lee 등(29)의 방법에 따라 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) radical에 대한 소거활성을 측정하여 비교, 분석하였다. 즉, 시료액 4 mL에 DPPH solution(1.5×10⁻⁴) 1 mL를 가하여 교반한 다음 암소에서 30분간 방치 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료액 대신 에탄올을 가한 control의 흡광도를 함께 측정하여 DPPH free radical 소거활성을 백분율로 나타내었고 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

솔잎쿠키의 품질평가

반죽의 밀도, pH 측정: 쿠키 반죽의 밀도는 50 mL 메스실린더에 증류수 30 mL를 넣고 5 g의 쿠키반죽을 넣었을 때 늘어난 부피를 측정하여 반죽의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)로 계산하였다. pH는 반죽 5 g과 증류수 45 mL를 넣고 교반시킨 후 여과(Whatman No. 2)한 여액을 pH meter(Corning 340, Mettler Toledo, NY, USA)로 측정하였다. 반죽의 밀도, pH는 각각 5회씩 측정하였다.

쿠키의 수분 측정: 쿠키의 수분함량은 시료 1 g을 적외선 수분측정법(MB45 Moisture Analyzer, Ohaus Corporation, Nánikon, Switzerland)을 사용하여 정량하였으며 각 실험은 5회 반복하여 얻은 평균값과 표준편차로 나타내었다.

쿠키의 퍼짐성, 손실율, 팽창율 측정: 쿠키의 퍼짐성 지수는(spread factor)는 쿠키의 직경(mm)과 쿠키 6개의 높이(mm)를 각각 측정한 후 AACC Method 10-50D의 방법(30)

Table 1. Ingredients of pine needle cookie (g)

Ingredients	Pine needle cookie				
	Control	0.5%	1%	3%	5%
Flour	400	395	390	370	350
Pine needle powder	0	5	10	30	50
Butter	280	280	280	280	280
Sugar	200	200	200	200	200
Salt	4	4	4	4	4
Egg yolk	116	116	116	116	116

을 이용하였다. 쿠키의 직경은 쿠키 6개를 가로로 정렬해 그 길이를 측정 후 각각의 쿠키를 90°로 회전시켜 다시 측정해 얻은 수치를 각각 6으로 나누어 평균값을 계산하였다. 두께는 6개의 쿠키를 세로로 쌓아올려 높이를 측정 후 해체해 쌓아 올린 순서를 바꾸어 다시 쌓아올려 높이를 측정해 얻은 수치를 각각 6으로 나누어 평균값을 얻었다. 손실율과 팽창율은 쿠키의 굽기 전과 구운 후, 대조군 및 실험군의 중량을 각각 측정하여 그 차이에 대한 비율로 산출하였고 5회 반복 측정하였다.

$$\text{Spread factor} = \frac{\text{쿠키 6개에 대한 평균 넓이(mm)}}{\text{쿠키 6개에 대한 평균 두께(mm)}}$$

$$\text{Loss rate} = \frac{\text{굽기 전 후 한 개의 중량 차(g)}}{\text{굽기 전 반죽 한 개의 중량(g)}} \times 100$$

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

쿠키의 색도 측정: 색도 측정은 색도계(Colorimeter, CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 L값(lightness), a값(+red/-green), b값(+yellow/-blue)으로 나타내었다. 사용한 표준 백색판(standard plate)은 L=97.26, a=-0.07, b=+1.86이었으며 각 실험은 5회 반복하여 얻은 평균값과 표준편차로 나타내었다.

조직감 측정: 제조한 쿠키의 조직감은 Texture Analyser (TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemerd, UK)로 측정하여 경도(hardness) 값을 나타내었다. Hardness는 그 래프 중 최고 피크점을 기준으로 하였으며 각 실험군 별로 25회 반복하여 측정 후 평균값과 표준편차로 나타내었다. 시료는 직경 45 mm 높이 4.5 mm로 하였으며 probe는 3 mm cylinder probe를 사용하였다. 분석조건은 pre-test speed 3.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s, return speed 5.0 mm/s, test distance 3.0 mm, trigger force 5 g으로 하였다.

관능검사: 제품의 관능검사는 20명의 훈련된 검사요원들을 대상으로 7점 척도법을 이용하여 실시하였다. 일정한 크기(직경 4.5 cm, 높이 0.45 cm)의 쿠키를 흰색 폴리에틸렌 1회용 접시에 담아 제공하였고 한 개의 시료를 먹고 난 다음 물로 헹군 뒤 평가하도록 하였다. 소비자 기호도 평가항목은 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall preference)로서 매우 좋다: 7점, 매우 싫다: 1점으로 하였고 특성강도의 평가항목은 색(color), 솔잎 향(pine needle flavor), 느끼한 향(oily flavor), 고소한 맛(roasted nutty), 단맛(sweetness), 부드러운 정도(tenderness), 삼킨 후의 느낌(after taste)을 아주 강하다: 7점, 아주 약하다: 1점으로 하였다.

