

블루베리 가루를 첨가한 쌀 파운드케이크의 품질 특성

이 원 갑¹ · 이 정 애^{2*}

¹계명문화대학 호텔항공외식관광학부, ²호원대학교 외식조리학과

Quality Characteristics of Rice Pound Cake prepared with Blueberry Powder

Won-Gab Lee¹ and Jeong-Ae Lee^{2*}

¹Dept. of Hotel, Stewardess, Catering and Tourism, Keimyung College, Daegu 704-703, Korea

²Division of Food and Culinary Science, Howon University, Gunsan 573-718, Korea

Abstract

This study investigated the physicochemical and sensory characteristics of rice pound cake prepared with various amounts of blueberry powder. The weight of rice pound cakes with additions of 2~8% blueberry powder increased from 418.58 to 420.50 g. The volume and specific loaf volume of rice pound cakes prepared by adding blueberry powder were lower than those of the control. The baking loss rate for the control was 7.72% and that of rice pound cakes prepared by adding blueberry powder decreased by 6.98~6.56%. The moisture contents of rice pound cakes added with blueberry powder were higher than the control. The pH levels for rice pound cakes prepared with blueberry powder ranged between 6.47 and 7.58 and that of the control was 8.11. The microstructural observation by scanning electron microscopy (SEM) showed well developed air cells of control. DPPH radical scavenging activity of the control group was 13.6%, whereas pound cakes prepared by adding blueberry powder ranged from 35.2~78.8%. The "a" value of redness was increased, but L and b value were decreased significantly by additions of blueberry powder. The full textural properties of rice pound cakes were being significantly increased by additions of blueberry powder. Sensory evaluation scores in terms of appearance, flavor, taste, texture and overall preference for pound cakes showed that 4~6% of substituted sample groups were higher than those of others. The results of this study suggest that additions of 4~6% blueberry powder was the best substitution ratio for rice pound cakes.

Key words : Blueberry powder, rice flour, pound cake, quality characteristics.

서 론

식생활의 서구화와 편의화로 인해 우리나라 1인당 쌀 소비량은 지속적으로 감소하고 있으며, 대부분 주식인 밥의 형태로 소비되고 있다. 쌀 가공식품으로 이용되는 쌀은 총 생산량의 3~4% 수준으로 대부분 떡, 음료, 즉석밥, 면류와 주류를 제조하는데 편중되어 있다(Lee & Lee 2006). 최근 간식으로 섭취되어 왔던 베이커리 제품에 대한 선호도와 소비가 증가하고 있는 추세를 고려하면 소비자의 기호성을 충족할 수 있는 다양한 쌀 베이커리 제품의 개발이 크게 요구되고 있다(Kim & Shin 2009). 베이커리제품의 주재료인 밀은 글루텐에 의해 나타나는 밀단백질 알레르기 및 셀리아병(celiac disease)을 유발하는 식품으로 알려져 있어, 최근 글루텐이 없는 식품을 개발하려는 연구가 매우 활발하게 진행되고 있다(Song & Shin 2007, Lazaridou *et al* 2007, Pruska-Kedzior *et al* 2008, Lee & Shin 2009). 쌀은 밀가루 글루텐을 함유하지

않고 다른 곡류보다 전분 입자의 크기가 작아, 여러 곡류가루 중 gluten-free 제과류를 제조하기 위해 밀가루를 대체할 수 있는 좋은 소재로 생각되고 있다(Ju *et al* 2006).

그동안 제과류는 주로 맛이나 질감 등 기호성 개선에 관하여 연구되어 왔으나, 주식 대용으로 제과류 소비가 증가하고, 건강에 대한 관심이 높아지면서 건강에 유익한 고부가가치 제과류 개발에 대한 소비자의 욕구가 증대되고 있다. 그리하여 소비자의 선택적인 기호 성향에 부응하기 위해 영양적인 가치 외에 기능적인 효과가 기대되는 여러 가지 부재료를 첨가한 제품 개발 및 상품화를 지향하는 추세이다(Park ID 2008). 제과류는 다른 식품재료를 부재료로 첨가해 제품을 제조하기 쉬운 특성이 있어 천연 기능성 물질을 첨가한 다양한 연구들이 발표되고 있다(Kim NY 2011). 이러한 제과류 중에서도 파운드케이크는 밀가루, 달걀, 버터, 설탕을 1파운드(454 g)씩 섞어 만든 반죽을 틀에 채워 구운 버터케이크로 고소한 맛과 촉감이 과자를 좋아하는 사람들에게 인기 좋은 제품 중의 하나이다(Kim *et al* 2009a). 최근 건강지향성 베이커리 제품에 대한 관심 증가로 파운드케이크에 대한 연

