

손바닥 선인장의 항산화활성 및 분말 첨가 쿠키의 품질특성 연구

한임희 · 이경애 · 변광의[†]
순천향대학교 식품영양학과

The Antioxidant Activity of Korean Cactus (*Opuntia humifusa*) and the Quality Characteristics of Cookies with Cactus Powder added

Im Hee Han, Kyong Ae Lee, Kwang Eui Byoun[†]
Department of Food Science & Nutrition, Soonchunhyang University

Abstract

In order to better understand the quality of Korean cactus, *Opuntia humifusa*, as the functional foodstuffs, its seeds, stems and fruits were analyzed. In addition, we performed quality evaluation on cookies manufactured with cactus powder added. The results showed the soluble nitrogen-free component levels in the cactus to be very high. The highest component levels were crude fiber(48.75%) and crude fat(7.38%) in the seeds, crude ash(15.39%) in the stems, and moisture(11.26%) and crude protein(8.79%) in the fruits. The antioxidant activities of the cactus were evaluated based on peroxide values(POV), thiobarbituric acid reactive substances(TBARS value), and electron donating ability(EDA) using the DPPH method. The POVs for soybean oil containing a 0.05% concentrated water extract from each part of the cactus revealed a remarkable antioxidant effects on peroxidation as storage time increased. The TBA values were 63.65% in BHT, 60.67% in the stems, 57.31% in the fruits and 49.16% in the seeds. The EDAs were 30.26% in the stems, 25.89% in the fruits, and 25.65% in the seeds. The total polyphenol contents of the water soluble materials from the cactus were 3.14 g/100 g in the fruits, 2.93 g in the stems and 2.11 g in the seeds. For the cookies, as the amounts of fruit and stem powder increased, the spreadness was significantly lowered, but moisture content was increased compared to the control. The color degree of the cookies changed from dim to intense as more fruit powder was added, resulting from a decrease in the L- and b-values and a significantly increased a-value. With the addition of stem powder, the L- and a-values revealed no significant differences, while the b-value was lowered compared to the control as more stem powder added. For texture changes of the fruit cookies, there were significant differences in hardness, gumminess, cohesiveness, springiness and brittleness. The stem cookies, however, showed only differences in hardness, gumminess, and brittleness, and not in cohesiveness and springiness. Finally, an overall sensory preference was found with the 1% fruit powder and 3% stem powder additions.

Key words : *Opuntia humifusa*, antioxidant activity, polyphenol, cookies, texture

1. 서 론

한국 토종 손바닥 선인장(*Opuntia humifusa*)은 한국

특유의 토양에서만 자라며, 기관지, 천식, 기침, 폐질 환, 위염, 변비, 장염, 신장염, 고혈압, 당뇨, 심장병, 신경통, 관절염 등에 효능이 있는 것으로 알려져 있으며 선인장 액즙을 마시면 이뇨효과, 장운동의 활성화 및 식욕증진 효능이 있고, 민간요법으로는 피부질환, 류마치스 및 화상치료에 사용되어 왔다(Kim TJ 1996). 한방에서는 신경성 통증을 치료하고, 건위자

Corresponding author. Kwang Eui Byoun, Department of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University, 646, Eupnaeri, Shinchangmyun, Asan-si, Choongnam 336-745, Korea
Tel/Fax : 041-530-1258
E-mail : byoun@sch.ac.kr

양강장제, 해열진정제로, 그리고 소염해독, 급성유선염, 이질을 치료하는데 이용되었으며, 피를 맑게 하고 하열을 치료하는 목적으로도 쓰여졌으며(上海科學 1985), 관상용뿐만 아니라 기능성 식물로도 재조명되고 있어서 치약, 비누, 화장품 등 여러 상용화 제품들이 개발되어 나오고 있다. 손바닥 선인장에 대한 국내의 연구로서는 Lee HJ 등(1998)이 쥐의 스트레스성 위궤양에 대한 선인장의 항궤양작용에 관한 연구에서 손바닥 선인장이 스트레스하에서 발생하는 위의 미세혈관 혈류 흐름장애를 개선시켜 위궤양 발생저하에 기여한다고 보고한 바 있으며, 많은 연구가 활발히 진행되어 왔다 (Shin TK 등 1998, Lee NH 등 2000, Choi JW 등 2002, Shin JE 등 2002, Lee KS 등 2004).

최근에는 국민소득 향상과 더불어 삶의 질 및 건강에 대한 관심이 높아지면서 식품에 있어 건강 기능성이 중요한 요소로 인식되었으며, 근래 건강 식품 및 성인병 예방 식품에 대한 관심이 높아지면서 기능성 물질을 첨가한 다양한 제품에 관한 연구가 보고되고 있다. 쿠키는 어린이 노인 등의 주된 간식으로 애용되고 있으며, Kim HY 등 (2002a)은 기능성 쌀 쿠키의 품질특성 연구에서 기능성 쌀가루로 대체된 쿠키는 모든 대체비에서 대조구와 비교하였을 때 높은 기호도를 나타내어 지속적인 개발의 가능성을 보여주었으며, Lee JA 등 (2002)은 보리와 귀리 첨가 쿠키의 이화학적 및 관능적 품질 특성 비교를 한 결과, 보리와 귀리를 첨가한 쿠키가 대조군에 비해 탄수화물 함량은 적은 반면 단백질, 회분, 식이섬유 함량이 상대적으로 높고, 기호도면에서도 우수하게 평가되어 저열량·고식이섬유 쿠키로서의 가능성을 제시하였다. 또한, Kim HY 등(2002b)은 여러 수준의 마늘첨가 쿠키의 품질특성 연구에서 3%와 6% 마늘 첨가군에서 높은 기호도를 보여 기능성 마늘쿠키의 개발 가능성을 보였다.

