

솔잎분말과 추출물을 첨가한 쌀 컵케이크의 항산화성과 품질 특성

김원지 · 김지명 · 허영란 · 신말식[†]

전남대학교 식품영양학과

Antioxdative Activity and Quality Characteristics of Rice Cupcakes Prepared with Pine Needle Powder and Extract

Won-Ji Kim, Ji-Myoung Kim, Young Ran Huh and Malshick Shin[†]

Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

Abstract

To develop the tailor made rice flour products for consumers with increasing functionality of pine needles, rice cupcakes were prepared with adding different contents of pine needle powder (PP) and extract (PE, by pressing pine needle). The physicochemical, textural, sensory properties, and antioxidative activities of rice cupcakes were investigated. The antioxidative activities of rice cupcakes with PP and PE were higher than those of the control and were significantly different with adding pine needle type (PP or PE). The specific volume of rice cupcakes increased with adding PP and PE, except for 10 g PP added cupcake. Textural properties were also significantly different with pine needle types and contents. On the sensory preference test data, the scores of the teens, the twenties, and the thirties were higher in PP added rice cupcakes (3 and 5 g added), but those in the forties, the fifties, and above the sixties were higher in PE added rice cupcakes (3 g added).

From these above results, the PP addition improved the processing quality of rice cupcakes (under 10 g added), but reduced unique flavor of pine needle. It was suggested that rice products added with pine needle would be developed to consider consumer's age, type of pine needle and its content.

Key words : pine needle powder, pine extract, rice cupcake, antioxidative activity, quality characteristics

1. 서론

솔잎(*Pinus densiflora* Sieb et Zucc.)은 한국, 일본 중국을 비롯하여 널리 분포된 침엽수로 예로부터 건강을 위해 사용되어 왔다. 민간에서 내려오는 치료약이나 건강식품으로 간, 위장, 신경계, 순환계 및 피부질환에 사용되어 왔으며(Yim MH 등 2006) 솔잎 외에 송화가루, 솔방울, 껍질, 송진 등도 사용되고 있다. 송편에 사용되는 것과 같은 항균효과(Choi MY 등 1997, Kim YS과 Shin DH 2005, Zeng WC 등 2012)도 알려져 있을 뿐만 아니라 솔잎은 한방이나 민간요법으로 차, 술, 즙 등에 사용하여 신경통, 당뇨병, 고혈압, 피부질환 등에

사용되어 왔다. 그동안 생리활성에 대한 연구도 많이 진행되어 항산화(Kim SM 등 2002, Park YS 등 2011), 면역활성 증진(Choi HS 등 2006), 항비만(Jeon JR 등 2005b, Jeon JR와 Kim JY 2006), 지질대사에 미치는 영향(Kim JD 등 1990, Yen GC 등 2008), 순환계 질환 억제(Park G 등 2008), 항충치 활성(Choi HD 등 2007) 등이 보고되고 있다. 솔잎의 이런 효과는 α -pinene, β -pinene, camphene 등의 테르펜 계열의 정유성분과 엽록소, 비타민 A와 C, quercetin, kaempferol 등의 플라보노이드, 수지 등이 있으며 수분함량이 58%, 단백질 4.5%, 지질 3.9%, 당질 19.6% 섬유소 13.3% 회분 0.6% 함유되어 있다고 알려져 있다(Lee HG와 Han JY 2002, Lee HJ 등 2005).

쌀은 옥수수과 밀과 함께 세계의 3대 식량작물로 주로 아시아권에서 주식으로 소비하고 있는데 최근 글루텐 프리 식품을 개발하기 위한 좋은 원료로 알려지면서 밀을 주식으로 하는 나라에서 많은 관심이 증가되고 있다(Nishita KD와 Bean MM 1979, Renzetti S 등 2008, Turabi E 등 2010). 우리나라에서는 쌀의 소비 촉진을 목적으로 쌀 가공식품산업을 진흥하

[†]Corresponding author: Malshick Shin, Dept. Food and Nutrition, Chonnam National University
Tel: +82-62-530-1336
Fax: +82-62-530-1339
E-mail: msshin@chonnam.ac.kr

고 있으나 쌀 제분공장에서 생산되는 쌀가루로는 밀가루나 글루텐을 첨가하지 않은 경우인 글루텐 프리 베이커리 제품 개발이 어렵다고 알려져 있다. Shin M 등(2007)은 쌀가루를 기존에 사용하는 건식, 습식제분을 사용하지 않고 새로운 방법인 수침된 쌀알을 저온 건조시켜 건조된 쌀알을 제분하는 방법으로 입자크기를 조절하여 쌀가루만으로 글루텐 프리 베이커리제품을 가능하게 하고 있다. 이 연구자들은 글루텐이 없는 쌀가루의 특성을 이용하여 전 세계에 쌀가루공식품의 경쟁력을 높이기 위해서는 글루텐 프리 제품 개발이 필요하다는 전제하에 쌀가루 제조방법을 달리하여 글루텐 프리 쌀가루 베이커리제품을 지속적으로 개발하고 있다.(Lee SH과 Shin M 2009, Shin M 등 2010, Park SJ 등 2012). 떡을 제조할 때 생산자는 쌀을 물에 담근 후 새벽에 일어나서 떡을 만들기 때문에 일상적인 생활을 하지 못하는 열악한 환경에 처해 있을 뿐만 아니라 쌀을 수침하여 롤밀로 습식제분하고 떡을 찌는 과정이 같은 장소인 오염구역에서 진행되고 있다. 전통떡집의 위생적인 문제를 해결하고 생산자들이 일상생활을 영위하기 위해서는 밀가루로 빵을 만드는 베이커리처럼 마른 쌀가루를 구입하여 즉석에서 떡을 만들어 판매하는 방안이 모색되어야 한다. 새롭게 개발된 쌀가루로는 전통떡과 환과는 물론 글루텐 프리 쌀베이커리 제품도 위생적인 장소에서 제조할 수 있고 안전한 제품을 생산할 수 있는 잇점이 있다. 솔잎의 기능성을 갖는 안전한 쌀가루 제품을 개발하기 위해 우선 쌀 컵케이크로 기본 배합비를 설정하고자 하였다.

그래서 본 연구는 개발된 쌀가루로 글루텐 프리제품에 기능성을 부여하여 부가가치가 높은 쌀가루제품을 개발하기 위해 전통적으로 약효와 건강기능성이 알려진 재료인 솔잎을 사용하고자 하였다. 즉 쌀가루로 컵케이크를 제조할 때 솔잎을 건조 분말화 한 분말과 솔잎을 압착하여 얻은 솔잎생즙을 첨가하였을 때 제품의 기능성과 품질 특성 및 소비자 선호도를 비교하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

시료인 쌀은 농촌진흥청 국립식량과학원 기능성 작물부(밀양, 경남)에서 육종 개발한 통일계 다수확 품종인 한아름벼로 2009년 수확한 것을 백미로 도정하여 사용하였다. 솔잎은 전라남도 곡성군에서 적송(Korean red pine tree)으로부터 수확한 솔잎으로 제조한 솔잎생즙(0.4 L/kg pine needle)과 솔잎을 동결건조하여 분쇄한 솔잎분말을 바이오플랜(광주)으로부터 구입하였다. 쌀 컵케이크를 제조하기 위해 설탕(삼양사), 달걀, 쌀눈유(백설), 소금(해표), 정종(백화수복, 롯데주류)을 시장에서 구입하여 사용하였다.

