

양배추 분말을 첨가한 마카롱의 품질 특성 및 항산화 활성

김기주*

대구미래대학교 특수직업재활과

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Macaron with Cabbage Powder

Ki-Ju Kim*

Department of Vocational Rehabilitation, Daegu Future College

Abstract

The aim of this study was to evaluate the quality characteristics, antioxidant activities, and sensory properties of macaron with cabbage powder (CP). Physicochemical and sensory properties of macaron with different amounts (0%, 1%, 3%, 5%, and 7%) of CP 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 CP addition increased, spread factor, baking loss rate, and L and a values decreased, whereas b value increased ($p < 0.05$). For texture properties, hardness, cohesiveness, and springiness were increased by addition of CP ($p < 0.05$). The gumminess and brittleness did not show significant changes up to 3% CP addition although significant changes in 5-7% CP addition ($p < 0.05$) were evident. The total polyphenolic contents, DPPH radical scavenging activities, and reducing power were significantly increased by addition of CP at high concentrations ($p < 0.05$). In the consumer acceptance of macarons, 3% CP showed the highest in color, flavor, texture, and overall acceptance and 5% CP showed the highest in taste. Meanwhile, macaron containing 7% CP showed the lowest scores in texture and overall acceptance ($p < 0.05$). These data suggested that adding 3% of CP was the optimal concentration for making macaron.

Key words: cabbage powder, macaron, sensory evaluation, antioxidant activities, texture

서 론

최근 식생활과 식품소비 패턴이 서구화되고 간편해지면서 인스턴트 식품과 패스트푸드의 섭취가 증가함에 따라 생활은 편리해졌지만 이에 따른 건강상 문제점이 부각되면서, 국민들 사이에서 자연식, 영양식, 건강식으로의 변화가 필요하다는 인식이 점차 확산되고 있다(Lee & Kim, 2007). 또한, 생리활성을 나타내는 천연물과 이를 부재료로 이용한 기능성 식품의 개발과 상품화는 최근 연구의 주요 관심사이며 빵, 쿠키 등 간식이나 후식으로 이용할 수 있는 기호 식품에 있어서도 건강유지 및 개선을 위한 제품 개발에 많은 연구가 진행되고 있다(Lee & Ko, 2009). 이와 같이 기능성 천연 소재들을 활용한 기능성 제품 중에서도 쿠키는 고소하고 바삭한 식감이 잘 어우러져 전 연령층이 간편하게

먹을 수 있으며 적은 수분함량으로 미생물에 의한 변패가 적고 저장성이 우수하여 현대인의 간식으로 많이 이용되고 있다(Lee et al., 2005).

특히, 쿠키류 중의 하나인 마카롱은 프티 푸르세크의 하나로 밀가루가 들어가지 않는 유일한 과자로 이탈리아가 발상지이며 꿀, 아몬드, 계란 흰자를 이용하여 만든 마카롱은 주재료가 아몬드가루로 고소한 맛과 부드러운 조직감이 우수한 고가의 디저트이다(Lee et al., 2015). 생리 활성 성분을 첨가한 쿠키류 중에 마카롱은 다양한 맛과 색상 및 모양에서 인기를 모으고 있으며, 기능성 측면이 부각되면서 건강 지향적이고 고급 제과를 선호하는 소비자층에서 꾸준하게 소비량이 증가하고 있는 고부가 제품이다.

현재까지 기능성 생리활성물질의 천연재료를 첨가한 마카롱 제조 연구로는 흑삼 분말(Peom, 2013), 백년초 분말(Kim et al., 2017), 가바쌀 가루와 자일로스(Choi et al., 2015), 자일로스와 들깨(Lee et al., 2015) 등의 소재가 마카롱 제조에 활용되었으나 양배추를 이용한 마카롱에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 다양한 생리활성 성분, 무기질, 식이섬유, 비타민 등이 많이 함유되어 있는 기능성이 우수한 양배추 분말을 첨가한 마카롱의 제조는 건강한 국민 간

*Corresponding author: Ki-Ju Kim. Department of Vocational Rehabilitation, Daegu Future College, Gyeongsan, Gyeongsangbuk-do 38607, Korea

Tel: +82-53-810-9448; Fax: +82-53-801-3732

E-mail?homebakekim@daum.net

Received September 19, 2017; revised October 29, 2017; accepted November 7, 2017

식을 위한 제품 개발이 가능할 것으로 기대된다.

