



## 백년초 분말을 첨가한 마카롱의 품질 특성 및 항산화 활성

김숙영<sup>1</sup> · 한기동<sup>1</sup> · 정인창<sup>2</sup> · 김기주<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>영남대학교 식품공학과, <sup>2</sup>안동대학교 식품영양학과, <sup>3</sup>대구미래대학교 특수직업재활과

### Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Macaron with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Powder

Sook-Young Kim<sup>1</sup>, Gi Dong Han<sup>1</sup>, In-Chang Jung<sup>2</sup> and Ki-Ju Kim<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food and Nutrition, Andong National University, Andong 36729, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Vocational Rehabilitation, Daegu Future College, Gyeongsan 38607, Korea

#### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the quality characteristics, antioxidant activities, and sensory properties of macaron with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder (OP). Physicochemical and sensory properties of macaron with different amounts (0%, 2%, 4%, and 6%) of OP were examined. The quality of macarons was evaluated based on spread factor, baking loss rate, color, texture, antioxidant activities, and sensory evaluation. As amount of OP addition increased, spread factor and a value increased, whereas baking loss rate, and L and b values decreased ( $p < 0.05$ ). For texture properties, hardness, springiness, and brittleness were lower as OP content increased while cohesiveness and gumminess were not significantly different ( $p < 0.05$ ). For total polyphenolic contents, DPPH and reducing power significantly increased upon addition of OP at high concentrations ( $p < 0.05$ ). In the sensory evaluation of macarons, scores for color, flavor, taste, texture, and overall acceptance were highest with 4% OP, whereas macaron containing 6% OP showed the lowest scores for taste and texture ( $p < 0.05$ ). These data suggest that addition of 4% OP is the optimal concentration for making macaron.

Key words : *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder, macaron, sensory evaluation, antioxidant activities, texture

#### 서 론

최근 식생활의 서구화로 인하여 인스턴트 식품과 패스트 푸드의 섭취가 증가함에 따라 생활은 편리해졌지만, 이에 따라 다양한 건강상 문제점이 부각되면서, 건강을 생각하는 국민들 사이에서 자연식, 영양식, 건강식으로의 변화가 필요하다는 인식이 점차 확산되고 있다(Lee KS & Kim SH 2007). 특히 생리활성을 나타내는 천연물과 이를 이용한 기능성 식품의 개발과 상품화는 최근 연구의 주요 관심사이며, 빵, 쿠키 등 간편하게 간식이나 후식으로 이용할 수 있는 기호식품에 있어서도 건강유지를 위한 제품 개발에 많은 연구가 진행되고 있다(Lee JH & Ko JC 2009).

백년초(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*)는 일명 손바닥 선인장이라 불리어지며, 선인장과(Cactaceae)에 속하는 다년초로서 열대지방이 원산지이고, 우리나라의 제주도에서 경작 또는 일부 자생하고 있는 식물로 식용과 약용 등으로 이용되고

있다. 백년초의 열매는 암, 당뇨, 고혈압, 노화 억제, 퇴행성 관절염, 두통, 부종 및 고지혈증 등에 효과가 있다(Jeon ER & Park ID 2006). 백년초의 성분은 단백질 4.24%, 지방 1.35%, 회분 12.12%, 섬유 3.79%이고, 이외에 무기질, 비타민, 식이섬유, betanine 등이 함유된 식물로 알려져 있으며, 특히 플라보노이드 1~1.5%, 폴리페놀 3~5%를 함유하며, 우리몸속에서는 산화환원 반응의 기질로 작용하여 생리기능을 나타낸다(Shin DH & Lee YW 2005). 한방에서는 피를 맑게 하며, 신경성 통증을 치료하고, 건위자양강장제, 급성유선염, 해열진정제, 소염해독, 이질 등을 치료하는 목적으로 사용하는 것으로 알려져 있다(Lee YC 등 1999). 또한 본초강목에 의하면 고혈압, 당뇨, 관절염, 기관지천식, 폐질환, 기침, 위염, 장염, 신장염, 변비, 신경통 등에 효과가 있다고 알려져 있다(Seo KI 등 1999). 백년초를 이용한 연구로는 항균 및 항산화 효과(Chung HJ 2000), 혈당강하 효과(Shin JU 등 2002), 알코올성 고지혈증 개선 효과(Choi JW 등 2002) 등이 있는 것으로 보고되었으며, 백년초에는 생리활성물질 등 기능성 성분이 풍부하게 함유되어 있어, 식품 소재로서 활용 가치가 높다.

\* Corresponding author : Ki-Ju Kim, Tel: +82-53-810-9448, Fax: +82-53-801-3732, E-mail : homebakekim@daum.net

백년초를 첨가한 증편(Kim KS & Lee SY 2002), 백설기(Joung HS 2004), 두부(Song JH 등 2011) 등의 품질 특성 연구가 보고되고 있으며, 제과·제빵 분야와 관련된 연구로는 식빵(Kim KT 등 2007), 스펀지케이크(Cho AR & Kim NY 2013), 컵케이크(Kim NY 등 2007) 및 쿠키(Han IH 등 2007) 등이 보고되고 있다.

마카롱은 프티 푸르세크의 하나로 밀가루가 들어가지 않는 유일한 과자다. 이탈리아가 발상지이며, 꿀, 아몬드, 달걀 흰자로 만든 마카롱은 주재료가 아몬드가루로 고소한 맛과 부드러운 조직감이 우수한 고가의 디저트이다(Lee MW 등 2015).