2. 쌀가루의 제조

쌀가루는 Shin M 등(2007)과 Park SJ 등(2012)의 방법으로

처리하였다. 한아름 백미를 낱알 형태로 3회 수세하여 상온(18±3℃)에서 6시간 수침한 후 저온(15±3℃)에서 풍건하였다. 건조된 쌀알의 수분함량이 약 12% 정도 되었을 때 120 mesh 체가 내장된 제분기(풍진기계/ 대화정밀)로 제분하여 4℃의 저온고에 보관하면서 사용하였다.

3. 물결합능력 측정

쌀가루와 솔잎분말의 물결합능력은 Medcalf와 Gilles의 방법(1965)에 따라 실시하였다. 50 mL 원심 분리관에 쌀가루 0.5 g(건량 기준)과 증류수 20 mL을 가한 후 마그네틱바(Φ 3.2 × 13 mm)를 넣어서 교반기를 이용하여 실온에서 1시간 동안 분산시킨 뒤, 5,000 rpm에서 30분간 원심분리(원심분리기, Hani Science Industrial Co., Ltd, Supra 22K Seoul, Korea) 하였다. 원심 분리관을 1분간 거꾸로 세워 상정액을 제거하고 침전된 무게를 측정하여 처음 시료와의 중량비로부터 계산하였다.

$$\text{물 결합능력(\%)} = \frac{\text{침전된 시료의 무게}(g) - \text{처음 시료의 무게}(g)}{\text{처음 시료의 무게}(g)} \times 100$$

4. 솔잎 첨가 쌀 컵케이크의 제조

쌀 컵케이크는 Table 1과 같은 배합비율로 실험실에서 쌀가루에 맞게 수정된 레시피로 솔잎분말과 생즙을 첨가하여 제조하였다. 쌀가루 75 g에 솔잎 분말(pine needle powder: PP)과 솔잎생즙(pine needle extract: PE)을 3, 5, 10 g 씩 각각 첨가하여 컵케이크를 제조하였다. 먼저 깨끗한 볼에 달걀을 풀고, 설탕과 소금을 함께 넣은 후 끓는 물에서 달걀, 설탕, 소금을 함께 저어주면서 온도가 43℃ 될 때까지 중탕하였다. 반죽기(800-J, Spar Food Machinery MFG, Co., Ltd, Taiwan)에 중탕한 재료를 넣고 고속으로 4분, 저속으로 15초 저어 거품을 올렸다. 쌀가루를 첨가해 혼합한 다음 식용유와 정종을 넣고 혼합하여 비중을 0.38로 맞추고 원형 틀에 34 g 씩 담았다. 180/150℃로 예열된 오븐에서 15분 동안 구운 후 냉각하였다. 완성된 쌀 컵케이크는 실온에서 1시간 방냉 후 기계적 검사 및 관능평가를 실시하였다.

Table 1. Ingredients of rice cupcake prepared with pine needle powder (PP) and extract (PE)

Ingredients	Weight (g) per one batch		
Rice flour	75		
Pine needle powder	3	5	10
Pine needle extract	3	5	10
Sugar	75		
Whole egg	150		
Salt	1		
Rice wine	15		
Rice bran oil	15		

5. 솔잎 첨가 쌀 컵케이크의 품질 평가

1) 컵케이크의 형태적 관찰

구워진 쌀 컵케이크의 외형적인 특성은 실온에서 1시간 냉각 한 다음 컵케이크의 전체 모양과 단면을 디지털 카메라 (Kento, Canon, Tokyo, Japan)로 찍어 비교하였다.

2) 쌀 컵케이크의 무게, 부피 및 비체적

쌀 컵케이크의 중량은 구운 후 1시간 동안 냉각시킨 후 측정하였으며, 부피는 종자치환법(AACC Method 72-10)으로 측정하였다. 먼저 컵케이크가 들어갈 수 있는 상자를 만든 후 여기에 좁쌀을 채우고 그 좁쌀을 메스플라스크에 옮겨 부피를 재었다(a). 동일한 상자에 컵케이크를 넣은 후 남은 공간에 좁쌀을 채우고 컵케이크를 꺼낸 후 팬에 남은 좁쌀을 측정하였다(b). 이 때 컵케이크의 부피(mL)는 a-b (a: 좁쌀만 채운 팬의 부피, b: 컵케이크를 채우고 상자에 남은 좁쌀의 부피)로 구하였으며 컵케이크의 비체적은 무게에 대한 부피의 비로 나타내었다.

3) 쌀 컵케이크의 색도 측정

제조한 쌀 컵케이크 단면을 색도계(SpectraMagic™ NX, Konica Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter의 L(lightness)값, ±a(redness/greenness)값 및 ±b(yellowness/blueness)값을 3회 반복 측정한 후 평균값을 이용하였다. 기기는 L=96.55, a=0.07, b=1.90 인 표준 백색판(standard white plate)으로 보정하여 사용하였다.

4) 쌀 컵케이크의 텍스처 측정

쌀 컵케이크의 텍스처 측정은 구워낸 컵케이크를 실온에서 1시간 냉각 시킨 후 crumb 부분을 1×1×1 cm³ 크기로 잘라 모양을 유지하고 수분이 증발되지 않도록 보관하면서 텍스처 측정기(Texture Analyzer, TA-XT Plus, England)로 반복 압축시험 하였다. 기기의 조건으로 probe는 실린더 모양(φ 20 mm)을 사용하였고 변형율은 75%를 주었으며 두 번 압축시험 후 힘과 시간으로 그려진 TPA(texture profile analysis) 곡선으로부터 텍스처 측정치를 계산하였다. 각 조건마다 컵케이크 시료를 10회 이상 반복 측정하였으며 TPA로부터 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄성(springiness), 부착성(adhesiveness), 씹힘성(chewiness), 회복력(resilience)의 특성치를 평균과 표준편차로 비교하였다.

5) 저장기간에 따른 컵케이크 품질측정

솔잎을 첨가한 쌀 컵케이크를 polyethylene bag에 넣어 암실에서 실온 23℃로 4일간 저장하면서 1일과 4일의 색도와 텍스처를 측정하였다. 실험 측정 바로 전에 시료를 1×1×1 cm³ 크기로 잘라 랩으로 포장하여 저장기간에 따른 텍스처와 색도를 위와 같은 방법으로 측정하였다.

6. 솔잎 첨가 쌀 컵케이크의 연령별 선호도 평가

솔잎을 첨가한 식품에 대한 선호도는 연령에 따라 차이를 보이므로 쌀 컵케이크에 솔잎분말과 솔잎생즙을 첨가한 경우 연령별 기호도 평가를 위해 일반 소비자를 대상으로 선호도 평가를 실시하였다. 소비자의 연령을 10대, 20-30대, 40-50대, 60대 이상으로 분류하여, 10대 15명, 20-30대 23명, 40-50대 14명, 60대 이상 8명으로 총 60명을 대상으로 조사하였다. 쌀 컵케이크 시료는 실온에서 1시간 냉각시킨 후 뚜껑이 있는 일회용 플라스틱 용기에 1/2씩 담아 제공하였다. 평가항목은 외관(appearance), 색(color), 솔잎 향(flavor), 맛(taste), 질감(texture), 전반적인 기호도(overall preference)로 6가지 특성에 대해 이루어졌고, 평가척도는 5점 척도(1=매우 싫어한다, 2=싫어한다, 3=보통이다, 4=좋아한다, 5=매우 좋아한다)를 사용하였다.

6. 솔잎 컵케이크의 항산화 활성 측정

솔잎분말과 솔잎생즙을 첨가한 쌀 컵케이크 제조 후 항산화활성의 차이를 확인하여 제조과정 중의 항산화활성의 변화를 알아보고자 다음과 같은 실험을 실시하였다.