양배추(*Brassica oleracea* L.)는 브라시카 올레라케아의 재배종이며 십자화과의 채소로 비타민, 미네랄, 식이섬유 및 파이토케미컬(phytochemical)을 다량 함유하고 있다(Chu et al., 2002). 양배추에는 지혈작용을 하는 비타민 K와 항궤양성의 비타민 U가 풍부하게 함유되어 있어 위궤양 등의 치료에 효과가 있으며(Cheney, 1992; Ferland & Sadowski, 1992), 수분 93.3%, 단백질 0.6%, 지방 0.1%, 당질 5.6%, 총 식이섬유 1.4%, 회분 0.5% 등이 함유되어 있다(Jin et al., 2006). 또한 양배추는 ferulic acid, caffeic acid, *p*-coumaric acid 등을 비롯하여 항산화제 성분을 함유하고 있다(Cao et al., 1996; Rice-Evans et al., 1997). 특히, glucosinolates라는 물질을 다량 함유하고 있어 병원체 및 해충에 대한 식물체의 방어기작에 중요한 역할을 하며(Mathias et al., 2006), 조리 또는 착즙과정에서 myrosinase에 의해 가수분해 되어 암 발생 억제효과를 지닌다고 알려져 있다(Hayes et al., 2008). 양배추는 잘게 썰어 샐러드 또는 즙이나 주스로 먹는 인구가 증가하면서 국내에서도 소비가 늘고 있으며, 주로 생것 혹은 삶거나 데치는 등의 방법으로 많은 요리에 사용되고 있다. 양배추 분말을 첨가한 연구로는 설기떡(Yang, 2009), 증편(Kim & Yang, 2010) 등이 있으며, 그 중 제과제빵에 대한 양배추 분말을 활용한 연구는 제빵적성에 미치는 영향(Lee, 2010), 시폰 케이크의 제조와 항산화 활성(Kim, 2015), 스펀지 케이크의 품질특성 및 항산화 활성(Kim & Kim, 2017), 쿠키의 품질 및 산화방지 활성(Lee & Lee, 2017) 등으로 미진한 실정이다.

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

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 양배추 분말은 정우당(Seoul, Korea) 제품을 시중에서 직접 구입하여 사용하였다. 아몬드가루는 대한제당(Incheon, Korea), 분당은 꼬미다(Icheon, Korea), 설탕은 CJ제일제당(Seoul, Korea), 계란은 농협(Gyeongsan, Korea)에서 신선란을 구입하여 사용하였다. Jin et al. (2006)의 연구에 의하면 양배추 분말의 일반성분은 수분 8.03%, 단백질 2.17%, 탄수화물 87.46%, 지방 0.70%, 회분 1.64%, 식이섬유 20.73%였다.

마카롱의 제조

양배추 분말을 첨가량을 달리한 마카롱의 재료 배합 및

Table 1. Formulations of macarons prepared with cabbage powder

Ingredients (g)	Cabbage powder content (%)					
	0	1	3	5	7	
Tant Pour Tant (T.P.T)	Almond powder	200	198	194	190	186
	Sugar powder	200	200	200	200	200
	Cabbage powder	0	2	6	10	14
Meringue	Egg white	72	72	72	72	72
	Egg white	72	72	72	72	72
	Sugar	200	200	200	200	200
	Water	50	50	50	50	50

제조는 Table 1에 제시된 배합비에 따라 Choi et al. (2015)의 방법을 일부 변형하여 제조하였다. 양배추 분말의 첨가량은 예비실험결과 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%로 제조한 결과 실험구간의 차이가 뚜렷하지 않았고, 7% 이상의 첨가 시 맛과 조직감이 감소하여 소비자 기호도가 낮게 나타나 실험에 부적합하였다. 본 실험에서 양배추 분말은 아몬드가루 중량을 기준으로 0%, 1%, 3%, 5%, 7%를 대체 첨가하였고 마카롱 제조는 먼저 아몬드가루, 분당과 양배추 분말을 함께 2회 체질하고 계란 흰자를 넣어 총 200회 혼합하여 Tant Pour Tant (T.P.T.) 반죽을 만들었다. 각 첨가구별 설탕을 물에 넣어 녹인 후 118-121°C가 될때까지 끓여서 시럽을 만든 후 젖은 피크 상태(60%)까지 거품을 낸 계란 흰자의 머랭에 천천히 부어가면서 소형 반죽기(GM12A, Dynasty, Taichung, Taiwan)의 가장 빠른 회전속도(3단)의 조건에서 중간피크 상태(80-90%)의 머랭을 완성하였다. 먼저 반죽한 T.P.T에 완성한 머랭을 5회에 걸쳐 넣으면서 혼합하였다. 평철판에 실리콘페이퍼를 깔고 짚주머니에 지름 1.0 cm의 둥근 모양 각지를 끼우고 반죽을 담아서 준비된 평철판에 직경 3 cm 정도의 크기(중량 10 g)로 반죽을 찐다. 그리고 실온에서 40분간 휴지시킨 다음 반죽의 직경은 4.0-4.5 cm로 커진 상태로 윗불 170°C, 아랫불 150°C로 예열한 전기 오븐기(Model FDO-7102, Dae Young Machinery Co., Seoul, Korea)에서 5분간 구운 후 오븐온도를 윗불 150°C, 아랫불 140°C로 낮추어 8분간 더 구웠으며, 완성된 마카롱은 실온에서 1시간 동안 냉각한 후 밀봉한 뒤에 시료로 사용하였다.