통계처리

본 연구의 모든 결과는 통계분석용 프로그램인 SAS package(version 9.1)를 이용하여 평균과 표준편차로 나타

내었다. 각 실험군 간의 유의성 검증을 위하여 ANOVA로 분석하였으며 사후 검증으로 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

솔잎 분말과 쿠키의 총 페놀화합물 함량

솔잎분말 첨가 쿠키의 총 페놀화합물의 함량은 Fig. 1에 제시하였다. 솔잎 분말의 총 페놀화합물 함량은 31.37 ± 0.55 mg GAE/g으로 측정되었다. Kang 등(31)은 솔잎 생체 100 g 당 열수추출물과 70% acetone 추출물에서 각각 1,798 mg%와 3,837 mg%의 polyphenol이 함유되어 있으며 솔잎에는 catechin을 포함한 flavonol형 tannin과 leucoanthocyan, chlorogenic acid와 같은 페놀화합물이 있다고 보고하였다. 솔잎 쿠키의 총 페놀화합물의 함량은 $70.31 \pm 0.46 \sim 149.20 \pm 2.48$ mg GAE/100 g로 솔잎분말의 첨가량이 많아질수록 유의적($p < 0.05$)으로 증가하였다. 대조군의 총 페놀화합물의 함량은 70.31 mg GAE/100 g였으며 솔잎을 0.5%, 1%, 3%, 5% 첨가함에 따라 각각 0.7%, 27.7%, 72.6%, 112.2% 증가하였다. Ragae 등(32)은 박력분(soft wheat)의 총 페놀화합물의 함량을 조사하였는데 50.1 ± 2.6 mg GAE/100 g으로 측정되었다고 보고하였으며, Adom 등(33)도 밀가루의 항산화능을 측정하고, 밀가루에 함유된 ferulic acid, flavonoid, lutein, zeaxanthin, β -cryptoxanthin 등의 phytochemical이 항산화능에 영향을 준다고 보고하여 대조군에도 페놀화합물이 존재함을 알 수 있었다. 페놀화합물은 환원제, 수소공여제, singlet oxygen 제거제 등 다양한 종류의 항산화제 역할을 한다고 알려져 있으며, 다수의 역학연구에서 폴리페놀화합물이 풍부한 식품을 섭취하였을 경우 암, 심혈관계질환, 면역기능장애 등의 퇴행성질환의 위험을 낮춰주는 것으로 나타났다(34). Padayatty 등(35)은 플라보노이드, 페놀산, 그리고 안토시아닌 등의 총 페놀함량은 유리 라디칼 소거능을

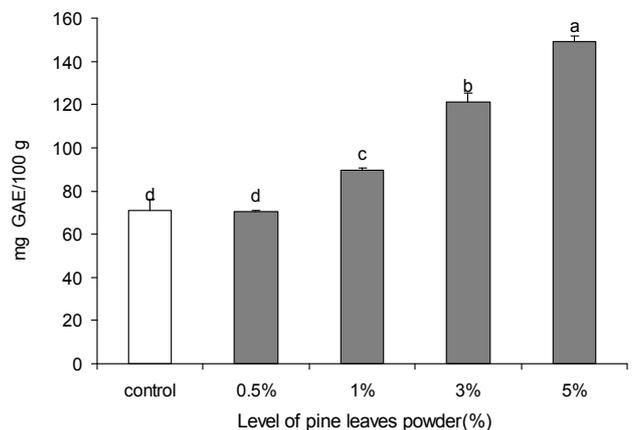


Fig. 1. Content of total polyphenol in pine needle cookies. Different superscripts (a-d) indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

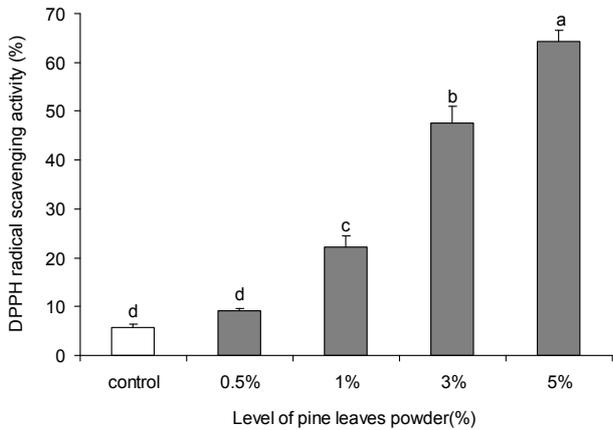


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of pine needle cookies. Different superscripts (a-d) indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

가지는 주요 인자로 작용한다고 보고하여, 항산화소재인 폴리페놀 함량이 풍부한 식품을 섭취하는 것은 생체내의 산화스트레스에 의한 산화손상을 억제하므로 쿠키에 솔잎을 첨가해 총 페놀함량을 늘리는 것은 매우 바람직한 방법이라 생각된다.

