

Research Note

양배추 분말을 첨가한 쿠키의 품질 및 산화방지 활성

이영미 · 이준호*
대구대학교 식품공학과

Quality and Antioxidant Properties of Cookies Supplemented with Cabbage Powder

Yeong Mi Lee and Jun Ho Lee*

Department of Food Engineering, Daegu University

Abstract

The feasibility of incorporating cabbage powder (CP) as a value-added food ingredient into convenient food products was investigated using cookie as a model system. CP was incorporated into cookies at amounts of 0, 2, 4, 6, and 8% (w/w) based on total weight of wheat flour. pH level and moisture content of cookie dough decreased and increased significantly, respectively, with increasing levels of CP ($p < 0.05$), whereas density was not directly affected by levels of CP incorporation. The spread ratio of cookies and their hardness increased significantly while the loss rate decreased significantly with increasing levels of CP ($p < 0.05$). In terms of color, lightness and yellowness decreased while redness increased significantly ($p < 0.05$) with increasing levels of CP. 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) radical scavenging activities were significantly elevated by CP addition, and they increased significantly as CP concentration increased in the formulation ($p < 0.05$). Finally, consumer acceptance test indicated that the higher than 4% of CP incorporation had an adverse effect on general consumer preferences. In contrast, cookies with moderate levels of CP (2%) were recommended based on overall scores to take advantage of the antioxidant properties of CP without sacrificing consumer acceptability.

Key words: cookie, cabbage powder, quality, antioxidant property, consumer acceptance

서 론

양배추(*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)는 브라시카 올레라케아의 재배종으로 십자화과에 속하는 채소의 일종이며(McNaughton & Marks, 2003), phenolics (Harbaum et al., 2007), vitamin C, β -carotene, lutein, zeaxanthin (Divisi et al., 2006) 등이 풍부한 식품으로 알려져 있다. 특히, 양배추에는 독특한 생리활성을 가진 glucosinolates라는 물질이 다량 함유되어 있는데, 이는 황을 함유한 glycoside 화합물로 병원체 및 해충에 대한 식물체의 방어기작에 중요한 역할을 할 뿐만 아니라(Mathias et al., 2006), 조리 또는 착즙과정에서 myrosinase에 의해 가수분해 되어 암 발생 억제효과를 지닌 물질로 전환된다고 알려져 있다(Hayes et al., 2008). 또한 양배추에 함유된 S-methylmethionine의 추출물은 결핍 시 위암발병의 원인이 될 수 있는 항위궤양

성 인자로 anti-inflammatory, analgesic 등의 약리적 기능이 보고되고 있으며(Hong & Kim, 2005), 그 밖에 양배추는 미생물 번식저해(Yang, 2009), 면역기능 활성화, 항산화 기능 증가(Conaway et al., 2002) 등의 효능이 확인된 바 있다.

이러한 여러 유용성분들로 인해 양배추는 설기떡(Yang, 2009), 증편(Kim & Yang, 2010), 식빵(Kim et al., 2012) 등에 성공적인 기능성 부재료로 사용된 바 있다. 한편 쿠키는 달콤한 맛과 바삭한 질감이 잘 어우러져 어린이부터 노인까지 전 연령층이 간편하게 먹을 수 있고, 미생물로 인한 변패가 적고 수분함량이 낮아 저장성이 우수하여 소비자들의 간식으로 애용되고 있다(Kim & Chung, 2011). 아울러 최근 소비자의 건강지향적 소비형태의 변화에 따라 기능성 부재료가 첨가된 쿠키에 대한 관심과 수요가 증가하고 있다.