마카롱의 퍼짐성과 굽기손실률

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 측정하고 마카롱을 90°로 회전한 후 수평으로 정렬하고 전체 직경을 재측정한 다음 마

카롱 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 측정 한 후 평균값을 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.

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

마카롱의 색도 및 외관 촬영

양배추 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.

마카롱의 조직감

조직감은 rheometer (Compac-100, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 깨짐성(brittleness)을 5회 반복 측정하고 통계 처리하였다. 마카롱을 20 × 20 × 10 mm의 크기로 잘라 압착했을 때 얻어지는 마카롱의 texture profile analysis (TPA)를 computer로 분석하여 측정하였다. 이때 사용된 탐침은 probe (직경 20 mm)의 압착탐침이었으며, 탐침속도는 1.0 mm/s, 변형율은 50%로 조작되었다.

마카롱의 항산화 활성

시료액 제조는 마카롱 각각의 시료 5 g에 증류수 45 mL를 가하여 20°C에서 24시간동안 100 rpm으로 균질기에서 추출한 후 Whatman NO. 1 여과지로 여과한 다음 시료액으로 사용하였다.

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 방법(Folin & Denis, 1912)에 의해 측정하였다. 1 mg/mL로 농도를 조절한 시료 0.2 mL에 1 N Folin-Ciocalteu's Regent (Sigma Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 넣은 후 상온에서 3분간 반응시켰다. 반응액에 10% Na₂CO₃ 0.8 mL를 섞어 준 후 상온에서 1시간 반응시킨 다음 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀의 함량은 gallic acid (Sigma Co., USA)를

이용한 표준곡선으로부터 산출하였다.

DPPH radical 소거능은 Blois 법(Blois, 1958)에 따라 측정하였다. 농도 별로 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 아래 식에 따라 나타내었다.

DPPH radical scavenging activity (%)

$$= (1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{시료 무첨가구의 흡광도})) \times 100$$

환원력은 Mau et al. (2002) 및 Seo et al. (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 ferricianide 0.25 mL를 넣고 50°C에서 20분간 반응한 후, 10% TCA (Trichloroacetic acid)를 0.25 mL 혼합하였다. 1000 rpm에서 10분 원심분리하고 상징액 0.1 mL에 증류수 0.1 mL를 혼합하고, 0.1% ferric chloride 0.02 mL를 가하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

기호도 검사

마카롱의 기호도 검사는 Civille & Szczesniak (1973)의 방법에 따라 마카롱의 특성 및 평가 방법에 대하여 숙지시킨 식품공학과 재학생 20명과 제과기술자 10명을 포함한 총 30명을 대상으로 수행하였다. 난수표를 이용하여 번호를 부여한 5가지의 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)에 대한 관능특성을 7점 채점법을 사용하여 측정하였으며, 7점은 매우 좋아함, 4점은 보통, 1점은 매우 싫어함으로 나타내었다.

통계처리

모든 실험 결과치의 통계처리는 Windows용 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였으며 실험구별 평균과 표준편차를 구하였으며 분산분석과 Duncan의 다중검증법에 따라 유의성 검정을 하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

마카롱의 퍼짐성과 굽기손실율

양배추 분말을 첨가한 마카롱의 퍼짐성은 Table 2와 같다. 마카롱의 퍼짐성은 대조구가 3.94로 가장 높게 나타났으며 양배추 분말 1-7% 첨가구에서는 3.54-3.28로 대조구에 비해 유의적으로 감소한 것으로 나타났다. 이는 양배추

Table 2. Baking properties of the macarons containing different amounts of cabbage powder

	Cabbage powder content (%)				
	0	1	3	5	7
Spread factor	3.94±0.05 ^{a1)}	3.54±0.07 ^b	3.40±0.11 ^c	3.32±0.07 ^{cd}	3.28±0.07 ^d
Baking loss rate (%)	8.69±0.12 ^a	7.96±0.05 ^b	6.54±0.05 ^c	6.36±0.05 ^d	6.29±0.09 ^d

¹⁾Values are mean±SD (n=3), means followed by the same letter in a row were not significantly different ($p<0.05$).