제과·제빵 산업에서도 기능성 천연 소재들을 활용한 기능성 제품의 수요가 증가하고 있으며, 기능성 생리활성물질을 함유한 천연재료를 첨가한 마카롱 제조 연구로는 흑삼 분말(Peom JW 2013), 난백분말(Kim MZ 2016), 가바쌀 가루와 자일로스(Choi SY 등 2015), 고추와 가바쌀(Yoo KM 2015), 자일로스와 들깨(Lee MW 등 2015) 등의 부재료를 첨가한 연구가 보고되고 있다. 그러나 백년초를 이용한 마카롱에 대한 연구는 전무한 실정으로, 각종 견과류와 함께 생리활성 성분, 무기질, 식이섬유, 비타민 등이 많이 함유되어 있는 백년초를 첨가한 마카롱은 건강한 국민 간식으로 적합한 제품으로 기대된다.

따라서 본 연구는 품질이 우수한 기능성 마카롱 제조를 위한 기초자료를 제공하고, 생리적 기능성이 높은 백년초 분말을 첨가한 마카롱 제조를 통하여 기능성 식품으로 개발 가능성을 알아보고자 하였으며, 백년초 분말의 첨가가 마카롱의 품질 특성과 항산화 활성 및 관능적 특성에 미치는 영향을 조사하여 제품화의 최적 첨가량을 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

백년초 분말(제주사랑, 제주, 한국)은 제주도산 동결건조 분말을 직접 구입하여 사용하였다. 아몬드가루(대한제당, 인천, 한국), 분당(꼬미다, 인천, 한국), 설탕(씨제이제일제당, 서울, 한국), 계란은 농협 하나로마트에서 신선란을 구입하여 사용하였다. Jeon ER & Park ID(2006)의 연구에 의하면 백년초 분말의 일반성분은 수분 7.78%, 조단백질 6.07%, 회분 7.37%, 환원당 6.13%였다.

### 2. 마카롱의 제조

백년초 분말을 첨가량을 달리한 마카롱의 재료 배합 및 제조는 Choi SY 등(2015)의 방법(Fig. 1)을 일부 변형하여 제조하였으며, 배합비는 Table 1과 같다. 백년초 분말의 첨가량은 예비실험결과 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%로 제조한 결과, 실험구간의 차이가 뚜렷하지 않았고, 6% 이상의 첨가 시 맛과 조직감이 감소하여 소비자 기호도가 낮게 나타나 실험에 부적합하였다. 본 실험에서 백년초 분말은 아몬드가루 중량을 기준으로 0%, 2%, 4%, 6%를 대체 첨가하였고, 마카롱

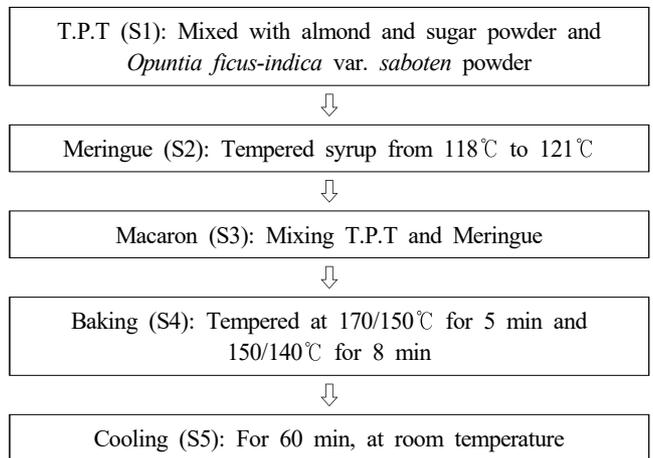


Fig. 1. Preparation flow of macaron-making process.

Table 1. Formulations of macarons prepared with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder

Ingredients (g)	<i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder content (%)				
	0	2	4	6	
Tant Pour Tant (T.P.T)	Almond powder	200	196	192	188
	Sugar powder	200	200	200	200
	<i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder	0	4	8	12
Meringue	Egg white	72	72	72	72
	Egg white	72	72	72	72
	Sugar	200	200	200	200
Water	50	50	50	50	

제조는 먼저 아몬드가루, 분당과 백년초 분말을 함께 2회 체질하고 계란 흰자를 넣어 총 200회 혼합하여 Tant Pour Tant (T.P.T.) 반죽을 만들었다. 한편, 마카롱은 Fig. 1의 제조공정과 같이 제조하였다. 각 첨가구별 설탕을 물에 넣어 녹인 후 118~121℃가 될 때까지 끓여서 시럽을 만든 후 젖은 피크 상태(60%)까지 거품을 낸 머랭에 천천히 부어가면서 소형반죽기(GM12A, Dynasty, Taichung, Taiwan)의 가장 빠른 회전 속도(3단)의 조건에서 중간피크 상태(80~90%)의 머랭을 완성하였다. 먼저 반죽한 T.P.T에 완성한 머랭을 5회에 걸쳐 넣으면서 혼합하였다. 평철판에 실리콘페이퍼를 깔고 짤주머니에 지름 1.0 cm의 둥근 모양 깍지를 끼우고 반죽을 담아서 준비된 평철판에 직경 3 cm 정도의 크기(중량 10 g)로 반죽을 짤다. 그리고 실온에서 35분간 휴지시킨 다음, 반죽의 직경은 4.0~4.5 cm로 커진 상태로 윗불 170℃, 아랫불 150℃로 예열한 전기 오븐기(Model FDO-7102, Dae Young Machinery Co., Seoul, Korea)에서 5분간 구운 후 오븐온도를 윗불 150℃, 아랫불 140℃로 낮추어 8분간 더 구웠으며, 완성된 마카롱은 실온에서 1시간 동안 냉각한 후 밀봉한 뒤에 시료로 사용하였다.