* Corresponding author : Jeong-Ae Lee, Tel : +82-63-450-7267, Fax : +82-63-450-7237, E-mail : jal@howon.ac.kr

구도 심혈관계 질환을 예방하기 위해 캐슈(Choi & Chung 2010), 올리브유 및 식물성유(Chung & Choi 2006, Choi & Chung 2006), 대체지방을 첨가(Woo & Ahn 2004)한 연구 등이 있으며, 흑마늘(Kim *et al* 2009b), 클로렐라(Chung & Choi 2005), 미강 분말(Jang *et al* 2010), 버찌 분말(Kim *et al* 2009a), 들깨잎 분말(Kim NY 2011), β -glucan 첨가(Shin *et al* 2005), 감귤 분말(Park *et al* 2008a, Park *et al* 2008b), 당귀 분말(Park & An 2012) 등의 영양성분 및 기능성 물질을 첨가한 연구들이 진행되어 왔다.

블루베리는 진달래과(Ericaceae) 산앵두속(*Vaccinium*)에 속하는 북아메리카 원산의 활엽 또는 상록성 과수로서, 주로 동남아시아에 분포하며, 400여종이 있다(Hwang & Ko 2010). 블루베리의 열매는 둥글고 1개가 1~1.5 g 정도이며, 짙은 하늘색, 붉을 빛을 띤 갈색, 검은색으로 겉에 흰가루가 묻어 있다(Jeon & Lee 2011). 또한 맛이 약간 시고 달아 낱것으로 먹기도 하고, 잼, 와인, 주스, 소스, 통조림 등으로 가공되기도 하며, 제과원료로도 이용되고 있다(Jeon & Lee 2011, Jeong *et al* 2008). 블루베리는 비타민과 각종 무기질이 풍부하고 특히 플라보노이드(flavonoid) 및 페놀산(phenolic acid) 등의 파이토케미컬(phytochemical)이 풍부하여 활성산소를 억제하는 높은 항산화 작용으로 노화 방지 및 질병 예방에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Lee & Kang 2008). 또한 항암 작용, 요도염, 뇌경색 등에 효과가 있어 건강 증진, 노화 방지 및 심혈관 질환 발병 위험을 낮춰 준다고 한다(Ji & Yoo 2010). 블루베리에 대한 선행연구로는 영양성분 분석 및 항산화 활성(Jeong *et al* 2008), 페놀성분의 활성산소 라디칼의 흡수 효과(Zheng & Wang 2003), 품종에 따른 성분 변화(Connor *et al* 2002) 등의 생리활성에 관한 연구들이 있다. 그리고 블루베리 요구르트 드레싱(Lee & Lee 2012), 젤리(Joo *et al* 2012), 막걸리(Jeon & Lee 2011), 잼(Cho *et al* 2010), 머핀(Hwang & Ko 2010), 쿠키(Ji & Yoo 2010), 식초(Kim *et al* 2009), 식빵과 스폰지 케이크(Seo DC 2009), 과편(Le DS 2009), 떡(Oh JA 2008) 등 가공식품 개발에 관한 연구들이 있으나, 이에 대한 다양한 제품 개발이 여전히 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 케이크 제조 시 대표적인 반죽법인 크림법을 이용하여 블루베리 가루를 첨가한 쌀 파운드케이크를 제조한 다음, 케이크의 이화학적 및 관능적 특성을 평가함으로써 블루베리 가루 최적 첨가량과 기능성 쌀 파운드케이크를 제조하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

쌀 파운드케이크 제조에 사용된 쌀가루는 대형마트에서 나주쌀(나주다시농협)을 구입하여 Yun HR(2007)의 방법을

참고하여 습식 제분한 후 120 mesh 표준체를 통과시켜 제조하였다. 블루베리(전북 고창, 2012년산)는 동결 건조하여 가루를 얻었으며, 버터(서울우유, 무염), 설탕(백설), 소금(한주), 계란, 베이킹파우더(성진), 탈지분유(서울우유)는 대형마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크 제조