현재까지 들깻잎 분말(Choi et al., 2009), 브로콜리 분말(Lim & Kim, 2009), 비파잎 분말(Cho & Kim, 2013), 아스파라거스 분말(Yang et al., 2010) 등의 다양한 채소류의 소재가 쿠키제조에 활용되었으나, 양배추의 활용은 극히 제한적인 것으로 조사되었다. 쿠키 제조 시 원재료를 기능

*Corresponding author: Jun Ho Lee, Department of Food Engineering, Daegu University, Gyeongsan, Gyeongsangbuk-do 38453, Korea
Tel: +82-53-850-6531; Fax: +82-53-850-6539
E-mail: leejun@daegu.ac.kr
Received January 19, 2017; revised February 5, 2017; accepted February 6, 2017

성 부재료로 단순히 대체할 경우 제품의 가공적성 및 관능적 특성을 변화시킬 수 있으므로, 이에 따른 가공적성과 소비자의 기호도의 변화 등을 고려하여 적합한 대체비율을 정할 필요가 있다(We et al., 2011).

따라서 본 연구에서는 유용한 기능 성분을 함유한 양배추 분말의 첨가량을 달리하여 밀가루 일부를 대체한 쿠키를 제조하고 이화학적 품질 특성, 산화방지 활성 및 소비자 기호도를 조사함으로써 양배추 분말을 이용한 쿠키의 개발 가능성 및 상품화를 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 쿠키 제조

본 실험에 사용된 양배추 분말은 국내산으로 가루나라(Garunara, Co., Seoul, Korea)에서 구입하였으며, 그 외 박력분(CJ Cheiljedang Corp., Seoul, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang Corp.), 무가염 버터(Namyang Dairy Products Co., Ltd, Seoul, Korea), 달걀 등은 시중에서 구입하여 사용하였다.

박력분에 대한 양배추 분말의 첨가비율을 설정하기 위해 여러 차례의 예비 실험을 실시하였으며, 밀가루 양(200 g)을 기준으로 양배추 분말을 첨가하지 않은 것을 대조군으로, 2%, 4%, 6%, 8%(밀가루 184 g, 양배추 분말 16 g) 대체한 것을 최종 첨가군으로 선정하였으며, 설탕, 버터, 달걀은 각각 100 g, 90 g, 50 g을 동일하게 사용하였다.

중탕한 버터를 믹싱볼(mixing bowl)에 넣고 믹서(5K5SS; KitchenAid Inc., St. Joseph, MI, USA)를 사용하여 2단에서 설탕 100 g을 1분 간격으로 3회에 걸쳐 나누어 넣으면서 총 3분간 혼합한 후, 전란과 박력분과 양배추 분말을 첨가해 제조한 반죽을 4°C 냉장실에서 30분간 휴지시켰다. 휴지시킨 반죽은 두께가 4 mm가 되도록 밀대로 민 다음, 직경 5 cm인 쿠키틀로 찍어 panning한 뒤 170°C로 예열된 오븐(KXS-4G+H; Salvia Industrial S.A., Lezo, Spain)에서 10분간 굽고 실온에서 1시간 동안 방랭한 후 시료로 사용하였다.

반죽의 밀도, pH 및 수분함량

반죽의 밀도는 50 mL 메스실린더에 증류수 30 mL를 넣고 쿠키 반죽 5 g을 넣었을 때 증가한 부피를 측정하여 반죽의 부피에 대한 무게의 비(kg/L)로 나타내었고, pH는 시료 5 g과 증류수 45 mL를 혼합하고 균질하여 상온에서 1시간 동안 방치한 후 그 상등액을 취해 pH meter (pH/Ion 510; Oakton Instruments, Vernon Hills, IL, USA)로 측정하였다. 반죽의 수분함량은 105°C에서 상압가열건조법을 이용하여 각 시료별 5회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

쿠키의 물리화학적 품질 및 산화방지 활성

양배추 쿠키의 경도(hardness)는 Advanced Universal Testing System (LRXPlus; Lloyd Instrument Ltd., Fareham, Hampshire, UK)을 사용하여 15회 반복 측정하였으며, 측정 시 test speed와 trigger 조건은 각각 1 mm/s와 0.049 N으로 설정하였다. 색도는 분광색차계(CM-600d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 명도(L*), 적색도(a*) 및 황색도(b*) 값을 측정하였으며 쿠키 표면의 동, 서, 남, 북, 중앙 방향으로 각 시료별 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 쿠키의 퍼짐성 지수는 쿠키의 직경(mm)과 두께(mm)를 각각 3회 반복 측정 후 AACC Method 10-50D의 방법(AACC, 2000)으로 계산하였다. 손실률은 쿠키를 굽기 전의 반죽과 후의 쿠키 중량에 대한 비(%)로 각각 3회 반복 측정하여 비교하였다.