### 3. 퍼짐성과 굽기손실율

마카롱의 퍼짐성 지수(spread factor)는 AACC 방법(10-50D)에 의해 아래의 공식을 이용하여 퍼짐성 지수를 구하였다(AACC 1995). 퍼짐성은 두께에 대한 직경의 비를 나타낸 것으로 마카롱의 직경은 마카롱 6개를 수평으로 정렬한 후, 전체 직경을 Digimatic Caliper(CD-15CPX, Mitutoyo Corporation, Miyazaki, Japan)로 측정하였다. 마카롱을 90°로 회전한 후 수평으로 정렬하고, 전체 직경을 재측정한 다음 마카롱 한 개에 대한 평균 직경을 구하였다. 마카롱의 두께는 위의 마카롱 6개를 수직으로 쌓은 다음 높이를 측정하고, 다시 마카롱의 순서를 바꾸어서 높이를 재측정하여 마카롱 한 개에 대한 평균 두께를 구하고, 마카롱 1개에 대한 평균 직경과 두께는 총 3회에 걸쳐 측정한 후 평균 값을 구하였다.

$$\text{퍼짐성(Spread factor)} = \frac{\text{쿠키 1개의 평균 직경(mm)}}{\text{쿠키 1개의 평균 두께(mm)}}$$

마카롱의 굽기손실율(baking loss rate)은 마카롱을 굽기 전과 후 중량을 측정하여 아래의 식과 같이 계산하였다.

$$\text{굽기손실율(\%)} = \frac{\text{반죽중량(g)} - \text{완제품의 중량(g)}}{\text{반죽중량(g)}} \times 100$$

### 4. 색도 및 외관촬영

백년초 분말을 첨가한 마카롱의 색도는 색차계(color difference meter, JS 555, Color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 마카롱의 중앙 부분을 3회 반복 측정하였다. 그 값은 Hunter scale에 의해 마카롱의 L 값(명도), a 값(적색도), b 값(황색도)으로 평균값을 구하였다. 이때 사용한 표준 백색판은 L=99.32, a=-0.78, b=-0.01이다.

### 5. 조직감

조직감은 rheometer(Compac-100 II, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 5회 반복 측정하고 통계 처리하였다. 마카롱을 20×20×10 mm의 크기로 잘라 압착했을 때 얻어지는 마카롱의 texture profile analysis(TPA)를 computer로 분석하여 측정하였다. 탐침은 P20의 원통형을 장착하여 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 깨짐성(brittleness)을 측정하였다.

### 6. 항산화 활성

시료액 제조는 마카롱 각각의 시료 5 g에 증류수 45 mL를 가하고, 20℃에서 24시간동안 100 rpm으로 균질기에서 추출한 후, Whatman No. 1 여과지로 여과하여 시료액으로 사용하였다.

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 방법(Folin O & Denis W 1912)에 따라 측정하였다. 1 mg/mL로 농도를 조절한 시료 0.2 mL에 1 N Folin-Ciocalteu's Regent(Sigma Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 넣고 상온에서 3분간 반응시켰다. 반응액에 10 % Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.8 mL를 넣어 상온에서 1시간 반응시킨 다음 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀의 함량은 gallic acid(Sigma, Co.)를 이용한 표준곡선으로부터 산출하였다.

DPPH radical 소거능은 Blois 법(Blois MS 1958)에 따라 측정하였다. 농도별 제조한 시료 0.1 mL에 0.15 mM DPPH 용액 0.1 mL를 넣고, 상온에서 30분간 반응한 후 518 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH radical 소거능은 시료 첨가구와 시료 무첨가구의 차이를 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

환원력은 Mau JL 등(2002) 및 Seo SJ 등(2008)의 방법에 따라 측정하였다. 농도별 제조한 시료 0.25 mL에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.8) 0.25 mL와 1% potassium ferricyanide 0.25 mL를 넣어 50℃에서 20분간 반응한 후, 10% TCA (Trichloroacetic acid)를 0.25 mL 가하였다. 1,000 rpm에서 10분 원심분리하고, 상정액 0.1 mL에 증류수 0.1 mL를 넣고, 0.1 % ferric chloride 0.02 mL를 가하여 700 nm에서 흡광도를 측

정하였다.

## 7. 관능검사

마카롱의 관능검사는 Civille GV & Szczesniak AS(1973)의 방법에 따라 마카롱의 특성 및 평가 방법에 대하여 숙지시킨 식품공학과 재학생 15명과 제과기술자 10명을 포함한 총 25명의 평가자를 선정하였다. 난수표를 이용하여 번호를 부여한 4가지의 한입 크기로 자른 마카롱을 평가자마다 순서를 다르게 하여 제시한 뒤, 한 시료의 평가가 바뀔 때마다 입안을 물로 깨끗하게 헹구도록 하였다. 각 실험구별 평가항목은 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 조직감(texture) 그리고 전반적인 기호도(overall acceptance)의 특성을 대하여 7점 채점법을 사용하여 측정하였으며, 7점은 매우 좋다, 4점은 보통이다, 1점은 매우 나쁘다로 하였다.