쌀 파운드케이크는 선행 연구(Kim NY 2011, Chung & Choi 2005)들을 참고하여 크림법을 변형시켜 제조하였다. 재료 배합비는 Table 1과 같이 결정하였으며, 예비실험을 거쳐 색상과 질감 등의 기호도를 고려하여 블루베리 가루는 제과 백분율(baker's percentage)로 쌀가루 100 g 기준에 대해 0, 2, 4, 6, 8%로 각각 첨가하였다. 블루베리가루 첨가 쌀 파운드케이크 제조는 먼저 반죽기(NVM-14, Daeyung, Korea)에 버터를 넣고, 저속으로 1분 동안 풀어준 다음 소금, 설탕을 넣고 3분 동안 크림화한 후 달걀을 3~4회 나누어 넣고 12분 동안 크림화시켰다. 이 반죽에 체질한 쌀가루, 블루베리 가루, 베이킹파우더 및 탈지분유를 가볍게 혼합하면서 물을 넣고 반죽을 완료하였다. 완성된 반죽을 파운드케이크 팬(210×80×60 mm)에 450 g씩 담아 윗불 180℃, 아랫불 160℃로 예열된 오븐(SM-6039, Sinmag, Taiwan)에서 윗면이 갈색이 나면 뚜껑을 덮어 40분간 구워 실온에서 2시간 식힌 후 시료로 사용하였다.

3. 실험방법

1) 쌀 파운드케이크의 중량, 부피, 비용적 및 굽기 손실률 측정

중량은 구운 후 실온에서 2시간 냉각시킨 다음 전자저울을 이용하여 무게를 측정하였고, 부피는 종자치환법(AOAC 1995)으로 측정하였다. 쌀 파운드케이크의 비용적은 부피를 중량으로 나누어 구하였으며, 굽기 손실률은 반죽과 케이크의 중량을 이용하여 아래의 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{비용적(mL/g)} = \frac{\text{완제품의 부피(mL)}}{\text{완제품의 중량(g)}} \times 100$$

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

2) 수분 함량 및 pH 측정

쌀 파운드케이크의 수분 함량은 파운드케이크의 껍질 부분의 위, 아래를 제거한 다음, 중간 부분을 취하여 적외선 수분 측정기(FD-600, KETT Electric Laboratory, Japan)로 105℃

Table 1. Formulas for rice pound cake added with blueberry powder

Ingredient (g)	Samples ¹⁾				
	BP0	BP2	BP4	BP6	BP8
Rice flour	400	392	384	376	368
Blueberry powder	0	8	16	24	32
Butter	320	320	320	320	320
Sugar	320	320	320	320	320
Egg	320	320	320	320	320
Water	80	80	80	80	80
Salt	4	4	4	4	4
Baking powder	8	8	8	8	8
Non-fat dry milk	8	8	8	8	8

¹⁾ BP0 : control.

BP1 : rice pound cake added with 2% blueberry powder.

BP2 : rice pound cake added with 4% blueberry powder.

BP3 : rice pound cake added with 6% blueberry powder.

BP4 : rice pound cake added with 8% blueberry powder.

에서 3회 반복 측정하였다. 그리고 pH 측정은 시료 10 g을 채취하여 증류수 100 mL를 가한 다음 5분간 혼합하여 현탁액으로 만든 후 pH meter(pH 210, Hanna, Italy)로 3회 반복 측정하였다.

3) 주사 전자현미경 관찰

블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크의 표면구조는 주사 전자현미경(Scanning electron microscope, S-4100, Hitachi, Japan)에 의해 관찰하였다. 제조한 쌀 파운드케이크를 1 cm³로 잘라 24시간 동안 동결 건조시킨 다음 접착제로 고정시키고, gold ion coater(E-1010, Hitachi, Japan)로 코팅한 후 가속 전압 15 KV에서 50배로 확대하여 촬영하였다.

4) DPPH Radical 소거능 측정

DPPH radical 소거능은 선행 연구(Kim NY 2011)를 참고하여 분쇄한 파운드케이크를 methanol에 50 mg/mL로 희석한 후, 실온에서 12시간 추출한 다음 3,600 rpm에서 20분간 원심분리하여 얻은 상등액을 시료용액으로 사용하였다. 시료용액 1 mL에 0.2 mM DPPH 용액 1 mL를 첨가하여 혼합한 다음 15분간 정지한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였고, 아래의 식에 의해 계산하였다.

DPPH radical 소거능(%) =

$$[1 - (\text{시료첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도})] \times 100$$

5) 색도 측정

제조된 쌀 파운드케이크를 일정한 크기(5×4×2 cm)로 잘라 색차계(CM-3500, Minolta Inc., Japan)를 사용하여 L(명도)값, a(적색도)값, b(황색도)값을 3회 반복 측정하였으며, 그 평균값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준백판은 L값 97.34, a값 8.01, b값 -1.58이었다.