쿠키의 산화방지 활성은 시료 2.5 g에 70% 에탄올(Merck KGaA, Darmstadt, Germany) 50 mL를 가하여 균질한 뒤, 8,000 rpm에서 10분간 원심분리(VS-24SMT; Vision Scientific Co., Ltd., Daejeon, Korea)하여 얻은 상등액을 Whatman No. 1 여과지(GE Healthcare UK Ltd., Little Chalfont, UK)로 여과하여 시료액으로 사용하였다. 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH; Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Osaka, Japan)에 대한 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Blois의 방법(Blois, 1958)을 응용하였고, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS; Sigma-Aldrich Co., LLC., St. Louis, MO, USA)에 대한 라디칼(radical) 소거능의 측정은 Re 등(Re et al., 1999)의 방법을 응용하여 측정하였다. 각 시료별 3회 반복 실험하여 평균값을 비교하였다.

소비자 기호도 검사

소비자 기호도 검사는 무작위로 선발된 20대 성인 50명(남 25명, 여 25명, 20-29세)을 대상으로 실시하였다. 각 시료는 세 자리 난수표기하여 구분한 접시에 나열한 후 제시하였으며, 9점 척도(1: 대단히 싫어함, 9: 대단히 좋아함)를 사용하여 색(color), 향(flavor), 부드러운 정도(softness), 맛(taste) 및 전체적인 기호도(overall acceptance) 항목에 대하여 평가하였다. 검사 시 전체적인 기호도가 다른 평가 항목에 미치는 영향을 최소화하기 위해 세션을 구분하여 전체적인 기호도를 먼저 측정하고 다음, 다른 각 개별항목은 따로 측정하였다. 시료 간 잔향 또는 잔미의 방해 최소화를 위하여 시료 사이에 물을 이용하여 입안을 헹군 후 검사를 실시하도록 하였다.

통계처리

모든 실험결과는 SAS ver. 9.3 (SAS, 2015)을 이용하여 분산분석(Analysis of variance, ANOVA)하였고, 5% 수준에서 유의성 있는 시료간 평균값의 비교는 던컨 시험

(Duncan's multiple range test)에 의해 분석하였다.

결과 및 고찰

반죽의 밀도, pH 및 수분함량

양배추 분말 첨가량에 따른 쿠키 반죽의 밀도, pH 및 수분함량은 Table 1에 나타내었다. 반죽의 밀도는 대조군이 1.21 kg/L로 가장 낮았고 전체적으로 1.21-1.25 kg/L 범위의 값을 나타내었으나, 시료 간 유의적 차이는 없으므로 나타났($p>0.05$). 이는 첨가된 양배추 분말과 밀가루의 입도가 유사하고 박력분의 전체량에 대한 양배추 분말의 첨가 농도가 높지 않아 밀도에 유의적인 영향을 미치지 않은 것으로 판단되며(Lee et al., 2006), 비파잎 분말(Cho & Kim, 2013)을 첨가한 쿠키에서도 이와 유사한 경향을 보였다. 한편 쿠키 반죽의 밀도는 품질관리에 있어 중요한 항목 중 하나로 팽창정도와 색깔 등에 영향을 미치며 반죽의 밀도가 낮으면 쿠키의 경도가 증가하여 기호도가 떨어지고, 반대로 높으면 쿠키의 경도가 감소하여 쉽게 부서지므로 상품의 가치가 낮아질 수 있다(Cho et al., 2006).