1) 추출물의 제조

동결건조한 컵케이크를 분쇄하여 100 mesh 체를 통과시켰고, 유지를 제거하기 위해 시료 20 g(건량)에 에테르 200 mL을 넣어 20℃에서 100 rpm으로 1시간 교반 후 진공여과 하였다(filter paper Whatman No 6). 진공여과 후 잔여물은 70℃의 건조오븐에서 overnight 시켰으며, 이 시료 10 g(건량)에 80% 에탄올 40 mL을 넣어 10분 간격으로 1시간 저어 준 후 상등액을 취하였다. 잔여물에 20 mL의 80% 에탄올을 넣어 3번 반복한 다음 추출한 여과액을 모아 45℃에서 회전식 농축기(rotary evaporator Hahn Shin, HS-2000N, China)로 농축시켜 10 mL로 정용하였다. 추출물은 냉장보관하면서 실험에 사용하였다.

2) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 Jin YI 등(2010)의 방법을 수정하여 측정하였다. 추출한 시료 1 mL에 증류수 4 mL을 넣고 0.3 mL의 5% NaNO₂를 혼합한 후 진탕하여 5분간 반응시켰다. 여기에 10% AlCl₃ 0.3 mL와 1M NaOH 2 mL를 넣어 혼합한 후 증류수 2.4 mL을 넣어 진탕한 후 510 nm에서 분광광도계(UV-Vis spectrophotometer, Optizen pop, Mecasys Co., Ltd, Korea)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 quercetin(Sigma Chemical Co.)을 표준물질로 사용하여 0.1%로 희석하여 흡광도를 측정한 후 추출물 mL 중의 g quercetin으로 환산하여 표기하였다.

3) 총 페놀함량

총 페놀 함량(total phenolic content)은 Folin-Cioaltea's

phenol 시약을 이용한 비색법에 준하여 분석하였다(Jin YI 등 2010). 시료액 100 μ L에 900 μ L의 증류수와 Folin-Ciocalteu's reagent 100 μ L을 가한 후 5분간 방치하고 7% sodium carbonate(Na_2CO_3) 100 μ L를 가하여 암소에서 1시간 반응시킨 후 UV-Vis spectrophotometer로 716 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid를 사용하여 표준곡선을 작성한 후 총 페놀 함량은 추출물 mL 중의 g gallic acid(g GAE/mL)로 나타내었다. Gallic acid를 이용하여 시료와 같은 방법으로 표준곡선식을 작성하였고, 표준곡선식은 $Y = 52.063x - 0.0033$ 로 상관도($R^2=0.9998$)가 매우 높았다. 이 때 x는 100 mL 당 gallic acid g이고 Y는 716 nm의 흡광도 값이다.

4) DPPH radical 소거능

솔잎 첨가 컵케이크의 항산화 활성은 DPPH(1,1'-diphenyl-2-picryl hydrazyl) 라디칼 소거능을 측정하였다. 80% 에탄올로 추출한 시료 0.6 mL에 80% 에탄올 1.3 mL을 넣은 후 2 mM DPPH 용액 2.1 mL을 가하여 암실에서 30분간 반응시켰다. 분광광도계를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며 DPPH의 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 다음과 같은 식으로 계산하였으며 이 때 A는 517 nm에서 시료의 흡광도, B는 517 nm에서 대조군의 흡광도이었다.

$$\text{EDA (\%)} = (1 - A/B) \times 100$$

7. 통계처리

본 연구의 모든 결과는 3번 이상 반복 측정하여 구하였으며 평균과 표준편차로 나타내었다. SPSS(version 12.0)를 사용하여 ANOVA에 의해 분산분석을 실시하였고, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 쌀가루와 솔잎분말의 물 결합능력

컵케이크 제조에 영향을 주는 수분함량을 확인하기 위하여 한아름 쌀가루와 솔잎분말의 물 결합능력을 측정된 결과 쌀가루는 $166.73 \pm 5.03\%$, 솔잎분말은 $60.38 \pm 2.09\%$ 로 솔잎분말의 수분결합력이 낮았다. 일반적으로 쌀가루의 물 결합능력은 함유된 전분이 수분을 결합할 수 있는 능력을 나타내는 지표로 이때 결합되는 물은 전분입자의 무정형부분으로 침투되거나 전분입자의 표면에 흡착된다고 보고되었다(Halick JV와 Kelly VJ 1959). 물 결합능력은 분말을 구성하는 입자의 크기와 물질의 물 흡수력에 영향을 받기 때문에 가공에 중요하지만 구성 전분 함량차이나 입자크기차이로 인하므로 다른 성질을 함께 비교해야 할 것으로 생각되었다(Shin M 등 2011). 쌀가루에 대해 솔잎분말을 대체한 경우는 솔잎분말로 대체된

만큼 수분결합력이 낮아졌고 솔잎생즙은 수분을 함유하고 있으므로 분말과 생즙의 첨가조건에 따라 가공적성이 달라지는 것을 고려하여 평가하였다.

2. 쌀 컵케이크의 비중, 무게, 부피 및 비체적

솔잎분말과 솔잎생즙의 적정 사용량을 확인하기 위해 솔잎 분말과 솔잎 생즙은 쌀가루 75 g에 대해 3, 5, 10 g을 각각 첨가하여 컵케이크를 제조하였다. 제조한 쌀 컵케이크의 무게, 부피 및 비체적 측정결과는 Table 2와 같았다. 케이크 제조에 있어서 batter 반죽의 비중은 굵고 난 후 부피뿐 아니라 기공과 조직에 결정적인 영향을 미치기 때문에 반죽 제조에 있어 매우 중요한 요인이다(Miller RA와 Hoseney RC 1993). 비중은 일정한 온도에서 물의 무게를 반죽의 무게로 나눈 값(Kim SG 등 1999)으로 쌀 컵케이크 배터 반죽의 비중은 0.38로 동일하게 하였다. 쌀 75 g에 대해 3, 5, 10 g을 첨가하였기 때문에 쌀 컵케이크의 무게는 솔잎분말과 솔잎생즙 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 솔잎분말 첨가 시에는 5 g, 솔잎생즙 첨가 시에는 3 g까지는 대조군의 무게와 유사하였으나 솔잎분말 10 g과 솔잎생즙 5 g, 10 g을 첨가하면 무게 증가가 유의적인 차이를 보였다. 컵케이크의 부피는 솔잎분말 10 g을 첨가한 컵케이크에서만 대조군에 비해 감소하였다. 솔잎분말 3과 5 g을 첨가하였을 때 첨가량에 따라 증가하였으나 솔잎생즙은 3, 5, 10 g 첨가하였을 때 모두 증가하였지만 솔잎분말 첨가량의 증가에 따른 차이는 없었다. 솔잎분말 첨가군 중에서는 5 g 첨가군이 대조군의 126% 증가하였으며 솔잎 생즙은 126-132% 증가하여 솔잎분말 10 g을 제외하고는 외형적인 품질이 저하하지 않았다. 비체적은 대조군이 2.77이었으나 솔잎분말 10 g첨가한 경우 2.22를 제외하고는 모두 3.14-3.58로 증가하였다. 솔잎분말이 반죽에 혼합될 때 수분을 결합하여야 하므로 쌀가루가 호화하는데 필요한 수분을 감소시키기 때문에 부피와 비체적이 감소하였다고 생각되었다. 분말상태의 기능성 물질 밀가루 반죽에 첨가하여 제조한 스펀지케이크에서 꾸지뽕잎 분말(Lee JH와 Son SM 2011), 매생이 분말(Lee JH 등 2007), 흑마늘 분말(Lee JS 등 2009), 검은콩 분말(Jeong HC와 Yoo SS, 2010), 감태 분말(Lee JH과 Heo SA, 2010), 야콘 분말(Lee JH와 Son SM, 2011a), 녹차분말(Lu TM 등 2010, Sheng DL 2010)을 첨가하였을 때 부피와 비체적이 감소하여 유사한 경향을 보였다. 즉 분말형태로 기능성 물질을 첨가할 때는 첨가물질의 반죽성을 고려하여 액체의 양을 조절해야 제빵성이 개선될 것으로 생각되어지나 같은 조건으로 비교하였을 때는 분말 종류에 따라 영향을 받지만 호화하는데 필요한 수분량이 부족되어 부피의 감소가 나타날 수 있다고 생각되었다.

