

우영 분말을 첨가한 카스텔라의 품질 특성

태미화 · 김경희 · 육홍선
충남대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Castella with Burdock (*Arctium lappa* L.) Powder

Mi Hwa Tae, Kyoung-Hee Kim, and Hong-Sun Yook

Department of Food and Nutrition, Chungnam National University

ABSTRACT The study investigated the quality characteristics of white castella prepared with 0, 10, 20, and 30% burdock (*Arctium lappa* L.) powder. The specific gravity and weight of castella increased with higher burdock powder content. Height and baking loss rate of castella were not significantly different among the samples. The pH of castella decreased with increasing burdock powder content, whereas °Brix of castella increased. Hunter L and b values of crust increased, whereas a values decreased with addition of burdock powder. Hunter L values of crumb decreased, whereas a and b values of crumb increased. The hardness of castella increased upon addition of burdock powder, whereas fracturability, springiness, cohesiveness, gumminess, and resilience decreased. DPPH radical scavenging activity and total polyphenol contents increased significantly upon addition of burdock powder ($P<0.05$). In the sensory evaluation, crust color, crumb color, and flavor were highest in the control group. Moistness had the highest scores in castella containing 20 and 30% burdock powder. Chewiness and overall acceptability were higher in castella added with 10% burdock powder than in the control and other samples, but there were no significant differences among the samples.

Key words: burdock (*Arctium lappa* L.), castella, quality characteristics

서 론

우영(*Arctium lappa* L.)은 국화과에 속하는 식물로서 원산지는 유럽 및 아시아의 온난 지역으로 알려졌으며 우리나라에서는 주로 경상남도 진주를 비롯하여 전국적으로 널리 재배되고 있다(1). 우영은 민간요법으로 이노제, 해열제로 쓰이고 있고 최근에는 고혈압, 통풍, 심혈관질환, 간염에 효과가 있으며 항변이원성, 항암, 항노화 등 항산화 기능이 있는 것으로 알려졌다(2,3). 우영의 일반성분은 100 g을 기준으로 수분 80.3%, 단백질 3.1%, 지질 0.1%, 탄수화물 15.5%, 회분 1% 등이며(4), 우영의 주성분인 당질은 이눌린 형태로 되어 있어 당뇨병이나 신장병 환자에게 도움이 된다고 알려졌다(2). 또한 우영의 주요 성분으로 항산화성을 가지는 페놀 성분인 caffeoylquinic acid 유도체가 존재하며, 이 유도체는 Trp-P-1 등 돌연변이원이 되는 여러 가지 아미노산 열분해 산물을 불활성화시키는 작용을 하고, 이러한 작용은 우영에 존재하는 열에 강한 lignin 유사 물질에 의한 것으로 보고되었다(5,6). 우영에 관한 선행연구로는 우영 에탄올 추출물의 항산화 활성과 항돌연변이 효과(7), 우영 뿌리의 항

혈전 및 항산화 활성(3), 우영 새싹채소의 재배환경 구축 및 항산화 활성 탐색(8), 우영가루를 첨가한 조청(9), 우영을 첨가한 설기떡(10), 우영을 첨가한 우영죽(11), 증숙 및 볶음 처리에 따른 우영차(12), 우영가루와 올리고당 첨가 머핀(13) 등이 있고, 일부 상업적으로 판매되고 있는 제품으로는 건 우영, 볶은 우영, 우영 생식환, 우영 분말, 우영 차, 우영조림 등이 있다. 최근 경제가 발전하면서 소비자들은 건강기능성 식품에 대한 관심이 높아지고 있으며, 이는 일반 식품뿐 아니라 제과 및 제빵류에서도 예외가 아니라고 생각한다. 그중 카스텔라는 스펀지케이크의 일종으로 어원은 에스파냐의 옛 지방 이름인 카스티야(Castilla)라고 부르며(14), 카스텔라는 밀가루, 달걀, 설탕이 주재료로 들어가는데 밀가루만 이용할 경우 영양학적으로 부족하므로 계란을 첨가한다(15,16). 또한 계란의 흰자는 제품의 외관을 형성하는 데 도와주며, 노른자는 제품의 부드러움과 색 및 향 등을 형성하는 데 도와주는 역할을 한다(16). 그리고 카스텔라에 첨가되는 설탕의 배합비율이 높아 저장성이 좋다(15). 최근 기능성 식품원료를 첨가한 카스텔라에 관한 선행연구로는 마 분말을 첨가한 카스텔라(17), 미나리 가루를 첨가한 카스텔라(14), 상백피, 곰피 및 강황 추출물 첨가한 카스텔라(18), 스테비아 잎 분말로 설탕을 대체하여 첨가한 카스텔라(19) 등이 있다. 따라서 본 연구에서는 우수한 생리활성을 지닌 우영을 첨가한 카스텔라를 제조하고 이화학적 특성 및 항산