반죽의 pH는 대조군이 6.61로 가장 높았고, 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 6.55에서 6.38로 유의적으로 감소하는 경향을 보였으나($p<0.05$), 대조군과 2% 첨가군 사이, 2%와 4% 첨가군 사이에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p>0.05$). 이와 같은 변화는 양배추 분말의 pH가 5.88로 산성을 띠고 있기 때문이나, 실질적으로 쿠키의 물성에 미치는 영향은 미미한 것으로 판단된다(Pereira et al., 2013). 아스파라거스 분말(Yang et al., 2010)을 첨가한 쿠키에서도 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 pH가 전반적으로 감소하였으나 그 변화가 미미한 것으로 보고된 바 있다.

반죽의 수분함량은 대조군이 16.62%로 가장 낮았고, 양배추 분말의 첨가량이 증가할수록 17.05-17.58% 범위 내에서 유의적으로 증가하는 경향을 보였으나($p<0.05$), 2-6% 첨가군, 6-8% 첨가군 사이에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p>0.05$). 양배추는 수분 93.3%, 단백질 0.6%, 지방 0.1%, 당질 5.6%, 총 식이섬유 1.4%, 회분 0.6% 등을 함유하고 있으며(Jin et al., 2006), 그 중 식이섬유소는 수분을 보유하는 성질을 가지고 있는데, 양배추 분말 첨가량이 증가함에 따라 수분 보유력이 커져 수분함량이 증가한 것으로 사료되며(Joo & Choi, 2012), 양송이 분말(Lee & Jeong, 2009)을 첨가한 쿠키에서도 유사한 증가현상이 보고되었다.

쿠키의 물리화학적 품질 특성

양배추 쿠키의 퍼짐성, 손실률, 경도 및 색도는 Table 2에 주어진 바와 같다. 퍼짐성은 쿠키 굽기 과정에서 반죽이 바깥으로 퍼짐에 따라 두께는 감소하고, 직경은 증가하는 현상을 측정하는 지표로(Choi et al., 2014), 밀가루의 종류와 흡수율, 지방, 설탕의 종류 및 첨가량, 반죽의 시간과 혼합방법, 팽창제 종류와 사용량 등에 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Koh & Noh, 1997). 양배추 쿠키의 퍼짐성은 대조군이 8.01로 가장 낮았고 양배추 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였으나($p<0.05$), 대조군과 2% 및 4% 첨가군, 2-6% 첨가군, 4-8% 첨가군 사이에서 유의적인 차이는 발견되지 않았다($p>0.05$). 쿠키의 퍼짐성은 단백질 함량이 증가함에 따라 감소하는데(Singh & Mohamed, 2007), 본 연구에서 쿠키 제조 시 박력분을 양배추 분말로 대체함으로써 단백질 함량이 감소하여 퍼짐성이 증가한 것으로 판단된다. 부재료

Table 1. Density, pH, and moisture content of cookie dough incorporated with different levels of CP

Properties	CP level (%)				
	0	2	4	6	8
Density (kg/L)	1.21±0.07 ^a	1.22±0.05 ^a	1.23±0.03 ^a	1.25±0.00 ^a	1.25±0.00 ^a
pH	6.61±0.07 ^a	6.55±0.07 ^{ab}	6.51±0.03 ^b	6.45±0.02 ^c	6.38±0.01 ^d
Moisture content (%)	16.62±0.15 ^c	17.05±0.04 ^b	17.10±0.57 ^b	17.35±0.07 ^{ab}	17.58±0.08 ^a

Means with different letters (a-d) within the same row are significantly different ($p<0.05$).