## 8. 통계처리

모든 실험결과 통계처리는 Windows용 SPSS 12.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였으며, 실험구별 평균과 표준편차를 구하였으며, 분산분석과 Duncan의 다중검증법으로 유의성을 검정하였다( $p<0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 1. 퍼짐성과 굽기손실율

백년초 분말을 첨가한 마카롱의 퍼짐성은 Table 2와 같다. 마카롱의 퍼짐성은 대조구가 3.71로 가장 낮게 나타났으며, 백년초 분말 2~6% 첨가구에서는 4.20~4.30으로 대조구에 비해 유의적으로 증가한 것으로 나타났다. 이는 백년초 분말을 첨가한 마카롱 반죽의 수분함량과 점성의 영향으로 퍼짐성이 높아진 것으로 판단된다. 마카롱과 같은 제과 제품인 쿠키의 퍼짐성은 수분함량과 밀접한 관련이 있는데, 반죽 내 수분이 자유수로 존재하면 점성이 낮아 퍼짐성이 높아지고, 결합수로 존재하면 퍼짐성이 낮아진다(Kim KH 등 2016). 또한, 퍼짐성은 반죽 내 글루텐의 유리 전이(glass transition)에 의한 연속적인 상태가 되어 반죽이 유동상태가 중단될 때까지 일어나며, 반죽의 점성에 의해 조절된다(Miller RA 등

1997). 이러한 결과는 비과일 분말을 첨가한 쿠키의 연구에서 일정수준의 첨가량 비율까지는 첨가량이 증가할수록 퍼짐성이 증가한다(Cho HS & Kim KH 2013)는 보고와 유사한 경향을 보였다. 이는 백년초 분말의 첨가량이 증가할수록 아몬드가루에 비해 대체분말인 백년초 분말이 상대적으로 높은 당과 식이섬유를 함유하고 있으며(Jeon ER & Park ID 2006), 이로 인해 반죽 내에 더 많은 수분을 보유하여 퍼짐성이 증가한 것으로 사료된다. 마카롱의 굽기손실율은 대조구 13.72%에 비해 백년초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 백년초 분말의 높은 당성분이 수분과 결합함으로써 반죽내 수분보유력이 높아져 오븐 안에서의 수분 증발이 감소될 것으로 기대되며, 이로 인해 굽기손실율이 감소한 것으로 판단된다. 굽기손실율이 낮을수록 쿠키 내 남아있는 수분의 양이 많기 때문에 쿠키가 보다 촉촉한 질감의 쿠키가 만들어진다(Berglund PT & Hertsgaard DM 1986). 따라서 백년초 분말을 첨가한 마카롱은 일정 수준의 대체분말 첨가는 지나치게 퍼짐성을 저하시키지 않고, 굽기손실율이 줄어들어 촉촉한 질감의 품질을 높이는데 기여하는 것으로 판단된다.

### 2. 색도 및 외관촬영

백년초 분말을 첨가한 마카롱의 색도 측정 결과는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L 값은 대조구에 비해 백년초 분말 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 나타내었고, 적색도를 나타내는 a 값은 대조구 5.49보다 백년초 분말 2% 첨가구는 12.78로 매우 높게 나타났으며, 4%, 6% 첨가구도 15.92, 20.31로 유의적으로 높게 나타났다. 황색도를 나타내는 b 값은 대조구와 비교하여 백년초 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 낮게 나타났다. 쿠키의 색은 일정한 조건하에서 환원당과 아미노산의 결합에 의한 비효소적 마이야르반응과 당류 가열에 의한 캐러멜화 반응이 가장 크게 영향을 미치며, 이러한 반응들은 매우 높은 온도가 필요하므로 굽기 중 표면색에 영향을 주게 된다(Betram GL 1953). 또한 백년초 분말 외에 아몬드가루, 분당, 설탕, 계란 등의 재료를 넣어 마카롱을 제조하는 과정에서 백년초 분말에 들어있는 적색의 betalain 색소가 변색되면서 명도인 L 값이 감소하고, 적색도인

Table 2. Baking properties of the macarons containing different amounts of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder

	<i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder content (%)			
	0	2	4	6
Spread factor	3.71±0.077 <sup>b1)</sup>	4.20±0.086 <sup>a</sup>	4.24±0.022 <sup>a</sup>	4.30±0.059 <sup>a</sup>
Baking loss rate (%)	13.72±0.02 <sup>a</sup>	12.41±0.02 <sup>b</sup>	12.21±0.01 <sup>c</sup>	11.43±0.02 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> Values are mean±S.D. (n=3), which means followed by the same letter in a row do not significantly different ( $p<0.05$ ).

**Table 3. Color values of the macarons containing different amounts of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder**

Color values <sup>1)</sup>	<i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder content (%)			
	0	2	4	6
L	77.65±0.03 <sup>a2)</sup>	69.65±0.08 <sup>b</sup>	65.32±0.05 <sup>c</sup>	64.46±0.09 <sup>d</sup>
a	5.49±0.83 <sup>d</sup>	12.78±0.23 <sup>c</sup>	15.92±0.34 <sup>b</sup>	20.31±0.33 <sup>a</sup>
b	26.64±0.11 <sup>a</sup>	25.44±0.12 <sup>b</sup>	23.03±0.09 <sup>c</sup>	20.24±0.12 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> L: Lightness (white: +100~black: 0), a: redness (red: +100~green:-0), b: yellowness (yellow: +70~blue: -70).