본 연구에서는 손바닥 선인장의 응용 범위를 다양화하기 위한 일환으로 손바닥 선인장의 성분특성과 항산화성을 조사하여 영양적 가치를 평가하고, 식품으로의 이용 가능성을 검토하고자 손바닥 선인장의 분말 첨가량을 각기 달리하여 제조한 기능성 쿠키에 대해 품질특성을 연구하여 맛과 품질이 우수한 제품을 찾고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 및 시약

실험에 사용한 선인장의 줄기와 열매 및 씨는 아산시 송악면 신흥리에서 재배한 것을 구입하여 동결건조하였다. 쿠키제조용으로는 박력분(제일제당), 버터(wellga), 설탕(삼양큐언) 베이킹파우더(제니코식품) 그리고 시판 계란과 소금(한일식품)을 사용하였다. 분석용 시약으로 linoleic acid, 2-thiobarbituric acid, BHT (butylated hydroxytoluene), DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, phosphomolybdate 및 tannic acid 등은 Sigma-Aldrich Co.에서 구입하였고, 그 외 시약은 특급 시약을 사용하였다.

2. 손바닥 선인장의 수용성추출액 제조

동결건조된 손바닥 선인장 시료 10 g에 증류수를 1:10 (w/v)이 되도록 첨가하여 환류냉각을 부착하고 80℃의 Heating mantle에서 3시간 추출시켜 여과(What man No. 2)하였다. 2, 3차 추출액을 얻어 모두 혼합한 후 진공증발농축기를 사용하여 40℃에서 감압 농축하고 용매를 완전히 제거한 후에 시료로 사용하였다.

3. 쿠키용 선인장분말 제조

동결건조된 줄기는 분쇄하여 200 메시 체로 분별하여 분말시료로 제조하고, 열매는 조분쇄하여 씨를 먼저 분리한 다음 각각 분쇄하여 200 메시 체에 내린후, 불투명한 폴리프로필렌 용기에 담아 -18℃ 냉동고에 보관하면서 시료로 사용하였다.

4. 일반성분 분석

선인장의 일반성분은 AOAC(1990) 방법에 따라 수분은 105℃ 상압가열건조법으로, 조단백질은 Macro-Kjeldahl법으로, 조회분은 직접회화법으로, 조지방은 Soxhlet방법을 이용한 용매추출법으로, 조섬유 함량은 H₂SO₄-NaOH 분해법으로 분석하였다. 가용성 무질소물의 함량은 100 %에서 조회분, 조단백질, 조지방 및 조섬유의 양을 뺀 값으로 나타내었으며 모든 분석은 3회 반복 실시하였다.

5. 총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 화합물의 함량은 페놀성 물질이 phosphomolybdate와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 modified Folin-Denis법(Swain T 등 1959)으로 측정하였다. 즉, 손바닥 선인장의 씨, 열매, 줄기의 수용성 추출물을 1 mg/mL에 녹인 다음 0.2 mL를 시험관에 취하여 증류수를 가하여 2 mL로 만든 후, 여기에 0.2 mL Folin-ciocalteu phenol reagent를 첨가하여 잘 혼합하고 정확히 3분 반응시킨 후, Na₂CO₃ 포화용액 0.4 mL를 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 4 mL를 만들고, 실온에서 1시간 방치한 후 상층액의 흡광도를 725 nm에서 측정하였다. 이 때 총 폴리페놀 함량은 탄닌산으로 작성한 표준곡선에서 구하였다.

6. 과산화물가(POV) 측정

대두유 산화에 미치는 영향을 과산화물가의 변화로 파악하고자 선인장의 부위별 수용성 추출물과 비교구로서 BHT 및 아스코르브산을 각각 대두유 100 g에 0.05%(w/w)씩 첨가하여 60 °C 항온기에 4주간 저장하면서 정기적으로 1 g씩 평취하여 분석하였다. 시료에 클로로포름 10 mL 초산 15 mL 및 KI 포화용액 1 mL를 가하여 1분간 진탕시켜 5분간 암소에 방치시킨 후, 증류수 75 mL를 첨가하여 진탕시키고 1% 전분용액을 지시약으로 하여 0.01N Na₂S₂O₃ 용액으로 청남색이 무색이 될 때까지 역적정하여 POV(peroxide value)로 하였다(Kang YH 등 1995). 이때 POV는 다음과 같은 식으로 산출하였다.

$$POV \text{ (meq/kg)} = [(Tv-Bv) \times 0.01 \times 1000 \times F] / \text{시료량}$$

Tv: 시료 적정에 소비된 0.01N Na₂S₂O₃용액의 소비량(mL)

Bv: 대두유 적정에 소비된 0.01N Na₂S₂O₃용액의 소비량(mL)

F: 0.01N Na₂S₂O₃ 용액의 역가.