6) 쌀 파운드케이크의 Texture 측정

쌀 파운드케이크의 texture는 시료를 5×5×3 cm로 잘라 rheometer(Compac-100, Sun Sci. Co. Ltd, Japan)를 이용하여 측정하였으며, plunger diameter 10 mm, table speed 60 mm/min, sample height 10 mm, load cell 2 kg, sample compressed 30%의 조건을 사용하였다. 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness)을 3회 반복 측정하여 그 평균값을 이용하였다.

7) 관능검사

블루베리 첨가 쌀 파운드케이크의 관능검사는 성인 50명을 대상으로 색상, 향, 맛, 질감, 삼킨 후의 느낌, 전반적인 기호도를 평가하였으며, 관능평가 척도는 7점 Likert로 7점 매우 좋다에서 1점 전혀 좋지 않다고 측정하였다.

4. 통계처리

블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크의 이화학적 특성, 기

계적 특성, 관능검사 결과는 분산분석(ANOVA)과 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)에 의해 $p < 0.05$ 수준에서 유의성 검정을 하였으며, 모든 통계자료는 SPSS 15.0 program을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 쌀 파운드케이크의 중량, 부피, 비용적 및 굽기 손실율

블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크의 중량, 부피, 비용적 및 굽기 손실율 측정 결과는 Table 2와 같다. 쌀 파운드케이크의 중량은 대조군이 415.22 g으로 가장 낮았고, 블루베리 가루 첨가량이 증가할수록 중량은 증가하여 4~8% 첨가군이 높게 나타났다($p < 0.001$). 당귀 분말 첨가 파운드케이크에서 (Park & An 2012) 당귀 분말 첨가량이 많을수록 무게가 증가하여 같은 경향을 보였으나, 버찌 분말 첨가 파운드케이크에서 (Kim *et al* 2009a) 버찌 분말 첨가량이 증가할수록 중량이 감소하여 본 연구와 차이를 보였다. 쌀 파운드케이크의 부피는 대조군이 812.2 mL였으며, 블루베리 가루 첨가군이 810.1~798.2 mL로 블루베리 가루를 첨가할수록 부피는 감소하였다($p < 0.001$). 또한 비용적은 대조군이 1.956으로 가장 높았고, 2% 첨가군은 대조군과 유의적인 차이가 없었으며, 블루베리 가루 첨가량이 증가할수록 감소하였다($p < 0.001$). Kim *et al*(2009a)의 연구에서 버찌 분말 첨가량이 많을수록 파운드케이크의 비용적이 감소하였으며, Kim *et al*(2009b)의 연구에서도 흑마늘 첨가량이 많을수록 파운드케이크의 비체적이 감소하였다. 또한 Park *et al*(2008a)의 연구에서도 밀감 분말 첨가량이 증가할수록 비용적이 감소하여 본 연구와 같은 결과를 보였다. 케이크의 비용적은 반죽에 혼입된 공기의 양과 구울 때 케이크의 골격을 형성시켜 주는 글루텐의 양과 관련이 있다고 한다(Kim YA 2005). 본 연구에서 블루베리 가루 첨가량이 많을수록 비용적이 감소한 것은 쌀가루로 제

조하여 글루텐 양과는 관계가 없으며, 반죽에 혼입된 공기의 양이 적어져 부피가 작아진 것으로 사료된다. 굽기 손실율은 대조군이 7.72%로 가장 높았고, 블루베리 가루 8% 첨가군이 6.56%로 가장 낮게 나타나 블루베리 가루 첨가량이 많을수록 굽기 손실율은 감소하였다($p < 0.001$). 흑마늘 첨가(Kim *et al* 2009b)와 당귀분말 첨가 파운드케이크(Park & An 2012)에서 흑마늘과 당귀분말을 첨가할수록 굽기 손실율이 감소하여 본 연구와 같은 결과를 보였으나, 들깨잎 첨가(Kim NY 2011)와 클로렐라 첨가 파운드케이크에서는(Chung & Choi 2005) 들깨잎과 클로렐라 첨가량이 증가할수록 굽기 손실율이 높게 나타나 다른 결과를 보였다.