분말을 첨가한 마카롱 반죽의 수분함량과 점성의 영향으로 퍼짐성이 낮아진 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 et al., 2016). 본 연구에서 양배추 분말의 첨가량이 증가할수록 아몬드가루에 비해 상대적으로 높은 당과 식이섬유소를 함유하고 있으며, 이로 인해 마카롱 반죽 시 더 많은 수분을 결합수의 형태로 보유하여 점성이 증가하고 퍼짐성이 낮아진 것으로 판단된다. 이러한 결과는 백런초 분말을 첨가한 쿠키의 연구(Jeon & Park, 2006)에서 반죽 내 수분함량이 많을수록 퍼짐성이 작아진다는 보고와 유사한 경향을 보였다. 마카롱의 굽기손실율은 대조구 8.69%에 비해 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 양배추 분말 첨가 쿠키의 연구(Lee & Lee, 2017)에서 반죽과 양배추 분말의 상호작용으로 인해 결합수의 양이 증가하고 반죽 내 수분보유력이 높아져 굽기 과정 중 수분손실이 줄어들었기 때문에 이로 인해 굽기손실율이 감소한 것으로 보고한 결과와 일치하였다.

마카롱의 색도 및 외관촬영

양배추 분말을 첨가한 마카롱의 색도 측정 결과는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L 값은 대조구가 72.60으로 가장 높았고 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 L 값이 63.82-53.15로 유의적으로 감소하는 경향을 보여 어두워지는 것으로 나타났다. 적색도를 나타내는 a 값은 대조구 1.53에 비해 양배추 분말 1% 첨가구는 0.24로 낮게 나타났으며, 5%, 7% 첨가구도 -1.02, -0.79로 유의적으로 낮게 나타났다. 황색도를 나타내는 b 값은 대조구와 1%, 3%는 각각 18.76, 19.22, 19.32로 유의적 차이를 보이지 않았으나 5%, 7%는 20.61, 21.19로 유의적으로 증가하였다. 이러한 결과는 Kim & Yang (2010)의 연구에서 양배추 분말

첨가량이 증가할수록 L 값은 감소하고 b 값은 증가하였다는 보고와 유사한 경향을 보였으나 a 값은 유의적으로 증가하여 적색도가 증가하였다고 보고하여 본 실험과 다소 상이한 결과를 나타내었다. 쿠키의 색도는 재료 고유의 색, 함유된 당, 단백질 성분, 반죽의 PH, 아미노-카르보닐 반응, 굽기 온도 등에 영향을 받는다(Owen, 1996). 이는 양배추 분말 외에 아몬드가루, 분당, 설탕, 계란 등의 재료를 넣어 마카롱을 제조하는 과정에서 양배추 분말에 들어있는 대표적인 담색을 많이 띠는 안토산틴 색소와 녹색의 클로로필이 변색되면서 명도인 L 값이 감소하고, 적색도인 a 값과 황색도인 b 값이 감소하거나 증가한 것으로 판단된다. 이 결과는 Lee et al. (2005)의 연구에서 첨가하는 재료 자체의 색소에 의한 영향이 색도의 차이를 나타낸다는 보고와 같이 양배추 분말 첨가가 최종 마카롱의 색을 형성하는데 영향을 미친 것을 알 수 있었다. 또한, 양배추 분말 첨가량을 달리하여 제조한 마카롱의 외관 촬영 사진은 Fig. 1과 같다.

마카롱의 조직감

양배추 분말을 첨가한 마카롱의 조직감 측정 결과는 Table 4와 같다. 마카롱의 조직감은 경도, 응집성, 탄력성, 점착성, 깨짐성의 5가지 항목을 측정하였다. 경도는 대조구가 2773.60으로 가장 낮게 나타났으며 양배추 분말 1-7% 첨가구에서는 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아지는 것으로 나타나 딱딱해지는 경향을 보였다. 양배추 분말을 첨가한 쿠키의 연구(Lee & Lee, 2017)에서 경도 증가현상은 양배추 분말의 뛰어난 수분보유력으로 설탕 결정과 결합이 가능한 수분량의 감소에 따른 반죽의 물리적 특성이 변하여 내부의 기공이 작아지고 경도가 높아진다는 실험결과와 유사하였다.

응집성과 탄력성은 대조구가 각각 15.72와 53.80으로 가장 낮게 나타났으며 1-7% 첨가구는 유의적으로 증가하는

Table 3. Color values of the macarons containing different amounts of cabbage powder

Color values ¹⁾	Cabbage powder content (%)				
	0	1	3	5	7
L	72.60±3.68 ^{a2)}	63.82±1.03 ^b	60.73±0.91 ^c	56.09±1.12 ^d	53.15±1.77 ^e
a	1.53±0.26 ^a	0.24±0.17 ^b	-0.26±0.14 ^c	-1.02±0.14 ^d	-0.79±0.13 ^d
b	18.76±0.64 ^b	19.22±0.14 ^b	19.32±0.54 ^b	20.61±0.52 ^a	21.19±0.60 ^a

¹⁾L, Lightness (white;+100~black;0); a, redness (red;+100~green;-80); b, yellowness (yellow;+70~ blue;-70).