7. TBA가 측정

리놀레산(Linoleic acid)계 자동산화에 대한 상대적 산화억제 정도를 평가하기 위해 Mitsuda H 등(1966)과 Sidwell CG 등(1954)의 TBA측정법을 수정하여 측정하였다. 즉 기질용액은 0.1M 인산완충용액(pH 7.0)과 에

탄올을 4:1로 혼합한 용매에 리놀레산을 0.03M이 되도록 첨가하여 조제하고. 이 기질 용액 2.5 mL에 0.1M 인산완충용액(pH 7.0) 2.4 mL, 손바닥 선인장의 부위별 수용성 추출물과 비교구로 BHT를 각각 0.1 mL씩 첨가하여 혼합한 다음 분석에 사용하였다. 위 시료액 2 mL에 35% 트리클로로아세트산 1 mL와 0.75% TBA 시약 2 mL를 첨가하여 교반기로 잘 혼합하고, 95°C 수욕 상에서 40분간 반응시킨 후, 반응액을 실온까지 냉각시켜 초산 1 mL, 클로로포름 2 mL를 가하여 진탕시킨 후, 3,000 rpm으로 5분간 원심분리하여 상등액의 흡광도를 532 nm에서 측정하였다. TBA(%값은 시료 첨가군의 흡광도와 증류수를 대조군으로 한 흡광도로 부터 다음과 같이 계산하였다

$$TBA(\%) = (B-A)/B \times 100$$

A: 시료의 흡광도

B: 대조군의 흡광도

8. 전자공여능(EDA) 측정

산화적 스트레스의 원인이 되는 유리기 소거효과를 확인하기 위하여 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼에 대한 선인장 부위별 추출물의 전자공여능(electron donating ability, EDA) 또는 라디칼 소거능(radical-scavenging activity)을 Blois MS(1958)의 수정법(Kim JH 등 2002)으로 측정하였다. 즉, 0.15 mM DPPH 시험용액 4 mL에 수용성 추출액 0.4 mL를 넣고 5초간 교반하여 30분간 반응시킨 후, 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며 동일조건에서 공시험을 수행하였다. 라디칼 소거능은 다음과 같은 식에서 EDA(%로 산출하였다.

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

A: 시료의 흡광도

B: 대조군의 흡광도

9. 쿠키제조 및 품질특성 시험

쿠키의 반죽제조는 크림법(creaming method)을 이용하여 AACC method 10-15(AACC 1983)에 따라 제조하였으며 배합비율은 밀가루 100 g, 설탕 55 g, 전란 25 g, 버터 35 g, 소금 1 g, 베이킹파우더 0.5 g을 표준으

로 하였다. 손바닥 선인장 열매와 줄기의 분말을 첨가한 쿠키는 밀가루의 1%, 3%, 5% 비율로 제조하였으며, 완성된 반죽은 냉장고에서 1시간 숙성시킨 후 7 mm 두께로 균일하게 편 다음 원형 커터기로 절단한 후, 팬닝하여 170°C 오븐에서 12분간 굽기를 하였다. 쿠키의 퍼짐성 지수(spread factor)는 AACC method 10-50D(AACC 2000)를 사용하여 너비(mm)에 대한 쿠키 6개 높이(mm)의 비를 나타낸 값으로 구하였고, 수분함량은 AOAC(1990)법에 따라 105°C에서 상압 건조하여 측정하였다. 색도는 분광색차계(Color Techno System Co. Model JC-801S, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정하였으며. 텍스처 측정은 Rheometer(Sun Rheo Meter Compac-100II, Model CR-500DX-L, Japan)을 이용하여 경도, 점착성, 응집성, 탄력성, 파쇄성을 비교하기 위해 2회 압착실험을 실시하였다. 관능검사는 훈련된 패널 10명을 선정하여 실시하였으며 관능항목은 색, 향, 맛, 조직감 그리고 전반적 선호도에 대한 특성을 7점 비교 평가법으로 평가하여 선호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다. 모든 실험은 3회 반복 실시하였다.

10. 통계처리

실험결과는 SPSS package를 사용하여 분산분석한 후 유의적인 차이가 있는 시료에 대해서는 Duncan's multiple range test에 의해 검증하였다..

III. 결과 및 고찰

1. 손바닥 선인장의 부위별 일반성분

동결건조하여 분말화한 손바닥 선인장의 일반성분은 Table 1과 같다. 선인장의 주성분은 당류같은 가용성 무질소물이었으며, 그 함량은 선인장 줄기, 열매, 씨앗, 씨의 순으로 약 29-61%로 나타났다. 선인장 줄기의 회분은 15.39%였으며, 열매의 수분이 11.26%로

Table 1. Proximate compositions of *Opuntia humifusa*

components	seed(%)	stem(%)	fruit(%)
Moisture	6.23±0.03	6.49±0.80	11.26±0.07
Crude fat	7.38±0.11	2.44±0.20	3.41±0.15
Crude protein	5.69±0.14	6.31±0.09	8.79±0.12
Crude ash	3.15±0.02	15.39±0.04	9.98±0.09
Crude fiber	48.75±0.18	8.49±0.21	7.36±0.20
Nitrogen free extract	28.80±0.20	60.88±0.24	59.20±0.21

많았고, 씨의 경우 조섬유가 48.75%를 차지하였다. 따라서 선인장은 점질성분을 많이 함유하고 있으며, 선인장의 열매보다 줄기에 다량 존재함을 알 수 있었다. Lee YC 등(1997)은 제주산 백년초(*Opuntia ficus-indica*)의 성분 특성에서 그 함량이 선인장 열매, 줄기, 씨 순으로 나타나 본 실험 결과와는 열매와 줄기의 함량이 다르게 나타났다. 이러한 결과는 사용한 시료 품종의 차이에 따라 열매와 줄기의 일반성분에 차이를 보이는 것으로 판단된다.