2. 파운드케이크의 수분 함량 및 pH

Table 3은 블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크의 수분 함량 및 pH를 측정한 결과이다. 쌀 파운드케이크의 수분 함량은 대조군이 27.9%로 가장 낮았고, 블루베리 가루 첨가군이 31.8~33.7%로 나타나 대조군보다 더 높게 나타났다. 블루베리 가루 첨가량이 많을수록 수분 함량은 증가하는 경향을 보였다($p < 0.001$). Jang *et al*(2010)의 연구에서 미강 첨가량이 증가할수록 수분 함량이 낮아졌으며, 이는 미강의 수분 함량 및 밀가루의 수분 흡수율의 차이 때문이라 하였다. 쌀 파운드케이크의 pH는 대조군이 8.11이었고, 블루베리 가루 첨가군의 pH가 7.58~6.47로 더 낮아 블루베리 가루를 첨가할수록 pH가 감소하였다($p < 0.001$). Hwang & Ko(2010)의 연구에서 퍼핀 반죽의 pH가 블루베리 첨가량이 증가할수록 감소하였다고 보고하였고, Ji & Yoo(2010)의 쿠키 반죽의 pH와 Lee & Lee(2012)의 블루베리즙 첨가 요구르트 드레싱에서도 블루베리 첨가량이 증가할수록 pH 값이 유의적으로 감소하여 본 연구 결과와 같았다. 이는 블루베리의 낮은 pH(2.72)가 쌀 파운드케이크의 pH에 영향을 준 것으로 생각된다.

3. 주사 전자현미경 관찰

Table 2. Weight, volume, specific loaf volume and baking loss rate of rice pound cakes added with blueberry powder

	Samples ¹⁾					F-value
	BP0	BP2	BP4	BP6	BP8	
Weight (g)	415.22±2.15 ^c	418.58±1.03 ^{ab}	419.37±2.17 ^a	419.86±1.81 ^a	420.50±1.43 ^a	25.34 ^{***}
Volume (mL)	812.2±1.25 ^a	810.1±2.24 ^a	805.2±2.00 ^b	800.5±3.51 ^c	798.2±2.00 ^d	245.51 ^{***}
Specific volume (mL/g)	1.956±0.012 ^a	1.935±0.016 ^{ab}	1.920±0.005 ^b	1.906±0.011 ^c	1.898±0.014 ^c	143.14 ^{***}
Baking loss rate (%)	7.72±0.42 ^a	6.98±0.23 ^b	6.80±0.41 ^{bc}	6.69±0.38 ^c	6.56±0.57 ^d	35.27 ^{***}

¹⁾ Different superscripts within a row (a~d) indicate significant differences at $p < 0.05$.

*** $p < 0.001$.

Table 3. Moisture content and pH of rice pound cake added with blueberry powder

	Samples ¹⁾					F-value
	BP0	BP2	BP4	BP6	BP8	
Moisture content (%)	27.9±0.05 ^d	31.8±0.15 ^c	32.3±0.02 ^b	33.7±0.05 ^a	33.4±0.10 ^a	22.74 ^{***}
pH	8.11±0.01 ^a	7.58±0.01 ^b	6.98±0.05 ^c	6.66±0.01 ^d	6.47±0.01 ^e	1345.10 ^{***}

¹⁾ Different superscripts within a row (a~e) indicate significant differences at $p<0.05$.

^{***} $p<0.001$.

블루베리 첨가 쌀 파운드케이크의 조직을 조사하기 위해 주사 전자현미경(scanning electron microscope, SEM)으로 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 대조군은 크고 작은 기공을 형성하고 있으나, 블루베리 가루 첨가군은 대조군에 비해 조직이 조밀해져 기공이 작아지고 거칠어지는 경향을 보였다. 빵잎 분말 첨가 파운드케이크(Son YS 2010)에서 빵잎 말을 첨가할수록 섬유소와 글루텐 조직이 조밀해져 손상 전분의 점도가 증가하여 기포 형성이 잘 이루어지지 않았다고 보고하였다. 본 연구에서는 블루베리 가루를 첨가할수록 쌀 파운드케이크의 부피가 감소하였는데, 이것은 기공이 조밀하여 잘 부풀지 않아 부피가 감소한 것으로 사료된다.

