

## 백년초열매 분말 첨가 컵케이크의 품질특성

김나영<sup>1</sup> · 조아라<sup>1</sup> · 정수지<sup>2</sup> · 김경희<sup>3</sup> · 이효정<sup>3</sup> · 이 슬<sup>3</sup> · 육홍선<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>중부대학교 식품영양학과

<sup>2</sup>단국대학교 식품영양학과

<sup>3</sup>충남대학교 식품영양학과

### Quality Characteristics of Cupcakes Added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Powder

Na-Young Kim<sup>1</sup>, A-Ra Cho<sup>1</sup>, Su-Ji Jung<sup>2</sup>, Kyoung-Hee Kim<sup>3</sup>,  
Hyo-Jeong Lee<sup>3</sup>, Seul Lee<sup>3</sup> and Hong-Sun Yook<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Nutrition, Joongbu University, Chungnam 312-702, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

#### Abstract

Antioxidative activity and functional properties of the powder obtained from ground *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* fruit were studied. Cupcakes containing 1, 3, and 5% (w/w) of *O. ficus-indica* var. *saboten* powders were prepared and evaluated for their sensory property, textural quality, and shelf-life. The antioxidative activity, measured by DPPH radical scavenging activity of *O. ficus-indica* var. *saboten* powder, increased as the concentrations of *O. ficus-indica* var. *saboten* powder increased. No coliform bacteria, yeasts, and molds were detected in either the *O. ficus-indica* var. *saboten* powder or in the cupcakes. However, total aerobic bacteria counts were 4.41 log CFU/g in the *O. ficus-indica* var. *saboten* powder and were a negligible level (<10<sup>2</sup> CFU/g) in the cupcakes. Moisture content of the cupcakes was not significantly different in all samples. Lightness (L) and yellowness (b) of cupcake color decreased as the concentration of *O. ficus-indica* var. *saboten* powder increased, whereas the redness (a) increased. Increasing the concentration of *O. ficus-indica* var. *saboten* powder, the mechanical characteristics of the cupcakes, such as hardness, gumminess, and chewiness, while decreasing cohesiveness and springiness. The sensory properties, such as color, flavor, taste, texture, and overall acceptability, of the cupcakes containing the 1% *O. ficus-indica* var. *saboten* powder were superior to the control sample. The results exhibited that the adding the *O. ficus-indica* var. *saboten* powder into the cupcakes increased antioxidant activity and showed no effect on shelf-life of the cupcakes. The highest quality improvement was obtained by incorporating the 1% (w/w) of *O. ficus-indica* var. *saboten* powder into the cupcake formula.

**Key words:** *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* fruit, cupcake, antioxidative activities, quality characteristics

#### 서 론

백년초(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*)는 일명 손바닥선인장이라 불리어지며 건조한 기후에서도 잘 자라는 열대성 식물로 멕시코가 원산지이다. 우리나라에서는 제주도에서 자생 또는 재배되고 있으며 예부터 식용 및 약용으로 이용되어 왔다. 백년초의 성분은 조단백질 4.24%, 조지방 1.35%, 조섬유 3.79%, 조회분 12.12%이고, 이 외에 betain이라는 붉은 천연 색소를 가지며 무기질, 비타민, 식이섬유 등이 풍부한 식물로 알려져 있다(1). 특히 폴리페놀 3~5%, 플라보노이드 1~1.5%를 함유하고 있어 체내에서는 산화환

원 반응의 기질로 작용하여 생리기능을 나타내며(1) 고혈압, 암, 노화를 억제하는데 효과가 있음이 밝혀졌다(2). 또한 퇴행성 관절염과 두통, 불면증, 당뇨병, 부종, 고지혈증에 효과가 있으며(2) 최근의 연구에서는 혈당 강하 효과(3,4), 항균 및 항산화 효과(5-8), 항염증 효과(9), 알코올성 고지혈증 개선 효과(10) 등이 있는 것으로 보고되었다. 이처럼 백년초는 영양소 및 기능성 성분을 다른 식품에 비해 다량 함유하고 있어 기능성 식품 소재로서 충분히 활용할만한 가치가 있으며 최근 백년초의 약리 효과들이 밝혀짐으로써 앞으로 이를 이용한 기능성 식품의 개발이 활발해질 것으로 전망된다(1).

한편 국민소득의 증가와 식생활 패턴의 서구화에 의해 빵

\*Corresponding author. E-mail: yhsuny@cnu.ac.kr  
Phone: 82-42-821-6840, Fax: 82-42-821-8887

을 주식으로 하는 인구가 늘어나 제과, 제빵의 소비가 상당한 규모로 증가되고 있는 가운데(11) 제과, 제빵 업계에서도 기능성 식품 소재들을 부재료로 활용한 건강지향적인 제품의 수요가 증가하고 있는 추세이며 이러한 요구에 맞추어 각종 기능성 제품이 개발 출시되고 있다(12). 빵 중에서도 컵케이크는 달걀의 기포성을 이용한 케이크로 거품 낸 달걀이 공기를 포함하고 이 기포가 가열에 의해 팽창하여 컵 형태로 부푸는 대표적인 거품형 케이크로서 먹기 간편하고 다른 식품재료를 부재료로 첨가해 제품을 제조하기 쉬운 특성이 있어 유용한 성분을 공급하고자 하는 연구가 많이 진행되어 왔다. 그러나 컵케이크에 백년초를 이용한 연구는 거의 이루어져 있지 않으므로, 식이섬유, 무기질, 비타민 등이 많이 함유되어 있어 우수한 기능성을 가지는 백년초를 대중적으로 소비되는 컵케이크의 부재료로 이용한다면 건강에 유익할 뿐만 아니라 컵케이크의 노화방지 및 저장성에도 효과적일 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 백년초 분말의 첨가량에 대한 항산화성을 확인하고 기능성 식품 소재로서의 이용가능성을 알아보고자 하였으며, 백년초 분말의 첨가가 컵케이크의 품질특성과 관능적 기호도, 저장성에 어떠한 영향을 주는지를 확인하고 가장 바람직한 백년초 열매 분말 첨가수준을 조사하여 제품화의 최적조건을 찾아보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

백년초 분말은 제주도산 동결건조분말을 농장(제주 선인장 마을)에서 직접 구입하여 사용하였다. 컵케이크 원료로는 밀가루(곰포밀가루, 대한제분), 달걀(경기도 운천 흥운농장), 설탕(백설설탕, 백설), 옥수수기름(동원식용유폴드, 동원F&B), 소금(꽃소금, 신태양물산)을 사용하였다.

