

천연재료와 합성색소 첨가에 따른 마카롱의 품질 특성

박옥자 · 박미혜^{**} · 이승환^{***} · 이선미^{****}

경일대학교 보건복지학과 대학원생, ^{*}경북대학교 식품영양학과 강사, ^{**}(주)JFNB 부사장,
^{***}안동대학교 식품생명공학과 교수, ^{****}대전대학교 식품영양학과 교수

Characteristics of Macaroons prepared with Natural Materials and Artificial Food Colorant

Ok Ja Park, Mi Hye Park^{**}, Seung Hwan Lee^{***} and [†]Sun Mee Lee^{****}

Graduate Student, Dept. of Social Welfare, Kyungil University, Gyeongsan 38428, Korea

**Lecturer, Dept. of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea*

***Vice President, JFNB Co., Ltd., Paju 10825, Korea*

****Professor, Dept. of Food Science and Biotechnology, Andong National University, Andong 36729, Korea*

*****Professor, Dept. of Food and Nutrition, Daejeon University, Daejeon 34520, Korea*

Abstract

The purpose of this study was to investigate the characteristics of macaroons prepared using natural color materials (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten* (Re-N), mulberry leaf (Gr-N), pumpkin (Ye-N), and cocoa powder (Br-N)) and corresponding artificial food colorants (red (Re-A), yellow (Ye-A), green (Gr-A) and brown (Br-A)). The moisture content of macaroons prepared using natural color material was higher compared to the macaroons prepared using artificial food colorant. DPPH and ABTS radical scavenging activity was similar in both types of macaroons. Lightness and redness of Re-N, Gr-N, Ye-N, and Br-N macaroons were lower than Re-A, Gr-A, Ye-A and Br-A macaroons. Yellowness of Re-N was higher because of the browning reaction. The texture profile analysis revealed lower hardness when natural color powder was employed. In the sensory evaluation, overall acceptability was not significantly different between natural colored and artificial colored macaroons. As a result, macaroons with the natural color material were softer and showed higher antioxidative activity, however, organoleptic properties were not much different when compared with macaroons with artificial colors. Apparently, it is stated that more studies on the development of macaroons with more enhanced physical functionality and good taste using natural materials should be performed.

Key words: macaroon, sensory evaluation, antioxidant activity, natural material

서 론

최근 외식 문화의 발달과 더불어 디저트에 대한 소비자들의 관심이 증가되면서 디저트 시장이 빠르게 성장하고 있다. 또한, 건강을 지향하는 추세에 따라 다양한 소재를 첨가하여 기능성을 높인 제품들에 대한 관심이 증가되고 있다(Ko HC 2010). 특히 생리활성을 나타내는 천연물을 이용한 기능성 식품 개발과 상품화에 대한 관심이 높아지면서 이를 이용한 빵,

쿠키와 같은 디저트 제품 개발에 대한 많은 연구가 진행되고 있다(Peom JW 2013; Lee 등 2015).

디저트 가운데 마카롱은 프티 푸르세크(Petit four sec) 과자들 중 하나로 밀가루가 들어가지 않는 유일한 과자이다. 마카롱은 이탈리아에서 창안되었으며, 주재료인 아몬드 가루와 더불어 꿀, 달걀흰자가 이용되어 고소한 맛과 부드러운 조직감을 갖는 것이 특징이다. 다른 디저트 제품에 비해 재료는 간단하지만 제조과정이 까다롭기 때문에, 고가의 디저트로 판

[†] Corresponding author: Sun Mee Lee, Professor, Dept. of Food and Nutrition, Daejeon University, Daejeon 34520, Korea. Tel: +82-42-280-2477, Fax: +82-42-280-2468, E-mail: sweet@dju.kr

매되고 있다(Lee 등 2015). 최근 우리나라에서도 달콤한 맛과 함께 모양 및 색이 탁월하여 소비자들에게 많은 사랑을 받는 쿠키 중 하나이다. 일반적으로 마카롱 제조 시 선명한 색을 내기 위하여 식용색소를 첨가함으로써 상품적인 가치와 저장성을 높이고 있다. 그러나 합성색소는 발암성이나 알레르기 유발과 같은 부작용에 대한 문제가 대두되면서 거부감이 높아져 베이커리 제품의 제조 시 천연재료 사용이 늘고 있는 추세이다(Jeong 등 2008). 천연재료는 합성색소에 비해 생리활성 기능과 더불어 안전성이 높고 자연스러운 색상을 낼 수 있는 장점이 있지만, 가격이 비싸고 색소의 착색효과가 떨어져 일부 제한된 분야에서만 이용되고 있다(Rodriguez-Amaya DB 2016). 제과 · 제빵 산업이나 떡 제조 사업에서도 품질과 기능성을 향상시키기 위해서 다양한 천연 소재들을 활용한 기능성 제품의 수요가 증가함에 따라 생리 활성을 지닌 백년초, 뽕잎, 단호박 등이 많이 이용되고 있다(Yun SJ 1999; Jang 등 2006; Cho & Kim 2013; Kim 등 2017). 본 연구에서 초록색을 내기 위하여 사용한 뽕잎은 당뇨병 예방, 항암 활성 및 항산화 활성이 있는 것으로 알려져 있다(Yen 등 1996). 백년초는 손바닥 선인장의 열매로 다량의 비타민, 철분, 붉은색을 띠는 betanine 등이 함유되어 있으며(Joung HS 2004), 항산화 활성 및 콜레스테롤 저하 등의 생리적 기능이 있는 것으로 보고되고 있다(Chung HJ 2000). 또한, 단호박은 천연색소 성분인 카로티노이드가 다량 함유되어 있어 베이커리 제품에서 노란색을 내기 위한 부재료로 사용되며, 카로티노이드는 항산화 및 항암 활성이 있는 것으로 알려져 있다(Park 등 1997). 코코아는 theobroma cacao의 씨앗으로 theobromine과 polyphenol이 주요 성분으로 항산화 활성이 우수한 것으로 보고되어 있으며, 코코아 분말이나 초콜릿 제조에 이용된다(Wollgast & Anklam 2000). 이와 같이 천연재료에 함유된 성분과 그 생리활성이 크게 주목 받게 되면서 이를 식품 첨가물로서 이용 가능성을 탐색하기 위한 연구 보고가 활발하게 이루어지고 있다(Jin 등 2006; Lee 등 2006).