3. 컵케이크 형태관찰

솔잎을 첨가하여 제조한 쌀 컵케이크의 전체 모양과 컵케이크 가운데 부분의 단면을 비교 관찰한 결과 Fig. 1과 같이 내부의 기공 균일성은 솔잎분말 10 g을 첨가한 경우 거친 느

Table 2. Specific gravity of batters and weight, volume and specific volume of PP and PE added rice cupcakes prepared with different contents

Rice flour Samples	Cake batter		Rice cupcake	
	Specific gravity of batter (g/mL)	Weight (g)	Volume (mL)	Specific volume (mL/g)
C	0.38	27.90±0.45 ¹⁾	77.5±3.54 ^c	2.77±0.13 ^c
PP 3	0.38	28.03±0.16 ^b	87.5±3.54 ^b	3.12±0.13 ^b
PP 5	0.38	28.02±0.21 ^b	97.5±3.54 ^a	3.47±0.10 ^a
PP 10	0.38	28.40±0.26 ^a	62.5±3.54 ^d	2.20±0.13 ^d
PE 3	0.38	27.98±0.25 ^b	97.5±3.54 ^a	3.49±0.13 ^a
PE 5	0.38	28.51±0.12 ^a	100.0±0.0 ^a	3.51±0.01 ^a
PE 10	0.38	28.64±0.27 ^a	102.5±3.54 ^a	3.58±0.14 ^a

PP and PE mean pine needle powder and pine needle extract, respectively.

Data represents mean±SD.

¹⁾ a-c Different superscripts with a same column (PP and PE content) are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

Table 3. Hunter L, a, b values of PP and PE added rice cupcakes prepared with different contents during storage at 23°C

Samples	L			a			b		
	0 day	1 day	4 day	0 day	1 day	4 day	0 day	1 day	4 day
C	^B 75.5±0.2 ¹⁾	^A 76.4±0.4 ^a	^A 76.6±0.3 ^a	^A -0.4±0.0 ^g	^C -0.6±0.0 ^g	^B -0.5±0.0 ^g	28.4±0.4 ^a	27.9±1.1 ^a	28.5±0.3 ^a
PP 3	^{C2)} 68.7±0.4 ^b	^A 73.3±0.1 ^b	^B 70.6±0.1 ^b	^A 0.3±0.0 ^f	^B 0.2±0.0 ^f	^A 0.3±0.0 ^f	^A 22.9±0.1 ^b	^B 22.2±0.1 ^c	^A 22.9±0.1 ^c
PP 5	^B 68.2±0.1 ^{bc}	^A 68.7±0.1 ^c	^C 67.3±0.1 ^c	^B 0.8±0.0 ^e	^B 0.8±0.0 ^e	^A 0.9±0.0 ^e	^B 22.3±0.2 ^d	^C 20.6±0.0 ^c	^A 23.1±0.6 ^c
PP 10	^B 63.2±0.7 ^c	^A 67.3±0.1 ^f	^C 60.6±0.8 ^f	^B 1.3±0.1 ^d	^B 1.2±0.0 ^d	^A 1.6±0.0 ^c	^A 21.8±0.3 ^e	^B 20.7±0.2 ^e	^A 21.6±0.5 ^d
PE 3	^B 67.7±0.3 ^c	^A 69.9±0.1 ^c	^C 67.0±0.5 ^c	^A 2.0±0.1 ^c	^C 1.4±0.0 ^c	^B 1.6±0.0 ^d	^A 22.9±0.3 ^c	^B 21.2±0.2 ^d	^A 22.9±0.1 ^c
PE 5	^B 65.5±0.4 ^d	^A 69.4±0.3 ^d	^B 65.2±0.6 ^d	^A 2.5±0.0 ^b	^B 2.0±0.1 ^b	^C 1.9±0.0 ^b	^A 23.0±0.1 ^c	^B 22.5±0.3 ^c	^{AB} 22.9±0.2 ^c
PE 10	^B 65.1±0.1 ^d	^A 69.1±0.1 ^d	^C 63.1±0.1 ^e	^A 2.8±0.1 ^a	^B 2.6±0.0 ^a	^C 2.2±0.1 ^a	^A 25.7±0.1 ^b	^B 24.5±0.0 ^b	^B 24.3±0.4 ^b

Data represents mean±SD.

^{1)a-g} Different superscripts with a same column (PP and PE content) are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

^{2)A-C} Different superscripts with a same row (storage day) are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

김, 솔잎 생즙 10 g 첨가시 반죽의 수분이 많아 촉촉한 느낌을 주었으며 색은 분말이 떠 뚜렷한 차이를 보였다. 솔잎분말을 3, 5 g 첨가하여 제조한 쌀 컵케이크의 내부 기공은 솔잎생즙 첨가 컵케이크 보다 균일하여 전체적으로 안정된 내부구조를 보였으나 솔잎분말 10 g을 첨가하였을 때 부피가 감소하는 것을 육안으로 확인할 수 있었다. 솔잎생즙을 첨가한 컵케이크의 경우 외형적으로 볼 때에도 촉촉한 느낌을 주었으며 부피가 증가하였고, 솔잎의 향도 상대적으로 강한 것을 확인하였다. 솔잎생즙은 솔잎을 그대로 갈아서 착즙한 것으로 솔잎의 기능성 성분이 함축된 것이라고 생각할 수 있다. 분말은 세포내에 함유된 성분 중 일부만이 반죽에 혼합되는데 반해 생즙은 세포의 파괴로 인해 솔잎향이 더 강하게 나타남을 알 수 있었다. 외관상 컵케이크의 색은 분말(녹색)을 첨가하여 제조한 컵케이크가 비교적 솔잎의 녹색을 잘 유지하였고, 추출물 첨가 컵케이크는 녹갈색을 띄었다. 이는 솔잎분말은 세포가 파괴되지 않고 엽록소가 그대로 들어 있지만 생즙의 경우 세포가 파괴되고 페놀화합물이 유출되면서 산화에 의한 갈변화 반응 진행이 더 용이하였을 것으로 생각되었다. 부피는 생즙 첨가 컵케이크가 상대적으로 좋았으며,

분말 첨가 컵케이크에서는 5 g의 솔잎분말을 첨가한 컵케이크에서 높게 나타났다. 첨가물질의 형태에 의해 쌀 컵케이크의 기공균일성, 부피, 색 등이 차이가 남을 확인할 수 있었으며 이 요인이 솔잎첨가 쌀 컵케이크의 품질 특성에 영향을 줄 것으로 생각되었다.

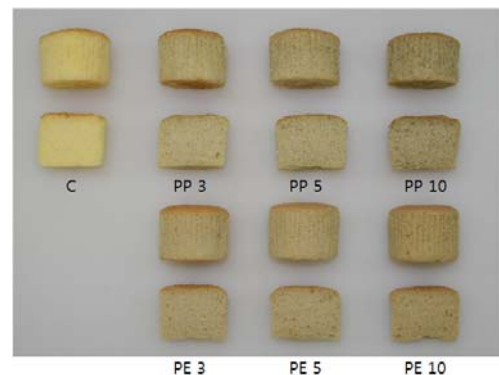


Fig. 1. Whole and cross section of rice cupcakes prepared with PP and PE.