Table 2. Selected physicochemical properties of cookies incorporated with different levels of CP

Properties	CP level (%)					
	0	2	4	6	8	
Spread factor	8.01±0.41 ^c	8.15±0.38 ^{bc}	8.34±0.03 ^{abc}	8.59±0.05 ^{ab}	8.70±0.16 ^a	
Loss rate (%)	15.47±0.63 ^a	14.55±0.59 ^b	14.39±0.87 ^b	14.07±0.58 ^b	13.24±0.68 ^c	
Hardness (N)	19.14±1.62 ^c	23.70±1.59 ^d	25.44±1.79 ^c	27.84±0.99 ^b	30.58±1.81 ^a	
Color	<i>L</i> [*]	60.33±0.31 ^a	53.67±0.25 ^b	48.02±0.26 ^c	45.61±0.50 ^d	38.88±0.28 ^e
	<i>a</i> [*]	8.50±0.06 ^c	9.52±0.08 ^d	9.97±0.03 ^c	10.60±0.14 ^b	11.29±0.11 ^a
	<i>b</i> [*]	31.43±0.15 ^a	30.77±0.06 ^a	29.26±0.24 ^b	28.48±0.34 ^c	23.90±0.09 ^d

Means with different letters (a-e) within the same row are significantly different ($p<0.05$).

의 첨가량 증가에 따른 퍼짐성 증가현상은 브로콜리 분말 (Lim & Kim, 2013)을 첨가한 쿠키에서도 보고되었다.

손실물은 대조군이 15.47%로 가장 높았고 양배추 분말의 첨가량이 증가함에 따라 14.55%에서 13.24%로 유의적으로 감소하는 경향을 보였으나($p < 0.05$), 2-6% 첨가군 사이에서 유의적인 차이는 발견되지 않았다($p > 0.05$). 이는 양배추 분말의 첨가량이 증가할수록 쿠키 반죽과 양배추 분말의 상호작용으로 인해 형성되는 결합수의 양이 증가하여 조리 과정 중 수분손실이 줄어들었기 때문으로 판단되며 (Song et al., 2014), 감잎 분말(Lim & Lee, 2016)을 첨가한 쿠키에서도 부재료 첨가량이 증가할수록 손실물이 감소하여 본 실험의 결과와 동일하였다.

쿠키의 경도는 대조군이 19.14 N으로 가장 낮았고 양배추 분말의 첨가량이 증가할수록 23.70 N에서 30.58 N으로 유의적 차이를 보이며 증가하여 딱딱해지는 경향을 보였다($p < 0.05$). 경도 증가현상은 양배추 분말을 첨가할수록 단백질 함량이 감소하여 반죽의 물리적 특성이 변하고, 쿠키 내부의 기공이 작아졌을 것으로 판단되며(Hoseney et al., 1979), 또한 양배추 분말의 뛰어난 보수력으로 설탕 결정과 결합이 가능한 수분량 감소에 따른 글루텐 형성의 촉진으로 경도가 증가한 것으로 사료된다(Lim, 2008). 아스파라거스 분말(Yang et al., 2010)을 첨가한 쿠키에서도 이와 같은 경향을 보여 본 실험의 결과와 동일하였다.

쿠키의 색도는 오븐을 이용한 굽기 과정에서 반죽 내 당의 캐러멜화(Caramelization) 및 마이야르 반응(Maillard reaction)의 결과로 쿠키의 표면색이 변하게 되며, 첨가되는 부재료의 종류에도 영향을 받을 수 있다(Gul et al., 2013). 색의 밝고 어두운 정도를 나타내는 명도(lightness, L^*)는 대조군이 60.33으로 가장 높았고, 양배추 분말의 첨가량이 증가함에 따라 53.67, 48.02, 45.61, 38.88 순으로 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며($p < 0.05$), 황색도(yellowness, b^*) 또한 대조군과 2% 첨가군이 각각 31.43, 30.77로 유의적으로 가장 높았다($p < 0.05$). 한편 적색도(redness, a^*)는 대조군이 8.50으로 가장 낮았고, 양배추 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 이는 효소적 갈변에 의한 양배추 분말의 갈색화가 쿠키의 명도 감소에 영향을 미친 것으로 판단되며(Gul et al., 2013), 녹색의 양배추 색소성분인 클로로필이 명도, 적색도 및 황색도에 영향을 준 것으로 사료된다(Lee et al., 2006). 계피 분말 (Song et al., 2014)을 첨가한 쿠키에서도 계피의 첨가량이 증가함에 따라 명도와 황색도는 감소하고, 적색도는 증가하는 결과를 보고한 바 있다.