마카롱의 품질 특성에 관한 연구로는 고추와 가바쌀(Yoo KM 2015), 백년초 분말(Kim 등 2017), 자일로스과 들깨(Lee 등 2015), 난백분말(Kim & Shim 2017) 등을 부재료로 첨가하여 연구한 결과들이 보고되고 있다. 그러나 천연재료와 합성색소를 각각 첨가하여 제조한 마카롱에 대한 품질을 비교한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 근래 소비자 선호도가 높은 마카롱에 생리활성물질을 함유한 천연재료를 첨가하여 마카롱을 제조하였다. 천연재료와 합성색소를 첨가한 마카롱의 화학적 특성, 항산화 활성, 물성 및 관능적 특성을 비교하여 이를 기능성 마카롱을 개발하는데 기초자료로 이용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

마카롱 제조에는 달걀(Pulmuone, Incheon, Korea), 설탕(CJ, Seoul, Korea), 분당(Comida, Incheon, Korea), 뽕잎가루(Malgundle, Hongcheon, Korea), 단호박 가루(Purunteo, Goheung, Korea), 백년초 가루(Naturals, Gunpo, Korea), 코코아가루(Condetta, Westphalia, Germany) 아몬드가루(Winfood, Gimpo, Korea)는 2017년 1월에 구입하였다. 합성 색소로는 페이스트 상태의 윌트레드, 윌트옐로, 윌트그린, 윌트브라운(Wilton Industries Inc. Woodridge, IL, USA)를 사용하였다. 항산화 실험에 사용한 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl(DPPH)과 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt(ABTS), L-ascorbic acid는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다.

2. 마카롱 제조

천연재료와 합성색소의 첨가량은 예비실험 결과에 따라 색과 질감이 가장 바람직했던 경우의 배합비를 사용하였으며, Table 1에 나타내었다. 마카롱 제조 시 사용된 합성색소는 윌트레드, 윌트그린, 윌트레몬옐로, 윌트브라운 색소 4가지이며, 이와 유사한 색을 내는 천연재료로 백년초가루, 뽕잎가루, 단호박가루, 코코아가루를 마카롱 제조에 사용하였다. 마카롱의 제조 방법(Choi 등 2015)은 Fig. 1에 나타내었다. 즉, 아몬드가루, 분당, 달걀 흰자 및 색소를 손으로 비벼서 덩어리가 없어질 때까지 보슬보슬하게 섞어 반죽을 만들었다. 설탕을 물에 녹이고, 적외선 온도계(DT8380, Tecman, Nanjing, China)로 온도를 측정하면서 114~118°C에서 시럽을 제조하였고, 이를 달걀 흰자 거품에 소량씩 부어가면서 머랭을 만들었다. 완성된 머랭에 반죽을 2회에 나누어 섞으면서 덩어리가 없도록 마카로나쥬(macaronage) 작업을 하였다. 반죽을 짚주머니에 넣고 원형까지(ϕ 1 cm)를 사용하여 지름 3 cm로 짚 뒤 약 30분간 건조시켰다. 건조 후 윗불 180°C, 아랫불 140°C로 예열시킨 오븐(FDO-7103, Dae Yung Machinery Co, Seoul, Korea)에서 4분간 굽고 윗불을 140°C로 조절하여 10분간 더 구웠다. 오븐에서 나온 마카롱꼬끄(macaron coque)는 1시간 동안 식힌 후 필링으로 버터크림을 채운 후 기계적, 관능적 검사의 재료로 사용하였다.

3. 수분함량 측정

수분함량 측정은 마카롱 중심부 일부를 취하여 적외선수분측정기(HB43, Mettler Toledo, Zurich, Switzerland)를 사용하여 105°C에서 측정하였으며(Kim & Han 2016), 각 실험은 3회 반복하여 얻은 측정값을 평균값과 표준편차로 나타내었다.

4. DPPH 라디칼 소거 활성 측정

DPPH 라디칼 소거 활성은 Blois MS(1958)의 방법을 이용

Table 1. Formulations of macaroons added with natural materials and artificial food colorant

(g)

Sample ¹⁾	Tant pour tant				Meringue			Total
	Almond powder	Sugar powder	Egg white	Colorant	Egg white	Sugar	Water	
Re-A	495	500	180	5	180	500	125	1,985
Re-N	400	500	180	100	180	500	125	1,985
Gr-A	497.5	500	180	2.5	180	500	125	1,985
Gr-N	425	500	180	75	180	500	125	1,985
Ye-A	490	500	180	10	180	500	125	1,985
Ye-N	425	500	180	75	180	500	125	1,985
Br-A	490	500	180	10	180	500	125	1,985
Br-N	450	500	180	50	180	500	125	1,985

¹⁾ Re-A: The macaroon added with red colorant.

Re-N: The macaroon added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder.

Gr-A: The macaroon added with green colorant.