Received 12 October 2015; Accepted 4 January 2016

Corresponding author: Hong-Sun Yook, Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea
E-mail: yhsuny@cnu.ac.kr, Phone: +82-42-821-6840

화 효과를 평가하여 우영을 이용한 제빵 제품 개발 가능성을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 우영은 국산으로 대전시 유성구 노은동 농수산물시장에서 구입한 후 수세하여 이물질 제거하고 박피한 다음 지름을 약 2~2.5 cm의 크기로 절단하여 열풍 건조한 후 분쇄하여 사용하였으며 수분 함량이 11.94 ± 0.04 %였다. 카스텔라 재료로 박력밀가루(Samyang Flour Mills Co., Ltd., Asan, Korea), 설탕(Samyang Well Food Co., Ltd., Seoul, Korea), 소금(Manna Co., Ltd., Sejong, Korea), 버터(Seoul Milk Co., Ltd., Yangju, Korea), 우유(Maeil Co., Ltd., Pyeongtaek, Korea)를 시중에서 구입하여 실험재료로 사용하였으며 사용된 밀가루의 수분 함량은 3.87 ± 0.17 %였다.

카스텔라의 제조

카스텔라는 Table 1과 같이 밀가루만을 사용하여 제조한 대조군과 밀가루의 10, 20, 30%를 우영 분말로 대체한 실험군 카스텔라(10, 20, 30%)를 공립법(20)을 이용하여 제조하였다. 먼저 계란에 설탕과 소금을 넣고 증탕으로 풀어주다가 고속으로 믹싱한 후, 믹싱볼을 반죽기(K5SS, Kitchenaid Co., Troy, MI, USA)에서 분리한 다음 밀가루와 우영 분말을 함께 체질한 것을 넣고 위아래로 30초간 혼합하였다. 여기에 우유, 용해한 버터를 혼합한 후 카스텔라 틀에 300 g씩 팬닝 하여 윗불 180°C, 아랫불 160°C로 예열된 오븐(SM-6039, Sinmag, Taipei, Taiwan)에서 40분 동안 구웠다. 오븐에서 꺼낸 카스텔라를 실온에서 1시간 방랭시킨 후 밀봉하여 하루가 지난 다음 분석 시료로 사용하였다.

반죽의 비중

카스텔라의 비중(specific gravity)은 AACC method (21)에 따라 팬닝 직전 각각의 카스텔라의 비중을 계산하였다.

$$\text{비중} = \frac{\text{케이크 반죽을 담은 컵 무게} - \text{빈 컵 무게}}{\text{물을 담은 컵 무게} - \text{빈 컵 무게}}$$

Table 1. Formulas of castella with different concentration of burdock powder

Ingredients	Burdock powder (%)			
	0	10	20	30
Flour (g)	100	90	80	70
Burdock powder (g)	0	10	20	30
Butter (g)	40	40	40	40
Sugar (g)	135	135	135	135
Salt (g)	1	1	1	1
Egg (g)	100	100	100	100
Milk (mL)	50	50	50	50

높이, 굽기손실률

높이 측정은 AACC method(21)에 따라 카스텔라의 단면을 잘라 template(눈금자)를 이용하여 5곳의 높이를 측정하였으며, 굽기손실률(%)은 완성된 카스텔라의 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이를 이용하여 다음의 식에 적용하여 계산하였다(22).

$$\text{굽기손실률(\%)} = \frac{\text{굽기 전 중량(g)} - \text{구운 후 중량(g)}}{\text{굽기 전 중량(g)}} \times 100$$

pH, 당도

pH 측정은 분쇄한 시료 3 g에 증류수 27 mL를 가하여 충분히 교반시킨 후 pH meter(PHM 210, Radiometer, Lyon, France)를 이용하여 3회 반복 측정하였으며, 당도는 3 g에 증류수 27 mL를 가하여 균질화한 다음 당도계(ATAGO N-2E, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

색도

우영 분말을 첨가한 카스텔라의 crust와 crumb의 색도는 색차계(Spectrophotometer CM-600, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan)로 측정하였으며, L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 나타내었다. 사용한 표준 백색판(standard plate)은 $L=99.37$, $a=-0.14$, $b=-0.07$ 이었다.

조직감

카스텔라의 조직감은 4×4×5 cm의 크기로 일정하게 자른 다음 Texture analyser(TA-XT2/25, Stable Micro System Co., Ltd., Surrey, UK)로 측정하였으며, 기기의 측정 조건은 pre test speed 2.0 mm/s, test speed 5.0 mm/s, post test speed 5.0 mm/s, 압축 변형률 40%로 직경이 20 mm 원통형(P/25)을 장착하여 경도(hardness), 부서짐성(fracturability), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 복원성(resilience)을 측정하였다.