²⁾Values are mean±SD (n=3), means followed by the same letter in a row were not significantly different ($p<0.05$).

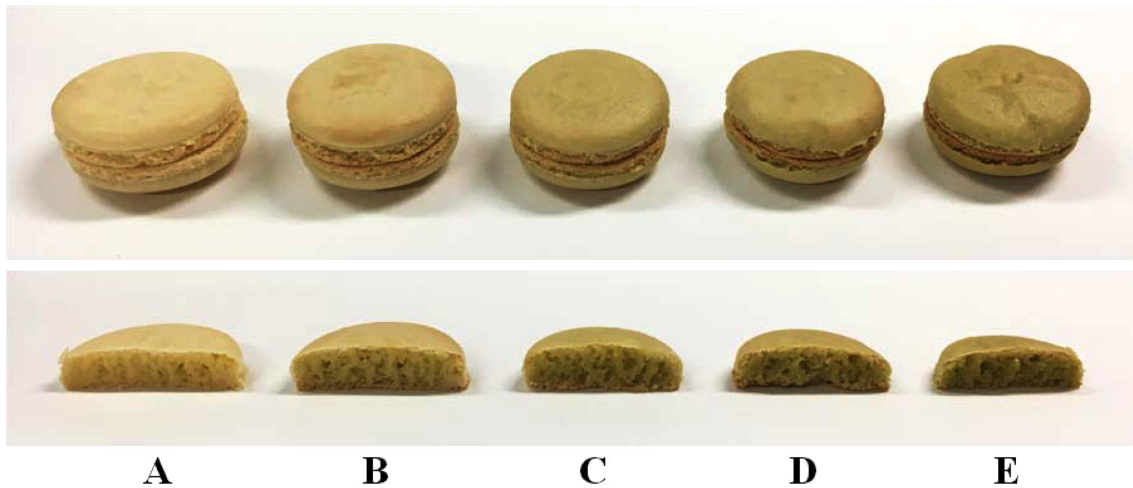


Fig. 1. Visual comparison of the macarons that contained different amounts of cabbage powder. A, 0% cabbage powder added; B, 1% cabbage powder added; C, 3% cabbage powder added; D, 5% cabbage powder added; E, 7% cabbage powder added.

것으로 나타났다. 점착성과 깨짐성은 대조구, 1%, 3% 첨가구는 유의적 차이를 보이지 않았으나 5%, 7% 첨가구에서는 유의적으로 증가하는 것으로 나타났으며 7% 첨가구는 각각 341.11과 266.53로 가장 높게 나타났다. 이상의 결과와 같이 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 경도는 대조구에 비해 증가하는 경향을 보여 마카롱의 전체 구조가 단단해지는 것으로 나타났으며, 경도를 기준으로 도출되는 응집성, 탄력성, 점착성, 깨짐성은 대조구에 비해 증가하는 경향을 보였다. 흑삼 분말을 첨가한 마카롱 쿠키의 제조 및 품질 특성(Peom, 2013)에서 경도가 증가할수록 응집성, 겹성, 씹힘성이 높아진다는 보고와 유사하게 나타났다. 이는 양배추 분말 첨가 마카롱 제조에서 퍼짐성과 굽기손실율의 결과와 같이 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 아몬드 분말에 비해 높은 식이섬유소 함량과 당성분의 증가로 인해 반죽의 수분보유력이 높아지고 점성이 증가하는데서 기인한 것으로 사료된다.

한편 가바쌀 가루와 자일로스 첨가 마카롱 연구(Choi et al., 2015)에서 마카롱의 경도와 관능적 특성은 반죽이 오븐에서 건조되는 동안 활발히 일어나는 경화 현상으로 인해 내부구조보다 외부구조가 단단해지는데서 기인하는 것으로 판단된다는 결과와 같이 종합적으로 분석할 필요가

있다고 보고되었다. 이와 같이 경도와 관능적 특성은 첨가하는 재료와 실험하는 제품의 종류에 의해 달라지는 경향을 보이며, 또한 마카롱 쿠키 내부의 수분 함량에 따라 차이가 나는 것으로 판단된다.

마카롱의 항산화 활성

양배추 분말을 첨가하여 제조한 마카롱의 항산화 활성의 측정 결과는 Table 5와 같다. 페놀성 화합물은 자연계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로 2개 이상의 수산기(OH)를 가지고 있어 단백질과 같은 분자와 결합하는 성질이 있으며 항산화, 항암 및 심장질환 예방 효과 등의 생리활성 기능을 가지고 있다(Nozaki, 1986; Nakatani, 1990).