2. 부위별 폴리페놀 함량 및 항산화 효과

손바닥 선인장의 씨, 열매, 줄기로부터 얻은 수용성 추출물 중 총 폴리페놀 화합물의 함량을 수용성 추출물 100 g(d/w)으로 환산하면, 열매에서 3.14 g으로 가장 높은 함량을 보였으며 줄기는 2.93 g, 씨는 2.11 g으로 나타났다(Table 2). 국내산 식물성 식품 중의 총 폴리페놀 함량을 조사해 보면 호두(2.06 g), 밤속껍질(5.76 g), 칩뿌리(2.01 g) 및 감잎(5.76 g) 등에서 비교적 높은 농도로 나타났으며, 후지사과에서 0.11 g 그리고 아오리사과에서 0.12 g으로 나와 있다. 또한, 백년초 선인장의 경우에는 씨 1.47 g, 줄기 1.86 g, 열매 3.40~4.90 g으로 상당히 높은 함량을 나타내고 있다. 이러한 결과로 볼 때 식물의 열매에 비교적 많은 양의 폴리페놀이 함유된 것으로 보여지며, 본 실험에서도 열매 부분에서 가장 높은 함량을 확인할 수 있었다.

손바닥 선인장을 동결건조한 후 80°C에서 물로 추출하여 감압농축한 시료를 이용하여 4주간 저장하면서 과산화물가(POV)의 변화를 통해 대두유 산화에 미치는 영향을 관찰한 바(Fig. 1), 유도기에는 대조구와 비슷한 경향을 보였으나 저장기간이 경과됨에 따라 대조구보다 월등히 낮은 과산화물가를 나타냈다. 저장 1주째 항산화효과는 아스코르브산이 6.60 meq/kg으로 가장 높았으며, 씨와 열매는 8.75 meq/kg, 기존 항산화제인 BHT와 줄기는 11.20 meq/kg으로 나타났다. 이러한 경향은 저장기간이 경과함에 따라 4주 후에는 씨가

Table 2. TBA, EDA and polyphenol of water soluble extracts of *Opuntia humifusa*

contents	seed	stem	fruit
TBA(%)	49.16±0.42	60.67±0.42	57.31±0.42
EDA(%)	25.65±0.29	30.62±0.83	25.89±0.31
Polyphenol(g/100 g)	2.11±0.29	2.93±0.83	3.14±0.31

43.33 meq/kg으로 항산화효과가 가장 높았으며, 열매는 48.83 meq/kg, 아스코르브산은 57.05 meq/kg, BHT는 68.60 meq/kg, 줄기는 72.45 meq/kg의 순으로 나타났다. Seo KI 등(1999)은 리놀레산에 대하여 산수유 수용성 추출물을 10, 30 및 50 μl 첨가하고 50°C에서 7일간 저장한 후, 과산화물가를 측정된 결과 대조구의 187 meq/kg에 비하여 42, 30 및 25 meq/kg으로 나타나 상당한 항산화효과가 있는 것으로 보고한 바 있다. 본 실험에 사용된 손바닥 선인장의 수용성 추출물도 각 부위별 그리고 저장기간에 따른 현저한 차이와 강한 항산화력을 보였으며, 특히 씨와 열매추출물에서 대두유에 대한 산화억제력이 더 강하게 나타났다.

리놀레산에 대한 항산화효과를 조사하기 위하여, 손바닥 선인장의 수용성 추출물과 비교구인 BHT (butylated hydroxytoluene)를 동일한 농도로 첨가하여 상대적인 산화 억제정도를 TBA(%)로 비교한 바, Table 2에서와 같이 비교구인 BHT는 63.55%로 가장 우수하였고, 수용성 추출물은 줄기, 열매, 씨의 순으로 각각 60.67%, 57.31%, 49.16%로 나타났다. Kweon OG 등 (1998)은 목단피 메탄올 추출물의 에틸아세테이트 분획에서 항산화 효과가 87.30%이었고 비교구인 BHT는 92.20 %로 나타났다고 보고한 바 있으며, 본 실험에서는 손바닥 선인장 수용성 추출물이 BHT와 거의 같은 수준으로 산화억제효과가 강한 것으로 나타났다.

DPPH는 비교적 안정한 라디칼을 갖는 물질로서 항산화 효과가 있는 물질과 만나면 라디칼이 소거되어 탈색되는 점을 이용하여 산화억제 효과를 비교하였으며, 선인장 수용성 추출물의 라디칼 소거능력을 측정하여 전자공여능(EDA%)으로 나타낸 결과는 Table 2와

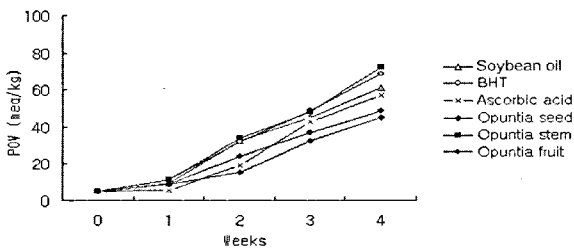


Fig. 1. Changes of peroxide values in soybean oil substrates containing *Opuntia humifusa* water extracts and other antioxidants during 4 weeks storage.