### 백년초 분말 시료의 제조

컵케이크 제조시의 첨가량과 같은 농도로 만들기 위해 백년초 분말을 증류수에 용해하여 1, 3, 5%(w/v)로 제조한 뒤 기능성 평가 시료로 사용하였다.

### 컵케이크의 제조

컵케이크는 Kim과 Lee의 연구(13)에 수록되어 있는 재료 배합비를 일부 수정하여 공립법으로 제조하였으며 재료의 배합비는 Table 1과 같다.

볼에 달걀을 넣어 충분히 저어준 후 설탕과 소금을 넣고 섞은 다음 중탕하여 달걀의 온도를 45°C로 하였다. 전기믹서(B20-F, Mixer, 宇宙産業, China)의 믹싱볼에 중탕시킨 달걀, 설탕과 소금을 넣고 3단으로 16분간 저었다. 미리 100 mesh 체에 내린 밀가루와 기름에 녹여놓은 1, 3, 5%의 백년초 분말을 각각 넣고 나무주걱으로 140회 균일하게 섞어 반죽을 완성하였다. 혼합한 반죽을 베이킹 컵(지름 5 cm)에

Table 1. Formula for cupcakes containing *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder (unit: g)

| Ingredients  | Ratio (%) <sup>1)</sup> | Treatments (%) <sup>2)</sup> |     |     |     |
|--|-------------------------|------------------------------|-----|-----|-----|
|  |                         | 0                            | 1   | 3   | 5   |
| Flour  | 100                     | 600                          | 594 | 588 | 570 |
| Fresh egg  | 150                     | 900                          | 900 | 900 | 900 |
| Sugar  | 120                     | 720                          | 720 | 720 | 720 |
| Corn oil   | 20                      | 120                          | 120 | 120 | 120 |
| Salt   | 1                       | 6                            | 6   | 6   | 6   |
| <i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder | 0~5                     | 0                            | 6   | 12  | 30  |

<sup>1)</sup>Baker's percentage.

<sup>2)</sup>*Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder per flour.

각각 담아 오븐에 180°C에서 8분간 구워 냈다. 구워진 케이크는 실온에서 30분간 식힌 후 폴리에틸렌 팩에 밀봉하여 실온(23°C)에서 15일 동안 저장하면서 0, 5, 10, 15일에 분석을 실시하였다.

### 전자공여능(electron donating ability) 측정

백년초 분말의 전자공여능은 Byun 등(14)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 1 mL에 methanol에 녹인 0.2 mM 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl(DPPH) 2 mL을 넣고 교반한 후 30분 동안 실온에 정지한 다음 반응용액을 분광광도계(Shimadzu UV-1601PC, Osaka, Japan)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 다음과 같은 계산식에 의해 환산되었다.

$$\text{전자공여능 (\%)} = \left[ 1 - \left( \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}} \right) \right] \times 100$$

### 미생물 분석

백년초 분말 자체의 미생물 분석은 백년초 분말을 1% 농도로 만들어 시험액으로 사용하였고, 컵케이크의 미생물 분석은 내부와 외부를 골고루 3 g 칭량한 뒤 멸균식염수(0.85% NaCl) 27 mL를 가한 다음 stomacher lab blender(model 400, Tekmar Co., USA)에서 2분간 균질화한 후 시험에 사용하였다. 일반 호기성 세균은 APHA 표준방법(15)에 따라 plate count agar(Difco Labs., Detroit, MI, USA)를 사용했고, 대장균군은 EMB agar(Difco)를 사용하여 37°C에서 48 시간 배양하였고, 효모 및 곰팡이는 PDA agar(Difco)를 사용하여 23°C에서 3~5일 배양하여 생성된 콜로니의 수를 육안으로 계수하여 시료 1 g당 colony forming unit(CFU)로 나타내었다. 검출을 위한 최소 한계치는 10<sup>2</sup> CFU/g이었다.

### 백년초 분말의 항균효과 측정

백년초 분말의 항균효과는 paper disc를 이용한 agar diffusion법을 이용하여 측정하였다. 생육 저해환 측정을 위해 멸균한 각각의 생육배지를 petri dish에 15 mL씩 분주하여 응고시킨 후 균 배양액 0.1 mL를 접종한 후 고르게 퍼지도록 하였으며, 항균시험용으로 사용된 균주는 주요 식중독 세균인 *Salmonella* Typhimurium(KCTC 1925), *Escherichia coli*

(KCTC 1682), *Listeria ivanovii*(KCTC 3444), *Staphylococcus aureus*(KCTC 1916)를 nutrient broth(Difco)와 tryptic soy broth(Difco) 배지에 배양하여 사용하였다. 멸균된 paper disc를 평판배지 표면에 밀착시킨 후 증류수에 1, 3, 5%의 농도로 녹여 filtering한 백년초 분말용액을 50 µL씩 첨가한 후 각 균주의 배양온도에서 배양하여 paper disc 주변에 생성된 저해환(mm)의 직경을 나타냈으며 실험은 2회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

#### 수분함량 측정

컵케이크의 crust와 crumb를 골고루 1 g 취하여 잘게 부순 뒤 전자수분측정기(YTC-012, Sartorius Co. Ltd., Germany)로 3번 반복 측정하였다.

#### 색도 측정

컵케이크는 crust와 crumb로 나누어 2 cm 두께로 잘라 각각의 색도를 측정하였다. 헌터색도계(MODEL ND-300A, Nippon Denshoku, Japan)로 시료의 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)를 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었고, 초기 시료와의 색차인  $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$  를 구하였다.