솔잎 분말과 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능

솔잎분말 첨가 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능에 대한 결과는 Fig. 2에 제시하였다. 솔잎분말의 유리 라디칼 소거능은 100 µg/mL 수준에서 $73.87 \pm 2.02\%$ 로 나타났다. 솔잎분말의 유리 라디칼 소거능은 Kang 등(31)에 의하면 1%의 솔잎 열수추출물과 70% acetone 추출물에서 각각 80.95, 82.6%로 보고되었으며, Kim 등(36)은 0.1%의 솔잎 에탄올 추출물에서 84.4%로 나타났는데 이는 추출용매에 따라 항산화 활성이 차이를 나타낸다고 생각된다.

솔잎분말 첨가 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 $5.63 \pm 0.81 \sim 64.33 \pm 2.22\%$ 로 솔잎분말 첨가량이 증가할수록 유의적 ($p < 0.05$)으로 증가하였다. 솔잎 쿠키의 총 페놀화합물 함량이 솔잎분말 첨가량에 따라 유의적으로 증가함과 동시에 항산화능의 정도를 알 수 있는 DPPH 라디칼 소거능 또한 증가

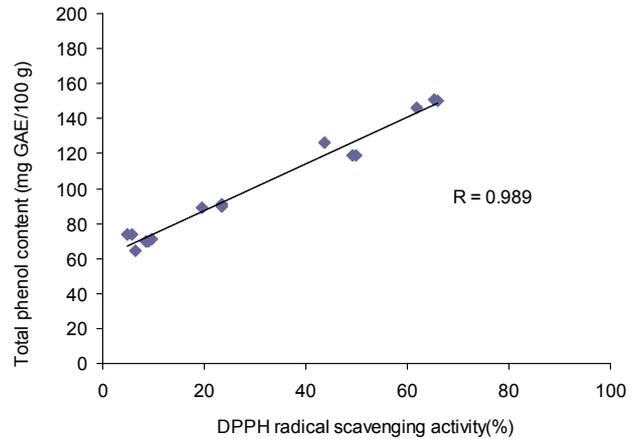


Fig. 3. Correlation between total phenol content (mg GAE/100 g) and DPPH radical scavenging activity (%) of pine needle cookies. $r = 0.989$ (Pearson correlation; $p < .001$).

한 것은 서로 양의 상관관계($r = 0.989$, $p < 0.001$)가 존재하는 것으로 본 실험결과에서도 나타났다(Fig. 3). Gheldof와 Engeseth(37)는 일반적으로 총 페놀화합물의 함량과 항산화능과는 서로 양의 상관관계가 있으며 항산화능의 주된 성분은 페놀화합물인 것으로 보고한 바 있어 쿠키에 솔잎분말을 첨가 할 경우 항산화능이 증가될 수 있을 것으로 생각된다.

솔잎 쿠키의 품질특성

반죽의 밀도 및 pH: 솔잎 쿠키 반죽의 밀도와 pH를 측정 한 결과는 Table 2와 같다. 반죽의 밀도는 $1.0 \pm 0.00 \sim 1.27 \pm 0.03$ g/mL로 솔잎분말의 첨가량이 많을수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 반죽의 밀도는 반죽의 팽창정도를 나타낼 수 있는 주요 품질 평가지표 항목으로 낮으면 경도가 높아져 기호성이 떨어질 수 있고, 클 경우 쉽게 부스러질 수 있다(25). 본 실험에서는 솔잎 분말의 첨가량이 많아질수록 퍼짐성과 팽창율이 낮아지는 결과를 보였다. 이와 같은 결과는 반죽의 휴지기 동안 솔잎의 식이섬유에 의한 반죽의 수분 흡수율이 증가하고 식이섬유소와 단백질의 상호작용이 반죽의 밀도에 영향을 주어 밀도가 높아진 것으로 사료된다. Shin과 Im(10)의 연구에서 보고하였듯이 밀가루(4.2

Table 2. Quality characteristics of pine needle cookies prepared with different additions of pine needle powder