쿠키의 산화방지 활성

양배추 쿠키의 DPPH에 대한 전자공여능 및 ABTS에 대한 라디칼 소거능의 측정 결과는 Fig. 1과 같다. DPPH에 대한 전자공여능은 대조군이 4.06%로 가장 낮았고 양배추

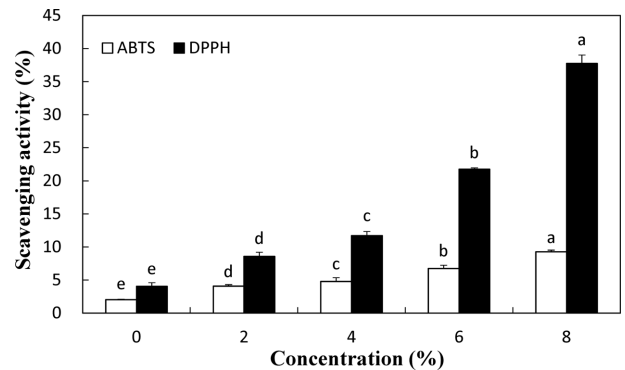


Fig. 1. DPPH and ABTS radical scavenging activities of cookies supplemented with different levels of CP. Means with different letters (a-e) within the same activity are significantly different ($p < 0.05$).

분말의 첨가량이 증가함에 따라 8.59%에서 37.76%로 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 기존 연구 중 동일한 농도에서 사용된 타 부재료 분말과 비교해 보면, 흑임자 분말(Lim & Lee, 2015), 흰 민들레 분말(Lee et al., 2017), 계피 분말의 경우 각각 9.04-15.22%, 16.5-45.93%, 21.91-52.15% 범위에서 증가하는 경향을 나타내 흑임자 분말의 경우보다 우수한 증가현상을 나타내었다. ABTS에 대한 라디칼 소거능은 대조군이 2.03%로 가장 낮았고 양배추 분말의 첨가량이 증가함에 따라 4.10%에서 9.26%로 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 동일한 조건에서 계피 분말을 사용한 경우 ABTS에 대한 라디칼 소거능은 4.30-9.74% 범위에서 증가하여 본 실험의 결과와 매우 유사하였다. 반면 흑임자 분말 및 흰 민들레 분말을 동일한 농도로 첨가할 경우 각각 7.09-12.79%, 10.3-17.13%로 증가하였다고 보고된 바 있다. 한편 양배추 분말 첨가량에 따른 DPPH 전자공여능과 ABTS 라디칼 소거능 증가는 서로 높은 상관관계를 보였다.

소비자 기호도 검사

양배추 쿠키에 대한 소비자 검사 결과는 Fig. 2와 같다. 대조군 및 2-4% 첨가군 사이에 유의적인 차이가 발견되지 않은 부드러운 정도(softness) 평가항목을 제외한 모든 평가항목에서 대조군과 2% 첨가군이 유의적인 차이 없이 타 첨가군에 비해 유의적으로 높게 평가되었다($p < 0.05$). 대체적으로 양배추 분말의 첨가량이 4%를 초과하게 되면 부드러운 정도를 제외하고 모든 평가항목의 점수가 급격하게 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 양배추 특유의 비릿한 향과 맛이 진해지면서 소비자의 기호도가 감소하는 것으로 판단된다. 한편 2% 첨가군은 모든 항목에서 대조군과 대등한 평점을 받아 소비자에게 거부감이 없을 뿐 아니라, 특히 색, 부드러운 정도, 전체적인 기호도에서 가장 높은 평점을 받았는데, 이는 양배추 분말이 굽기 과정에서 갈변화를 거치면서 쿠키의 본연의 색상과 잘 어우러졌고, 비릿