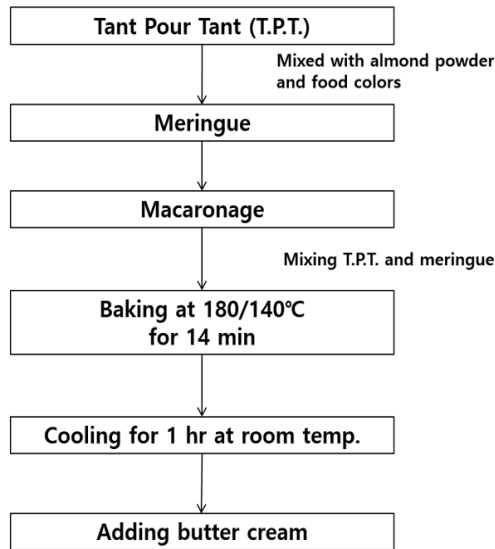
Gr-N: The macaroon added with mulberry leaves powder.

Ye-A: The macaroon added with yellow colorant.

Ye-N: The macaroon added with pumpkin powder.

Br-A: The macaroon added with brown colorant.

Br-N: The macaroon added with cocoa powder.

**Fig. 1. Preparation flow of macaroon making process.**

하여 측정하였다. 마카롱꼬끄는 가루를 내어 70% 에탄올에 50 mg/mL로 희석하여 실온에서 3시간 동안 교반 후, 3,000×g에서 10분 간 원심분리하여 얻은 상층액을 취하여 DPPH 시료로 이용하였다(Miller 등 2006). 희석된 시료 1 mL에 7.5×10^{-5} M DPPH용액 2 mL를 첨가하여 교반한 후 37°C 압소에서 30분간 반응시키고, 이것을 UV/Vis spectrometer(DU 800, Beckman, Brea, CA, USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, DPPH 라디칼 소거 활성은 다음의 계산법을 사용해 3회 반복 측정한 후 평균값으로 나타내었다.

DPPH radical scavenging activity(%) =

$$\left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

5. ABTS 라디칼 소거 활성 측정

ABTS 라디칼 소거 활성은 Re 등(1999)의 방법을 이용하여 측정하였다. 마카롱꼬끄를 가루 내어 70% 에탄올에 50 mg/mL로 희석하여 실온에서 3시간 동안 교반 후, 3,000×g에서 10분간 원심 분리하여 얻은 상층액을 취하여 시료로 이용하였다(Miller 등 2006). 7 mM ABTS 용액과 2.45 mM potassium persulfate 용액을 1:1로 혼합하여 30°C 암소에서 12시간 방치하여 ABTS 라디칼 cation을 제조하였다. 그 후 5 mM potassium phosphate buffer(pH 7.4)로 희석하여 413 nm에서 흡광도가 0.7이 되도록 하였다. 희석된 ABTS 용액 4 mL에 0.1 M sodium acetate buffer(pH 5.5)로 희석된 시료 40 μL를 가하여 1분간 반응시킨 후 413 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거 활성은 아래 계산법을 이용하였고, 3회 반복 측정한 후 평균값으로 나타내었다.

ABTS radical scavenging activity(%) =

$$\left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

6. 색도 측정

색도 측정은 마카롱을 분광색차계(CM-2500D, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하였다. 표준 백색판(L=100.0, a=0.07,

b= 1.10)을 이용하여 calibration한 후 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 3회 반복 측정한 후 그 평균값을 구하였다.

7. 조직감 측정

마카롱의 기계적 텍스처의 측정은 rheometer(CR-100, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 TPA(texture profile analysis) curve로 부터 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness) 및 씹힘성(chewiness), 깨짐성(fracturability)을 측정하였다. 시료의 크기는 지름 3 cm, 중심 높이 0.8 cm 이었다. 측정 조건은 No. 25 probe(φ10 mm)를 이용하고, 진입 거리(%) 30, 테이블 속도 120 mm/min, 최대 응력 10 kg, 시료와 어댑터 거리 5.00 mm로 설정하여 two bite compression test를 3회 반복 측정한 후 평균값을 구하였다.

8. 관능검사

관능검사 시에는 냉장고에서 24시간 숙성시킨 마카롱을 사용하였다. 소비자 기호도 조사는 대학생 20명을 대상으로 색(color), 외관(appearance), 부착성(adhesiveness), 경도(hardness), 맛(taste) 및 전반적인 기호도(overall preference)에 대해 실시하였다. 외관은 마카롱 표면의 매끄러운 정도를 평가하도록 하였다. 시료 번호는 세 자리 난수표를 이용하여 표시하여 제공하였고, 시료의 잔향 및 잔미를 없애기 위해 물로 입안을 헹군 후 각각의 시료를 평가하게 하였다. 평가방법은 15점 척도법(1점-매우 싫다, 15점-매우 좋다)을 이용하였다.

9. 통계처리

실험결과는 SPSS 통계프로그램(version 22, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA, analysis of variance) 및 *t*-test로 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 수분함량

각 색소를 첨가한 마카롱의 수분 함량은 Table 2에 제시하였다. 마카롱 쿠키의 수분함량은 Re-A는 18.88%, Re-N은 20.37%로 나타나 백년초 첨가구가 적색 색소를 첨가한 마카롱보다 유의적으로 높은 수분함량을 나타내었다. 또한, Gr-A, Ye-A는 각각 17.94 17.58%를 나타내었으며, Gr-N은 22.01%, Ye-N은 21.43%로 천연재료 첨가구에서 유의적으로 높은 수분함량을 나타내었다. Shin 등(2015)의 연구에 의하면 건조시킨 백년초 열매 분말의 식이섬유함량은 약 45%이고, 보수력은 약 17 g/g으로 나타나 본 연구에서 천연재료 첨가 시 함유된 식이섬유로 인해 수분 보유력이 높아져 천연재료 첨가 마카롱이 유의적으로 높은 수분 함량을 나타낸 것으로 여겨

Table 2. Moisture content of macaroons added with natural materials and artificial food colorant

Sample ¹⁾	Moisture content (%)
Re-A	18.88±0.13
Re-N	20.37±0.35 ^{*2)}
Gr-A	17.94±0.48
Gr-N	22.01±0.15 ^{**}
Ye-A	17.58±0.26
Ye-N	21.43±1.36 [*]
Br-A	17.67±0.38
Br-N	19.44±0.76 [*]

¹⁾ Re-A: The macaroon added with red colorant.