Item	Pine needle cookies					F-value
	Control	0.5%	1%	3%	5%	
Bulk density (g/mL)	1.00 ± 0.00^{1d}	1.02 ± 0.02^{d2}	1.07 ± 0.02^c	1.20 ± 0.02^b	1.27 ± 0.03^a	124.5***
pH	6.11 ± 0.01^a	6.06 ± 0.02^b	5.97 ± 0.02^c	5.62 ± 0.02^d	5.55 ± 0.04^e	234.85***
Moisture contents (%)	4.43 ± 0.33^a	4.51 ± 0.27^a	4.46 ± 0.29^a	4.52 ± 0.42^a	4.48 ± 0.41^a	0.04
Spread ratio (%)	6.52 ± 0.13^a	6.48 ± 0.12^a	6.39 ± 0.11^a	6.09 ± 0.11^b	5.95 ± 0.09^c	34.27***
Loss rate (%)	11.08 ± 0.66^a	10.86 ± 0.97^a	11.03 ± 0.88^a	11.57 ± 0.44^a	11.20 ± 0.33^a	0.94
Leavening rate (%)	100 ± 0.0^a	106.19 ± 7.23^a	101.77 ± 11.42^a	99.56 ± 4.42^a	90.71 ± 4.42^b	4.79**
Color L value	79.92 ± 0.71^a	71.15 ± 1.22^b	65.74 ± 1.36^c	57.11 ± 1.35^d	51.87 ± 1.03^e	461.43***
a value	-4.45 ± 0.09^a	-5.59 ± 0.17^c	-5.87 ± 0.25^c	-5.02 ± 0.32^b	-4.89 ± 0.31^b	26.67***
b value	37.71 ± 1.15^a	34.24 ± 1.00^b	34.22 ± 0.94^b	31.43 ± 0.65^c	29.74 ± 0.83^d	57.25***
Hardness	949.11 ± 131.34^c	865.39 ± 117.00^c	937.36 ± 168.38^c	1127.88 ± 137.62^b	1250.60 ± 205.68^a	26.03***

¹⁾Mean \pm SD (n=5, but n=25 for hardness). ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

²⁾Different superscripts (a-d) in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

± 2.0 g/100 g)보다 훨씬 높은 솔잎의 식이섬유소 함량(13.5 ± 1.5 g/100 g dw)이 솔잎 쿠키 반죽의 밀도에 영향을 미친 것으로 생각된다.

쿠키 반죽의 pH는 $5.5 \pm 0.04 \sim 6.11 \pm 0.01$ 로 솔잎 분말 첨가량이 증가함에 따라 pH가 유의적으로 낮아진 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이는 솔잎 분말의 pH가 4.15 ± 0.01 로 밀가루의 pH 5.63 ± 0.04 보다 낮았기 때문으로 생각되며, 솔잎의 페놀화합물 중 benzoic acid, cinnamic acid, p-coumaric acid, guinic acid, caffeic acid, ferulic acid 등 방향족 산성분이 존재하기 때문인 것으로 보인다. 이와 같은 연구결과는 Shin과 Im(10)의 솔잎첨가량이 증가할수록 밀가루 반죽의 pH가 낮아진 결과와 Shin 등(24)의 마늘즙을 첨가한 쿠키에서 반죽의 냉장 휴지 동안 마늘즙의 유기산과 당의 변화로 반죽의 pH가 저하되어 대조군에 비해 pH가 낮아진다고 한 결과와도 일치하며 대나무 잎 분말(38) 및 연잎 분말(23)첨가 쿠키와도 유사한 경향을 보였다.

쿠키의 수분함량: 솔잎 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 수분함량은 Table 2와 같이 $4.43 \pm 0.33 \sim 4.52 \pm 0.42\%$ 로 시료간의 유의적인 차이는 보이지 않았다($p < 0.05$).

실험에 사용된 솔잎 분말의 수분함량이 $2.67 \pm 0.03\%$, 밀가루 수분함량 $13.31 \pm 0.04\%$ 였으나 솔잎 분말이 쿠키의 수분함량에는 크게 영향을 미치지 않았다. 솔잎 자체의 수분함량이 적음에도 불구하고 솔잎 쿠키의 수분함량이 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않는 것은 수분보유력을 가진 솔잎의 높은 식이섬유소 때문이라 생각된다. 이러한 경향은 연잎 분말(23) 첨가 쿠키에서도 첨가량에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다.

쿠키의 퍼짐성, 손실율 및 팽창율 측정: 솔잎 쿠키의 퍼짐성은 솔잎 분말 첨가량이 증가될수록 대조군에 비해 유의적($p < 0.05$)으로 감소되는 경향을 보였다(Table 2). 일반적으로 쿠키의 퍼짐성 또는 직경은 쿠키용 밀가루의 품질지표로 사용되며 퍼짐성 또는 직경이 큰 쿠키가 더욱 바람직한 것으로 인식되고 있다(39). 퍼짐성은 반죽이 중력적인 유동성에 의해 팽창하기 시작하여 반죽의 유동성이 중단될 때까지 일어나는데 반죽의 중력은 일정하므로 반죽 점성에 의해 퍼짐성이 조절된다. 반죽의 점성 및 수분함량에 의해 퍼짐성은 영향을 받으며 유동성에 필요한 일정한 점도를 가지지 못하면 퍼짐성은 작아지고 반죽의 수분함량이 높으면 퍼짐성이 커진다고 알려져 있다(39-41). 즉, 퍼짐성은 반죽의 점성, 수분함량, 단백질 함량 등에 영향을 받는데 특히, 반죽에 부재료를 첨가할 경우 부재료의 이화학적 특성이 반죽의 퍼짐성에 영향을 미칠 수 있다. Han 등(13)은 쿠키의 제조 시 감자껍질의 첨가량이 증가할수록 퍼짐성 지수가 증가하였는데 이는 수분함량의 증가에 기인한다고 보고하였으며, Lim 등(21)의 부추첨가 쿠키 제조에 관한 연구에서도 부추 첨가 비율이 증가할수록 반죽 내 섬유소 함량 증가로 퍼짐성이 감소하였다고 보고하였다. Singh과 Mohamed(42)는 쿠키의 단백질