같이 줄기 30.26%, 열매 25.89%, 씨 25.65%의 순으로 손바닥 선인장 줄기에서 가장 높게 나타났다. 한편, 폴리페놀 함량이 열매에서 줄기보다 다소 높게 나타났으나, 전자공여능 에서는 줄기에서 항산화 활성이 더 크게 나타난 것으로 보아 줄기에는 폴리페놀 이외에도 다른 종류의 항산화 성분이 함유되어 있을 것으로 사료된다. DPPH는 비타민C, 토코페롤, 폴리히드록시 방향족 화합물, 방향족 아민류 등에 의하여 환원되어 짙은 자색이 탈색됨으로써 전자공여능의 측정이 가능하나, 색소가 함유된 선인장 추출물의 경우 DPPH 법의 적용에는 많은 경험이 요구된다고 본다.

3. 선인장 분말 첨가가 쿠키 품질에 미치는 영향

쿠키의 퍼짐성과 수분함량을 조사한 실험에서 손바닥 선인장의 열매와 줄기를 첨가해 제조한 쿠키의 퍼짐성 지수와 수분함량은 Table 3과 같이 손바닥 선인장의 분말 첨가량이 많을수록 반죽에 수분함량이 높아 대조군에 비해 쿠키의 퍼짐성이 작아지는 경향을 보였다. 반죽의 수분함량이 높거나 구울 때 반죽의 건조도가 높아짐에 따라 유동성에 필요한 일정한 점도를 가지지 못할 때 퍼짐성은 작아진다고 알려져 있다(Miller RA 등 1997와 Aren JH 1991). Kim HY 등(2002b)은 마늘을 첨가한 쿠키의 경우 3%와 6% 첨가군에서 대조군보다 유의적으로 낮은 퍼짐성을 나타내었으며 이는 마늘의 첨가에 따른 반죽 내 수분함량이 증가되었기 때문이라고 보고하였다. 구기자 분말을 첨가한 쿠키의 퍼짐성은 구기자 분말 5% 첨가시 가장 크고, 10%와 20% 첨가시는 대조군보다 적어 구기자 분말의 첨가량이 많을수록 퍼짐성이 더 적다고 보고된 바 있다(Park

Table 3. Spread factor and water contents of cookies with varied levels of *Opuntia humifusa*

Samples	Spread factor			Water content (%)
	Width (cm)	Thickness (cm)	Spread ratio (cm)	
control	8.69±0.05 ^{1a}	0.74±0.01 ^{1b}	11.69±0.17 ^c	4.38±0.17 ^d
fruit 1%	7.95±0.13 ^{2b}	0.70±0.11 ^b	11.42±0.17 ^c	4.86±0.06 ^a
fruit 3%	7.49±0.07 ^{3a}	0.74±0.10 ^b	10.17±0.68 ^{cd}	5.68±0.03 ^d
fruit 5%	7.00±0.15 ^b	0.77±0.03 ^c	9.14±0.22 ^d	5.85±0.20 ^a
stem 1%	7.17±0.11 ^{2b}	0.71±0.10 ^b	10.09±0.15 ^a	4.85±0.03 ^a
stem 3%	6.80±0.05 ^{3a}	0.77±0.09 ^b	8.87±0.66 ^{cd}	5.38±0.03 ^d
stem 5%	6.33±0.14 ^b	0.77±0.02 ^c	8.19±0.19 ^d	5.90±0.17 ^a

¹⁾ Mean ± SD

^{a-d} The same superscript letters in each column are not significantly different (p<0.05)

BH 등 2005).

손바닥 선인장 분말을 첨가한 쿠키의 텍스처 실험에서 경도(hardness)는 열매와 줄기 분말을 첨가한 쿠키의 대조군이 가장 높았으며 분말의 첨가 비율이 높아질수록 낮아지는 경향을 보였다(Table 4). 쿠키의 경도는 첨가되는 재료에 따라 달라지는 경향을 가지는데, Lee JA 등(2002)은 보리와 귀리를 첨가한 쿠키의 경도는 보리만 첨가한 경우에 가장 높았고 귀리 첨가량이 많을수록 낮게 나타났으며 이는 귀리를 첨가한 쿠키의 수분함량과 상관성이 있다고 보고한 바 있으며, 마늘을 첨가한 쿠키의 경도는 마늘의 첨가 수준이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향이 있었으며 이는 마늘의 첨가량이 증가할수록 수분함량이 증가하였기 때문이라고 보고된 바 있다(Kim HY 등 2002b). 또, 구기자 첨가 쿠키의 경도는 구기자 첨가량이 증가할수록 낮아졌다가 다시 증가하는 경향을 보이며, 저장 기간이 경과함에 따라 경도는 낮아졌다가 다시 높아졌는데 이는 쿠키속의 수분 존재와 관련이 있다는 보고도 있다(Park BH 등 2005). 한편, 열매와 줄기 첨가량이 많을수록 반죽내 수분함량이 증가해 경도(hardness)는 낮게 나타났으며, 쿠키의 점착성(gumminess)은 대조군보다 모두 높게 나타났고, 응집성(cohesiveness)은 대조군이

가장 높게 나타났지만 전체적으로 열매와 줄기를 첨가한 시험군 사이에는 별 차이가 없었다. 탄력성(springiness)은 대조군이 가장 높게 나타났고 열매와 줄기 첨가량이 많을수록 낮게 나타났으며, 파쇄성(brittleness)은 대조군보다 열매와 줄기 첨가량이 많을수록 높게 나타났다. 전반적으로 열매의 분말을 첨가했을 경우에 시료군간 큰 유의성을 나타냈다.