#### 텍스처 측정

컵케이크의 양쪽 끝을 1 cm씩 잘라내 제거한 다음, crumb 가운데 부위를 1×1×1 cm의 정사각형으로 잘라서 시료로 사용하였고 Texture Analyser(TA-XT2/25, Stable Micro System Co. Ltd., Surrey, England)로 측정하였다. P/25(직경 25 mm) plunger를 이용하여 5 kg의 힘으로 시료의 70% 까지 2번 누르도록 하여 springiness, cohesiveness, chewiness, gumminess, hardness를 4회 반복 측정하였다.

#### 관능검사

식품영양학과 대학원생 중 10명을 훈련된 관능검사 요원으로 선발하여 난수를 써놓은 컵케이크를 무작위로 배열하고 나눠준 뒤 color(색상), flavor(향), taste(맛), texture(조직감), overall acceptability(전체적인 기호도)에 대하여 5점 척도 방법(5: 매우 좋다, 4: 좋다, 3: 보통이다, 2: 좋지 않다, 1: 매우 좋지 않다)으로 평가하도록 하였다. 이 때 컵케이크는 3×3×3 cm 크기로 일정하게 잘라서 제공하였다.

#### 통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복 실시하였으며, 얻어진 결과들은 SPSS software에서 프로그램된 general linear model procedure, least square 평균값을 Duncan의 다중 검정법으로 p<0.05 수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

#### 백년초 분말의 전자공여능

백년초 분말의 농도별 항산화성을 알기 위해 전자공여능

을 측정 결과는 Table 2와 같다. 백년초 분말 농도 1%에서도 86.98%의 전자공여능을 나타냈으며 이러한 전자공여능은 백년초 분말의 농도가 증가함에 따라 증가하였다. Seo 등(16)은 연구에서 본 실험 결과와 비슷하게 0.1%, 1 mL의 백년초 물추출물의 전자공여능이 약 80%를 보였다고 보고하였고 백년초 분말은 1%의 농도에서도 높은 항산화효과를 나타내므로 백년초 분말을 컵케이크에 첨가하였을 때 항산화효과를 기대할 수 있을 것으로 사료되었다. Hyung 등(17)은 백년초에서 항산화성을 나타내는 성분을 백년초의 줄기 및 열매에서 분리한 flavonoids인 quercetin, (+)-dihydroquercetin, quercetin 3-methyl ether라고 하였고 전자공여능 측정결과 quercetin이 가장 높은 항산화활성을 나타내었다고 보고하였다.

#### 미생물 및 항균성 실험 결과

백년초 분말을 첨가한 컵케이크에서의 미생물 분석 결과 효모와 곰팡이, 대장균군은 검출되지 않았고 호기성 일반세균만 검출되었다. 백년초 분말 자체의 호기성 일반세균수는 4.41 log CFU/g이었고, 저장기간 동안 컵케이크의 호기성 일반세균은 0, 5일째에는 검출되지 않았고 저장 10일 및 15일째에 검출되었는데 백년초 분말 첨가량에 따라서는 유의적인 차이가 없었고 전 처리구에서 검출한계( $10^2$  CFU/g) 이하로 나타났다. 이는 미생물 발생 가능성이 있던 백년초 분말을 케이크 제조 시 첨가하여 가열함으로써 살균되어 저장기간 동안 균이 발생하지 않다가 저장 10일 이후에 발생된 것으로 여겨진다.

본 연구에서 물에 녹인 백년초 분말을 가지고 4가지 주요 식중독균인 *Salmonella* Typhimurium, *Escherichia coli*, *Listeria ivanovii*, *Staphylococcus aureus* 균주에 대해 항균활성 실험을 한 결과 4가지 균주 모두에서 항균활성이 나타나지 않았다. Kim 등(7)은 *Salmonella* spp.와 *Escherichia coli* O-157에 대하여 백년초의 항균력을 측정하였을 때 항균활성이 강하게 나타났다고 보고하였으며, Chung(18)은 연구에서 백년초의 에탄올 추출물이 *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*에 대하여 강한 항균력을 나타내었고 물 추출물에서는 항균력을 보이지 않았으며 이러한 백년초 추출물의 열안정성은 40~120°C범위라고 보고하였다. 물 추출물에서는 항균력을 보이지 않았다는 결과는 본 연구에서의 백년초분말 항균력 실험결과와 일치하며, 컵케이크의 제조 온도가 180°C이므로 백년초 분말

Table 2. Electron donating ability of the *Opuntia ficus-indica* var. *sabolen* powder (%)

| Conc. (%)         | Electron donating ability |
|-------------------|---------------------------|
| 1                 | 86.98                     |
| 3                 | 88.71                     |
| 5                 | 91.56                     |
| SEM <sup>1)</sup> | 3.07                      |

<sup>1)</sup>Standard errors of the means (n=3).

을 컵케이크에 첨가하였을 때 저장기간이 연장되지 않은 이유를 설명해준다. 이러한 결과에서 백년초 분말이 가지고 있는 항균활성은 컵케이크의 저장기간 연장에는 적용할 수 없으며, 컵케이크 제조 후 저장 10일 및 15일째에도 호기성 세균이 검출한계(10<sup>2</sup> CFU/g)이하로 나타난 것으로 볼 때 컵 케이크 자체의 제조온도만으로도 저장기간 동안의 안정성을 확보할 수 있을 것으로 사료되었다.

**수분함량 변화**

백년초 분말을 첨가한 컵케이크의 저장 중 수분함량의 변화는 Table 3과 같다. 대조구의 수분함량은 3.82%였으며, 백년초 분말을 첨가한 컵케이크의 수분함량은 3.85~4.28%로 첨가하지 않은 구보다는 높았으나 유의적인 차이는 없었다(p<0.05). 이는 백년초 첨가 국수(19) 및 백설기(20)의 연구결과와 유사하나 Cho(11)의 연구에서 백년초 분말 첨가량이 증가할수록 수분함량이 증가한다는 결과와는 차이를 나타내었다. 백년초 첨가구 및 무첨가구 모두 저장기간이 증가함에 따라서는 수분함량이 유의적으로 감소하였으며, Kim 등(21)도 연구에서 향신료 첨가 식빵의 저장기간이 길어질수록 수분이 감소하였다고 보고하였다.