함량이 증가함에 따라 퍼짐성 지수가 감소한다고 보고하였는데, Lee와 Ko(20)의 연구에서도 쿠키 제조 시 박력분을 쌀기 분말로 대체함으로써 단백질 함량이 감소되어 결과적으로 대체량이 많을수록 퍼짐성 지수가 증가하였다고 보고하였다. Shin과 Im(10)은 밀가루 반죽에 솔잎분말의 첨가량이 많을수록 부피, 신장성, 반죽 발효팽창력이 감소하여 제빵 반죽의 물리성이 떨어진다고 보고하여 부재료의 이화학적 특성이 반죽의 퍼짐성에 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 본 실험 결과에서도 솔잎 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽 내 섬유소 함량이 증가하여, 반죽의 수분흡수율을 증가시켜 당의 용해성과 보습성이 매우 낮아져 반죽의 건조도가 높아짐에 따라 유동성에 필요한 일정한 점도를 가지지 못하는 등 반죽의 이화학적 특성이 변화하게 되어 퍼짐성이 감소된 것으로 사료된다. 손실율은 시료 간에 유의적인 차이가 나지 않았으며 팽창율도 솔잎분말의 첨가량이 가장 높았던 5% 첨가 군에서만 유의적($p < 0.05$)으로 낮게 나타나, 밀가루 반죽에 솔잎 첨가량이 증가함에 따라 팽창력이 낮아졌다고 보고한 Shin과 Im(10)의 연구결과와도 일치하였다.

쿠키의 색도: 솔잎 분말 첨가 쿠키의 색도 측정 결과는 Table 2와 같다. 실험에 사용된 솔잎가루의 색도는 $L=54.89$, $a=-7.62$, $b=+34.84$ 이었고 밀가루의 색도는 $L=96.12$, $a=-1.40$, $b=+8.90$ 이었다. 쿠키의 색도는 당에 의한 비효소적 마이알 반응과 카라멜 반응에 의해 많은 영향을 받으며 첨가된 부재료에 따라서는 차이를 보일 수 있다(43). L값은 솔잎 분말 첨가 비율이 높을수록 유의적으로 낮아져 쿠키의 명도에 영향을 끼치는 요인은 솔잎 분말이었으며 이는 Lee 등(26)의 연구에서도 첨가하는 재료 자체의 색소에 의한 영향이 색도의 차이를 나타낸다고 한 결과와도 일치하였다. a값(+red/-green)은 솔잎 분말 자체가 지니는 녹색에 기인하여 녹색도를 나타내는 음의 값을 보였으며 첨가량이 많아질수록 음의 값이 높아지는 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보였다. b값(+yellow/-blue)도 황색도를 나타내는 양의 값을 보였으며 솔잎분말을 첨가할수록 유의적($p < 0.05$)으로 감소하였다. 이와 같은 경향은 대나무 잎 분말첨가 쿠키(38)와 부추 분말을 첨가한 쿠키(21)에서도 나타났다. 그러므로 밀가루에 비해 L값과 a값이 낮고, b값이 높은 녹색의 솔잎 분말 첨가량의 증가와 쿠키를 굽는 과정에서 생기는 마이알 반응과 카라멜 반응 등의 영향으로, 솔잎 쿠키는 L값과 b값이 낮아지고 a값이 높아진 것으로 생각된다.

쿠키의 조직감: 솔잎 분말 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 조직감을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 쿠키의 경도(hardness)는 대조군과 0.5%, 1% 첨가군은 유의적인 차이가 나지 않았지만 3% 이상 첨가했을 때는 유의적($p < 0.05$)으로 경도가 증가되었다.

쿠키의 조직감을 나타내는 경도(hardness)는 솔잎 분말 첨가량이 증가할수록 유의적($p < 0.05$)으로 높게 나타났다. 쿠키의 경도는 쿠키에 첨가되는 재료에 따라 달라지는 경향

Table 3. Sensory evaluation of pine needle cookies prepared with different additions of pine needle powder