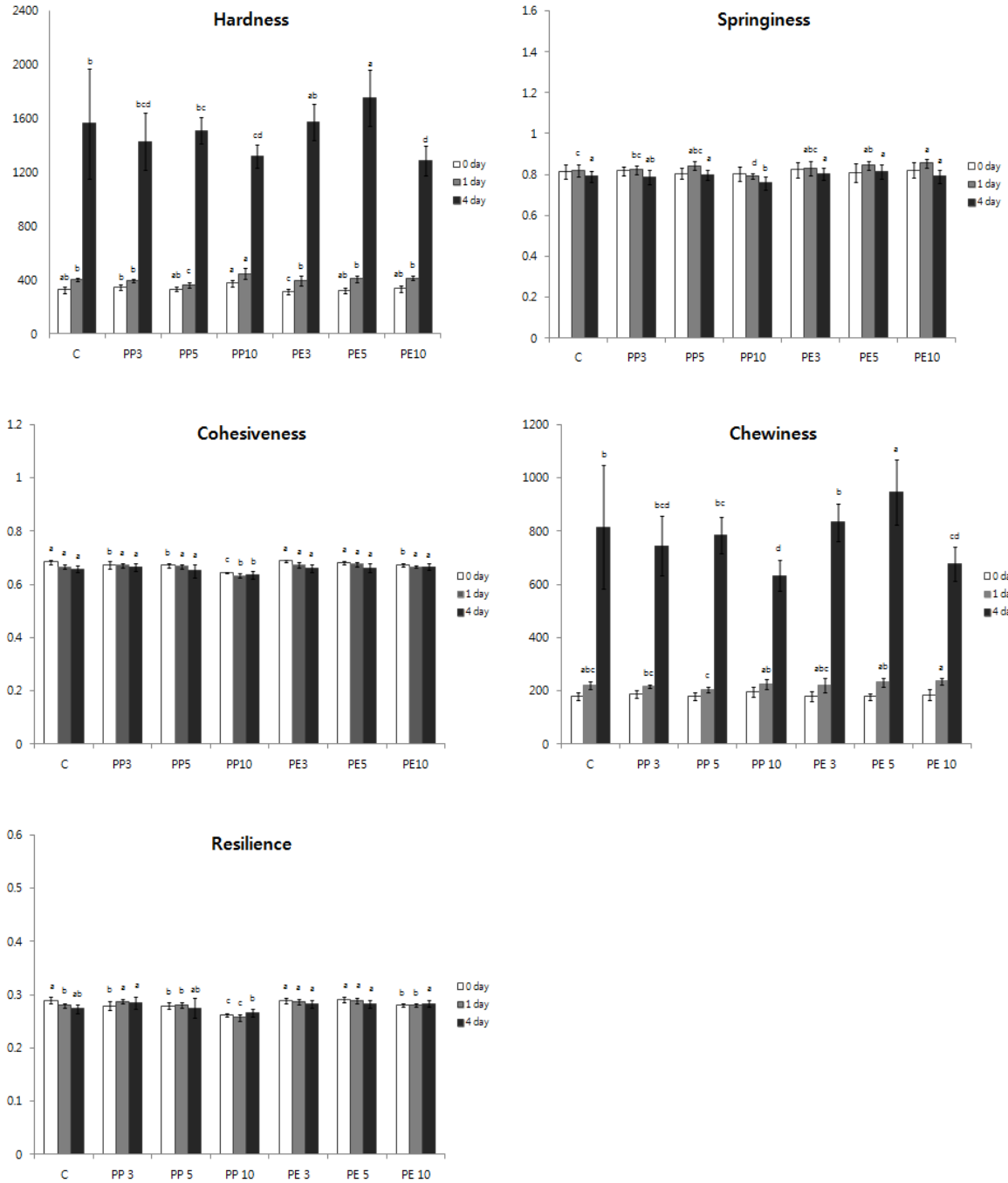


Fig. 2. Textural properties of PP and PE added rice cupcakes prepared with different contents during storage at 23°C for 4 days.

4. 솔잎분말과 생즙첨가에 따른 쌀 컵케이크의 색도

쌀 컵케이크의 crumb 부분의 색도는 Hunter L, a, b value 로 나타내었다. 쌀가루는 밀가루에 비해 오븐에 구운 제품의

경우 색이 훨씬 밝은데 이는 함유된 성분의 차이를 밀가루보다 쌀가루에 마이알 반응이 적게 일어나기 때문이라고 생각되었다. 쌀가루로 만든 제품에 색소를 함유하는 기능성 물질을 첨가할 경우 더 색이 밝은 색상을 나타내는 것도 쌀가루가 가지는 장점이라고 생각되었다. 솔잎 첨가 쌀 컵케이크의 경우에도 색이 밝게 보였으며 솔잎분말이 더 진한 녹색으로

첨가량에 따라 모두 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 4일까지 실온에 저장하였을 때 쌀 컵케이크의 저장기간에 따라 솔잎분말과 생즙, 첨가량에 의해 색도의 차이를 보였다.

L값은 솔잎을 첨가하지 않은 대조군이 75.5-76.6으로 가장 높았고, 솔잎 분말과 생즙을 첨가할수록 감소하여 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 이는 솔잎분말과 생즙이 녹색과 녹색색의 색깔을 띠고 있기 때문이라고 생각되었다. 솔잎분말과 추출물을 첨가 국수(Jeon JR 등 2005a), 솔잎분말 첨가 쿠키(Jung HA 등 2009), 꾸지뽕잎을 첨가한 스펀지 케이크(Lee JH 등 2011b)등의 연구에서 솔잎과 부재료의 첨가에 따라 L값이 감소한 선행연구와 유사한 결과를 보였다. 적색도를 나타내는 a값의 경우는 첨가량이 증가할수록 값이 커졌으며, 솔잎분말을 첨가한 컵케이크보다 생즙을 첨가한 컵케이크의 적색도가 더 높게 나타났다. 이는 분말과 생즙의 조성 차이에 따른 가열과정 중 색소의 변화에 의한 것으로 생각되었다. 저장기간에 따라서는 저장일수가 길어짐에 따라 솔잎분말은 적색도가 증가하는 경향으로 녹색이 약간 약해짐을 볼 수 있었다. 저장기간에 따른 a값의 증가는 솔잎컵케이크의 색이 열린 것을 뜻하며, 이는 Kwhak SH 등(2002)의 솔잎분말을 첨가하여 제조한 찹케이크 연구에서 시간이 지날수록 a값이 증가해진 것과 유사한 결과였다. b값은 솔잎분말의 첨가량이 많을수록 감소하는 경향을 보였고, 생즙 첨가량이 증가할수록 증가하는 결과를 보여, 솔잎 생즙의 첨가량이 증가함에 따라 황색이 진하게 나타남을 알 수 있었다.