DPPH 라디칼 소거능

시료 3 g에 methanol을 가하여 10배 희석한 혼합액을 실온에서 24시간 추출한 뒤 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 얻은 상등액을 시료 용액으로 사용하였다. 시료 용액 1 mL에 0.2 mM 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 용액 1 mL를 가하여 vortexing 하고 30분간 암실에서 반응시킨 후 517 nm에서 spectrophotometer(UV-1800 spectrophotometer, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 흡광도를 측정하였으며 DPPH 라디칼 소거능은 다음과 같은 계산식에 의해 환산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}}\right) \times 100$$

총페놀 함량

시료 3 g에 methanol을 가하여 10배 희석한 혼합액을 24시간 추출한 뒤 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 얻은 상등액을 시료 용액으로 사용하였다. 시료 용액 0.2 mL에 Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.2 mL를 혼합하여 실온에서 3분간 방치한다. 이 혼합액에 10% sodium carbonate (Na_2CO_3) 3 mL를 넣고 vortexing 하여 암실에서 1시간 동안 방치한 후에 765 nm에서 spectrophotometer(UV-1800 spectrophotometer, Shimadzu)로 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid를 사용하여 검량선을 작성한 후 시료 100 g 중의 mg gallic acid로 나타내었다.

관능검사

관능검사는 식품영양학과 학생 30명을 패널로 선정하여 본 실험의 목적과 평가방법 및 측정항목에 대해 잘 인지될 수 있도록 충분히 설명한 후 실시하였다. 평가항목은 껍질색(crust color), 속질색(crumb color), 향미(flavor), 단맛(sweet taste), 촉촉함(moistness), 씹힘성(chewiness), 전체적인 기호도(overall acceptability)로 기호도가 높을수록 7점, 낮을수록 1점을 표시하도록 하였다. 시료의 제시 방법은 1회용 흰 플라스틱 접시에 담아 각 시료 컵마다 3자리 난수표를 적어 제공하였다. 물 컵과 시료를 뺀 컵은 1회용 종이컵을 사용하였고, 물 컵에 담은 물은 정수기에서 받은 물을 사용하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 실시하였으며, 결과들은 SPSS 21.0(Statistical Package for Social, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software를 이용하여 유의적 차이가 있는 항목에 대해서 Duncan's multiple range test로 $P < 0.05$ 수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

반죽의 비중 및 중량, 높이, 굽기손실률

우영 분말을 첨가한 카스텔라의 비중, 중량, 높이 및 굽기 손실률을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 우영 분말을 첨가한 반죽의 비중은 대조군 0.68 mL/g이며, 우영 분말 첨가

은 0.68~0.70 mL/g으로 대조군과 비교했을 때 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 바나나 분말 첨가 스펀지케이크(23)의 경우 바나나 분말 첨가에 의해 비중의 유의차를 나타내지 않았으나 첨가구 사이에서는 유의차를 나타내어 본 실험의 결과와는 차이를 보였다. 일반적으로 비중이 낮은 것은 반죽에 공기가 많이 포집된 것을 의미하고 비중의 값이 높은 이유는 반죽에 공기 포집이 적다는 것을 의미한다(14,24). 우영 분말을 첨가한 카스텔라의 중량은 대조군과 우영 분말 첨가군 간에 유의적인 차이가 없었다. 우영 분말을 첨가한 카스텔라의 높이를 측정한 결과 대조군의 높이는 8.33 cm를 나타내었고, 우영 분말 첨가군은 6.20~7.80 cm로 대조군이 가장 높은 값을 나타냈다. 굽기손실률의 경우 우영 분말 첨가군은 대조군과 비교했을 때 서로 간에 유의적인 차이는 없었다. 계피 분말을 첨가한 스펀지케이크(25)에서 대조군의 굽기손실률이 11.48%로 가장 높았으며, 계피 분말의 첨가량이 증가할수록 굽기손실률이 유의적으로 감소한다는 결과를 나타내어 본 연구와는 차이를 나타내었다. 우영 분말은 밀가루보다 수분흡수력이 크기 때문에 우영 분말 첨가량이 증가할수록 굽기손실률이 감소한다고 판단된다. 계피 분말(25), 매생이 분말(26), 함초 분말(24)을 첨가한 스펀지케이크에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 굽기손실률은 감소하는 경향을 나타내었다. 굽는 과정 중에 반죽이 열에 의해 부풀어지고 반죽 내 기공에서 수분이 기화됨에 따라 굽기 손실을 나타낸다고 보고된 바 있으며(26,27), 따라서 카스텔라 제조 시 부재료의 첨가량, 부재료의 종류, 굽는 시간 및 열의 온도 등으로 인해 굽기손실률에 영향을 줄 수 있다고 생각된다.