		Pine needle cookie					F-value
		Control	0.5%	1%	3%	5%	
Consumer acceptability	Appearance	4.67±1.73 ^{1)a}	5.00±1.12 ^a	5.67±1.00 ^a	5.33±0.71 ^a	5.56±1.24 ^a	1.05
	Flavor	4.78±1.48 ^{b2)}	5.11±0.78 ^{ab}	6.11±0.93 ^a	5.78±1.09 ^{ab}	5.00±1.58 ^{ab}	1.94
	Taste	5.11±1.17 ^b	5.44±1.01 ^b	6.56±0.53 ^a	6.44±0.88 ^a	4.67±1.12 ^b	6.59***
	Texture	5.89±1.17 ^{ab}	5.78±0.97 ^{ab}	6.67±0.50 ^a	5.56±0.88 ^b	4.56±0.88 ^c	6.31***
	Overall preference	5.22±1.20 ^{bc}	5.67±0.71 ^{ab}	6.56±0.53 ^a	6.00±1.12 ^{ab}	4.67±0.87 ^c	5.57***
Characteristic intensity rating	Color	1.89±1.62 ^c	2.89±1.17 ^c	4.00±1.32 ^b	5.44±0.73 ^a	6.33±0.71 ^a	21.93***
	Pine needle flavor	1.44±0.88 ^d	3.33±1.00 ^c	4.00±0.71 ^c	5.33±0.50 ^b	6.67±0.50 ^a	63.76***
	Oily flavor	6.00±0.87 ^a	4.78±1.20 ^b	3.78±0.83 ^c	2.56±1.01 ^d	2.00±0.87 ^d	25.51***
	Roasted nutty	5.44±1.67 ^{ab}	5.78±0.67 ^a	5.67±0.71 ^a	4.33±1.50 ^{bc}	3.33±1.58 ^c	5.88***
	Sweetness	5.44±1.33 ^a	5.11±0.78 ^{ab}	4.33±0.71 ^{bc}	3.56±0.53 ^{cd}	3.00±1.00 ^d	12.92***
	Tenderness	5.67±1.13 ^a	5.33±1.00 ^a	4.56±0.53 ^a	4.33±0.87 ^a	4.44±1.00 ^a	1.86
	After taste	2.44±2.19 ^c	3.56±1.74 ^{bc}	4.56±1.13 ^{ab}	5.11±0.78 ^b	5.67±1.00 ^a	6.92***

¹⁾Mean±SD (n=20). ***p<0.001.

²⁾Different superscripts (a-d) in a row indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

을 갖는데, 특히 부재료의 수분함량에 의해 가장 큰 영향을 받는다고 보고되고 있다(38). 그러나 첨가하는 부재료의 수분함량, 섬유소의 함량 등 이화학적 특성에 따라 조직감에 대한 서로 상반된 결과를 보고한 연구가 많아 좀 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

양송이버섯분말 첨가 쿠키에 관한 연구(19), 다시마 분말 첨가 쿠키에 관한 연구(25)와 자색 양파 분말 첨가 쿠키에 관한 연구(44), 인삼첨가 호박쿠키에 관한 연구(45)에서는 부재료의 첨가량이 증가할수록 쿠키의 경도가 높아졌다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 나타냈다. 이와 같은 결과는 반죽의 휴지기 동안 솔잎의 식이섬유에 의한 반죽의 수분 흡수율이 증가하고 식이섬유소와 단백질의 상호작용이 반죽의 밀도에 영향을 주어 밀도가 높아졌고, 이로 인해 쿠키의 퍼짐성과 팽창율도 감소된 것으로 생각된다. Shin과 Im(10)의 연구에서도 밀가루 반죽에 솔잎분말의 첨가량이 많을수록 부피, 신장성, 반죽 발효팽창력이 감소하여 제빵 반죽의 물리성이 떨어진다고 보고하여, 본 실험결과의 솔잎 분말의 첨가량 증가에 따른 반죽 내 섬유소 함량 증가가 반죽의 밀도를 증가시켜 퍼짐성과 팽창률이 감소되고 경도도 높아진 것으로 사료된다.

쿠키의 관능적 특성: 솔잎 분말 첨가 쿠키의 기호도와 특성강도 검사결과는 Table 3과 같다. 외관과 조직감은 1% 첨가 쿠키의 점수가 가장 높았으며 향미, 맛, 전반적인 기호도에서도 1%와 3% 첨가 쿠키의 기호도가 가장 높았다. 향미는 솔잎 분말 첨가군이 대조군에 비해 높은 점수를 받아 솔잎을 첨가하여 기호도가 좋아진다고 볼 수 있으며 맛, 조직감, 전반적인 기호도의 경우 5% 첨가군이 가장 낮은 점수를 받았으나 모두 4점 이상을 받아 상품성이 떨어지지 않았다. 솔잎특성 강도에서는 색과 솔잎 향, 삼킨 후의 느낌에서 5% 첨가군이 유의적으로 가장 강하다고 하였으며 느끼한 향과 단맛, 부드러운 정도는 대조군이 유의적으로 가장 강하다는 결과를 얻었다. 고소한 맛에서는 0.5% 첨가군이 가장 유의적으로 높은 점수를 받았다. 이러한 결과로 보아 쿠키에