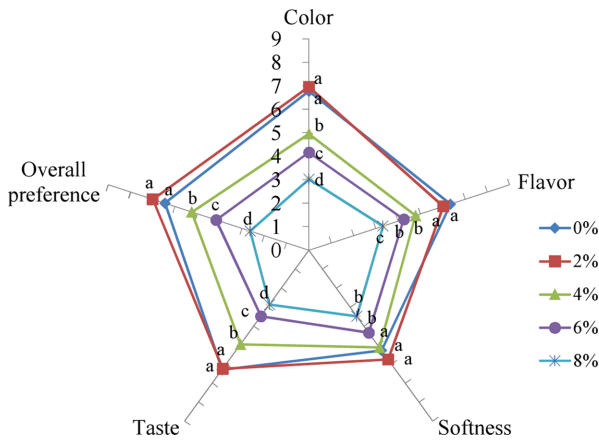


Fig. 2. Consumer acceptance profiles of cookies supplemented with different levels of CP. Means with different letters (a-d) within the same attribute are significantly different ($p < 0.05$).

한 향이 사라지고 깔끔하고 담백한 맛과 향을 나타내기 때문으로 판단된다. 따라서 양배추 쿠키의 물리·화학적 품질 특성, 산화방지 활성 및 소비자 기호도를 종합적으로 고려한 최적의 첨가량은 2%가 적절한 것으로 판단된다.

요 약

박력분에 대한 양배추 분말 대체량을 0-8%로 달리하여 쿠키를 제조한 후 물리·화학적 품질특성, 산화방지 활성 및 소비자 기호도를 조사하였다. 양배추 분말 첨가량에 따른 쿠키 반죽 밀도의 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 ($p > 0.05$), 반죽의 pH와 수분함량은 각각 유의적으로 감소 또는 증가하였다($p < 0.05$). 쿠키의 퍼짐성과 경도는 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가한 반면, 손실률은 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 한편 명도(L^*), 황색도(b^*) 모두 양배추 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였으나($p < 0.05$), 적색도(a^*)는 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 산화방지 활성을 나타내는 DPPH에 대한 전자공여능 및 ABTS에 대한 라디칼 소거능은 유의적인 차이를 보이며 증가하였고($p < 0.05$), 두 지표 간에 매우 높은 상관관계를 보였다. 소비자 검사 결과, 2% 첨가군은 모든 항목에서 대조군과 대등한 평점을 받았고, 특히 색, 부드러운 정도, 전체적인 기호도에서 유의적으로 가장 높은 평점을 받았다($p < 0.05$). 한편 양배추 분말 첨가량이 4%를 초과하면 부드러운 정도를 제외한 모든 평가항목에서 기호도가 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 양배추 분말의 생리적 활성과 쿠키의 관능적 품질을 고려한 최적의 첨가농도는 2%가 가장 적절한 것으로 판단된다.

References

AACC. 2000. Approved Methods of the AACC. American Asso-

ciation of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Method 10-50D.

Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.

Cho HS, Kim KH. 2013. Quality characteristics of cookies prepared with *Loquat (Eriobotrya japonica Lindl.)* leaf powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 1799-1804.

Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with *Sea tangle* powder. *J. Korean Food Cult.* 21: 541-549.

Choi HY, Oh SY, Lee YS. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of perilla leaves (*Perilla frutescens* var. *japonica* HARA) cookies. *Korean J. Food Cookery Sci.* 25: 521-530.

Choi YS, Kim SK, Mo EK. 2014. Quality characteristics of cookies with acai berry (*Euterpe oleracea* Mart.) powder added. *Korean J. Food Preserv.* 21: 661-667.

Conaway C, Yang YM, Chung FI. 2002. Isothiocyanates as cancer chemopreventive agents: Their biological activities and metabolism in rodents and humans. *Curr. Drug Metab.* 3: 233-255.

Divisi D, Di-Tommaso S, Salvemini S, Garramone M, Crisci R. 2006. Diet and cancer. *Acta Biomed.* 77: 118-123.

Gul H, Yanik A, Acun S. 2013. Effects of white cabbage powder on cookie quality. *J. Food Agric. Environ.* 11: 68-72.