pH 및 당도

우영 분말을 첨가한 카스텔라의 pH 및 당도를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 우영 분말을 첨가한 카스텔라의 pH는 대조군이 7.09로 가장 높은 값을 나타내었고, 우영 분말 첨가군은 6.88~6.50을 나타내어 우영 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 이러한 결과는 우영 분말에 함유된 유기산에 의한 것으로 여겨지며 본 실험에 사용된 우영 분말의 pH는 6.76이었다. 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 스펀지케이크의 pH가 감소하는 현상은 계피 분말(25), 야콘 분말(28)을 첨가한 스펀지케이크에서도 보고되었다. 당도는 대조군이 6.07로 가장 낮은 값을 나타냈고,

Table 2. Specific gravity, weight, height, and baking loss rate of castella with different concentration of burdock powder

Attributes	Burdock powder (%)			
	0	10	20	30
Specific gravity (mL/g)	0.68±0.01 ^{a1)2)}	0.68±0.01 ^a	0.69±0.01 ^a	0.70±0.02 ^a
Weight (g)	280.67±1.15 ^a	282.00±2.00 ^a	282.67±1.15 ^a	283.33±2.31 ^a
Height (cm)	8.33±0.23 ^a	7.80±0.40 ^{ab}	7.57±0.40 ^b	6.20±0.10 ^c
Baking loss rate (%)	6.44±0.38 ^a	6.00±0.67 ^a	5.78±0.38 ^a	5.56±0.77 ^a

¹⁾Value are mean±SD (n=3).

²⁾Means with different superscript letters in a row are significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. pH and °Brix of castella with levels of castella with different concentration of burdock powder

Burdock powder (%)	pH	°Brix
0	7.09±0.03 ^{a1)2)}	6.07±0.03 ^c
10	6.88±0.02 ^b	6.27±0.12 ^c
20	6.65±0.01 ^c	6.53±0.12 ^b
30	6.50±0.01 ^d	6.93±0.12 ^a

¹⁾Value are mean±SD (n=3).

²⁾Means with different superscript letters in a column are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

우영 분말 첨가군은 6.27~6.93으로 우영 분말 첨가량이 많아질수록 증가하였다. 이는 우영 분말의 당도가 밀가루에 비해 높았기 때문인 것으로 여겨지며 실험에 사용된 밀가루의 당도는 0.4, 우영 분말의 당도는 7.13이었다. Hwang과 Kim(29)은 우영 분말의 유리당 함량을 13,241.84 mg로 보고하였으며, 우영 뿌리 추출물에는 33.5%의 이눌린 이 함유되어 있다고 보고되고 있다(30).

색도

우영 분말 첨가량을 달리하여 제조한 카스텔라의 crust와 crumb의 색도는 Table 4와 같다. 카스텔라 crust의 L값은 대조군이 40.42로 가장 높은 값을 나타내었으며, 우영 분말 첨가군은 40.70~47.26으로 대조군과 비교했을 때 우영 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). a값은 대조군이 18.03으로 가장 높은 값을 나타내었고, 우영 분말 첨가군은 15.89~18.01로 우영 분말 30% 첨가군이 가장 낮은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 바나나 분말(23)

을 첨가한 스펀지케이크에서 바나나 분말 첨가량이 증가할수록 스펀지케이크의 적색도가 감소하였다는 연구 결과와 유사하였다. 우영 분말 첨가에 의해 crust의 b값은 증가하는 경향을 나타내었으며 20% 첨가군까지는 유의차를 보이지 않았으나 30% 첨가군에서는 b값이 증가하는 결과를 나타내었다. Crumb의 L값은 대조군이 81.18로 가장 높은 값을 나타냈으며, 우영 분말 첨가군은 56.80~67.55로 대조군과 비교했을 때 우영 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). 이는 솔잎 분말(27), 새송이 버섯 분말(31), 김 분말(32)을 첨가한 스펀지케이크에서도 부재료의 첨가량에 따라 L값이 감소한다는 결과가 본 실험과 유사하였다. a값은 대조군이 0.22로 가장 낮은 값을 나타냈고 우영 분말 첨가군은 0.29~2.78로 대조군에 비하여 높은 값을 나타내었으며, 우영 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). b값은 대조군이 26.05로 가장 높은 값을 나타내었고, 우영 분말 첨가군(30%)이 21.23으로 대조군 다음으로 높았으며 첨가군에서는 각각 20.37(10%), 20.40(20%)으로 우영 분말 첨가량이 증가할수록 감소하다가 30%에서 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 제과제빵 제품에 밀가루 대신 첨가되는 부재료의 종류와 색, 굵는 과정에서 일어나는 메일라드 반응에 의해 제품의 색도에 영향을 미친다고 하며(16), 우영 분말 자체의 색도는 $L=70.23$, $a=3.75$, $b=20.04$ 였다.