**색도 변화**

백년초 분말을 첨가한 컵케이크의 저장 중 색도 변화는 Table 4, 5와 같다. Crust와 crumb에서 백년초 분말의 첨가량이 증가할수록 L값인 명도는 감소하여 어두워지는 경향이 었다. 적색도인 a값은 증가하였고 황색도인 b값은 감소하여 유의적인 차이를 나타내었는데 백년초 분말 색의 영향을 받은 것으로 사료되었다. 저장기간이 증가함에 따라 crust는 L값이 증가하고 a값이 유의적으로 감소하였으며 b값은 감소는 하였으나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 백년초 분말 첨가량이 5%일 때에는 저장기간이 증가할수록 L값이 감소하고 a값이 증가하는 결과를 보였다. 이는 백년초 분말 색의 영향을 많이 받은 컵케이크가 저장하는 동안 색소가 다소 감소된 것으로 사료되었다.

Crumb는 저장기간이 증가함에 따라 L, a값이 5일까지는 증가하고 그 이후에 유의적인 감소를 보였고 b값은 유의적인 차이는 없었다. 이 결과는 Jeon과 Park(2)의 연구에서 백년초 분말의 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하고 a값과 b값은 증가하는 경향이었다고 한 결과와 비슷하였다. 이와 같이 백년초 분말의 첨가량이 증가할수록 명도와 황색도는 감소하고, 적색도는 증가하여 컵케이크의 색이 영향을 받는

**Table 3. Moisture content of cupcakes added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder during storage at 23°C (%)**

|                  | Storage period (day) | <i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder concentration (%) |                    |                    |                    |                   |
|------------------|----------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                  |                      | 0  | 1                  | 3                  | 5                  | SEM <sup>2)</sup> |
| Moisture content | 0                    | 3.82 <sup>ay1)</sup>   | 3.91 <sup>ay</sup> | 3.85 <sup>ay</sup> | 4.28 <sup>ay</sup> | 0.21              |
|                  | 5                    | 3.22 <sup>bz</sup>   | 3.80 <sup>ay</sup> | 3.24 <sup>bz</sup> | 3.21 <sup>bz</sup> | 0.19              |
|                  | 10                   | 3.06 <sup>by</sup>   | 3.29 <sup>by</sup> | 3.15 <sup>by</sup> | 3.20 <sup>by</sup> | 0.21              |
|                  | 15                   | 2.02 <sup>cz</sup>   | 2.74 <sup>cy</sup> | 2.09 <sup>cz</sup> | 2.81 <sup>by</sup> | 0.16              |
|                  | SEM <sup>2)</sup>    | 0.24   | 0.17               | 0.10               | 0.22               |                   |

<sup>1)</sup>Values with different letters within a column (a~c) and a row (y, z) differ significantly (p<0.05).

<sup>2)</sup>Standard error of the means (n=12).

**Table 4. Changes of Hunter color values for the inner part of cupcakes added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder during storage at 23°C**

|    | Storage period (day) | <i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder concentration (%) |                     |                     |                     |                   |
|----|----------------------|--|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
|    |                      | 0  | 1                   | 3                   | 5                   | SEM <sup>2)</sup> |
| L* | 0                    | 88.48 <sup>(dw1)</sup>   | 81.20 <sup>dx</sup> | 72.01 <sup>dy</sup> | 63.52 <sup>az</sup> | 0.03              |
|    | 5                    | 90.28 <sup>bw</sup>  | 86.94 <sup>ax</sup> | 73.24 <sup>cy</sup> | 61.19 <sup>bz</sup> | 0.04              |
|    | 10                   | 91.24 <sup>aw</sup>  | 85.94 <sup>bx</sup> | 75.33 <sup>ay</sup> | 60.67 <sup>cz</sup> | 0.06              |
|    | 15                   | 89.96 <sup>cw</sup>  | 85.08 <sup>cx</sup> | 75.16 <sup>by</sup> | 60.48 <sup>dz</sup> | 0.03              |
|    | SEM <sup>2)</sup>    | 0.01   | 0.04                | 0.01                | 0.07                |                   |
| a* | 0                    | -1.37 <sup>cz</sup>  | -0.33 <sup>cy</sup> | 11.26 <sup>dx</sup> | 21.48 <sup>cw</sup> | 0.08              |
|    | 5                    | -0.66 <sup>bz</sup>  | 1.07 <sup>ay</sup>  | 12.86 <sup>bx</sup> | 24.18 <sup>aw</sup> | 0.08              |
|    | 10                   | -0.79 <sup>dz</sup>  | -0.35 <sup>cy</sup> | 12.61 <sup>cx</sup> | 23.58 <sup>bw</sup> | 0.14              |
|    | 15                   | -0.21 <sup>az</sup>  | 0.36 <sup>by</sup>  | 13.33 <sup>ax</sup> | 24.22 <sup>aw</sup> | 0.10              |
|    | SEM <sup>2)</sup>    | 0.08   | 0.08                | 0.09                | 0.15                |                   |
| b* | 0                    | 24.66 <sup>cw</sup>  | 22.88 <sup>dy</sup> | 23.06 <sup>bx</sup> | 21.00 <sup>az</sup> | 0.01              |
|    | 5                    | 25.47 <sup>aw</sup>  | 25.25 <sup>ax</sup> | 23.01 <sup>cy</sup> | 17.38 <sup>bz</sup> | 0.02              |
|    | 10                   | 24.93 <sup>bw</sup>  | 24.19 <sup>cx</sup> | 22.36 <sup>dy</sup> | 15.83 <sup>cz</sup> | 0.03              |
|    | 15                   | 24.92 <sup>bw</sup>  | 24.81 <sup>bw</sup> | 23.60 <sup>ax</sup> | 16.36 <sup>cy</sup> | 0.18              |
|    | SEM <sup>2)</sup>    | 0.04   | 0.02                | 0.02                | 0.18                |                   |

<sup>1)</sup>Values with different letters within a column (a~d) and a row (w~z) differ significantly (p<0.05).

<sup>2)</sup>Standard error of the means (n=12).