5. 저장기간에 따른 텍스처의 변화

솔잎분말과 생즙의 양을 달리하여 쌀 컵케이크를 제조한 후 0일, 1일, 4일 동안 23℃에서 저장하여 텍스처를 측정 한 결과는 Fig. 2와 같았다. 솔잎 형태, 첨가량에 따라 경도, 탄성, 응집성, 씹힘성, 회복력에서 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 솔잎 컵케이크의 경도(hardness)는 분말 첨가군이 생즙 첨가군보다 높은 값을 보였고, 솔잎분말 첨가량이 많을수록 상대적으로 필요한 수분이 부족하여 더 단단해지는 것으로 생각되었다. 이는 Jung HA 등(2009)의 솔잎가루를 첨가한 쿠키의 텍스처가 단단하게 보고된 것과, Lee HG와 Kim HJ(2000)의 솔잎가루를 첨가한 상자병의 경도가 증가한 것과

유사한 결과였다. 추출물을 첨가하여 만든 컵케이크의 경도가 낮은 것은 부피가 크고, 분말에 비해 수분이 존재함으로써 더 촉촉하기 때문으로 생각되었다. 4일 저장 후 경도는 솔잎의 첨가량이 많은 군에서 낮게 나타났고, PE 5군에서 가장 높은 값을 나타냈다.

탄력성은 첨가물의 함량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였는데 Lee HG와 Han JY(2002)의 솔잎가루를 첨가한 솔설기 연구와 심영현 등(2000)의 솔잎증편 연구에서 솔잎의 첨가량이 증가할수록 탄력성이 낮아진 것과 반대의 경향이며, Lee HG와 Kim HJ(2000)의 상자병 연구와는 같은 결과였다. 응집성은 전반적으로 비슷한 경향이었고, 솔잎분말 10 g 첨가한 컵케이크의 응집성이 상대적으로 낮은 결과를 보였다($p < 0.05$). 씹힘성은 4일 저장하였을 때 확연히 증가하였으며, 솔잎분말 10 g 첨가군이 낮아 유의적이었다. Lee HG와 Kim HJ(2000)의 상자병 연구에서는 도토리가루의 첨가량이 증가할수록 씹힘성이 증가하였는데, 솔잎 추출물을 첨가한 군에서는 이러한 경향이 유사하게 나타났으나 솔잎분말의 첨가량에 따른 씹힘성의 증가는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 회복력도 솔잎분말 10 g 첨가군에서 가장 낮은 수치를 보였다.

6. 연령별 소비자의 선호도 조사

솔잎은 생체조절기능을 가지고 있지만 독특한 휘발성 물질과 정유 성분을 함유하고 있고 소비자에 따라 솔잎의 선호도가 다르기 때문에 제품을 개발할 때 타겟 연령층을 결정하여 배합비와 제품의 종류를 고려하고자 하였다. 소비자 연령별로 솔잎분말과 생즙을 첨가한 쌀 컵케이크에 대한 선호도 조사를 하여, 그 중 20-30대 소비자의 결과는 Table 4에 제시하였고 연령별 전체적인 맛(overall quality)의 결과는 Table 5에 제시하였다. 20-30대 소비자는 모든 항목에서 유의적인 차이를 보였는데 솔잎을 첨가하지 않은 대조군의 선호도가 높았으며 맛과 전체적인 맛에서 대조군을 포함한 솔잎분말 3 g을 첨가한 것을 선호하였다. Table 5에서 전체적인 맛에 대해서는 40-50대를 제외한 모든 연령에서 유의적인 차이가 나타났고($p < 0.05$), 10대, 20-30대에서는 각각 솔잎분말 3 g, 5 g 첨가한 컵케이크의 선호도 평가에서 높은 점수를 보였으며, 60대에서는 솔잎생즙 3 g 첨가하여 제조한 컵케이크가 가장 높

Table 4. Sensory data for preference test of PP and PE added rice cupcake with different contents by adults (the twenties and the thirties)

	Appearance	Color	Pine needle flavor	Taste	Texture	Overall quality
C	4.26±0.86 ^(a)	4.30±1.02 ^a	2.83±1.19 ^{ab}	3.30±1.02 ^{ab}	3.09±0.85 ^{ab}	3.43±0.79 ^{ab}
PP 3	3.70±0.97 ^{ab}	3.65±1.07 ^b	3.30±1.11 ^a	3.65±0.88 ^a	3.57±1.04 ^a	3.78±1.09 ^a
PP 5	3.30±1.02 ^b	3.39±0.99 ^b	3.35±0.98 ^a	3.48±0.95 ^{ab}	3.39±1.20 ^{ab}	3.52±0.85 ^{ab}
PP 10	3.26±1.14 ^b	3.19±0.98 ^b	2.96±1.02 ^{ab}	3.00±0.95 ^b	3.04±1.33 ^{ab}	3.13±1.10 ^b
PE 3	3.65±0.93 ^{ab}	3.52±0.95 ^b	2.65±1.03 ^{abc}	2.35±1.19 ^c	2.91±1.08 ^{abc}	2.96±1.11 ^{bc}
PE 5	3.17±0.83 ^b	3.09±1.08 ^b	2.39±1.37 ^{bc}	2.22±1.09 ^c	2.78±1.13 ^{bc}	2.39±1.03 ^c
PE 10	3.22±1.09 ^b	3.00±1.17 ^b	2.04±1.19 ^c	1.76±0.92 ^c	2.26±1.32 ^c	1.83±0.78 ^d

Data represents mean±SD.

^{1)abcd}Different superscripts with a same column (PP and PE content) are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

Table 5. Overall preference data of PP and PE added rice cupcakes with different contents by different panel ages

Age	C	PP 3	PP 5	PP 10	PE 3	PE 5	PE 10
10	3.1±1.2 ^{bc(1)}	3.3±1.1 ^{bc}	4.2±0.7 ^a	3.5±1.2 ^{ab}	^{2)B} 3.1±1.3 ^{bc}	2.5±1.0 ^{cd}	1.9±1.2 ^d
20~30	3.4±0.8 ^{ab}	3.8±1.1 ^a	3.5±0.9 ^{ab}	3.1±1.1 ^b	^B 3.0±1.1 ^{bc}	2.4±1.0 ^c	1.8±0.8 ^d
40~50	3.6±1.1	3.2±1.0	3.6±0.1	3.5±1.0	^{AB} 3.7±1.1	3.1±1.1	2.6±1.2
60	3.0±0.9 ^{ab}	3.0±1.0 ^{ab}	4.0±0.5 ^a	4.3±1.0 ^a	^A 4.1±1.1 ^a	3.1±1.6 ^{ab}	2.3±1.6 ^b

^{1) a-d}Different superscripts with a same row (PP and PE content) are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

^{2) A-B}Values with different superscripts in the same column (age) are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

았다. 40-50대에서도 솔잎생즙 3 g 첨가하여 제조한 케이크의 선호도 점수가 높았으나 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

이는 Kwhak SH 등(2002)의 솔잎분말을 첨가하여 제조한 쪼개이크 연구에서 20대는 솔잎가루 첨가량이 적을수록 좋게 평가되었고, 40대는 솔잎가루 첨가량이 많을수록 선호한 결과와 유사한 결과였으며, 이는 젊은 세대에게 솔잎가루의 짙은 풍미가 기호도에 좋지 않은 영향을 준 것으로 생각되었다. 솔잎분말의 첨가량이 증가할수록 낮은 점수를 받았는데, 이는 첨가량이 증가할수록 상대적으로 거칠고 딱딱하게 느껴져서 기호도 점수가 낮은 것으로 생각되었다. 솔잎 생즙의 첨가에 따른 기호도 감소는 분말첨가 쪼개이크보다 촉촉한 텍스처가 증가하였으나, 솔잎 생즙 첨가량의 증가에 따라 쪼개이크의 솔잎 향 증가와 섭취하였을 때 입안에 남아있는 솔잎 향이 강하게 느껴져 전체적인 맛에 영향을 준 것으로 생각되었다.

솔잎의 기능성을 부여하여 제품을 개발할 때 젊은 층은 특유 향을 약하게, 중장년층은 오히려 잘 느낄 수 있는 범위에서 너무 강하지 않도록 하는 범위에서 다른 재료와의 혼합 효과가 좋을 것으로 생각되었다.