조직감

우영 분말 첨가량을 달리하여 제조한 카스텔라의 경도, 부서짐성, 탄력성, 응집성, 점착성, 복원성을 측정할 결과는

Table 4. Color values of castella with different concentration of burdock powder

Hunter value	Burdock powder (%)				
	0	10	20	30	
Crust	L	40.42±0.61 ^{c1)2)}	40.70±1.05 ^c	43.08±0.53 ^b	47.26±0.73 ^a
	a	18.03±0.98 ^a	18.01±0.21 ^a	17.15±0.28 ^a	15.89±0.15 ^b
	b	27.04±1.39 ^b	27.22±0.89 ^b	27.31±0.44 ^b	31.75±0.15 ^a
Crumb	L	81.18±0.10 ^a	67.55±0.26 ^b	59.97±1.73 ^c	56.80±0.05 ^d
	a	0.22±0.03 ^c	0.29±0.05 ^c	1.24±0.29 ^b	2.78±0.08 ^a
	b	26.05±0.35 ^a	20.37±0.28 ^c	20.40±0.30 ^c	21.23±0.28 ^b

¹⁾Value are mean±SD (n=5).

²⁾Means with different superscript letters in a row are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Texture characteristics of castella with different concentration of burdock powder

TPA parameters	Burdock powder (%)			
	0	10	20	30
Hardness (g/cm ²)	22.974±1.557 ^{c1)2)}	26.023±1.322 ^b	25.894±1.081 ^b	28.915±3.208 ^a
Fracturability (g)	8.957±0.742 ^a	7.341±0.379 ^b	5.824±0.916 ^c	5.240±0.233 ^c
Springiness (%)	0.939±0.002 ^a	0.928±0.007 ^b	0.912±0.005 ^c	0.902±0.006 ^d
Cohesiveness (%)	0.740±0.004 ^a	0.732±0.003 ^a	0.690±0.006 ^b	0.676±0.009 ^c
Gumminess (g)	21.743±0.968 ^a	19.558±0.996 ^b	18.482±0.717 ^b	17.034±0.494 ^c
Resilience (%)	0.352±0.004 ^a	0.347±0.003 ^a	0.328±0.007 ^b	0.308±0.004 ^c

¹⁾Value are mean±SD (n=5).

²⁾Means with different superscript letters in a row are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5와 같다. 경도는 대조군이 22.974 g/cm²로 가장 낮게 나타났고 우영 분말 첨가군은 26.023~28.915 g/cm²로 나타났으며, 우영 분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 이는 바나나 분말(23)을 첨가한 스펀지케이크 실험에서 분말 첨가량의 비율이 증가할수록 조직이 단단해졌고 경도가 증가한다는 결과와 유사하였다. 따라서 우영 분말 첨가량이 증가할수록 조직이 단단해져 경도가 증가한다고 생각한다. 부서짐성은 대조군이 8.957 g를 나타내었고 우영 분말 첨가군은 5.240~7.341 g로 분석되어 우영 분말 첨가에 의해 카스텔라의 부서짐성이 낮아지는 것으로 나타났다. 부서짐성은 식품에 힘을 가했을 때 변형 없이 부서지는 데 필요한 힘으로 경도 및 응집성과 관련이 있으며 우영 분말 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하면서 반대로 부서짐성은 낮아졌다고 생각한다. 탄력성, 응집성 및 점착성 역시 우영 분말 첨가량이 증가할수록 낮아지는 것으로 나타났으며, 복원성 또한 10% 첨가군을 제외하고 우영 분말 첨가량 증가에 따라 값이 낮아지는 것으로 분석되었다. 빵의 경도에 영향을 주는 요인은 빵의 첨가 재료, 수분 함량, air cell의 발달 정도 등이 있으며 이 중 부재료의 첨가량이 증가할수록 빵의 조직이 치밀해져 견고해지는 것으로 알려져 있다(33-35). 따라서 카스텔라에 대한 우영 분말의 첨가는 경도를 증가시키고 부서짐성, 탄력성, 응집성, 점착성 및 복원성을 감소시키는 것으로 분석되었으며, 이는 우영 분말 첨가로 인해 반죽의 비중이 높아지고 반죽의 공기 포집이 적어짐에 따라 기공의 발달이 저해되어 부피가 감소함으로써 카스텔라의 경도가 증가한 것으로 여겨진다. 또한 제빵 시 부재료는 water sink로 작용하여 카스텔라 반죽의 가열 및 팽창 시 달걀 단백질과 더불어 기포를 지지하고 가스 보유력을 유지하는 역할을 하는데(18,35), 우영 분말 카스텔라의 경우 우영에 많이 함유된 이눌린의 수분 보유력 때문에 우영 분말 첨가군의 부서짐성, 탄력성, 응집성, 점착성 및 복원성을 감소시키는 것으로 여겨지나 본 실험에서 측정하지 않은 우영 분말 및 이눌린의 수분 보유력 및 물성과의 관계에 대한 연구가 더 진행돼야 할 것이다.