4. DPPH radical 소거능 측정

블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크의 DPPH radical 소거능 측정결과는 Fig. 2와 같다. 대조군(13.6%)이 블루베리 첨가군(35.2~78.8%)보다 낮았으며, 블루베리 가루 첨가량이

증가할수록 높게 나타났다($p<0.001$). 블루베리즙 첨가 요구르트 드레싱(Lee & Lee 2012)에서도 블루베리 첨가량이 증가할수록 DPPH radical 소거능이 높게 나타나 같은 결과를 보였다. 블루베리 가루 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 높아진 것은 블루베리에 함유된 플라보노이드 및 페놀산 등의 파이토케미컬 성분의 항산화 작용이 영향을 미친 것으로 사료된다. 또한 Jeong *et al*(2008)의 연구에서 국내산 블루베리의 DPPH radical 소거능이 92.60%라고 보고한 바 있어, 블루베리의 높은 DPPH radical 소거능이 쌀 파운드케이크의 DPPH radical 소거능에 영향을 미친 것으로 생각된다.

5. 쌀 파운드케이크의 색도 측정

Table 4는 블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크의 crust와 crumb의 색도를 측정된 결과이다. 쌀 파운드케이크의 crust의 명도 L값은 대조군이 65.17로 가장 높았고, 8% 첨가군이 46.23으로 가장 낮아 유의적인 차이가 있었으며, 블루베리

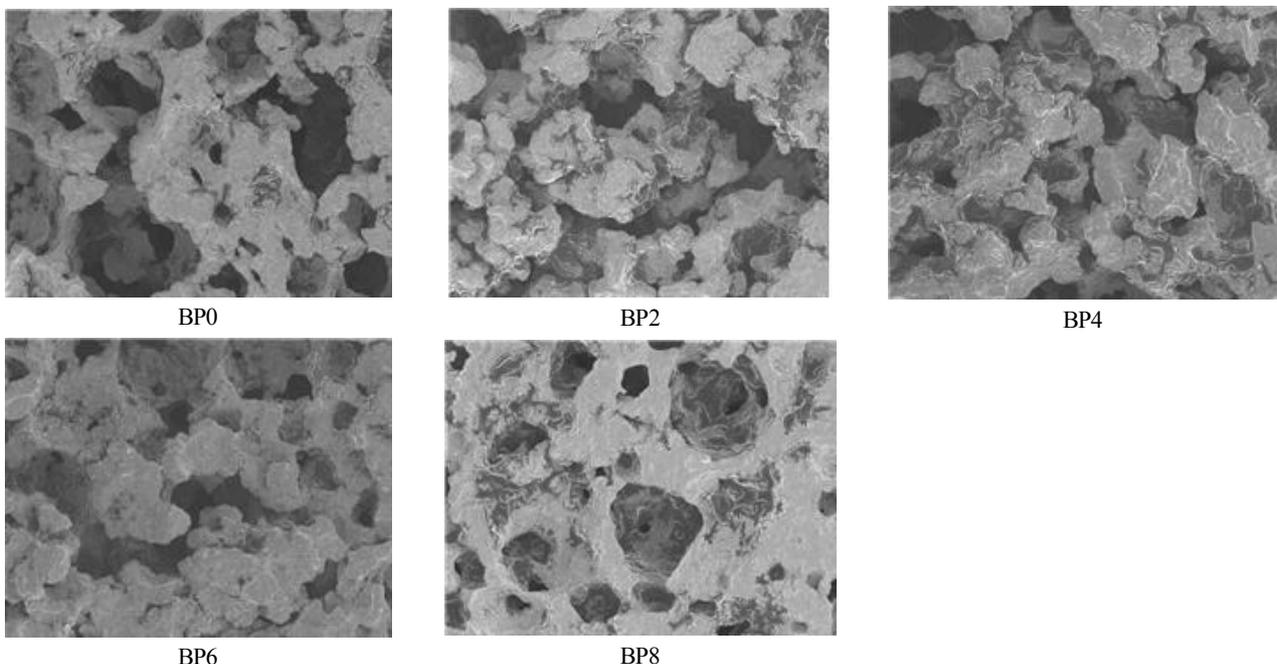


Fig. 1. Scanning electron micrographs of rice pound cake added with blueberry powder.

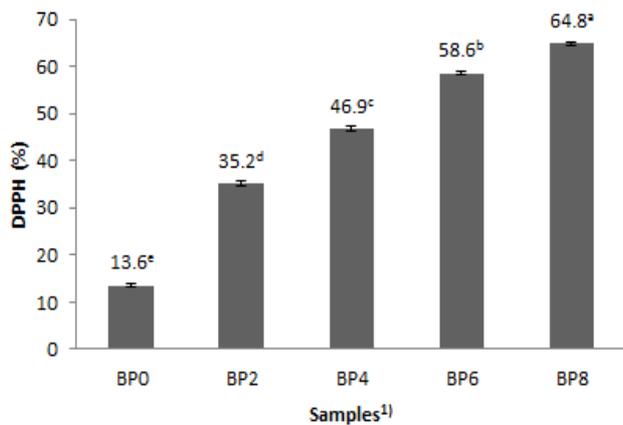


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of rice pound cake added with blueberry powder.