총 폴리페놀 함량은 대조구가 205.81 µg GAE/mL로 가장 낮게 나타났고 양배추 분말 1-7% 첨가구에서는 209.13-224.21 µg GAE/mL로 대조구보다 유의적으로 증가하는 경향을 보였다.

DPPH 라디칼 소거능은 항산화 활성을 검사하는 가장 보편적인 방법으로 페놀성 화합물과 같은 항산화 물질로부터 전자나 양성자를 받아 안정한 분자로 환원되면서 나타나는 현상인 보라색이 노란색으로 탈색되는 것을 이용하여 다양한 기능성소재로부터 항산화 물질을 측정하는 방법으

Table 4. Textural properties of the macarons containing different amounts of cabbage powder

	Cabbage powder content (%)				
	0	1	3	5	7
Hardness (g/cm ²)	2,773.60±323.14 ^{b1)}	3,119.59±195.73 ^{ab}	3,178.35±225.38 ^{ab}	3,463.22±237.75 ^a	3,468.25±187.03 ^a
Cohesiveness (%)	15.72±1.75 ^c	17.43±2.14 ^b	18.15±1.34 ^b	18.65±1.73 ^a	18.52±1.52 ^a
Springiness (%)	53.80±2.24 ^b	72.65±2.19 ^a	72.08±1.54 ^a	76.23±2.05 ^a	76.32±1.33 ^a
Gumminess (g)	210.84±17.95 ^b	161.57±18.57 ^b	211.86±17.45 ^b	313.25±25.43 ^a	341.11±18.31 ^a
Brittleness (g)	115.91±8.73 ^b	117.71±8.52 ^b	156.17±9.23 ^b	238.67±11.21 ^a	266.53±12.12 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=5), means followed by the same letter in a row were not significantly different (p<0.05).

Table 5. Antioxidant activities of the macarons containing different amounts of cabbage powder

	Cabbage powder content (%)				
	0	1	3	5	7
Total polyphenolic contents ($\mu\text{g GAE/mL}$)	205.81 \pm 5.72 ^{b1)}	209.13 \pm 0.52 ^b	219.05 \pm 4.53 ^a	223.72 \pm 6.22 ^a	224.21 \pm 3.81 ^a
DPPH radical scavenging activity (%)	28.63 \pm 0.53 ^d	54.05 \pm 0.47 ^c	69.51 \pm 0.97 ^b	93.15 \pm 1.66 ^a	93.82 \pm 1.29 ^a
Reducing power (O.D. at 700 nm)	0.36 \pm 0.01 ^e	0.62 \pm 0.01 ^d	0.76 \pm 0.03 ^c	1.00 \pm 0.03 ^b	1.15 \pm 0.07 ^a

¹⁾Values are mean \pm SD (n=3), means followed by the same letter in a row were not significantly different ($p<0.05$).

Table 6. Consumer acceptance scores of the macarons containing different amounts of cabbage powder

	Cabbage powder content (%)				
	0	1	3	5	7
Color ¹⁾	5.17 \pm 0.02 ^{c2)}	5.22 \pm 0.01 ^{bc}	5.43 \pm 0.05 ^a	5.31 \pm 0.03 ^b	5.24 \pm 0.09 ^{bc}
Flavor	5.06 \pm 0.02 ^c	5.14 \pm 0.05 ^{bc}	5.28 \pm 0.12 ^a	5.27 \pm 0.07 ^a	5.20 \pm 0.03 ^{ab}
Taste	5.45 \pm 0.14 ^c	5.53 \pm 0.12 ^{bc}	5.76 \pm 0.11 ^{ab}	5.81 \pm 0.19 ^a	5.41 \pm 0.12 ^c
Texture	5.05 \pm 0.13 ^{bc}	5.17 \pm 0.21 ^{abc}	5.47 \pm 0.32 ^a	5.32 \pm 0.13 ^{ab}	4.93 \pm 0.13 ^c
Overall acceptance	5.13 \pm 0.09 ^{cd}	5.34 \pm 0.11 ^{bc}	5.65 \pm 0.08 ^a	5.43 \pm 0.21 ^{ab}	5.05 \pm 0.16 ^d

¹⁾Rate using a scale of 1-7, where 7=excellent, 6=very good, 5=good, 4=fair, 3=poor, 2=very poor, 1=bad.

²⁾Values are mean \pm SD (n=3), means followed by the same letter in a row were not significantly different ($p<0.05$).

로 이용되고 있다(Que et al., 2006). 양배추 분말을 첨가한 마카롱의 DPPH 라디칼 소거능은 대조구 28.63%보다 1% 첨가구에서 54.05%로 나타나 급격하게 증가하였으며 양배추 분말 7% 첨가구는 93.82%로 가장 높은 값을 보여 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가한 것으로 나타났다($p<0.05$).