<sup>2)</sup> Values are mean±S.D. (n=3), which means followed by the same letter in a row do not significantly different ( $p<0.05$ ).

a 값과 황색도인 b 값이 증가하거나 감소한 것으로 사료된다. Han IH 등(2007)의 연구에서 손바닥 선인장 열매 분말 첨가량이 증가할수록 L 값과 b 값은 감소하고, a 값은 유의적으로 증가한다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 보였다. 이러한 결과는 백년초에 들어있는 색소의 주성분이 betalain으로 적색의 betacyanin과 황색의 betaxanthin으로 분류되며, 백년초에 함유된 다양한 천연색소의 영향에 기인한 것으로 판단되어진다. 이는 Lee SM 등(2005)의 연구에서처럼 첨가하는 재료 자체의 색소에 의한 영향이 색도의 차이를 나타낸다는 보고와 같은 결과를 나타내었다. 또한, 백년초 분말 첨가량을 달리하여 제조한 마카롱의 외관 촬영 사진은 Fig. 2와 같다.

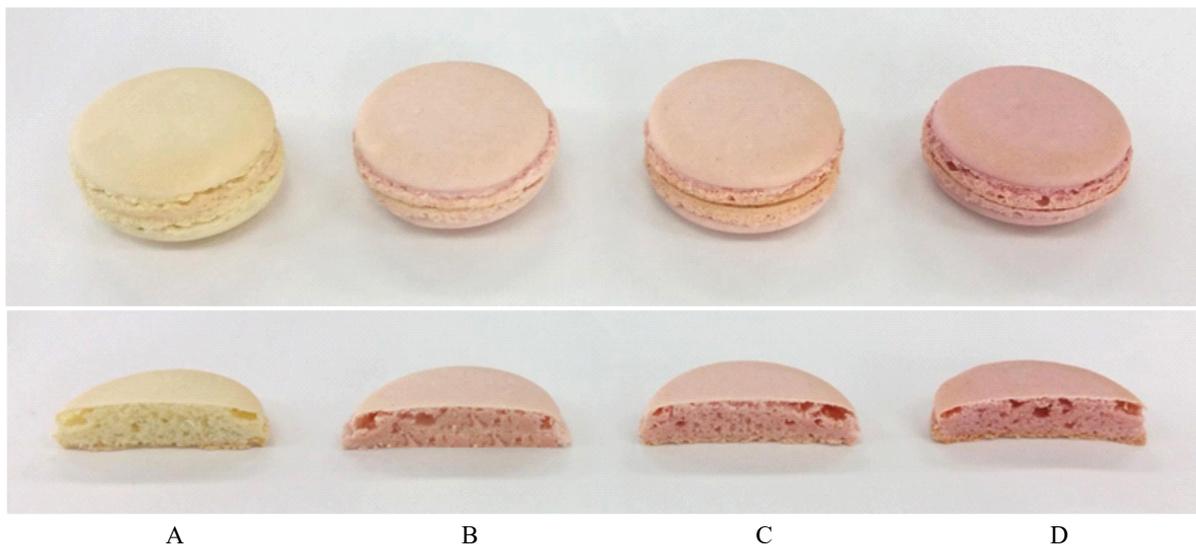
### 3. 조직감

백년초 분말을 첨가한 마카롱의 조직감 측정 결과는 Table 4와 같다. 마카롱의 조직감은 경도, 응집성, 탄력성, 점착성, 깨짐성의 5가지 항목을 측정하였다. 백년초 분말 첨가구의 경도는 대조구가 4,315.18로 가장 높게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내었다.

반면, 응집성과 점착성은 대조구와 2~6% 첨가구는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으며, 탄력성과 깨짐성은 대조구가 각각 52.75와 73.64로 가장 높게 나타났으며, 백년초 분말 2~6% 첨가구에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이상의 결과와 같이 백년초 분말 첨가량이 증가할수록 경도와 탄력성, 깨짐성이 대조군에 비해 낮아지는 경향을 보여 마카롱의 조직이 부드러워지고 촉촉해지는 정도가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 굽기손실율의 결과와 같이 반죽 내 수분보유력이 높아져 오븐 안에서의 수분 증발이 감소하고, 제품의 조직을 촉촉하게 함으로써 쿠키의 경도를 낮춘 것으로 보고한 연구(Jeon ER & Park ID 2006)와도 유사하였다. 반면에, Peom JW(2013)의 흑삼 분말을 첨가한 마카롱의 제조 및 품질 특성에서 경도가 증가할수록 응집성, 점착성, 씹힘성이 높아진다는 보고와는 상이하게 나타났다. 이러한 결과는 쿠키의 경도는 첨가하는 재료의 종류에 따라 달라지는 경향을 보이며, 쿠키 내부의 수분 함량에 따라 차이가 나는 것으로 판단된다.

### 4. 항산화 활성

백년초 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 마카롱의 항산화 활성의 측정 결과는 Table 5와 같다. 페놀성 화합물은 자연계에 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로 2개 이상의 수



**Fig. 2. Visual comparison of the macarons that contained different amounts of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder**  
A: 0% *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder, B: 2% *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder, C: 4% *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder, D: 6% *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder.