**Table 5. Changes of Hunter color values for the surface of cupcakes added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder during storage at 23°C**

|    | Storage period<br>(day) | <i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder concentration (%) |                     |                     |                     |                   |
|----|-------------------------|--|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
|    |                         | 0  | 1                   | 3                   | 5                   | SEM <sup>2)</sup> |
| L* | 0                       | 70.18 <sup>dw1)</sup>  | 69.99 <sup>dx</sup> | 63.07 <sup>by</sup> | 55.59 <sup>az</sup> | 0.07              |
|    | 5                       | 71.52 <sup>cx</sup>  | 72.37 <sup>cw</sup> | 61.26 <sup>cy</sup> | 48.69 <sup>bz</sup> | 0.03              |
|    | 10                      | 75.81 <sup>aw</sup>  | 75.10 <sup>ax</sup> | 66.32 <sup>ay</sup> | 47.97 <sup>cz</sup> | 0.06              |
|    | 15                      | 73.92 <sup>bx</sup>  | 74.22 <sup>bw</sup> | 66.28 <sup>ay</sup> | 47.88 <sup>cz</sup> | 0.05              |
|    | SEM <sup>2)</sup>       | 0.06   | 0.06                | 0.05                | 0.06                |                   |
| a* | 0                       | 20.09 <sup>az</sup>  | 24.92 <sup>ay</sup> | 26.77 <sup>ax</sup> | 39.48 <sup>cw</sup> | 0.03              |
|    | 5                       | 17.81 <sup>cz</sup>  | 21.16 <sup>by</sup> | 26.30 <sup>bx</sup> | 44.80 <sup>bw</sup> | 0.03              |
|    | 10                      | 15.63 <sup>dz</sup>  | 18.82 <sup>dy</sup> | 23.83 <sup>cx</sup> | 46.01 <sup>aw</sup> | 0.02              |
|    | 15                      | 18.17 <sup>bz</sup>  | 19.43 <sup>cy</sup> | 23.21 <sup>dx</sup> | 45.77 <sup>aw</sup> | 0.01              |
|    | SEM <sup>2)</sup>       | 0.02   | 0.02                | 0.02                | 0.12                |                   |
| b* | 0                       | 32.23 <sup>aw</sup>  | 30.30 <sup>cx</sup> | 27.83 <sup>ay</sup> | 20.73 <sup>az</sup> | 0.01              |
|    | 5                       | 30.24 <sup>dw</sup>  | 29.12 <sup>dx</sup> | 25.89 <sup>by</sup> | 17.31 <sup>bz</sup> | 0.01              |
|    | 10                      | 30.82 <sup>bw</sup>  | 30.49 <sup>bx</sup> | 25.78 <sup>dy</sup> | 17.03 <sup>cz</sup> | 0.02              |
|    | 15                      | 30.53 <sup>cx</sup>  | 30.93 <sup>aw</sup> | 25.84 <sup>cy</sup> | 17.33 <sup>bz</sup> | 0.08              |
|    | SEM <sup>2)</sup>       | 0.02   | 0.01                | 0.01                | 0.08                |                   |

<sup>1)</sup>Values with different letters within a column (a~d) and a row (w~z) differ significantly (p<0.05).

<sup>2)</sup>Standard error of the means (n=12).

것을 알 수 있었다. Shin과 Lee(1)의 연구에서는 백년초 분말 혼합으로 식빵의 색이 전통적인 미황색에서 분홍색으로 되기 때문에 독특한 감이 있어 소비자들에게 호감을 줄 것으로 기대된다고 하였는데 본 연구에서도 첨가구가 비첨가구에 비해 관능면에서 호감을 줄 것으로 기대되고 천연색소로 이용(19)을 확대할 수 있을 것으로 사료되었다.

#### 물성 변화

백년초 분말을 첨가한 컵케이크의 저장 중 물성 변화는 Table 6과 같다. 컵케이크의 견고성(hardness)은 백년초 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적인 증가를 보였는데 특히 1%일 때 가장 높았다. 3%일 때는 경도가 낮아졌다가 다시 5%일 때 증가하였다. 저장기간이 증가함에 따라서도 경

**Table 6. Texture parameters of cupcakes added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder during storage at 23°C**