환원력은 ferric ion (Fe^{3+}) 혼합물이 ferrous (Fe^{2+})로 전환하는 능력을 700 nm에서 측정하여 흡광도 값으로 나타낸 것(Sa et al., 2010)으로. 환원력은 대조구가 0.36으로 가장 낮게 나타났으며 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 0.62-1.15로 유의적으로 높게 나타났었다($p<0.05$).

총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능 및 환원력은 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높게 나타났으며, 이는 생리활성 기능성을 나타내는 항산화 활성이 유의적으로 증가하는 결과로 양배추 분말의 항산화제 성분이 영향을 미친 것으로 판단된다. 이러한 결과는 아몬드가루보다 항산화력이 탁월한 가바쌀 가루(Choi et al., 2016)와 들깨가루(Lee et al., 2015)를 첨가한 마카롱이 대조구에 비해 총 페놀 함량과 DPPH 자유기 소거 활성이 증가한다는 보고와 유사하였으며, 마카롱 제조 시 양배추 분말과 같이 페놀 화합물을 지니고 있는 부재료를 이용하여 제품 개발을 함으로써 항산화 활성 증가에 기여할 것으로 생각된다.

기호도 검사

양배추 분말을 첨가한 마카롱의 기호도 평가 항목에 대한 색, 향미, 맛, 조직감과 전반적인 기호도의 결과는 Table 6과 같다. 마카롱의 색과 향미에 대한 평가는 대조구에 비해 양배추 분말 첨가구가 모두 높은 점수를 나타내

었고 3% 첨가구가 각각 5.43와 5.28로 가장 높게 나타났다. 맛에 대한 평가는 5% 첨가구가 5.81로 가장 높게 나타났으며 7% 첨가구는 5.41로 가장 낮은 값을 나타냈다. 조직감과 전반적인 기호도의 경우 대조구에 비해 3% 첨가구에서 각각 5.47과 5.65로 가장 높게 나타났으나 조직감에서 7% 첨가구는 4.93으로 나타나 감소하는 경향을 보였으며 전체적인 기호도에서도 7% 첨가구는 5.05로 가장 낮은 값을 보였다. 마카롱 제조 시 양배추 분말 첨가가 전반적으로 선호하는 것으로 나타났으며 색, 향미, 맛, 조직감과 전반적인 기호도에서 3-5% 첨가구는 대조구보다 높은 점수로 평가되어 좋은 것으로 나타났다. 조직감, 전반적인 기호도의 경우 대조구에 비해 7% 첨가구는 가장 낮게 나타났으며 이는 일정 수준(5%) 이상의 대체분말 첨가 시 양배추 특유의 비릿한 향과 맛이 강해져 기호도가 낮아지고, 수분 보유력과 점성이 너무 강해져 조직이 단단해져 품질이 저하되기 때문인 것으로 사료된다. 이러한 결과는 양배추 분말을 첨가한 쿠키의 연구(Lee & Lee, 2017)에서 소비자 기호도 검사 결과, 색, 부드러운 정도, 전체적인 기호도에서 2% 첨가군이 가장 높은 평점을 받았으며 양배추 분말 첨가가 4% 첨가구를 초과하게 되면 부드러운 정도를 제외하고 모든 평가항목이 급격하게 감소하는 것으로 나타나 본 연구 결과와 같이 일정 수준 이상의 양배추 분말을 첨가할수록 부정적인 영향을 미친다는 결과와 유사한 경향을 보였다. 따라서 양배추 분말을 첨가해 마카롱 제조 시 전반적인 기호도를 종합적으로 고려하면 3%가 적절할 것으로 판단되며 맛과 양배추의 항산화 활성 등 기능성효과를 고려한다면 5%까지는 가능할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 다양한 생리활성을 지닌 양배추 분말을 첨가 (0, 1, 3, 5, 7%)한 마카롱을 제조하여 물리적 품질 특성과 항산화 활성 및 관능적 특성을 실험하고 기능성 식품소재로의 이용가능성과 제조 적성을 조사하였다.