**Table 4. Textural properties of the macarons containing different amounts of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder**

	<i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder content (%)			
	0	2	4	6
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	4,315.18±634.06 <sup>a1)</sup>	3,820.93±195.10 <sup>ab</sup>	3,318.09±248.87 <sup>b</sup>	3,489.85±236.49 <sup>b</sup>
Cohesiveness (%)	18.47±2.25 <sup>a</sup>	14.60±1.83 <sup>a</sup>	15.94±1.68 <sup>a</sup>	15.71±2.37 <sup>a</sup>
Springiness (%)	52.75±6.00 <sup>a</sup>	36.90±2.19 <sup>b</sup>	38.66±1.77 <sup>b</sup>	38.60±2.08 <sup>b</sup>
Gumminess (g)	140.67±19.96 <sup>a</sup>	130.12±17.68 <sup>a</sup>	111.94±17.74 <sup>a</sup>	108.71±24.78 <sup>a</sup>
Brittleness (g)	73.64±7.56 <sup>a</sup>	48.21±9.02 <sup>b</sup>	43.48±9.02 <sup>b</sup>	42.29±12.03 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Values are mean±S.D. (n=5), which means followed by the same letter in a row do not significantly different ( $p<0.05$ ).

**Table 5. Antioxidant activities of the macarons containing different amounts of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder**

	<i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder content (%)			
	0	2	4	6
Total polyphenolic contents (µg GAE/mL)	43.94±0.03 <sup>d1)</sup>	46.03±0.04 <sup>c</sup>	50.60±0.04 <sup>b</sup>	53.60±0.03 <sup>a</sup>
DPPH radical scavenging activity (%)	26.06±1.29 <sup>d</sup>	33.43±3.86 <sup>c</sup>	46.18±2.53 <sup>b</sup>	54.17±3.58 <sup>a</sup>
Reducing power (O.D. at 700 nm)	0.22±0.00 <sup>e</sup>	0.24±0.02 <sup>bc</sup>	0.25±0.02 <sup>ab</sup>	0.27±0.00 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Values are mean±S.D. (n=3), which means followed by the same letter in a column do not significantly different ( $p<0.05$ ).

산기(OH)를 가지고 있어 단백질과 같은 거대분자와 쉽게 결합하는 성질이 있으며, 항암, 항산화 및 심장질환 예방 효과 등의 생리활성 기능을 가지고 있다(Nakatani N 1990; Nozaki K 1986).

총 폴리페놀 함량은 대조구는 43.94 µg GAE/mL로 가장 낮게 나타났고, 백년초 분말 첨가구에서는 46.03~53.60 µg GAE/mL로 대조구보다 유의적으로 증가하는 경향을 보였다.

DPPH 라디칼 소거능은 항산화 활성을 측정하는 보편적인 방법으로 페놀성 화합물과 같은 항산화 물질로부터 전자나 양성자를 받아 안정한 분자로 환원될 때 보라색이 노란색으로 탈색되는 것을 이용하여 다양한 기능성 소재로부터 항산화 물질을 측정하는 방법으로 많이 이용되고 있다(Que F 등 2006). 백년초 분말을 첨가한 마카롱의 DPPH 라디칼 소거능은 대조구의 경우 DPPH 라디칼 소거능이 26.06% 보였으며, 백년초 분말 첨가구에서는 33.43~54.17%로 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.05$ ).

환원력은 ferric ion( $Fe^{3+}$ ) 혼합물이 수소를 공여하여 ferrous ( $Fe^{2+}$ )로 전환하는 능력을 700 nm에서 측정하여 흡광도 값으로 나타낸 것(Sa YJ 등 2010)으로. 환원력은 대조구와 2% 첨가구는 0.22와 0.24로 나타났으며, 6% 첨가구가 0.27로 가장 높게 나타나, 백년초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 결과를 보였다.

총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능은 백년초 분말

첨가량이 증가할수록 유의적으로 높게 나타났으며, 전반적인 항산화 활성 측정에서 백년초 분말을 첨가함에 따라 생리활성 기능을 나타내는 항산화 활성이 유의적으로 증가하는 결과로 이는 백년초 분말의 항산화제 성분이 영향을 미친 것으로 판단된다. 이러한 결과는 아몬드가루보다 항산화력이 탁월한 가바쌀 가루(Choi SY 등 2015)와 들깨가루(Lee MW 등 2015)를 첨가한 마카롱이 대조구에 비해 항산화성이 증가한다는 보고와 일치하였으며, 마카롱 제조 시 백년초 분말과 같이 페놀 화합물을 지니고 있는 부재료를 사용함으로써 항산화 활성 증가에 기여할 것으로 생각된다.