Re-N: The macaroon added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder.

Gr-A: The macaroon added with green colorant.

Gr-N: The macaroon added with mulberry leaves powder.

Ye-A: The macaroon added with yellow colorant.

Ye-N: The macaroon added with pumpkin powder.

Br-A: The macaroon added with brown colorant.

Br-N: The macaroon added with cocoa powder.

²⁾ Data represent the mean±S.D. of three independent experiments.

* $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$ Student's *t*-test.

진다. 한편, Br-A는 17.67%로 Br-N은 18.44%로 코코아 가루를 넣은 마카롱의 경우, 합성 식용색소를 사용한 경우와 유의적인 차이는 나타나지 않았는데, 이는 코코아 가루의 식이섬유 함량이 다른 재료에 비해 상대적으로 적기 때문으로 여겨진다.

2. DPPH 라디칼 소거능

천연재료와 합성색소를 첨가한 마카롱의 DPPH 라디칼 소거능에 대한 결과는 Fig. 2와 같다. DPPH 라디칼 소거능은 50 mg/mL에서 Re-N이 36.36%, Re-A는 12.48%로 나타나 백년초 가루를 넣은 마카롱이 적색색소를 사용한 마카롱보다 유의적으로 높았다. Gr-N의 DPPH 라디칼 소거능은 47.84%, Gr-A는 13.32%로 뽕잎색소 첨가 마카롱이 녹색소 첨가 마카롱에 비해 유의적으로 높은 라디칼 소거능을 보였다. 또한, Ye-N 및 Br-N 마카롱의 DPPH 라디칼 소거능은 각각 23.40, 20.31%로 Ye-A, Br-A에 비해 유의적으로 증가하였다. 천연재료의 항산화성에 대한 선행연구에 따르면 세포의 산화 과정에서 생성되는 free radical에 의하여 세포가 손상되는데 천연색소에 함유된 페놀성 화합물이 강한 환원성에 의하여 free radical에 전자를 공여함으로써 항산화 능력이 있는 것으로 보고되었다(Ko HC 2010). Cho 등(2005)은 백년초 추출물은 93.9%로 높은 라디칼 소거능을 보였으며, Boo 등(2011)은 뽕잎 물 추출물이 2,500 ppm의 농도에서 77.0%의 라디칼 소거

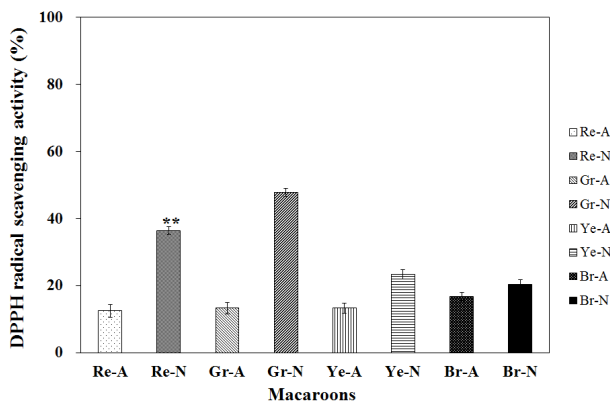


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of macaroons.

Re-A: The macaroon added with red colorant. Re-N: The macaroon added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder. Gr-A: The macaroon added with green colorant. Gr-N: The macaroon added with mulberry leaves powder. Ye-A: The macaroon added with yellow colorant. Ye-N: The macaroon added with pumpkin powder. Br-A: The macaroon added with brown colorant. Br-N: The macaroon added with cocoa powder. Data represent the mean \pm S.D. of three independent experiments. ** $p < 0.01$ Student's *t*-test.

능을 나타내었다고 보고하였다. 또한, 단호박에는 노란색 주 성분인 β -carotene이 다량 함유되어 있어 항산화 효과가 뛰어난 것으로 알려져 있다(Kim 등 2005). 따라서 천연재료로 첨가한 백년초, 뽕잎 및 단호박의 항산화 활성이 크기 때문에 이를 첨가한 마카롱의 항산화 활성이 크게 나타난 것으로 생각된다. 이는 페놀 화합물 함량이 다량 함유된 식물성 색소에서 전자공여능 또한 높게 나타난다는 다른 연구 결과들과도 일치하였다(Chung HJ 2000).