손바닥 선인장 분말 첨가 쿠키의 관능적 특성을 평가한 결과는 Table 5와 같으며, 선인장 열매 분말을 첨가한 쿠키의 색은 열매 1% 첨가 쿠키가 7.60점으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로는 3%가 5.90점으로 나타난 반면, 5% 첨가군은 3.50점으로 가장 낮은 점수를 보였다. 열매 분말을 첨가한 맛에 있어서도 1% 첨가군이 7.30점으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음 순으로는 3%에서 5.60점을 나타냈고, 5% 첨가군은 대조군보다 더 낮아 3.00점으로 가장 낮은 점수를 보였다. 풍미에 있어서도 1% 첨가 쿠키에서 6.90점으로 가장 높은 점수를 나타냈고, 그 다음으로는 3%가 5.10점으로 나타난 반면 5% 첨가군은 3.00점으로 가장 낮은 점수를 보였다. 조직감은 1% 첨가 쿠키가 6.70점으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로는 3%가 5.10점으로 나타난 반면, 5% 첨가군은 2.70점으로 가장 낮은

Table 4. Textural characteristics of cookies with varied levels of *Opuntia humifusa*

Samples	Hardness(g/cm ³)	Gumminess(g)	Cohesiveness(%)	Springiness(%)	Brittleness(g)
control	1534.45±27.66 ^{1)a}	148.54±1.07 ^b	22.85±0.26 ^a	48.89±0.33 ^a	25.02±0.44 ^b
fruit 1%	972.13±12.92 ^b	190.96±1.18 ^c	19.22±0.16 ^b	43.55±0.73 ^b	30.57±0.37 ^c
fruit 3%	865.48±9.62 ^c	217.79±3.53 ^d	20.09±0.15 ^c	40.06±0.57 ^c	32.23±0.51 ^c
fruit 5%	779.32±5.59 ^d	294.88±4.42 ^a	21.22±0.14 ^d	37.61±0.42 ^d	36.61±0.49 ^a
stem 1%	870.62±17.10 ^b	204.79±8.23 ^c	19.26±0.29 ^b	43.55±0.73 ^b	30.57±0.37 ^c
stem 3%	645.17±6.23 ^c	237.64±3.99 ^d	19.96±0.32 ^b	40.06±0.57 ^b	32.23±0.51 ^c
stem 5%	545.79±7.48 ^d	264.59±0.34 ^a	20.48±0.28 ^b	37.61±0.42 ^c	36.61±0.49 ^a

¹⁾ Mean ± SD

^{a-d} The same superscript letters in each column are not significantly different(p<0.05)

Table 5. Sensory characteristics of cookies with varied levels of *Opuntia humifusa*

Samples	Color	Taste	Flavor	Texture	Overall acceptance
control	3.50±0.17 ^{1)d}	4.50±0.22 ^b	4.00±0.21 ^b	4.20±0.25 ^b	4.60±0.16 ^b
fruit 1%	7.60±0.22 ^a	7.30±0.26 ^a	6.90±0.27 ^a	6.70±0.37 ^a	7.70±0.26 ^a
fruit 3%	5.90±0.23 ^c	5.60±0.27 ^c	5.10±0.20 ^c	5.10±0.27 ^b	5.60±0.22 ^c
fruit 5%	3.50±0.17 ^b	3.00±0.26 ^d	3.00±0.21 ^d	2.70±0.21 ^c	3.20±0.20 ^d
stem 1%	5.40±0.22 ^c	5.20±0.29 ^b	5.20±0.13 ^c	5.00±0.26 ^b	5.50±0.17 ^c
stem 3%	7.10±0.27 ^a	6.90±0.31 ^a	7.10±0.27 ^a	7.10±0.31 ^a	7.50±0.22 ^a
stem 5%	3.70±0.26 ^b	3.80±0.29 ^c	3.30±0.26 ^b	3.90±0.23 ^{bc}	3.70±0.21 ^d

¹⁾ Mean ± SD

^{a-d} The same superscript letters in each column are not significantly different(p<0.05)

점수를 보였다. 전반적인 선호도는 1%, 3%, 대조군 및 5% 순으로 열매 1% 첨가 쿠키가 가장 높은 결과를 나타내어 유의적인 차이($P<0.05$)가 있었다.