## 5. 관능검사

백년초 분말을 첨가한 마카롱의 관능평가 항목에 대한 색, 향미, 맛, 조직감과 전반적인 기호도의 결과는 Table 6과 같다. 마카롱의 색과 향미에 대한 평가는 대조구에 비해 백년초 분말 첨가구가 모두 높은 점수를 나타내었고, 맛에 대한 평가는 4% 첨가구가 5.89로 가장 높게 나타났으며, 6% 첨가구는 5.45로 가장 낮게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 조직감과 전반적인 기호도의 경우 대조구에 비해 2%, 4% 첨가구는 높게 나타났으나, 조직감에서 6% 첨가구는 4.97로 가장 낮게 나타나 감소하는 경향을 보였다. 마카롱 제조 시 백년초 분말 첨가가 전반적으로 선호하는 것으로 나타났으며, 색, 향미, 전반적인 기호도에서 2~4% 첨가구는 대조구보다

Table 6. Sensory evaluation scores of the macarons containing different amounts of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder

	<i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> powder content (%)			
	0	2	4	6
Color <sup>1)</sup>	5.13±0.23 <sup>a2)</sup>	5.21±0.22 <sup>a</sup>	5.42±0.31 <sup>a</sup>	5.33±0.14 <sup>a</sup>
Flavor	5.05±0.12 <sup>b</sup>	5.10±0.07 <sup>ab</sup>	5.24±0.16 <sup>a</sup>	5.22±0.14 <sup>a</sup>
Taste	5.55±0.16 <sup>a</sup>	5.66±0.11 <sup>a</sup>	5.89±0.18 <sup>a</sup>	5.45±0.11 <sup>a</sup>
Texture	5.06±0.21 <sup>ab</sup>	5.17±0.33 <sup>a</sup>	5.46±0.27 <sup>a</sup>	4.97±0.12 <sup>b</sup>
Overall acceptance	5.11±0.08 <sup>a</sup>	5.54±0.31 <sup>a</sup>	5.67±0.15 <sup>a</sup>	5.12±0.14 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Rate using a scale of 1~7, where 7=excellent, 6=very good, 5=good, 4=fair, 3=poor, 2=very poor, 1=bad.

<sup>2)</sup> Values are mean±S.D. (n=3), which means followed by the same letter in a row do not significantly different ( $p<0.05$ ).

높은 점수로 평가되어 좋은 것으로 나타났으며, 맛, 조직감의 경우 대조구에 비해 6% 첨가구는 가장 낮게 나타났으며, 이는 일정 수준(4%) 이상의 대체분말 첨가 시 다소 질겨지는 촉감 때문인 것으로 사료된다. 이러한 결과는 백년초 분말을 첨가한 반죽형 쿠키(Jeon ER & Park ID 2006)의 연구에서 관능검사 결과, 맛과 전체적인 기호도에서 1%, 3% 첨가구가 선호도가 가장 높았고, 5% 첨가구는 가장 낮은 값을 나타내어, 본 연구 결과와 같이 일정 수준 이상의 백년초 분말을 첨가할수록 부정적인 영향을 미친다는 결과와 유사한 경향을 보였다. 마카롱 제조 시 백년초 분말의 첨가는 일정한 수준의 분말(2~4%)을 대체할 때 관능적 특성을 향상시키는 것으로 나타났으며, 마카롱의 조직감을 개선한다면 백년초 분말을 마카롱 제조에 다양한 수준으로 첨가하여 백년초의 생리활성 물질을 함유한 기능성 마카롱의 제품화 가능성을 확인할 수 있었다.

## 요 약

본 연구는 다양한 생리활성을 지닌 백년초 분말을 첨가(0%, 2%, 4%, 6%)한 마카롱을 제조하여 물리적 품질 특성과 항산화 활성 및 관능적 특성을 실험하고, 기능성 식품소재로의 이용가능성과 제조 적성을 조사하였다.

물리적 품질 특성은 백년초 분말 첨가량이 증가할수록 마카롱의 퍼짐성은 대조구에 비해 증가하는 경향을 보였고, 굽기 손실율은 유의적으로 감소하였다. 색도는 L 값과 b 값이 대조구에 비해 백년초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으며, a 값은 대조구에 비해 매우 높게 나타났다. 조직감에서 경도, 탄력성, 깨짐성은 백년초 분말 첨가구가 대조구에 비해 감소하였으며, 응집성과 점착성은 유의적으로 차이가 없었다. 마카롱의 항산화 활성을 나타내는 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, 환원력 등은 백년초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 관능평가는 색, 향

미, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에서 백년초 분말 4% 첨가구가 가장 높은 선호도를 보였지만, 맛과 조직감의 경우 6% 첨가구가 각각 5.45와 4.97로 가장 낮게 나타났다. 이상의 결과로 백년초 분말을 첨가한 마카롱 제조 시 백년초 분말의 첨가 적정량은 4%가 적합할 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- AACC (1995) Approved Methods of the AACC. 9th ed, Method 10-50D. American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN, USA.
- Berglund PT, Hertsgaard DM (1986) Use of vegetable oils at reduced levels in cake, pie crust, cookies and muffins. *J Food Sci* 51(3): 640-644.
- Bertram GL (1953) Studies on crust color. I. The importance of browning reaction in determining the crust color of bread. *Cereal Chem* 30: 127-139.
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181(4617): 1199-1200.
- Cho AR, Kim NY (2013) Quality characteristics of sponge cake containing *Beaknyuncho* (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 23(1): 107-118.
- Cho HS, Kim KH (2013) Quality characteristics of cookies prepared with Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(11): 1799-1804.
- 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 hyper-lipidemia in rats. *Korean J Pharmacogn* 33(3): 238-244.
- Choi SY, Lim SY, Jung WS, Yoo KM, Hwang IK (2015) Studies on quality characteristics and biological activities