|              | Storage period<br>(day) | <i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder concentration (%) |                        |                       |                        |                   |
|--------------|-------------------------|--|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
|              |                         | 0  | 1                      | 3                     | 5                      | SEM <sup>2)</sup> |
| Hardness     | 0                       | 1422.03 <sup>bw1)</sup>  | 1517.85 <sup>cw</sup>  | 1559.53 <sup>bw</sup> | 1584.35 <sup>bw</sup>  | 212.56            |
|              | 5                       | 1879.93 <sup>bw</sup>  | 1936.85 <sup>bw</sup>  | 1506.28 <sup>by</sup> | 1721.68 <sup>bw</sup>  | 182.53            |
|              | 10                      | 1365.18 <sup>bx</sup>  | 1817.85 <sup>bcw</sup> | 1484.85 <sup>bx</sup> | 1787.40 <sup>bw</sup>  | 90.13             |
|              | 15                      | 3751.88 <sup>aw</sup>  | 2579.08 <sup>ax</sup>  | 2457.65 <sup>ax</sup> | 2800.90 <sup>ax</sup>  | 251.05            |
|              | SEM <sup>2)</sup>       | 293.80   | 175.98                 | 149.19                | 100.50                 |                   |
| Springiness  | 0                       | 0.8565 <sup>aw</sup>   | 0.8487 <sup>aw</sup>   | 0.8593 <sup>aw</sup>  | 0.8763 <sup>aw</sup>   | 0.15              |
|              | 5                       | 0.8505 <sup>abw</sup>  | 0.8580 <sup>aw</sup>   | 0.8487 <sup>aw</sup>  | 0.8455 <sup>aw</sup>   | 0.01              |
|              | 10                      | 0.8073 <sup>bw</sup>   | 0.8463 <sup>aw</sup>   | 0.8443 <sup>aw</sup>  | 0.8048 <sup>bw</sup>   | 0.02              |
|              | 15                      | 0.6528 <sup>cy</sup>   | 0.8033 <sup>bw</sup>   | 0.7457 <sup>bx</sup>  | 0.7578 <sup>cx</sup>   | 0.01              |
|              | SEM <sup>2)</sup>       | 0.02   | 0.01                   | 0.01                  | 0.02                   |                   |
| Cohesiveness | 0                       | 0.6213 <sup>aw</sup>   | 0.6185 <sup>aw</sup>   | 0.6198 <sup>aw</sup>  | 0.5945 <sup>ax</sup>   | 0.01              |
|              | 5                       | 0.5415 <sup>cx</sup>   | 0.5880 <sup>bw</sup>   | 0.5368 <sup>bx</sup>  | 0.5560 <sup>bx</sup>   | 0.01              |
|              | 10                      | 0.5735 <sup>bw</sup>   | 0.5665 <sup>bw</sup>   | 0.5433 <sup>bx</sup>  | 0.5300 <sup>cx</sup>   | 0.01              |
|              | 15                      | 0.3755 <sup>dx</sup>   | 0.4908 <sup>cw</sup>   | 0.3965 <sup>cx</sup>  | 0.3888 <sup>dx</sup>   | 0.01              |
|              | SEM <sup>2)</sup>       | 0.01   | 0.01                   | 0.01                  | 0.01                   |                   |
| Gumminess    | 0                       | 938.12 <sup>bx</sup>   | 1253.15 <sup>cw</sup>  | 492.46 <sup>by</sup>  | 776.32 <sup>cx</sup>   | 100.37            |
|              | 5                       | 1016.67 <sup>bx</sup>  | 1741.56 <sup>bw</sup>  | 735.87 <sup>ay</sup>  | 1193.17 <sup>ax</sup>  | 102.90            |
|              | 10                      | 1217.85 <sup>abx</sup>   | 1914.66 <sup>aw</sup>  | 740.94 <sup>az</sup>  | 1031.50 <sup>by</sup>  | 25.09             |
|              | 15                      | 1414.60 <sup>ax</sup>  | 2019.29 <sup>aw</sup>  | 749.26 <sup>az</sup>  | 1091.56 <sup>aby</sup> | 125.82            |
|              | SEM <sup>2)</sup>       | 149.59   | 76.03                  | 76.51                 | 55.77                  |                   |
| Chewiness    | 0                       | 797.58 <sup>ax</sup>   | 1065.70 <sup>cw</sup>  | 422.16 <sup>cy</sup>  | 680.81 <sup>bx</sup>   | 101.81            |
|              | 5                       | 864.45 <sup>ax</sup>   | 1493.09 <sup>bw</sup>  | 624.46 <sup>by</sup>  | 1009.09 <sup>ax</sup>  | 86.33             |
|              | 10                      | 628.99 <sup>ay</sup>   | 1435.41 <sup>abw</sup> | 619.39 <sup>bz</sup>  | 978.67 <sup>ax</sup>   | 36.89             |
|              | 15                      | 951.52 <sup>ax</sup>   | 1622.17 <sup>aw</sup>  | 728.63 <sup>ay</sup>  | 1059.08 <sup>ax</sup>  | 60.48             |
|              | SEM <sup>2)</sup>       | 113.06   | 70.54                  | 46.25                 | 54.23                  |                   |

<sup>1)</sup>Values with different letters within a column (a~d) and a row (w~z) differ significantly (p<0.05).

<sup>2)</sup>Standard error of the means (n=16).

도가 유의적인 증가를 보였는데 15일에는 대조구에 비해 첨가구가 경도가 낮았다. 이는 백년초 분말에 들어있는 당성분이 수분과 결합해 컵케이크의 조직을 축축하게 함으로써 저장 동안 경도를 낮춘 것으로 생각되었다(2). 탄력성(springiness)은 백년초 분말의 첨가량에 따라서는 유의적인 차이는 보이지 않았으나 저장기간이 증가함에 따라 감소하였다. 응집성(cohesiveness)은 백년초 분말의 첨가에 따라서는 유의적인 차이가 없고 저장기간이 증가할수록 감소하였다. 검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)은 1%에서는 유의적인 증가를 보이다가 3%에서 급격하게 감소하고 다시 5%에서 증가하였으며, 저장기간이 지남에 따라서는 증가하였다. 즉 백년초의 첨가 및 저장기간의 증가에 따라 견고성, 검성, 씹힘성은 증가하였고 응집성, 탄력성은 감소하였다. 이는 Joung(20)이 백년초 분말을 첨가하여 백설기의 품질특성을 연구한 결과 응집성과 탄력성이 백년초 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향이었던 것과 일치하였고 백년초 분말 혼합으로 식빵의 경도, 검성, 씹힘성은 증가하는 경향을 나타낸 반면 탄력성은 떨어지는 경향을 나타내었다고 발표한 Shin과 Lee(1)의 연구 결과와도 일치하였다.

관능검사 결과

백년초 분말을 첨가한 컵케이크의 저장 중 관능검사 결과는 Table 7과 같다. 색, 향, 맛, 조직감, 전체적인 기호도에

대해 평가를 하였는데 먼저 색은 대조구보다 백년초 분말을 1% 첨가하였을 때 더 높은 선호도를 보였고 3, 5%는 대조구보다 낮은 선호도를 보였다. 컵케이크를 저장함에 따라서는 1% 첨가구에서 높은 선호도를 나타내다가 10일 및 15일째에는 대조구에서의 선호도가 높았다. 따라서 색의 기호도로 볼 때 백년초 분말의 첨가는 1%까지가 적당할 것으로 생각된다. 향은 대조구 및 1% 첨가구가 전반적으로 좋은 평가를 보였으나 저장기간이 지나면서는 3% 첨가구에서 더 높은 선호도를 보였고 5% 첨가구는 낮은 선호도를 나타내었다. 맛은 대조구 및 1% 첨가구가 높은 선호도를 나타내었고 3%와 5% 첨가구에서는 백년초 특유의 풋내와 산미가 느껴져 오히려 낮은 선호도를 나타내었다. 조직감은 저장초기에는 백년초 첨가량이 증가할수록 선호도가 증가하였으나 유의적인 차이는 없었고, 저장기간이 늘어남에 따라 1% 첨가구를 제외하고 첨가량이 증가할수록 낮은 선호도를 나타내 3% 이상의 백년초 첨가는 조직감에 좋지 않음을 알 수 있었다. 전체적인 기호도는 대조구와 1% 첨가구가 가장 높은 선호도를 나타냈는데 0일째에는 대조구에서, 저장 5일째에는 1% 첨가구가 높은 선호도를 보였다. 그리고 저장기간이 늘어남에 따라 모든 처리구에서 기호도가 감소하였다.