Table 6. DPPH radical scavenging activity and total polyphenol content of castella with different concentration of burdock powder

Burdock powder (%)	DPPH radical scavenging (%)	Total polyphenol contents (GAE mg/100 g)
0	11.40±1.84 ^{d1)2)}	19.48±0.00 ^d
10	27.38±2.14 ^c	31.70±0.00 ^c
20	54.59±2.02 ^b	40.37±0.00 ^b
30	87.74±0.25 ^a	52.71±0.00 ^a

¹⁾Value are mean±SD (n=3).

²⁾Means with different superscript letters in a column are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

DPPH 라디칼 소거능 및 총폴리페놀 함량

우영 분말을 첨가한 카스텔라의 DPPH 라디칼 소거능과 총폴리페놀 함량을 조사한 결과는 Table 6에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능 측정 결과 대조군은 11.40%로 우영 분말 첨가군 27.38~87.74%에 비해 낮은 값을 나타내었고, 우영 분말 첨가에 의해 DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($P<0.05$). 총폴리페놀 함량의 경우 우영 분말을 첨가한 카스텔라의 첨가군이 31.70~52.71 GAE mg/100 g으로 대조군 19.48 GAE mg/100 g보다 높았으며, 우영 분말 첨가량이 증가할수록 카스텔라의 총폴리페놀 함량도 증가하였다. 우영 분말의 DPPH 라디칼 소거능의 IC₅₀ 값은 2.09를 나타내었고, 총폴리페놀 함량은 1,000 GAE mg/100 g을 나타내었다. 계피 분말(25), 야콘(28), 꾸지뽕잎 분말(36) 카스텔라에서 각각의 부재료 첨가 때문에 총폴리페놀 함량이 유의적으로 증가한다고 보고된 바 있으며, 이는 우영 분말 첨가가 카스텔라의 DPPH 라디칼 소거능의 증가와 총폴리페놀 함량에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 이는 계피 분말(25), 야콘(28), 꾸지뽕잎 분말(36) 카스텔라에서 각각의 부재료 첨가 때문에 총폴리페놀 함량이 유의적으로 증가한다고 보고된 바 있으며, 카스텔라 제조 시 우영 분말의 첨가가 우영의 영양성분 및 기타 섬유질 이외에도 항산화 활성 및 총폴리페놀의 증가에도 좋은 영향을 미칠 것으로 여겨진다. 다만 관능검사 결과와 비교할 때 우영 분말 30% 첨가군은 향, 단맛에 대한 기호도 및 전체적인 기호도를 감소시키는 것으로 분석되어 상품화하기에는 적당하

Table 7. Sensory evaluation of castella with different concentration of burdock powder

Sensory attributes	Burdock powder (%)			
	0	10	20	30
Crust color	5.95±1.05 ^{a1)2)}	5.05±1.05 ^b	4.20±1.24 ^c	4.35±1.42 ^{bc}
Crumb color	5.85±1.23 ^a	4.75±1.02 ^b	4.00±1.08 ^b	4.35±1.39 ^b
Flavor	5.20±0.95 ^a	3.50±1.28 ^b	3.60±1.31 ^b	3.75±1.77 ^b
Sweet taste	5.00±1.17 ^a	4.70±0.98 ^{ab}	4.60±1.19 ^{ab}	4.15±1.27 ^b
Moistness	4.05±1.39 ^b	4.70±1.38 ^{ab}	5.00±1.21 ^a	5.00±1.52 ^a
Chewiness	4.45±1.23 ^a	4.85±1.18 ^a	4.70±1.08 ^a	4.45±1.61 ^a
Overall acceptance	4.50±1.24 ^a	4.55±1.23 ^a	4.20±1.44 ^a	3.85±1.60 ^a

¹⁾Value are mean±SD (n=30).

²⁾Means with different superscript letters in a row are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

지 않은 것으로 판단되며 관능적 기호도 개선을 위한 연구가 더 진행돼야 할 것이다.