- of macaroons supplemented with GABA( $\gamma$ -aminobutyric Acid) rice powder and xylose. J East Asian Soc Dietary Life 25(5): 822-829.
- Chung HJ (2000) Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. Korean J Food Cook Sci 16(2): 160-166.
- Civille GV, Szczesniak AS (1973) Guidelines to training a texture profile panel. J Tex Stud 4(2): 204-223.
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J Biol Chem 12(2): 239-243.
- Han IH, Lee KA, Byoun KE (2007) The antioxidant activity of Korean cactus(*Opuntia humifusa*) and quality characteristics of cookies with cactus powder added. Korean J Food Cook Sci 23(4): 443-451.
- Jeon ER, Park ID (2006) Effect of angelica plant powder on the quality characteristics of batter cakes and cookies. Korean J Food Cook Sci 22(1): 62-68.
- Joung HS (2004) Quality characteristics of *Paeksulgis* added powder of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. Korean J Food Cook Sci 20(6): 637-642.
- Kim KH, Kim YS, Hong MS, Yook HS (2016) Quality characteristics of meringue cookies added with tomato powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(3): 366-371.
- Kim KS, Lee SY (2002) The quality and storage characteristics of *Jeung-Pyun* prepared with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder. Korean J Food Cook Sci 18(2): 179-184.
- Kim KT, Choi AR, Lee KS, Joung YM, Lee KY (2007) Quality characteristics of bread made from domestic Korean wheat flour containing cactus *Chounnyuncho* (*Opuntia humifusa*) powder. Korean J Food Cook Sci 23(4): 461-468.
- Kim MZ (2016) Antioxidant activities and quality characteristics of macaron with the addition of egg white powder. MS thesis Sookmyung women's University, Seoul. pp 1-75.
- Kim NY, Cho AR, Jung SJ, Kim KH, Lee HJ, Lee S, Yook HS (2007) Quality characteristics of cupcakes added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 36(1): 58-64.
- Lee JH, Ko JC (2009) Physicochemical properties of cookies incorporated with strawberry powder. Food Eng Prog 13(2): 79-84.
- Lee KS, Kim SH (2007) Analysis of characteristics of the white bread with mixed vegetable powder. Korean J Hospitality Tourism 16(2): 169-184.
- Lee MW, Choi SY, Yoo KM, Lim SY, Jung WS, Hwang IK (2015) Development of value-added macaronè with *Perilla frutescens* powders and their physiological characteristics. J Korean Soc Food Sci Nutr 28(1): 66-72.
- Lee SM, Ko YJ, Jung HA, Park JE, Joo NM, Henry RE (2005) Optimization of iced cookie with addition of dried sweet pumpkin powder. Korea J Food cult 20(5): 516-524.
- Lee YC, Shin KA, Jeong SW, Moon YI, Kim SD, Han YN (1999) Quality characteristics of wet noodle added with powder of *Opuntia ficus-indica*. Korean J Food Sci Technol 31(6): 1604-1612.
- Mau JL, Lin HC, Song SF (2002) Antioxidant properties of several specialty mushrooms. Food Res Int 35: 519-526.
- Miller RA, Hoseney RC, Morris CF (1997) Effect of formula water content on the spread of sugar-snap cookies. Cereal Chem 74(5): 669-671.
- Nakatani N (1990) Recent advances in the study on natural antioxidants. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 37(7): 569-576.
- Nozaki K (1986) Current aspect and future condition of phyto-genic antioxidants. Fragrance J 6: 99-106.
- Peom JW (2013) Characteristics and manufacture of macaroon cookie prepared with black ginseng powder. MS thesis Hansung University, Seoul. pp 1-66.
- Que F, Mao L, Zhu C, Xie G (2006) Antioxidant properties of chineses yellow wine, its concentrate and volatiles. LWT-Food Sci Technol 39(2): 111-117.
- Sa YJ, Kim JS, Kim MO, Jeong HJ, Yu CY, Park DS, Kim MJ (2010) Comparative study of eletron donating ability, reducing power, antimicrobial activity and inhibition of  $\alpha$ -glucosidase by *Sorghum bicolor* extracts. Korean J Food Sci Technol 42(5): 598-604.
- Seo KI, Yang KH, Shim KH (1999) Antimicrobial and antioxidative activities of *Opuntia ficus indica* var. *saboten* extracts. Korean J Food Preserv 6(3): 345-349.
- Seo SJ, Choi YM, Lee SM, Kong SH, Lee JS (2008) Antioxidant activities and antioxidant compounds of some specialty Rices. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(2): 129-135.
- Shin DH, Lee YW (2005) Quality characteristics of bread added with prickly pear(*Opuntia ficus-indica*) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 18(4): 341-348.
- Shin JU, Joo MJ, Lee YC, Moon YI, Kim DH (2002) Anti-diabetic activity *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* on db/db mice. Korean J Pharmacogn 33(4): 332-336.
- Song JH, Park JS, No YJ, Choi HJ (2011) A study on the

- quality characteristics of soybean curd prepared with the addition of *Opuntia humifusa* fruit. J Korean Soc Food Sci Nutr 24(1): 12-16.
- Yoo KM (2015) Development of macarone with Korean red peppers (*Capsicum annuum* L.) and GABA rice and evaluation of physiological characteristics. J Korean Soc Food

Sci Nutr 28(3): 351-357.

---

Date Received	May 13, 2017
Date Revised	Jun. 3, 2017
Date Accepted	Jun. 7, 2017