7. 쌀 쪼개이크의 총 페놀과 플라보노이드 함량과 항산화 활성

솔잎분말과 추출물을 첨가한 쌀 쪼개이크의 80% 에탄올 추출물의 플라보노이드 함량, 페놀함량, DPPH 라디칼 소거능(%)을 Fig. 3-5에 각각 제시하였다. 솔잎 생즙보다 솔잎 분말을 첨가한 쌀 쪼개이크의 플라보노이드 함량이 높아 유의적인 차이를 보였고(p<0.05), 생즙을 첨가하여 제조한 쌀 쪼개이크의 경우 첨가량이 증가할수록 플라보노이드 함량이 증가하였다. 이는 제품의 형태관찰 및 색도의 결과에서 솔잎의 녹색을 잘 유지하고 있었던 솔잎분말 제품의 클로로필에 의한 항산화 능력으로 생각되었다. 총 페놀함량은 솔잎분말 10 g 첨가한 쪼개이크가 가장 높았으며 PP5) PE10) PE5) PE3) PP3) C 순이었다. 솔잎분말을 첨가한 쪼개이크의 경우 첨가량이 증가할수록 총 페놀함량도 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였으나, 추출물을 첨가한 쪼개이크에서는 첨가량에 따른 함량의 증가가 거의 없었다. DPPH 소거능은 솔잎생즙과 분말을 첨가할수록 증가하였으며, 솔잎 분말을 첨가한 쪼개이크의 DPPH 소거능이 솔잎 생즙보다 유의적으로 높았다(p<0.05). 솔잎분말 10 g 첨가한 쪼개이크가 가장 높았으며, 솔잎 생즙과 분말의 첨가량이 동일할 때 솔잎분말을 첨가한 쌀 쪼개이크의 DPPH 소거능이 유의적으로 높아, 솔잎 생즙을

첨가한 쪼개이크보다 기능성이 높은 것으로 확인되었다. 솔잎 연구에 관해서 항산화 효과(Lee E 2003)와 과산화 지질 억제 효과(Kim EJ 등 1998) 등 여러 기능성이 보고되어 있는데, 솔잎을 첨가하여 제조한 제품에서도 총 플라보노이드함량, 총 페놀함량이 대조군에 비해 높은 것으로 보아 기능성이 있는 것으로 생각되었으나, 제품제조 과정 중 감소한 것으로 생각되었다.

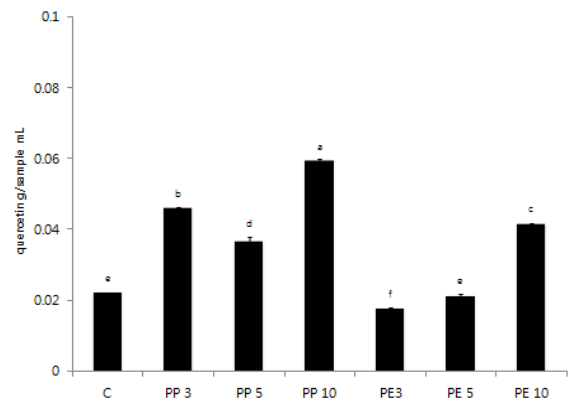


Fig. 3. Total flavonoid contents of PP and PE added rice cupcakes prepared with different contents.

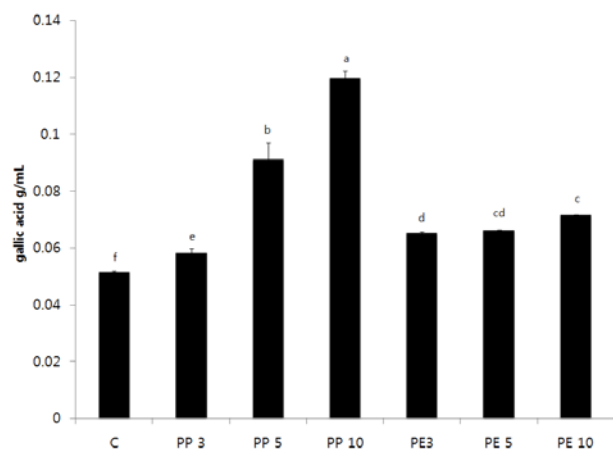


Fig. 4. Total phenolic contents of PP and PE added rice cupcakes prepared with different contents.

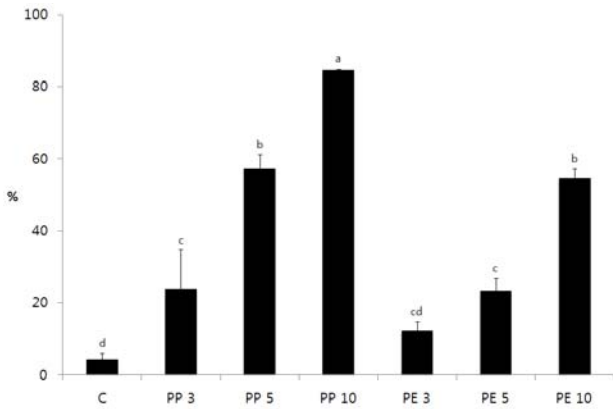


Fig. 5. DPPH radical scavenging activities of PP and PE added rice cupcakes prepared with different contents.

IV. 요약 및 결론

솔잎의 기능성이 증가된 소비자 맞춤형 쌀가루 가공 제품을 개발하기 위하여 솔잎분말과 압착에 의한 솔잎생즙을 첨가하여 쌀 컵케이크를 제조하고 이의 이화학적, 텍스처 및 관능평가를 실시하였으며 제품의 항산화활성을 비교하였다. 솔잎분말과 생즙을 첨가한 제품의 항산화 활성이 대조군에 비해 우수함을 알 수 있었고, 솔잎분말과 솔잎 생즙은 첨가되는 물질의 상태가 달라 제품의 품질에 유의적인 영향을 주었다. 컵케이크의 비체적은 솔잎분말 10 g 첨가하였을 때를 제외하고 모두 증가하였으며 텍스처도 유의적인 차이를 보였다. 연령별 선호도 조사 결과 10대와 20-30대는 각각 솔잎분말 3 g 과 5 g 첨가군을 선호하였고, 60대 이상은 솔잎 생즙 3 g 첨가 컵케이크의 선호도가 더 높았다. 40-50대도 솔잎 생즙 3 g 첨가 컵케이크의 선호도가 높았으나 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

본 연구를 통해 컵케이크의 가공적성은 솔잎분말 첨가 제품이 더 좋게 평가되었으나 향미는 낮았음을 알았다. 솔잎의 기능성을 부여한 쌀 가공제품은 소비자 연령, 솔잎의 첨가 형태와 첨가량을 고려하여 개발되어야 한다고 제안하였다.