3. ABTS 라디칼 소거 활성 측정

천연재료와 합성색소를 첨가한 마카롱의 ABTS 라디칼 소거능 결과는 Fig. 3에 나타내었다. ABTS radical을 이용한 항산화능의 측정은 청록색을 띄는 ABTS용액이 potassium persulfate와 반응하여 생성된 ABTS free radical이 항산화 물질에 의해 제거되어 radical의 청록색이 탈색반응이 되는 것을 이용한 연구방법이다(Van den Berg 등 1999). 본 연구에서 천연재료와 합성색소를 첨가한 마카롱의 ABTS 라디칼 소거능은 DPPH 라디칼 소거능과 유사한 결과를 보였다. 즉, Re-A, Gr-A, Ye-A 마카롱의 ABTS 값은 각각 20.41%, 18.51%, 13.27%를 나타내었고, Re-N, Gr-N, Ye-N 마카롱의 ABTS 값은 각각 41.78%, 45.47%, 23.40%로 같은 색을 띄는 합성색소를 첨가한 마카롱보다 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 이는 마카롱에 부재료로 들깨가루(Lee 등 2015)와 가바쌀 가루(Choi 등 2015)를 첨가한 마카롱이 대조군보다 높은 항산화

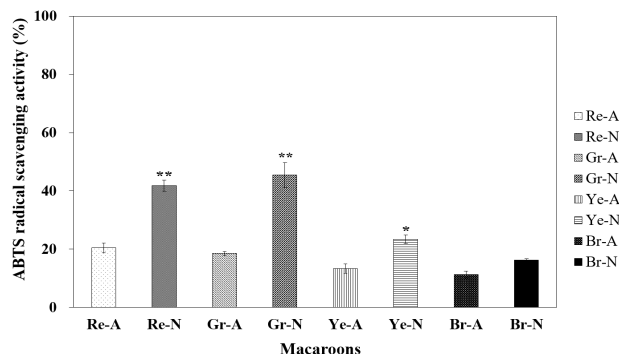


Fig. 3. ABTS radical scavenging activity of macaroons.

Re-A: The macaroon added with red colorant. Re-N: The macaroon added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder. Gr-A: The macaroon added with green colorant. Gr-N: The macaroon added with mulberry leaves powder. Ye-A: The macaroon added with yellow colorant. Ye-N: The macaroon added with pumpkin powder. Br-A: The macaroon added with brown colorant. Br-N: The macaroon added with cocoa powder. Data represent the mean \pm S.D. of three independent experiments. * $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$ Student's *t*-test.

활성을 나타냈다고 한 선행연구의 결과들과 같은 경향을 보였다. 따라서 천연재료 첨가에 따라 마카롱의 DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능이 증가하였으며, 마카롱 제조 시 천연재료를 부재료로 첨가할 경우, 생리활성 기능이 향상된 제품을 제조할 수 있을 것으로 기대된다.

4. 색도 측정

천연재료와 합성색소를 첨가한 마카롱의 색도 측정 결과는 Table 3과 같다. Re-A의 L값(lightness), a값(+red/-green), b값(+yellow/-blue)은 42.27, 39.30, 11.66이고, Re-N은 53.70, 19.59, 19.36으로 백년초 가루를 첨가한 마카롱이 색소첨가 마카롱에 비해 a값은 유의적으로 감소한 반면, L값, b값은 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). Gr-N의 L, a, b값은 54.23, 2.69, 27.73으로 54.83, 16.55, 23.82를 나타낸 Gr-A에 비해 L값은 유의적인 차이가 없었으나, a값과 b값은 유의적으로 낮았다. 이러한 결과는 뽕잎 분말(Lee JH 2016)을 첨가한 쿠키가 대조군보다 낮은 a값과 b값을 가진다고 보고한 결과와 같은 경향이였다. 이는 마카롱이 구워지는 과정에서 환원당과 아미노 화합물의 메일라드 반응과 당의 캐러멜화 반응에 의한 것으로 사료된다. YE-N의 경우, YE-A보다 L값은 유의적으로 증가하였으며, a값은 감소하였고, b값은 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이와 같이 YE-N의 경우, YE-A와 b값의 차이가 나타나지 않아 단호박 가루의 carotenoid계 색소는 합성색소와 비교하여도 마카롱의 색에 큰 차이를 주지 않는 것으로

Table 3. Color values of macaroons added with natural materials and artificial food colorant

Sample ¹⁾	L* value	a* value	b* value
Re-A	42.47±4.26	39.30±2.75***	11.66±0.36
Re-N	53.70±2.53*	19.59±0.32	19.36±0.87**
Gr-A	54.83±1.29	16.55±0.78***	27.73±0.53*
Gr-N	54.23±1.84	2.69±0.40	23.82±0.29
Ye-A	43.55±0.25	17.47±0.13**	32.28±0.48
Ye-N	59.19±1.13***	13.93±0.18	34.43±0.74
Br-A	34.59±0.31	11.99±0.16	15.26±0.20
Br-N	42.98±1.47**	11.36±0.53	15.60±0.53

¹⁾ Re-A: The macaroon added with red colorant.

Re-N: The macaroon added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder.

Gr-A: The macaroon added with green colorant.

Gr-N: The macaroon added with mulberry leaves powder.

Ye-A: The macaroon added with yellow colorant.

Ye-N: The macaroon added with pumpkin powder.

Br-A: The macaroon added with brown colorant.

Br-N: The macaroon added with cocoa powder.

²⁾ Data represent the mean±S.D. of three independent experiments.

* $p<0.05$; ** $p<0.01$ and *** $p<0.001$, Student's *t*-test.

여겨진다. 한편, 본 연구에서 Re-N, Gr-N, YE-N의 a값이 합성 색소를 첨가한 마카롱보다 낮게 나타났다. 이러한 결과는 산 수유 분말(Ko HC 2010), 연잎(Kim & Park 2008), 다시마(Cho

등 2006) 천연재료를 첨가한 쿠키의 제조 시 적색값이 낮아진다는 보고와 유사한 경향을 보였다.