솔잎 분말을 3% 첨가하는 것이 생리활성 기능과 기호도가 높아 바람직할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 솔잎 분말의 첨가량을 0%, 0.5%, 1%, 3%, 5% 첨가한 쿠키를 제조하여 쿠키의 항산화 활성을 입증하고 품질특성을 측정하였다. 솔잎 분말의 총 페놀화합물 함량은 31.37±0.55 mg GAE/g이며, DPPH 유리라디칼 소거능은 100 µg/mL 수준에서 73.87±2.02%로 나타나 높은 항산화 활성을 보여 주었다. 제조된 쿠키의 DPPH radical 소거능을 측정하여 항산화 활성을 비교한 결과 솔잎 분말의 첨가량이 증가함에 따라 항산화 활성도 유의적으로 증가하였으며 항산화 활성을 가지는 total polyphenol 함량도 솔잎 분말 첨가량 증가에 따라 증가하였다. 또한 이들의 상관관계를 살펴보면, DPPH radical 소거능과 total polyphenol 함량이 양의 상관관계 r=0.989(p<0.001)를 보여주어, total polyphenol 함량이 항산화 활성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 항산화 활성의 기능성과 함께 제품의 적합성 판단을 위해 반죽의 밀도와 pH, 쿠키의 수분함량, 퍼짐성, 손실률, 팽창률, 색도, 조직감, 관능검사 등의 품질평가를 실시한 결과 반죽의 밀도는 솔잎 첨가량이 증가할수록 높게 나타났고, pH는 솔잎 분말 첨가량 증가에 따라 감소되었다. 쿠키의 수분함량은 솔잎분말의 첨가량 증가에 따른 유의적 차이가 나지 않았으며, 퍼짐성 지수는 첨가량 증가에 따라 감소하였고, 손실율은 유의적 차이가 없었으며 팽창률도 5% 첨가군을 제외하고는 유의적인 차이가 나지 않았다. 색도는 솔잎 분말과 쿠키를 굽는 과정에서 생기는 마이알 반응과 카라멜 반응 등의 영향으로 솔잎 분말의 첨가량이 증가할수록 L값과 b값이 낮아지고, a값이 높아졌으며 경도는 솔잎분말 첨가 농도에 의존적인 결과가 나타났다. 그리고 기호도 검사에서 외관, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도를 평가한 결과 솔잎 분말을 1%와 3% 첨가한 솔잎쿠키가 유의적으로 높은 기호

도를 보였으며 솔잎특성 강도에서는 색과 솔잎 향, 삼킨 후의 느낌에서 5% 첨가군이 가장 강하였고 느끼함 향과 단맛, 부드러운 정도는 대조군이 가장 강하다는 결과를 얻었다. 고소한 맛에서는 0.5% 첨가군이 유의적으로 가장 높은 점수를 받았다. 이러한 결과로 보아 쿠키에 솔잎 분말을 첨가하는 것은 쿠키의 기호도를 증가시켜주고 동시에 총 페놀함량과 DPPH 라디칼 소거능을 높여주어 쿠키의 가치를 높일 수 있어 바람직할 것으로 사료되며 쿠키제조 시 솔잎분말을 3% 첨가하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