¹⁾ Bars with different superscripts (a~e) indicate significant differences at $p < 0.05$.

가루 첨가량에 따라 감소하였다($p < 0.001$). 쌀 파운드케이크의 crust의 적색도 a값은 대조군(5.44)보다 블루베리 가루 첨가군(13.14~21.92)이 더 높았다($p < 0.001$). 황색도 b값은 대조군이 가장 낮았고, 블루베리 가루 첨가군이 더 높게 나타났다($p < 0.001$). 전반적으로 블루베리 가루 첨가량이 증가할수록 쌀 파운드케이크 crust의 명도 L값은 감소하고, 적색도 a값과 황색도 b값은 증가하는 경향을 보였다. 쌀 파운드케이크 crumb의 명도 L값은 대조군이 80.41로 가장 높았고, 블루베리 가루 첨가량이 증가할수록 어두워져 8% 첨가군이 43.28로 가장 낮은 값을 보였다($p < 0.001$). 적색도 a값은 대조군보다 블루베리 가루 첨가군이 더 높았으나($p < 0.001$), 황색도 b값은 대조군이 블루베리 가루 첨가군보다 더 높게 나타나 시료간의

유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$). 쌀 파운드케이크의 crumb 색을 측정된 결과, 블루베리 가루 첨가량이 증가할수록 명도 L값과 황색도 b값은 낮아지고, 적색도 a값은 증가하는 경향을 보였다. 블루베리 첨가 쿠키(Ji & Yoo 2010), 블루베리 첨가 머핀(Hwang & Ko 2010)과 블루베리 첨가 요구르트 드레싱(Lee & Lee 2012)에서도 블루베리 첨가량이 증가할수록 명도 L값과 황색도 b값은 감소하고, 적색도 a값은 증가하여 본 연구와 같은 결과를 보였다. 이는 블루베리의 안토시아닌이 쌀 파운드케이크의 색도에 영향을 미친 것으로 생각된다.

6. 쌀 파운드케이크의 조직감 측정

블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크의 조직감 측정은 Table 5와 같다. 경도(hardness)는 대조군(2,641.1)이 가장 낮았고, 블루베리 가루 첨가량이 증가할수록 높아져 8% 첨가군(3,400.0)이 가장 높았다($p < 0.001$). 블루베리 첨가 머핀에서는(Hwang & Ko 2010) 블루베리 첨가량이 많을수록 경도가 증가하여 본 연구와 같은 결과를 보였다. 탄력성(springiness)은 대조군보다 블루베리 가루 첨가군이 더 높게 나타나 시료간의 유의적인 차이가 있었으며($p < 0.001$), 응집성(cohesiveness)은 블루베리 6%와 8% 첨가군이 높게 나타났다($p < 0.05$). 씹힘성(chewiness)은 대조군과 블루베리 2%, 4% 첨가군과는 유의적인 차이가 없었으나, 6% 첨가군부터 대조군보다 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.001$). 흑마늘 첨가 파운드케이크에서(Kim *et al* 2009) 흑마늘 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하였으나, 탄력성과 응집성은 감소하여 본 연구와 다른 결과를 보였다.

7. 관능검사

Table 4. Color of rice pound cakes added with blueberry powder

Hunter color value	Samples ¹⁾					F-value	
	BP0	BP2	BP4	BP6	BP8		
L ²⁾	65.17±2.38 ^a	60.16±1.74 ^b	57.21±1.24 ^c	50.27±0.87 ^d	46.23±1.29 ^e	197.30 ^{***}	
Crust	a	5.44±0.53 ^c	13.14±1.23 ^d	15.95±0.81 ^c	18.14±1.16 ^b	21.92±0.47 ^a	115.14 ^{***}
	b	22.32±1.16 ^d	26.74±2.14 ^c	30.23±0.75 ^b	32.49±1.27 ^{ab}	35.21±2.10 ^a	86.51 ^{***}
Crumb	L	80.41±0.50 ^a	63.41±1.23 ^b	55.22±1.41 ^c	49.28±1.03 ^d	43.28±0.86 ^e	2,457.41 ^{***}
	a	-3.89±0.12 ^e	4.02±0.10 ^d	7.96±0.15 ^c	13.52±0.57 ^b	16.41±0.97 ^a	378.23 ^{***}
	b	17.15±1.27 ^a	11.17±0.54 ^b	10.23±0.46 ^c	8.48±0.43 ^d	7.15±0.11 ^e	124.06 ^{***}

¹⁾ Different superscripts within a row (a~e) indicate significant differences at $p < 0.05$.