5. 텍스처 특성

Rheometer를 이용하여 색소를 달리 첨가한 마카롱의 경도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 마카롱은 기본적으로 설탕, 아몬드 가루, 머랭으로 구성되며, 마카롱의 텍스처 특성은 이들 주재료와 부재료 첨가 비율에 따라 영향을 받는다. 경도(hardness)의 경우, Re-A는 2,120.00, Re-N은 592.67로 나타나 적색 색소 첨가 마카롱보다 백년초 첨가한 마카롱의 경도가 낮은 것으로 분석되었다. 이러한 경향은 Gr-N과 Gr-A, Ye-N과 Ye-A에서도 동일하게 나타나 천연재료를 첨가한 마카롱의 경도가 낮은 것으로 나타났다. 또한, 천연재료를 첨가한 마카롱에서 유의적으로 증가한 수분함량이 마카롱의 경도(hardness)에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 이는 쿠키 제조시 반죽의 수분 보유력이 증가되면 수분증발이 감소되어 제품이 촉촉하게 됨으로 인해 쿠키의 경도가 낮아진다고 보고한 Jeon & Park(2006)의 연구결과와 유사하였다. 반면, 응집성(cohesiveness)은 YE-N과 Br-N이 YE-A와 Br-A보다 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 씹힘성(chewiness)은 Re-A가 154.07, Gr-N이 80.53, YE-N이 269.74로 나타나 합성색소 첨가구에 비해 유의적으로 낮은 경향을 보여 경도(hardness)에 비례하여 씹힘성(chewiness)이 낮아져 마카롱 조직이 부드러워지고 촉촉해지는 것으로 나타났다. 또한, YE-A와 Br-A군이 YE-N와 Br-N군보다 2배 이상의 높은 탄력성(springiness)

Table 4. Texture profile analysis of macaroons added with natural color materials and artificial food colorant

Texture Sample ¹⁾	Hardness (g)	Springiness (mm)	Cohesiveness (%)	Chewiness (J)	Fracturability (g)	Adhesiveness (-g sec)
Re-A	2,120±242.54*** ²⁾	45.65±1.45	30.96±1.16*	662.14±48.07***	297.47±17.87***	15.33±6.43
Re-N	592.67±48.95	48.14±2.41	26.37±1.31	154.07±12.73	74.97±10.41	6.67±1.53*
Gr-A	3,237.33±61.04***	53.70±1.77	30.40±1.88***	962.32±48.07***	523.90±24.93***	20.33±3.51
Gr-N	662.33±10.07	70.19±1.83*	14.08±1.18	80.53±0.53	96.532±3.90	4.67±1.15***
Ye-A	2,650.67±76.20***	192.43±9.58***	25.59±0.64	638.75±77.83**	602.16±22.63***	9.33±1.15**
Ye-N	671±58.59	57.58±1.77	34.66±3.90**	269.74±17.58	145.36±10.50	17.67±2.52
Br-A	1,530.34±39.07	153.86±14.69***	15.48±2.00	195.26±6.10	310.44±37.52*	16.67±0.58
Br-N	1,553.33±23.07	76.02±1.82	34.28±3.90**	513.42±63.58**	260.78±11.72	14.33±4.04*

¹⁾ Re-A: The macaroon added with red colorant.

Re-N: The macaroon added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder.

Gr-A: The macaroon added with green colorant.

Gr-N: The macaroon added with mulberry leaves powder.

Ye-A: The macaroon added with yellow colorant.

Ye-N: The macaroon added with pumpkin powder.

Br-A: The macaroon added with brown colorant.

Br-N: The macaroon added with cocoa powder.

²⁾ Data represent the mean±S.D. of three independent experiments. * $p<0.05$; ** $p<0.01$ and *** $p<0.001$, Student's *t*-test.

을 나타내었다. 깨짐성(fracturability)은 합성색소를 첨가한 군이 천연재료를 첨가한 군보다 유의적으로 모두 높은 것으로 나타났으며, 이는 경도에 비례하였다. 마카롱의 경도가 증가됨에 따라 이 값으로 도출되는 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 깨짐성(fracturability)과 같은 관능적 특성 또한 높아진다는 선행연구(Choi 등 2015)와 일치하는 양상을 나타내었다. 이와 같이 마카롱의 텍스처는 첨가하는 재료의 종류에 따라 달라지는 경향을 나타내는 것으로 보이며, 제품 내부의 수분 함량에 따라 차이가 나는 것으로 생각된다.

6. 관능검사

색소를 첨가한 마카롱의 색(color), 외관(appearance), 맛(taste), 경도(hardness), 씹힘성(chewiness) 및 전반적인 기호도(overall preference) 등 6가지 항목의 소비자 기호도 조사의 결과는 Table 5와 같다. 관능평가 결과, 마카롱의 색상(color)에 대한 기호도는 RE-N이 4.89, RE-A는 10.85로 합성색소 첨가군의 기호도가 유의적($p=0.001$)으로 높게 나타났다. 또한, YE-A는 10.83으로 5.66을 나타낸 YE-N보다 유의적($p=0.001$)으로 높게 나타났고, Br-A가 11.08, Br-N은 10.54로 다른 색소보다 비교적 높은 점수를 받았다. 마카롱의 색상(color)은 녹색, 황색, 갈색 색소첨가군은 뽕잎, 단호박, 코코아 가루 첨가군에 비해 유의적으로 높은 점수를 받았다. 이는 색도에서 L 값이 차이가 없거나 증가하였기 때문에 명도가 증가하여 색상이 밝을수록 색상에 대한 점수를 높게 준 것으로 생각된다. 경도(hardness)는 Re-A, Gr-A, Br-A군이 천연재료 첨가군