V. 감사의 글

본 연구는 2011년 농림수산식품부 기술사업화지원사업에 의해 이루어진 것임

참고문헌

심영현, 유창희, 차경희. 2000. 솔잎을 첨가한 증편의 관능적, 이화학적 품질 특성, 서울여대 자연과학대학 논문집, 12: 81-93
 AACC. 2000. Approved Methods of the AACC, 10th ed. Method

72-10. The Association: St Paul, MN, USA
 Choi HD, Koh YJ, Choi IW, Kim YS, Park YK. 2007. Anticarcinogenic activity and glucosyltransferase inhibitory effects of extracts from pine needle and twig. Korean J Food Sci Technol 39: 336-341
 Choi HS, Hang D, Kang SC, Sohn ES, Lee SP, Pyo SK, Son EW. 2006. Immunomodulatory activity of pine needle (*Pinus densiflora*) extracts in macrophages. Korean J Food Sci Nutr 11: 105-109
 Choi MY, Choi EJ, Lee E, Rhim TJ, Cha BC, Park HJ. 1997. Antimicrobial activities of pine needle (*Pinus densiflora* Seib et Zucc.) extract. Korean J Appl Microbiol, Biotechnol 25: 293-297
 Halick JV, Kelly VJ. 1959. Gelatinization and pasting characteristics of rice varieties as related to cooking behavior. Cereal Chem 36: 91-96
 Jin YI, Hong SY, Kim SJ, Ok HC, Lee YJ, Na, JH, Yoon YH, Jeong JC, Lee SA. 2010. Comparison of antioxidant activity and amino acid components of mungbean cultivars grown in highland area in Korea. Korean J Environ Agric 29: 381-387
 Jeon JR, Kim HH, Park GS. 2005a. Quality characteristics of noodles prepared with pine needle powder and extract during storage. Korean J Soc Food Cookery Sci 21: 685-692
 Jeon JR, Kim JY, Lee KM, Cho DH. 2005b. Anti-obese effects of mixture contained pine needle, black tea, and green tea extracts. J Korean Soc Appl Biol Chem 48: 375-381
 Jeon JR, Kim JY. 2006. Effects of pine needle extract on differentiation of 3T3-L1 preadipocytes and obesity in high-fat diet fed rats. Biol Pharm Bull 29: 2111-2115
 Jeong HC, Yoo SS. 2010. Quality characteristics of sponge cake by black soybean powder of different ratios. J East Asian Soc Dietary Life 20: 909-915
 Jung HA, Kim SH, Lee MA. 2009. Storage quality characteristics of cookies prepared with pine needle powder. Korean J Food Preserv 16: 506-511
 Kim EJ, Jung SW, Choi KP, Ham SS, Kang HY. 1998. Inhibitory effect of main pine needle extracts on the chemically induced mutagenicity. Korean J Food Sci Technol 30: 450-455
 Kim JD, Yoon TH, Choi M, Im KJ, Ju JS, Kee SY. 1990. Effect of dietary supplementation with pine leaf on lipid parameters in rat. Korean J Gerontol 1: 47-50
 Kim SG, Jo NJ, Kim YH, Yoon SJ, Lee JJ, Jung SG, Choi DJ. 1999. Baking Science. (C)B&C World, pp 235, Korea
 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 Anim Resour 22: 13-19

- Kim YS, Shin DH. 2005. Volatile components and antibacterial effects of pine needle (*Pinus densiflora* S. et Z.) extracts. Food Microbiol 22: 37-45
- Kwhak SH, Moon SW, Jang MS. 2002. Effect of pine needle(*Pinus densiflora* Seib et Zucc) powder on the sensory and mechanical characteristics of steam cake. Korean J Soc Food Cookery Sci 18: 399-406
- Lee, E. 2003. Effects of powdered pine needle (*Pinus densiflora* Seib et Zucc.) on serum and liver lipid composition and antioxidative capacity in rats fed high oxidized fat. J Korean Soc Food Sci Nutr 32: 926-930
- Lee HG, Kim HJ. 2000. Sensory and mechanical characteristics of sang-ja-byung by different ingredient. Korean J Soc Food Sci 16: 342-351
- Lee HG, Han JY. 2002. Sensory and textural characteristics of *solsulgi* using varied levels of pine leave powders and different types of sweeteners. Korean J Soc Food Cookery Sci 18: 164-172
- Lee HJ, Cui CB, Choi HT, Kim SH, Ham YA, Lee DS, Ham SS. 2005. Biological activities of the vaporized liquid of water-boiled pine needle. Korean J Food Preserv 12: 179-183
- Lee JH, Kwak EJ, Kim JS, Lee YS 2007. Quality characteristics of sponge cake added with mesangi (*Capsosiphon fulvescens*) powder. Korean J Food Cookery Sci 23: 83-89
- Lee JH, Heo SA. 2010. Physicochemical and sensory properties of sponge cakes incorporated with *Ecklonia cava* powder. Food Eng Prog 14: 222-228
- Lee JH, Son SM. 2011a. Quality of sponge cakes incorporated with yacon powder. Food Eng Prog 15: 269-275
- Lee JH, Son SM. 2011b. Effects of *Cochrania tricuspidata* leaf powder addition on the quality of sponge cakes. J Food Eng Prog 15: 376-381
- Lee JS, Seong YB, Jeong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH. 2009. Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. J Korean Soc Food Sci Nutr 38: 1222-1228
- Lee SH, Shin M. 2009. Characteristics of preparation of rice Manju and rice flour with soaking and different particle sizes. Korean J Food Cookery Sci 25: 427-434
- Lu TM, Lee CC, Mau JL, Lin SD. 2010. Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. Food Chem 119: 1090-1095
- Medcalf DF, Gilles KA. 1965. Wheat starches I. Comparison of physicochemical properties. Cereal Chem 42: 558-568
- Miller RA, Hosney RC. 1993. The role of xanthan gum in white layer cake. Cereal Chem 70(6): 585-588
- Nishita KD, Bean MM. 1979. Physicochemical properties of rice in relation to rice bread. Cereal Chem 56: 185-189
- Park G, Paudyal DP, Park Y, Lee C, Hwang I, Tripathi GR, Cheong H. 2008. Effects of pine needle extracts on plasma cholesterol, fibrinolysis and gastrointestinal motility. Biotechnol Bioprocess Engineer 13: 262-268
- Park SJ, Ha KY, Shin M. 2012. Properties and qualities of rice flours and gluten-free cupcakes made with higher yield rice varieties in Korea. Food Sci Biotechnol 21(2): 365-372
- Park SJ, Kim JM, Kim JE, Jeong SH, Park KH, Shin M. 2011. Characteristics of sweet potato powders from eight Korean varieties. Korean J Food Cookery Sci. 27: 19-29
- Park YS, Jeon MH, Hwang HJ, Park MR, Lee SH, Kim SG, Kim M. 2011. Antioxidant activity and analysis of proanthocyanidins from pine (*Pinus densiflora*) needles. Nutr Res Pract 5(4): 281-287
- Renzetti S, Bello FD, Arendt EK. 2008. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. J Cereal Sci 48: 33-45
- Sheng DL, Tsong ML, Ching CL, Jeng LM. 2010. Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. Food Chem 119: 1090-1095
- Shin M, Gang DO, An YH. 2007. Rice bread and the preparation of rice bread and thereof. Korean Patent 0742572
- Shin M, Gang DO, Song JY. 2010. Effects of protein and transglutaminase on the preparation of gluten-free rice bread. Food Sci Biotechnol 19(4): 951-956
- Song JY, Shin M. 2007. Effects of soaking and particle sizes on the properties of rice flour and gluten-free rice bread. Food Sci Biotechnol 16: 759-764
- Turabi E, Summu G, Sahin S. 2010. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. Food Hydrocolloid 24: 755-762
- Yen GC, Duh PD, Huang DW, Hsu CL, Fu TYC. 2008. Protective effect of pine (*Pinus morisonicola* Hay.) needle on LDL oxidation and its anti-inflammatory action by modulation of iNOS and COX-2 expression in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages. Food Chem Toxicol 46: 175-185
- Yim MH, Hong TG, Lee JH. 2006. Antioxidant and antimicrobial activities of fermentation and ethanol extracts of pine needles (*Pinus densiflora*). Food Sci Biotechnol 15: 582-588
- Zeng WC, He Q, Sun Q, Zhong K, Gao H. 2012. Antibacterial activity of water-soluble extract from pine needles of *Cedrus deodara*. Int J Food Microbiol 153: 78-84