관능검사

우영 분말 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 관능검사 결과는 Table 7과 같다. 껍질색에 대한 기호도는 대조군이 5.95로 가장 높게 나타났고, 우영 분말 10%, 20% 및 30% 첨가군은 각각 5.05, 4.20, 4.35로 우영 분말 첨가량이 증가할수록 감소하다가 30% 첨가군이 20% 첨가군보다 다소 높은 값을 나타내었다. 속질색에 대한 기호도는 대조군이 5.85로 높은 값을 나타내었고, 우영 분말 10%, 20% 및 30% 첨가군에서는 각각 4.75, 4.00, 4.35를 나타내어 첨가군들은 서로 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 향미에 대한 기호도는 대조군이 5.20으로 높은 값을 나타내었고, 우영 분말 첨가군은 3.50~3.75로 첨가군들은 서로 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 단맛에 대한 기호도는 대조군에서 가장 높았고 촉촉한 정도에 대한 기호도는 20% 및 30% 우영 분말 첨가군에서 높은 값을 나타내었으나 유의차는 보이지 않았다. 씹힘성 및 전반적인 기호도 평가 결과 우영 분말 10% 첨가군이 가장 높은 값을 보였으나 전반적인 기호도의 경우 시료 간에 유의차는 보이지 않았다. 따라서 우영 분말 첨가 카스텔라 제조 시 우영 분말 첨가에 따라 색 및 향에 대한 기호도가 감소하고 촉촉한 정도에 대한 기호도는 향상되는 것으로 확인되었다. 이는 우영 분말 특유의 향과 색이 관능적 특성에 영향을 미치는 것으로 생각할 수 있으며, 카스텔라의 품질 특성과 관능적 특성을 고려한 최적 첨가 농도는 10% 첨가가 가능할 것으로 판단되었다.

요 약

우영의 활용 가능성을 검토하고 카스텔라 제조 시 최적 첨가 비율을 결정하기 위하여 우영 분말을 밀가루 대신 10, 20, 30%의 비율로 첨가하여 카스텔라를 제조해서 우영 분말이 카스텔라의 품질에 미치는 영향을 검토하였다. 우영 분말을 첨가한 반죽의 비중, 카스텔라의 중량 및 굽기손실률은 대조군과 우영 분말 첨가군 간에 유의적 차이를 나타내지 않았다. 카스텔라의 높이는 우영 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 카스텔라의 pH는 우영 분말 첨가량이 증가할수록 감소한 반면에 당도는 우영 분말 첨가량이 많아질수록 증가하였다. 카스텔라의 crust는 L값과 b값이 우영 분말 첨가량이 많아질수록 증가하였고, a값은 우영 분말 첨가량이 많아질수록 감소하였다. Crumb의 L값은 첨가량이 많아질수록 감소하였고 a값은 우영 분말 첨가량이 많아질수록 증가하였으며, b값은 우영 분말 첨가량이 많아질수록 감소하다가 30%에서 다소 증가하였다. 카스텔라의 경도는 우영 분말 첨가량이 많아질수록 증가하였고, 부서짐성, 탄력성, 응집성, 점착성, 복원성은 첨가량이 많아질수록 감소하였다. 카스텔라의 DPPH 라디칼 소거능과 총페놀 함량은 우영 분말

첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). 관능 검사 결과 껍질색, 속질색, 향미, 단맛, 씹힘성은 대조군이 높은 값을 나타내었고, 촉촉한 정도에 대한 기호도는 20% 및 30% 우영 분말 첨가군에서 높은 값을 나타내었으나 유의차는 없었다. 전체적인 기호도에서는 10%가 높은 값을 나타내었다.

감사의 글

이 논문은 2015년도 충남대학교 교내연구비로 이루어진 연구 결과의 일부이며, 지원에 깊이 감사드립니다.