이상의 결과에서 대조구 및 1%의 백년초 분말 첨가구가 좋은 평가를 받았으며, 3% 이상의 백년초 분말 첨가는 오히

Table 7. Sensory acceptability of cupcakes added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder during storage at 23°C

|                       | Storage period (day) | <i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder concentration (%) |                     |                     |                    |                   |
|-----------------------|----------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
|                       |                      | 0  | 1                   | 3                   | 5                  | SEM <sup>2)</sup> |
| Color                 | 0                    | 3.8 <sup>ax1)</sup>  | 4.0 <sup>abx</sup>  | 3.5 <sup>ax</sup>   | 3.4 <sup>ax</sup>  | 0.51              |
|                       | 5                    | 3.6 <sup>ay</sup>  | 4.4 <sup>ax</sup>   | 2.7 <sup>az</sup>   | 2.5 <sup>bz</sup>  | 0.35              |
|                       | 10                   | 4.1 <sup>ax</sup>  | 3.6 <sup>bx</sup>   | 3.6 <sup>ax</sup>   | 2.5 <sup>by</sup>  | 0.30              |
|                       | 15                   | 3.7 <sup>ax</sup>  | 3.5 <sup>bx</sup>   | 3.4 <sup>ax</sup>   | 2.2 <sup>by</sup>  | 0.22              |
|                       | SEM <sup>2)</sup>    | 0.33   | 0.29                | 0.43                | 0.37               |                   |
| Flavor                | 0                    | 3.9 <sup>ax</sup>  | 3.7 <sup>bx</sup>   | 3.3 <sup>axy</sup>  | 2.5 <sup>ay</sup>  | 0.42              |
|                       | 5                    | 3.4 <sup>ay</sup>  | 4.4 <sup>ax</sup>   | 3.8 <sup>axy</sup>  | 2.6 <sup>az</sup>  | 0.322             |
|                       | 10                   | 3.4 <sup>axy</sup>   | 3.4 <sup>bexy</sup> | 4.1 <sup>ax</sup>   | 2.8 <sup>az</sup>  | 0.38              |
|                       | 15                   | 3.3 <sup>ax</sup>  | 3.1 <sup>cx</sup>   | 3.2 <sup>ax</sup>   | 2.7 <sup>ax</sup>  | 0.36              |
|                       | SEM <sup>2)</sup>    | 0.33   | 0.28                | 0.42                | 0.43               |                   |
| Taste                 | 0                    | 3.6 <sup>ax</sup>  | 3.6 <sup>ax</sup>   | 3.6 <sup>ax</sup>   | 2.5 <sup>ay</sup>  | 0.48              |
|                       | 5                    | 3.6 <sup>ax</sup>  | 3.9 <sup>ax</sup>   | 3.4 <sup>abx</sup>  | 2.2 <sup>ay</sup>  | 0.34              |
|                       | 10                   | 3.9 <sup>ax</sup>  | 3.8 <sup>ax</sup>   | 3.2 <sup>aby</sup>  | 2.3 <sup>az</sup>  | 0.28              |
|                       | 15                   | 3.6 <sup>ax</sup>  | 3.5 <sup>axy</sup>  | 2.9 <sup>by</sup>   | 2.1 <sup>az</sup>  | 0.31              |
|                       | SEM <sup>2)</sup>    | 0.35   | 0.31                | 0.29                | 0.36               |                   |
| Texture               | 0                    | 3.2 <sup>ax</sup>  | 3.1 <sup>ax</sup>   | 3.3 <sup>ax</sup>   | 3.8 <sup>ax</sup>  | 0.52              |
|                       | 5                    | 3.1 <sup>axy</sup>   | 3.5 <sup>ax</sup>   | 3.0 <sup>abxy</sup> | 2.7 <sup>by</sup>  | 0.35              |
|                       | 10                   | 3.3 <sup>ax</sup>  | 3.3 <sup>ax</sup>   | 2.8 <sup>abxy</sup> | 2.4 <sup>by</sup>  | 0.28              |
|                       | 15                   | 3.0 <sup>axy</sup>   | 3.2 <sup>ax</sup>   | 2.5 <sup>byz</sup>  | 2.1 <sup>bz</sup>  | 0.25              |
|                       | SEM <sup>2)</sup>    | 0.37   | 0.33                | 0.30                | 0.44               |                   |
| Overall acceptability | 0                    | 3.9 <sup>ax</sup>  | 3.8 <sup>abx</sup>  | 3.5 <sup>axy</sup>  | 2.8 <sup>ay</sup>  | 0.38              |
|                       | 5                    | 3.8 <sup>ax</sup>  | 4.2 <sup>ax</sup>   | 3.0 <sup>aby</sup>  | 2.5 <sup>aby</sup> | 0.28              |
|                       | 10                   | 3.7 <sup>ax</sup>  | 3.5 <sup>bx</sup>   | 2.8 <sup>by</sup>   | 2.1 <sup>bz</sup>  | 0.23              |
|                       | 15                   | 3.4 <sup>ax</sup>  | 3.4 <sup>by</sup>   | 2.5 <sup>by</sup>   | 2.1 <sup>by</sup>  | 0.26              |
|                       | SEM <sup>2)</sup>    | 0.31   | 0.32                | 0.29                | 0.26               |                   |

<sup>1)</sup>Values with different letters within a column (a~d) and a row (x~z) differ significantly (p<0.05).

<sup>2)</sup>Standard error of the means (n=40).