손바닥 선인장 줄기 분말을 첨가한 쿠키의 색은 줄기 3% 첨가 쿠키가 7.10점으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로는 1%가 5.40점, 5%가 3.70점으로 나타난 반면, 대조군은 3.50점으로 가장 낮은 점수를 보였다. 줄기 분말을 첨가한 맛에 있어서도 3% 첨가군이 6.90점으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음 순으로는 1%에서 5.20점을 나타냈고, 5% 첨가군은 대조군보다 더 낮아 3.80점으로 가장 낮은 점수를 보였다. 풍미에 있어서는 3% 첨가 쿠키에서 7.10점으로 가장 높은 점수를 나타냈고, 그 다음으로는 1%가 5.20점으로 나타난 반면 5% 첨가군은 3.30점으로 가장 낮은 점수를 보였다. 조직감은 3% 첨가 쿠키가 7.10점으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로는 1%가 5.00점으로 나타난 반면, 5% 첨가군은 3.90점으로 가장 낮은 점수를 보였다. 전반적인 선호도는 3%, 1%, 대조군 및 5% 순으로 줄기 3% 첨가 쿠키가 가장 높은 결과를 나타내어 유의적인 차이($P<0.05$)가 있었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 손바닥 선인장(*Opuntia humifusa*)의 부위별 성분특성, 항산화성 그리고 기능성 식품으로의 이용 가능성을 검토하고자 원료분석, 수용성 추출물 분석 및 분말첨가 쿠키의 물성검사와 관능평가를 실시하고 얻어진 결과를 다음과 같이 요약하였다.

1. 손바닥 선인장의 주성분은 가용성 무질소물이었으며, 수분은 열매가 11.26%로 가장 높았고, 조지방은 씨가 7.38%, 조단백질은 열매가 8.79%, 조회분은 줄기가 15.39%, 조섬유는 씨가 48.75%로 가장 높게 나타났다.
2. 손바닥 선인장의 수용성 추출물 중 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과, 열매에서 3.14 g으로 가장 높은 함량을 보였으며 줄기는 2.93 g, 씨는 2.11 g으로 나타났다.
3. 손바닥 선인장을 동결건조한 후 80°C에서 물추출하여 감압 농축한 시료를 이용하여 4주간 저장하면서 대두유 산화에 미치는 영향을 파악하고자 과산화물가의 변화를 측정한 결과 저장초기에는 대조

군과 비슷한 경향을 보였으나 저장 4 주 후에는 씨가 43.33 meq/kg 으로 항산화효과가 가장 높았으며, 열매는 48.83 meq/kg, 아스코르브산은 57.05 meq/kg, BHT는 68.60 meq/kg, 줄기는 72.45 meq/kg의 순으로 나타나 씨와 열매에서 월등히 낮은 과산화물가를 나타냈다.

4. 리놀레산을 기질로 하여 손바닥 선인장의 수용성 추출물과 비교군으로 BHT를 동일한 농도로 첨가하여 상대적인 산화억제정도를 TBA(%)로 산출하여 비교한 결과, 비교군인 BHT는 63.55%로 가장 우수한 결과를 보였고 줄기 60.67%, 열매 57.31%, 씨 49.16%로 상당한 항산화 효과가 있는 것으로 나타났다.
5. 손바닥 선인장의 수용성 추출물의 항산화 활성도를 측정하여 전자공여능으로 나타낸 결과, 줄기 30.62%, 열매 25.89%, 씨 25.65%의 순으로 손바닥 선인장 줄기에서 가장 높게 나타났다. 한편, 폴리페놀 함량이 열매에서 줄기보다 다소 높게 나타났으나, 전자공여능에서는 줄기에서 항산화활성이 더 강하게 나타난 것으로 보아 줄기에는 폴리페놀 이외에도 다른 항산화성분들이 함유되어 있을 것으로 생각된다.
6. 손바닥 선인장 분말을 0, 1, 3 및 5% 첨가하여 제조한 기능성 쿠키의 품질 특성을 조사한 결과, 퍼짐성은 열매와 줄기 모두 분말 첨가량이 증가할수록 대조군에 비하여 유의적으로 낮아지는 경향을 보였고, 쿠키의 수분함량은 손바닥 선인장 분말 첨가량이 증가될수록 유의적으로 증가하였다. 색도는 손바닥 선인장 열매 분말 첨가량이 증가할수록 L값(명도), b값(황색도)은 감소하고 a값(적색도)은 유의적으로 증가하여 쿠키의 색이 어둡고 진해지는 것을 나타내었다. 줄기의 경우 L값(명도), a값(적색도)은 유의적인 차이를 보이지 않았고 b값(황색도)은 첨가량이 많아질수록 대조군보다 낮아지는 경향을 보였다. 쿠키의 조직감은 열매와 줄기 첨가량이 많을수록 반죽 내 수분함량이 증가해 경도는 낮게 나타났고, 쿠키의 점착성은 대조군보다 모두 높게 나타났으며, 응집성은 대조군이 가장 높게 나타났지만 전체적으로 열매와 줄기를 첨가했을 경우 유의적인 차이가 없었다. 탄력성은 대조군이 가장 높게 나타났고, 파쇄성은 대조군보다 열매와 줄기 첨가량이

많을수록 높게 나타났다.