Harbaum B, Hubbermann EM, Wolff C, Herges R, Zhu Z, Schwarz K. 2007. Identification of flavonoids and hydroxycinnamic acids in pak choi varieties (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *communis*) by HPLC-ESI-MS and NMR and their quantification by HPLC-DAD. *J. Agric. Food Chem.* 55: 8251-8260.

Hayes JD, Kelleher MO, Eggleston IM. 2008. The cancer chemopreventive actions of phytochemicals derived from glucosinolates. *Eur. J. Nutr.* 47: 73-88.

Hong EY, Kim GH. 2005. Changes in vitamin U and amino acid levels of korean chinese cabbages during *Kimchi* fermentation. *Korean J. Food Preserv.* 12: 411-416.

Hoseney RC, Hsu KH, Junge RC. 1979. A simple spread test to measure the rheological properties of fermenting dough. *Cereal Chem.* 56: 141-143.

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.

Joo SY, Choi HY. 2012. Antioxidant activity and quality characteristics of black rice bran cookies. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 182-191.

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 SH, Lee HJ, Paik JE, Joo NM. 2012. Quality characteristics and storage stability of bread with cabbage powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* 28: 432-441.

Kim SY, Chung HJ. 2011. Quality characteristics of cookies made with flaxseed powder. *Food Eng. Prog.* 15: 235-242.

Koh WB, Noh WS. 1997. Effect of sugar particle size and level on cookie spread. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 7: 159-165.

Lee JS, Jeong SS. 2009. Quality characteristics of cookies prepared with button mushroom (*Agaricus bisporous*) powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* 25: 98-105.

- Lee JY, Ju JC, Park HJ, Heu ES, Choi SY, Shin JH. 2006. Quality characteristics of cookies with bamboo leaves powder. Korean J. Food Nutr. 19: 1-7.
- Lee YM, Shin HS, Lee JH. 2017. Quality characteristics and antioxidant properties of cookies supplemented with *Taraxacum coreanum* powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. in press
- Lim EJ. 2008. Quality characteristics of cookies with added *Enteromorpha intestinalis*. Korean J. Food Nutr. 21: 300-305.
- Lim EJ, Kim JY. 2009. Quality characteristics of cookies added with broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) powder. J. East Asian Soc. Dietary Life 19: 210-215.
- Lim JA, Lee JH. 2015. Quality and antioxidant properties of cookies supplemented with black sesame powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 44: 1058-1063.
- Lim JA, Lee JH. 2016. Quality characteristics and antioxidant properties of cookies supplemented with persimmon leaf powder. Korean J. Food Sci. Technol. 48: 159-164.
- 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.
- McNaughton SA, Marks GC. 2003. Development of a food composition database for the estimation of dietary intakes of glucosinolates, the biologically active constituents of cruciferous vegetables. Brit J. Nutr. 90: 687-697.
- Pereira JAR, Barcelos MFP, Pereira MCD, Ferreira EB. 2013. Studies of chemical and enzymatic characteristics of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and its flours. Food Sci. Technol. 33: 75-83.
- 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 Biol. Med. 26: 1231-1237.
- SAS. 2015. SAS User's Guide. Ver. 9.3. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Singh M, Mohamed A. 2007. Influence of gluten-soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies. LWT-Food Sci. Technol. 40: 353-360.
- Song JH, Lim JA, Lee JH. 2014. Quality and antioxidant properties of cookies supplemented with cinnamon powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 43: 1457-1461.
- We GJ, Lee IA, Kang TY, Min JH, Kang WS, Ko SH. 2011. Physicochemical properties of extruded rice flours and a wheat flour substitute for cookie application. Food Eng. Prog. 15: 404-412.
- Yang MO. 2009. Quality characteristics of *Sulgidduk* added with cabbage powder. J. East Asian Soc. Dietary Life 19: 729-735.
- Yang SM, Kim SH, Shin JH, Kang MJ, Sung NJ. 2010. Quality characteristics of cookies added with asparagus powder. J. Agric. Life Sci. 44: 67-74.