보다 유의적으로 높은 수치를 보였으며, 이러한 결과는 rheometer를 사용하여 경도(hardness)를 측정하여 나타난 결과와 일치하여 천연재료 첨가 시 마카롱이 부드러워지는 것으로 나타났다. 그러나 이 경우, 마카롱에 대한 전체적인 기호도에는 부정적인 영향을 끼치지 않았으나, 경도에 대한 선호도만을 조사하였을 때는 선호도가 낮게 나타나 합성 색소를 대체한 천연 재료 선택 시 색과 기능성뿐 아니라, 경도도 고려하여 마카롱 제조에 이용해야 할 것으로 여겨진다. 한편, 관능 검사에서 씹힘성(chewiness)은 모든 군에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. Rheometer를 사용하여 마카롱의 씹힘성(chewiness)을 측정한 경우, 경도(hardness)와 비례하여 유의적으로 차이가 나타났으나, 기호도 조사에서 마카롱의 씹힘성 차이는 인지하지 못하는 정도인 것으로 보인다. 맛(taste)에 대한 기호도에서는 YE-A는 11.33으로 단호박 첨가군에 비해 유의적으로 높았다. 전체적인 기호도(overall acceptability)는 Br-N이 10.88로 Br-A보다 유의적으로 높게 나타났으나, 다른 천연재료와 합성색소 첨가군 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 코코아 가루를 넣은 마카롱의 경우, 갈색 합성색소를 첨가한 마카롱에 비해 색, 씹힘성, 경도, 맛에 유의적인 차이가 없어 전체적인 기호도를 높인 것으로 생각된다. 향후 합성색소를 대체하여 천연재료를 첨가한 마카롱의 기호도를 높이기 위해서는 어울리지 않는 맛이 강한 천연재료의 사용을 지양하고, 재료 선정 시 맛을 더욱 고려하고, 바람직한 맛의 향신료를 첨가하는 등의 보완책이 요구된다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 마카롱에 천연재료를 넣는 것은 합성색소를 넣는 것보다 항산화 활성이 증가하고 기호도는 차이

Table 5. Sensory evaluation of macaroons added with natural color materials and artificial food colorant

Sample ¹⁾	Color	Appearance	Chewiness	Hardness	Taste	Overall preference
Re-A	10.85±1.57 ^{***2)}	6.34±3.23	7.18±4.53	11.63±2.77*	8.51±2.45	8.80±2.90
Re-N	4.89±1.98	7.29±3.25	8.84±3.19	9.36±2.67	9.39±2.50	8.58±2.63
Gr-A	8.82±3.61	8.56±2.42 ^{***}	7.72±3.23	11.86±1.97 ^{***}	8.68±2.72	8.36±1.77
Gr-N	7.21±3.81	3.60±3.06	8.06±3.17	3.41±2.69	8.77±4.33	8.06±3.89
Ye-A	10.83±2.89 ^{***}	10.93±2.45 ^{***}	6.71±3.45	11.33±2.41 ^{***}	11.33±2.41 ^{**}	7.87±2.93
Ye-N	5.66±2.45	5.41±2.14	8.79±3.79	3.32±2.80	7.27±3.63	6.27±3.30
Br-A	11.38±2.41	11.08±1.64*	10.33±1.94	9.78±2.65	10.82±2.03	9.37±1.93
Br-N	10.54±2.23	8.97±2.86	10.26±2.56	8.66±1.94	11.00±2.99	10.88±1.42*

¹⁾ Re-A: The macaroon added with red colorant.

Re-N: The macaroon added with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder.

Gr-A: The macaroon added with green colorant.

Gr-N: The macaroon added with mulberry leaves powder.

Ye-A: The macaroon added with yellow colorant.

Ye-N: The macaroon added with pumpkin powder.

Br-A: The macaroon added with brown colorant.

Br-N: The macaroon added with cocoa powder.

²⁾ Data represent the mean±S.D. of three independent experiments. * $p<0.05$; ** $p<0.01$ and *** $p<0.001$, Student's *t*-test.

가 나지 않거나 높아, 천연색소를 마카롱에 첨가하는 것은 바람직한 것으로 보인다.

요약 및 결론

본 연구는 천연색소와 합성색소 분말을 첨가하여 마카롱을 제조하여 품질 특성인 수분, 색도, 항산화력, 텍스처 그리고 기호도 검사를 하였으며, 그 결과는 다음과 같았다. 수분 함량은 천연색소 첨가 마카롱은 합성색소 첨가 마카롱에 비해 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. DPPH radical 소거능 측정 결과, 백년초, 뽕잎, 단호박, 코코아 첨가 마카롱은 36.36%, 47.84%, 23.40%, 20.31%로 합성색소 첨가군보다 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 천연색소 첨가구의 항산화 활성이 증가한 것은 ABTS radical 소거능 측정결과에서도 코코아 첨가 마카롱을 제외하고, 천연색소 첨가구에서 유의적으로 증가하였다. 색도는 명도를 나타내는 L값과 백년초, 뽕잎, 코코아 분말을 첨가한 마카롱이 합성색소를 첨가한 마카롱보다 유의적으로 높아졌다. a값은 백년초, 뽕잎, 단호박 분말 첨가함에 따라 합성색소 첨가구에 비하여 낮게 나타났으며, b값은 높게 나타났다. 마카롱의 색상은 천연색소를 첨가함에 따라 색이 연하며 황색 빛이 진하게 관찰되었고, 표면은 모든 실험구가 비교적 매끄러운 것으로 나타났다. 천연색소 첨가 시 합성 색소 첨가군에 비해 경도(hardness)가 낮아져 이와 관련 있는 관능적 특성인 응집성(cohesiveness)과 씹힘성(chewiness)도 낮아지는 것으로 나타났다. 천연재료 첨가군과 합성색소 첨가군 사이에 기호도는 차이가 나지 않거나, 코코아 첨가군이 갈색색소 첨가군에 비해 높은 기호도를 나타내었다. 이와 같은 결과에서 마카롱은 천연색소 첨가 시 기호도에 크게 차이가 없었으며, 항산화 활성 증가를 나타내어 마카롱 제조와 품질 및 기호도 특성에 맞추어 마카롱의 다양화와 소비자의 만족도를 증대시킬 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2017학년도 대전대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구된 것으로 이에 감사드립니다.