7. 관능검사 결과, 색은 손바닥 선인장 열매 분말 1% 첨가군과 줄기 3% 첨가군이 유의적으로 높은 선호도를 나타내었으며, 열매와 줄기 5% 첨가군의 경우, 선호도가 가장 낮았다. 맛은 손바닥 선인장 열매 1% 첨가군과 줄기 3% 첨가군에 대한 선호도가 가장 높았고, 쿠키의 조직감을 평가한 결과 손바닥 선인장 열매 분말의 첨가량이 많을수록 선호도가 오히려 낮아지는 경향을 보였고, 줄기 분말의 경우 선호도가 높아지다가 5% 첨가군에서는 가장 낮은 선호도를 나타내었다. 전체적인 선호도에 있어서는 손바닥 선인장 열매 1% 첨가군과 줄기 3% 첨가군에서 유의적으로 높은 선호도를 나타내었다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때 손바닥 선인장의 항산화 및 기능성 성분의 부위별 차이점은 씨에서 TBA가 및 Peroxide value, 줄기는 EDA, 열매에는 폴리페놀 함량이 각각 우수하였으며, 선인장 분말을 첨가한 기능성 쿠키를 만들 경우 손바닥 선인장의 양은 열매 1%와 줄기 3%를 첨가하는 것이 가장 좋은 결과로 나타났다.

참고문헌

- 上海科學技術出版社 小學官(1985). 中藥大辭典. 東京, pp. 2731
- AACC. 1983. Approved methods of the AACC. 8th ed. Method 10-15. American Assoc. Cereal Chemists. St. Paul, MN. U.S.A.
- AACC. 2000. Approved methods of the AACC. 10th ed. Method 10-50D. American Assoc. Cereal Chemists. St. Paul, MN. U.S.A.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, U.S.A. pp. 994
- Aren JH. 1991. Dietary energy on using sugar alcohol as replacement for sugars. Proc Nutr Soc 50:383-390
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181:1199-1200
- Choi JW, Lee CK, Moon YI, Park HJ, Han YN. 2002. Biological activities of the extracts from fruit and stem of prickly pear(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) III- Effects on subacute alcoholic hyperlipidemia in rats. Korean J Pharmacogn 33(3):238-244
- 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
- Kim HY, Lee IS, Kang JY, Kim GY. 2002a. Quality characteristics of cookies with various levels of functional rice flour. Korean J Food Sci Technol 34(4):642-646
- Kim HY, Jeong SJ, Heo MY, Kim KS. 2002b. Quality characteristics of cookies prepared with varied levels of shredded garlics. Korean J Food Sci Technol 34(4):637-641
- Kim JH, Park, JH, Park, SD, Choi SY, Seong JH, Moon KD. 2002. Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower(*Carthamus tinctorius* L.) seed. Korean J Food Sci Technol 34:617-624
- Kim TJ. 1996. A Pictorial Book of the Korean Flora. Publishing department of Seoul National University, Seoul, Korea. pp. 140-141
- Kweon OG, Son JC, Kim SC, Chung SK, Park SW. 1998. Antimicrobial and antioxidative activities from moutan cortex extract. Korean J Postharvest Sci Technol 5(3):281-285
- Lee HJ, Lee YW, Kim JH. 1998. A study on antiulcer effects of *Opuntia dillenii* Haw. on stomach ulcer induced by water-immersion stress in rats. J Fd Hyg Safety 13(1):53-61
- Lee JA, Park GS, Ahn SH. 2002. Comparison of physicochemical and sensory quality characteristics of cookies added with barleys and oatmeals. Korean J Soc Food Cookery Sci 18(2):238-246
- Lee KS, Kim MG, Lee KY. 2004. Antimicrobial effects of the extracts of cactus *Chounnyouncho*(*Opuntia humifusa*) against food borne pathogens. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(8):1268-1272
- Lee NH, Yoon JS, Lee BH, Choi BW, Park KH. 2000. Screening of the radical scavenging effects, tyrosinase inhibition and anti-allergic activities using *Opuntia ficus-indica*. Korean J Pharmacogn 31(4):412-415
- Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. 1997. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. Korean J Food Sci Technol 29(5):847-853
- Miller RA, Hoseney RC, Morris CF. 1997. Effect of formula water content on the spread of sugar-snap cookies. Cereal Chem 74(4):669-674
- Mitsuda H, Yasumoto K, Iwami K. 1966. Antioxidative action of indol compounds during the autoxidation of linoleic acid. Eiyo to Shokuryo 19:210
- Park BH, Cho HS, Park SY. 2005. A Study on the antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with *Lycii Fructus* powder. Korean J Food Cookery Sci 21(1):94-102
- Seo KI, Lee SW, Yang KH. 1999. Antimicrobial and antioxidative activities of *Corni Fructus* extracts.

- Korean J Postharvest Sci Technol 6(1):99-103
- Shin JE, Han MJ, Lee YC, Moon YI, Kim DH. 2002. Antidiabetic activity of *Opuntia ficus-indica* var. *sabotan* on *db/db* Mice. Korean J Pharmacogn 33(4):332-336
- Shin TK, Lee SJ, Kim SJ. 1998. Effect of *Opuntia ficus-indica* extract on the activation of immune cells with special reference to autoimmune disease models. Korean J Vet Pathol 2:31-35
- Sidwell CG, Salwin H, Benca M, Mitchell JrJH. 1954. The use of thiobarbituric acid as a measure of fat oxidation. J. Am Oil Chem Soc 31:603
- 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
-
- (2007년 5월 28일 접수, 2007년 6월 26일 채택)