물리적 품질 특성은 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 마카롱의 퍼짐성은 대조구에 비해 감소하는 경향을 보였고 굽기손실율도 유의적으로 감소하였다. 색도는 L 값과 a 값이 대조구에 비해 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으며 b 값은 대조구와 1%, 3%는 유의적 차이가 없었으나 5%, 7%는 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 조직감에서 경도, 응집성, 탄력성은 양배추 분말 첨가구가 대조구에 비해 증가하였으며 점착성, 깨짐성은 대조구와 1%, 3% 첨가구는 유의적으로 차이가 없었으나 5%, 7% 첨가구는 유의적으로 증가하였다. 마카롱의 항산화 활성을 나타내는 총 폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, 환원력 등은 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높게 나타났다. 기호도 평가는 색, 향미, 조직감, 전반적인 기호도에서 양배추 분말 3% 첨가구가 가장 높은 선호도를 보였고 맛은 5% 첨가구가 가장 높은 값을 나타냈지만 조직감과 전반적인 기호도의 경우 7% 첨가구에서는 각각 4.93과 5.05로 가장 낮게 나타났다. 이상의 결과로 양배추 분말을 첨가한 마카롱 제조 시 양배추 분말의 항산화 활성, 물리적 품질 특성과 관능적 특성을 고려한 최적의 첨가량은 3%가 가장 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.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Cao G, Sofic E, Prior RL. 1996. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 44: 3426-3431.
- Cheney G. 1952. Vitamin U therapy of peptic ulcer. *Calif. Med.* 77: 248-252.
- Choi SY, Lim SY, Jung WS, 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: 822-829.
- Chu YF, Sum J, Wu X, Liu RH. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 50: 6910-6916.
- Civille GV, Szczesniak AS. 1973. Guidelines to training a texture profile panel. *J. Tex Stud.* 4: 204-223.
- Ferland G, Sadowski JA. 1992. Vitamin K1 (phylloquinone) content of green vegetables: effects of plant maturation and geographical growth location. *J. Agric. Food Chem.* 40: 1874-1877.
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* 12: 239-243.
- Hayes JD, Kelleher MO, Eggleston IM. 2008. The cancer chemopreventive actions of phytochemicals derived from glucosinolates. *Eur. J. Nutr.* 47: 73-88.
- 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.
- Jin TY, Oh DH, Eun JB. 2006. Change of physicochemical characteristics and functional components in the raw materials of *Saengsik*, uncooked food by drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 188-196.
- Kim GY, Yang MO. 2010. Quality properties of *Jeungpyun* prepared with cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 20: 291-298.
- Kim HJ. 2015. Preparation of chiffon cake with cabbage powder and its antioxidant activities. MS thesis, Sunchon National Univ., Sunchon, Korea.
- 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: 366-371.
- Kim SY, Kim KJ. 2017. Quality characteristics and antioxidant activity of sponge cake with cabbage powder. *Korean J. Food Preserv.* 24: 294-302.
- Kim SY, Han GD, Jung IC, Kim KJ. 2017. Quality characteristics and antioxidant activities of macaron with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 27: 332-340.
- Lee JH, Ko JC. 2009. Physicochemical properties of cookies incorporated with strawberry powder. *Food Eng. Prog.* 13: 79-84.
- Lee KS, Kim SH. 2007. Analysis of characteristics of the white bread with mixed vegetable powder. *Korean J. Hospitality Tourism* 16: 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: 66-72.
- Lee SH. 2010. Effect of cabbage powder on baking properties of white breads. *Korean J. Food Preserv.* 17: 674-680.
- Lee SM, Ko YJ, Jung HA, Paik JE, Joo NM. 2005. Optimization of iced cookie with addition of dried sweet pumpkin powder. *Korea J. Food Cult.* 20: 516-524.
- Lee YM, Lee JH. 2017. Quality and antioxidant properties of cookies supplemented with cabbage powder. *Food Eng. Prog.* 21: 93-98.
- Mathias W, Jimmy E, Kerstin O, Margareta N. 2006. Changes in carbohydrate and glucosinolate composition in white cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) during blanching and treatment with acetic acid. *Food Chem.* 95: 226-236.
- Mau JL, Lin HC, Song SF. 2002. Antioxidant properties of several specialty mushrooms. *Food Res. Int.* 35: 519-526.
- Nakatani N. 1990. Recent advances in the study on natural antioxidants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.* 37: 569-576
- Nozaki K. 1986. Current aspect and future condition of phyto-genic antioxidants. *Fragrance J.* 6: 99-106.
- Owen RF. 1996. *Food Chemistry* 3th ed. Marcell Dekker Inc. NYC, NY, USA, 171-173.
- Peom JW. 2013. Characteristics and manufacture of macaroon

- cookie prepared with black ginseng powder. MS Thesis, Hansung Univ., Seoul, Korea.
- Que F, Mao L, Zhu C, Xie G. 2006. Antioxidant properties of Chinese yellow wine, its concentrate and volatiles. *LWT-Food Sci. Technol.* 39: 111-117.
- Rice-Evans C, Miller N, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci.* 2: 152-159.
- Sa YJ, Kim JS, Jeong HJ, Yu CY, Park DS, Kim MJ. 2010. Comparative study of electron donating ability, reducing power, antimicrobial activity and inhibition of α -glucosidase by sorghum bicolor Extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 42: 598-604.
- 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: 129-135.
- Yang MO. 2009. Quality characteristics of *Sulgidduk* added with cabbage powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 19: 729-735.