REFERENCES

1. Jeong SB, Shin MS. 1990. *The oriental medicinal dictionary*. Younglimsa, Seoul, Korea. p 1010-1011.
2. Lee MS. 2011. Antioxidative and antimutagenic effects of *Arctium lappa* ethanol extract. *Korean J Food & Nutr* 24: 713-719.
3. Kim MS, Lee YS, Sohn HY. 2014. Anti-thrombosis and anti-oxidative activity of the root of *Arctium lappa* L.. *Korean J Food Preserv* 21: 727-734.
4. National Rural Living Science Institute, RDA. 2011. *8th revision food composition table*. Jeonju, Korea. p 168-169.
5. Shinohara K, Kuroki S, Miwa M, Kong ZL, Hosoda H. 1988. Antimutagenicity of dialyzates of vegetables and fruits. *Agric Biol Chem* 52: 1369-1375.
6. Maruta Y, Kawabata J, Niki R. 1995. Antioxidative caffeoylquinic acid derivatives in the roots of burdock (*Arctium lappa* L.). *J Agric Food Chem* 43: 2592-2595.
7. Lin CC, Lin JM, Yang JJ, Chuang SC, Ujiie T. 1996. Anti-inflammatory and radical scavenging effects of *Arctium lappa*. *Am J Chin Med* 24: 127-137.
8. Lee MY, Shin SL, Park SH, Kim NR, Chang YD, Lee CH. 2009. Development of optimal cultivation conditions and analysis of antioxidant activities of *Arctium lappa* sprout vegetables. *Korean J Plant Res* 22: 304-311.
9. Shin SY. 2011. Quality characteristics of Jochung added with burdock roots powder. *MS Thesis*. Myongji University, Seoul, Korea. p 2-3.
10. Park BK. 2009. Quality characteristics of sulgidduk by the addition of burdock. *MS Thesis*. Sejong University, Seoul, Korea. p 2-7.
11. Hong II, Choi SK. 2014. A study on the development of burdock gruel. *Korean J Culinary Res* 20: 18-26.
12. Kwon YR, Youn KS. 2014. Physicochemical of burdock (*Arctium lappa* L) tea depending on steaming and roasting treatment. *Korean J Food Preserv* 21: 646-651.
13. Kim MK, Kim WM, Lee HJ, Choi EY. 2010. Optimization of muffin preparation by addition of dried burdock (*Arctium lappa* L) powder and oligosaccharide by response surface methodology. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 575-585.
14. Park SJ, Lee KS, An HL. 2007. Effects of dropwort powder on the quality of castella. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 834-839.
15. Oh SC, Nam HY, Cho JS. 2002. Quality properties and sensory characteristics of sponge cakes as affected by additions of *Dioscorea japonica* flour. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 185-192.
16. Lee GS. 2000. *Baking theory*. Yangsewon, Seoul, Korea.

- p 51-965.
17. Yi SY, Kim CS, Song YS, Park JH. 2001. Studies on the quality characteristics of sponge cakes with addition of yam powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 48-55.
 18. Yoon SY, Choi JS, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim SJ, Lee SJ, Lee CJ, Kim TW, Ahn DH. 2009. Effect of *Morus alba* root bark, *Ecklonia stolonifera*, and *Curcuma aromatica* extracts on shelf-life and quality of castella. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1444-1451.
 19. Choi SN, Kim HJ, Joo MK, Chung NY. 2013. Quality characteristics of castella prepared by substituting sugar with stevia leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 29: 153-160.
 20. Ronda F, Gomez M, Blanco CA, Caballero PA. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chem* 90: 549-555.
 21. AACC. 2000. *Approved method of the AACC*. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. p 10-91.
 22. Song YK. 2013. Quality characteristics of sponge cake with added lotus leaf powder. *Korean J Food Culture* 28: 651-656.
 23. Park JS, Lee YJ, Chun SS. 2010. Quality characteristics of sponge cake added with banana powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1509-1515.
 24. An HK, Hong GJ, Lee EJ. 2010. Properties of sponge cake with added saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J Food Culture* 25: 47-53.
 25. Lee S, Lee JH. 2013. Quality of sponge cakes supplemented with cinnamon. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 650-654.
 26. Lee JH, Kwak EJ, Kim JS, Lee YS. 2007. Quality characteristics of sponge cake added with mesangi (*Capsosiphon fulvescens*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 83-89.
 27. Lee SE, Lee JH. 2013. Quality and antioxidant properties of sponge cakes incorporated with pine leaf powder. *Korean J Food Sci Technol* 45: 53-58.
 28. Lee JH, Son SM. 2011. Quality of sponge cakes incorporated with yacon powder. *Food Eng Prog* 15: 269-275.
 29. Hwang DJ, Kim JS. 2015. Physicochemical properties of dried burdock (*Arctium lappa* L.) powder in the peeling process. *J East Asian Soc Dietary Life* 25: 902-910.
 30. Chalcarz W, Urbanowicz M, Pawlak M. 1984. Evaluation of technological use of pomaces obtained at the production of juice from burdock (*Succus bardanae*). *Herba Pol* 30: 109-130.
 31. Jeong CH, Shim KH. 2004. Quality characteristics of sponge cakes with addition of *Pleurotus eryngii* mushroom powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 716-722.
 32. Kweon BM, Jeon SW, Kim DS. 2003. Quality characteristics of sponge cake with addition of laver powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1278-1284.
 33. Lee SY, Choi JS, Choi MO, Cho SH, Kim KBWR, Lee WH, Park SM, Ahn DH. 2006. Effect of extract from *Glycyrrhiza uralensis* and *Curcuma longa* on shelf-life and quality of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 912-918.
 34. Jeon JR, Kim J. 2004. Properties on the quality characteristics and microbial change during storage added with extracts from *Ulmus cortex*. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 180-186.
 35. Kim CS. 1994. The role of ingredients and thermal setting in high-ratio layer cake systems. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 520-529.
 36. Lee JH, Son SM. 2011. Effect of *Cudrania tricuspidata* leaf powder addition on the quality of sponge cakes. *Food Eng Prog* 15: 376-381.