려 좋지 않은 평가를 나타내었다. 이는 Jeon과 Park(2)의 연구에서 백년초 분말을 첨가한 반죽형 케이크에 대한 관능검사 결과, 맛과 전체적인 기호도는 1% 첨가구가 가장 선호도가 높았고 향, 색은 3% 첨가구가 가장 선호도가 높았다고 발표한 것과 Shin과 Lee(1)의 백년초 분말을 2%로 첨가하였을 때 거의 모든 항목에서 대조군보다 선호도가 높았다는 연구결과와도 유사하였으며, 결론적으로 1%의 백년초 분말의 첨가가 색, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도 및 기능성면에서 볼 때 컵케이크의 품질향상을 위한 최적조건일 것으로 사료되었다.

## 요 약

본 연구에서는 백년초 분말의 1, 3, 5% 첨가가 항산화성 및 컵케이크의 품질과 관능적 기호도, 저장성에 어떠한 영향을 주는지 확인하여 제품화의 최적조건 및 기능성 식품 소재로서의 이용가능성을 조사하였다. 백년초 분말의 각 농도에 대한 전자공여능 실험결과 백년초 분말의 농도가 증가함에 따라 항산화 활성이 증가하였다. 백년초 분말과 백년초 분말을 첨가한 컵케이크에서의 미생물 분석 결과 효모, 곰팡이, 대장균군은 검출되지 않았고 일반세균은 백년초 분말에서 4.41 log CFU/g로 나타났고 컵케이크에서는 검출한계( $10^2$  CFU/g) 이하로 나타났다. 컵케이크의 수분함량은 백년초 분말을 첨가한 구가 첨가하지 않은 구보다 높았으나 유의적인 차이는 없었다( $p < 0.05$ ). 색도는 첨가량이 증가할수록 crust와 crumb에서 명도와 황색도가 감소하고 적색도는 증가하였다. 물성은 백년초의 첨가 및 저장기간의 증가에 따라 견고성(hardness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)이 증가하였고 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness)은 감소하였다. 관능검사 결과 대조군 및 1% 백년초 분말 첨가 컵케이크가 색, 향, 맛, 조직감, 전체적인 기호도면에서 높은 점수를 받았다. 이러한 결과로 볼 때 백년초 분말을 컵케이크에 첨가하였을 때 항산화효과를 기대할 수 있으나 저장성에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 사료되었고, 컵케이크의 품질 및 관능특성, 기능성을 고려할 때 1% 첨가구가 최적조건일 것으로 판단되었다.

## 문 헌

- Shin DH, Lee YW. 2005. Quality characteristics of bread added with prickly pear powder. *Korean J Food Nutr* 18: 341-348.
- 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.
- Shin JU, Joo MJ, Lee YC, Moon YI, Kim DH. 2002. Antidiabetic activity *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* on db/db mice. *J Korean Pharmacogn* 33: 332-336.
- Shin TK, Kim SJ, Moon CJ, Wie MB, Hyun BH. 1999. *Opuntia ficus-indica* ethanol extract ameliorates streptozotocin-induced hyperglycemia in rats. *Korean J Gerontol* 9: 78-83.
- Paik SK, Kim HY, Yang SD, Song CW, Shin TK, Han SS. 1999. The effects of *Opuntia ficus-indica* fruit powder in antioxidant parameters in senescence-accelerated mouse (SAM). *Korean J Gerontol* 9: 70-77.
- Chung HJ. 2000. Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. *J Korean Soc Food Sci* 16: 160-166.
- Kim SH, Kwon NH, Kim JY, Kim JY, Bae WK, Kim JM, Noh KM, Hur J, Jung WK, Park KT, Lee JE, Ra JC, Park YH. 2002. Antimicrobial activity of natural product *Opuntia ficus indica* var. *saboten* against *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* O157:H7. *J Fd Hyg Sefety* 17: 71-78.
- Kim HN, Kwon DH, Kim HY, Jun HK. 2005. Antimicrobial activities of *Opuntia ficus indica* var. *saboten* Makino methanol extract. *J Life Sci* 15: 279-286.
- Park EH, Hwang SE, Kahng JH. 1998. Anti-inflammatory activity of *Opuntia ficus-indica*. *Yakhak Hoeji* 42: 621-626.
- Choi JW, Lee CK, Moon YI, Park HJ, Han YN. 2002. Biological activities of the extracts from fruit and stem of prickly pear-III. Effects on subacute alcoholic hyperlipidemia in rats. *Korean J Pharmacogn* 33: 238-244.
- Cho AR. 2005. Quality properties of sponge cake prepared with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder. *MS Thesis*. Joongbo University, Daejeon, Korea.
- Kyung JH, Lee MK. 2003. Trends in technology of bakery. *Food Sci Industry* 36: 13-17.
- Kim CS, Lee YS. 1997. Characteristics of sponge cakes with replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar alcohols. *Korean J Food Cookery Sci* 13: 204-212.
- Byun MW, Jo SK, Cho HO, Yook HS, Kim SA, Choi KJ. 1994. Application of gamma irradiation for quality improvement of red ginseng. *J Fd Hyg Sa. y* 9: 151-161.
- APHA. 1976. *Compendium of methods of the microbiological examination of foods*. Speck M, ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- Seo KI, Yang KH, Shim KH. 1999. Antimicrobial and antioxidative activities of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* extracts. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 355-359.
- Hyung DG, Lee KH, Kim HJ, Lee EH, Lee JY, Song YS, Lee YH, Jin CB, Lee YS, Cho JS. 2003. Neuroprotective effects of antioxidative flavonoids, quercetin, (+)-dihydroquercetin and quercetin 3-methyl ether, isolated from *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. *Brain Research* 965: 130-136.
- Chung HJ. 2000. Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *Korean J Soc Food Sci* 16: 160-166.
- Chang HS, Park CS. 2003. Quality of noodle added powder of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *Korean J Food Preservation* 10: 200-205.
- Joung HS. 2004. Quality of characteristics of Paeksulgis added powder of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. *Korean J Food Cookery Sci* 20: 93-98.
- Kim ML, Park GS, An SH, Choi KH, Park CS. 2001. Quality changes of breads with spices powder during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 17: 195-203.

(2006년 8월 28일 접수; 2006년 11월 21일 채택)