문 헌

- Park JK. 1984. *Hanbangdaejun*. Dongyang Communication Press, Daegu, Korea. p 134.
- Lee JE, Oh MS. 2008. Quality characteristics of seasoned sauce and seasoned pork rib with added pine needle powder during storage. *Korean J Food Culture* 23: 629-638.
- Jin SY, Joo NM, Han YS. 2006. Optimization of iced cookies with the addition of pine leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 164-172.
- Sung KC. 2004. Characteristics and analysis of natural pine needles extract. *J Korean Oil Chemists's Soc* 21: 320-326.
- Kwhak SH, Moo SW, Jang MS. 2002. Effect pine needle powder on the sensory and mechanical characteristics of steam cake. *Korean J Food Cookery Sci* 18: 399-406.
- Kuk JH, Ma SJ, Park KH. 1997. Isolation and characterization of cinnamic acid with antimicrobial activity from needle of *Pinus densiflora*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 823-826.
- Kim YS, Shin DH. 2005. Volatile components and antibacterial effects of pine needles (*Pinus densiflora* S. and Z.) extracts. *Food Microbiol* 22: 37-45.
- Oh SH, Kim YW, Kim MA. 2004. The antioxidant activities of acetone extracts of chestnut inner shell, pine needle and hop. *Korean J Food Culture* 19: 399-406.
- Hong TK, Yim MH, Lee JH. 2001. Functional of pine needle and its application to food. *Food Sci Indus* 34: 48-52.
- Shin GM, Im JC. 2008. Rheological properties of dough added with pine needle powder. *Korean J Food Preserv* 15: 405-410.
- Jeong RJ, Kim HH, Park GS. 2005. Quality characteristics of noodles prepared with pine needle powder and extract during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 685-692.
- Lee HG, Han JY. 2002. Sensory and textural characteristics of *Solsulgi* using varied levels of pine leave powders and different type of sweeteners. *Korean J Food Cookery Sci* 18: 164-172.
- Han JS, Kim JA, Han GP, Kim DS. 2004. Quality characteristic of functional cookies with added potato peel. *Korean J Food Cookery Sci* 20: 63-69.
- Ko YJ, Joo NM. 2005. Quality characteristics and optimization of iced cookie with addition of jinuni bean (*Rhynchisia volubilis*). *Korean J Food Cookery Sci* 21: 514-527.
- Kang NE, Lee IS. 2007. Quality characteristics of the sugar cookies with varied levels of resistant starch. *J Korean Food Culture* 22: 468-474.
- Jung YJ, Swo HS, Myung JE, Shin JM, Lee EJ, Hwang IK. 2007. Physicochemical and sensory characteristics of rice cookies based on *goami 2* with sesames (white and black) and perilla seeds. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 785-792.
- Lee MH, Oh MS. 2006. Quality characteristics of cookies with brown rice flour. *Korean J Food Culture* 21: 685-694.
- Lee JS, Oh MS. 2006. Quality characteristics of cookies with black rice flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 193-203.
- Lee JS, Jeong SS. 2009. Quality characteristics of cookies prepared with button mushroom (*Agaricus bisporous*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 98-105.
- Lee JH, Ko JC. 2009. Physicochemical properties of cookies incorporated with strawberry powder. *Food Eng Prog* 13: 79-84.
- Lim EJ, Huh CO, Kwon SH, Yi BS, Cho KR, Shin SG, Kim SY, Kim JY. 2009. Physical and sensory characteristics of cookies added leek (*Sllium tuberosum* Rottler) powder. *Korean J Food & Nutr* 22: 1-7.
- Han IH, Lee KA, Byoun KE. 2007. The antioxidant activity of Korean cactus (*Opuntia humifusa*) and the quality characteristic of cookies with cactus powder added. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 443-451.
- Kim GS, Park GS. 2008. Quality characteristics of cookies prepared with lotus leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 398-404.
- Shin JH, Lee SJ, Choi DJ, Kwen OC. 2007. Quality characteristics of cookies with added concentrations of garlic juice. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 202-208.
- Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. *Korean J Food Culture* 21: 541-549.
- Lee SM, Jung HA, Paik JE, Joo NM. 2005. Optimization of iced cookie with the addition of dried sweet pumpkin powder. *Korean J Food Culture* 20: 516-524.
- Jeon ER, Park ID. 2006. Effect of angelica plant powder on the quality characteristics of batter cakes and cookies. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 62-68.
- Swain T, Hillis WE, Oritega M. 1959. Phenolic constituents of *Ptunus domestioa*. I. Quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric* 10: 83-88.
- Lee YU, Huang GW, Liang ZC, Mau JL. 2007. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. *LWT Food Sci Technol* 40: 823-833.
- AACC. 2000. *Approved methods of the AACC*. 10th ed. Method 10-50D. American Assoc. Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J Food Sci Technol* 27: 978-984.
- Ragae S, Abdel-Aal ESM, Noaman M. 2006. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chem* 98: 32-38.
- 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.
- Peng YY, Ye JN, Kong JL. 2005. Determination of phenolic compounds in *Perilla frutescens* L. by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *J Agric Food Chem* 53: 8141-8147.
- Padayatty SJ, Katz A, Whang Y, Eck P, Kwon O, Lee JH, Chen S, Corpe C, Dutta A, Levine M. 2003. Vitamin C as an antioxidant: evaluation of its role in disease prevention. *J Am college Nutr* 22: 18-25.
- Kim SM, Cho YS, Sung SK, Lee IG, Lee SH, Kim DG. 2002. Antioxidative and nitrite scavenging activity of pine needle and green tea extracts. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24:

- 13-19.
37. 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 lipoprotein oxidation in human serum samples. *J Agric Food Chem* 50: 3050-3055.
 38. Lee JY, Ju JC, Park HJ, Heu ES, Choi SY, Chin JH. 2006. Quality characteristics of cookies with bamboo leaves powder. *Korean J Food Nutr* 19: 1-7.
 39. Doescher LC, Hosney RC. 1985. Effect of sugar type and flour moisture on surface cracking of sugar-snap cookies. *Cereal Chem* 62: 263-266.
 40. Miller RA, Hosney RC, Morris CF. 1997. Effect of formula water content in the spread of sugar-snap cookies. *Cereal Chem* 74: 669-674.
 41. Aren JH, Van ES. 1991. Dietary energy density on using sugar alcohol as replacements for sugars. *Proc Nutr Soc* 50: 383-390.
 42. Singh M, Mohamed A. 2007. Influence of gluten-soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies. *LWT Food Sci Technol* 40: 353-360.
 43. Lee SJ, Shin JH, Choi DJ, Kwen OC. 2007. Quality characteristics of cookies prepares with fresh and steamed garlic powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1048-1054.
 44. Lee JO, Lee SA, Kim KH, Choi JJ, Uook HS. 2008. Quality characteristics of cookies added with hot-air dried yellow and red onion powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 342-347.
 45. Kim HY, Park JH. 2006. Physicochemical and sensory characteristics of pumpkin cookies using ginseng powder. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 855-863.

(2009년 8월 4일 접수; 2009년 9월 13일 채택)