References

- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Boo HO, Hwang SJ, Bae CS, Park SH, Son WS. 2011. Antioxidant activity according to each kind of natural plant pigments. *Korean J Plant Res* 24:105-112
- Cho AR, Kim NY. 2013. Quality characteristics of sponge cake containing *Beaknyuncho* (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 23:107-118
- Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. *J Korean Soc Food Cult* 21:541-549
- Cho YJ, Chun SS, Kwon HJ, Kim JH, Yoon SJ, Lee KH. 2005. Comparison of physiological activities between hot water and ethanol extracts of Bokbunja (*Rubus coreanum* F.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:790-796
- Choi SY, Lim SY, Jung WK, Yoo KM, Hwang IK. 2015. Studies on quality characteristics and biological activities of macaroons supplemented with GABA(γ -aminobutyric acid) rice powder and xylose. *J East Asian Soc Dietary Life* 25:825-829
- Chung HJ. 2000. Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *Korean J Soc Food Sci* 16:160-166
- Jang EY, Jin TY, Eun JB. 2006. Properties of puffed mulberry-rice snack, *Ppeongtuigi* by pellet with mulberry leaf and brown rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 38:756-761
- Jeon ER, Park ID. 2006. Effect of Angelica plant powder on the quality characteristics of batter cakes and cookies. *Korean J Food Cook Sci* 22:62-68
- Jeong CH, Choi SG, Heo HJ. 2008. Analysis of nutritional components and evaluation of functional activities of *Sasa borealis* leaf tea. *Korean J Food Sci Technol* 40:586-592
- Jin SY, Joo NM, Han YS. 2006. Optimization of iced cookies with the addition of pine leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 22:164-172
- Joung HS. 2004. Quality of characteristics of *Paeksulgis* added powder of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. *Korean J Soc Food Cookery* 20:637-642
- Kim GS, Park GS. 2008. Quality characteristics of cookies prepared with lotus leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24:398-404
- Kim MH, Han YS. 2016. Quality characteristics of *Yangha* (*Zingiber mioga* Rosc) pickle with soy sauce during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 26:260-270
- Kim MZ, Shim KH. 2017. Quality characteristics and antioxidative activities of macaroon with the addition of egg white powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:269-281

- Kim SR, Ha TY, Song HN, Kim YS, Park YK. 2005. Comparison of nutritional composition and antioxidative activity for *Kabocha squash* and pumpkin. *Korean J Food Sci Technol* 37:171-177
- Kim SY, Han GD, Jung IC, Kim KJ. 2017. Quality characteristics and antioxidant activities of macaroon with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 27:332-340
- Ko HC. 2010. Quality characteristics of sugar snap-cookie with added *Cornus fructus*. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 957-962
- Lee JH. 2016. Quality and antioxidant properties of cookies supplemented with mulberry leaf powder. *Food Eng Prog* 20: 416-420
- Lee MW, Choi SY, Yoo KM, Lim SY, Jung WS, Hwang IK. 2015. Development of value-added macaroon with *Perilla frutescens* powders and their physiological characteristics. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:66-72
- Lee SM, Jung HA, Joo NM. 2006. Optimization of iced cookie with the addition of dried red ginseng powder. *Korean J Food Nutr* 19:448-459
- Miller KB, Stuart DA, Smith NL, Lee CY, McHale NL, Flanagan JA, Ou B, Hurst WJ. 2006. Antioxidant activity and polyphenol and procyanidin contents of selected commercially available cocoa-containing and chocolate products in the United States. *J Agric Food Chem* 54:4062-4068
- Park YK, Cha HS, Park MW, Kang YH, Seog HM. 1997. Chemical components in different parts of pumpkin. *Korean J Korean Soc Food Sci Nutr* 26:639-646
- Peom JW. 2013. Characteristics and manufacture of macaroon cookie prepared with black ginseng powder. MS. Thesis, Hansung Univ. Seoul. Korea
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio Med* 26:1231-1237.
- Rodriguez-Amaya DB. 2016. Natural food pigments and colorants. *Curr Opin Food Sci* 7:20-26
- Shin DS, Han GJ, Oh SG, Park HY. 2015. Functional component analysis and physical property of *Cheonmyuncho*(*Opuntia humifusa*) powder. *Korean J Food Preserv* 22:838-844
- van den Berg R, Haenen GRMM, van den Berg H, Bast A. 1999. Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chem* 66:511-517
- Wollgast J, Anklam E. 2000. Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: Changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Res Int* 33:423-447
- Yen GC, Wu SC, Duh PD. 1996. Extraction and identification of antioxidant components from the leaves of mulberry (*Morus alba* L.). *J Agric Food Chem* 44:1687-1690
- Yoo KM. 2015. Development of macaroon with Korean Red Peppers (*Capsicum annuum* L.) and GABA rice and evaluation of physiological characteristics. *Korean J Food Nutr* 28:351-357
- Yun SJ. 1999. Sensory and quality characteristics of pumpkin rice cake prepared with different amounts of pumpkin. *Korean J Food Cookery Sci* 15:586-590

Received 31 December, 2017

Revised 22 August, 2018

Accepted 05 September, 2018