²⁾ L value degree of lightness: white +100 ↔ 0 black.

a Value degree of redness: red +60 ↔ -60 green.

b Value degree of yellowness: yellow +60 ↔ -60 blue.

*** $p < 0.001$.

Table 5. Texture of pound rice cake added with blueberry powder

Texture properties	Samples ¹⁾					F-value
	BP0	BP2	BP4	BP6	BP8	
Hardness (g/cm ²)	2,641.1±26.2 ^c	2,692.3±44.7 ^d	2,938.4±56.0 ^c	3,226.0±31.2 ^b	3,400.0±25.3 ^a	1,674.67 ^{***}
Springiness (%)	24.65±2.15 ^b	29.58±2.48 ^b	47.59±5.42 ^a	44.09±3.70 ^{ab}	45.55±2.46 ^{ab}	34.56 ^{***}
Cohesiveness (%)	34.08±2.14 ^b	34.12±1.73 ^b	34.36±2.16 ^b	37.22±3.42 ^a	37.51±2.22 ^a	4.78 [*]
Chewiness (g)	18.52±1.02 ^b	18.44±1.44 ^b	18.78±0.93 ^b	27.92±2.52 ^a	29.83±1.71 ^a	31.29 ^{***}

¹⁾ Different superscripts within a row(a~e) indicate significant differences at $p<0.05$.

* $p<0.05$, *** $p<0.001$.

블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 쌀 파운드케이크의 색의 기호도는 대조군보다 블루베리 4%와 6% 첨가군이 더 높아 시료간의 유의적인 차이가 있었으며($p<0.001$), 블루베리 가루 첨가군이 대조군보다 더 좋게 평가하였다. 향의 기호도는 대조군보다 블루베리 가루 첨가군이 더 높았으며, 특히 블루베리 가루 4% 첨가군이 유의적으로 높게 나타났으며($p<0.001$). 맛의 기호도는 블루베리 가루 첨가군이 높게 나타났으며, 특히 4%와 6% 첨가군의 기호도가 높았다($p<0.001$). 질감의 기호도는 전반적으로 대조군보다 블루베리 가루 첨가군이 더 높았으며($p<0.001$), 삼킨 후의 느낌은 6%와 4% 첨가군이 좋다고 평가하였으며, 대조군이 5.05로 가장 낮게 평가되었다($p<0.001$). 전반적인 기호도는 블루베리 가루 4%와 6% 첨가군이 높게 나타나, 대조군보다 블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크의 기호도가 더 높게 평가되었다($p<0.001$).

요약 및 결론

블루베리 가루를 첨가하여 쌀 파운드케이크를 제조한 다음, 그 품질 특성을 살펴본 결과는 다음과 같다. 쌀 파운드케

이크의 중량은 대조군이 가장 낮았고, 블루베리가루 첨가량이 증가할수록 높았다($p<0.001$). 부피와 비용적은 대조군이 블루베리 가루 첨가군보다 더 높아 시료간의 유의적인 차이가 있었다($p<0.001$). 굽기 손실율은 대조군이 가장 높게 나타났으며, 블루베리 가루 첨가량이 증가할수록 감소하였다($p<0.001$). 쌀 파운드케이크의 수분함량은 대조군이 27.9%로 가장 낮았고, 블루베리 가루를 첨가할수록 증가하였다($p<0.001$). 쌀 파운드케이크의 pH는 대조군이 8.11로 가장 높았고, 블루베리 가루 첨가군(7.58~6.47)이 상대적으로 낮게 나타났으며($p<0.001$). 쌀 파운드케이크의 주사 전자현미경 관찰 결과, 대조군보다 블루베리 가루 첨가량이 많을수록 조직이 조밀하고 기공이 잘 발달되지 않았다. DPPH radical 소거능 측정에서 대조군보다 블루베리 가루 첨가군이 높은 전자공여능을 보였다($p<0.001$). 색도측정 결과, 블루베리 가루 첨가량이 많을수록 쌀 파운드케이크 crust의 명도 L값은 감소하고, 적색도 a값과 황색도 b값은 증가하였다($p<0.001$). 반면, 블루베리 가루를 첨가할수록 crumb의 명도 L값과 황색도 b값은 감소하고, 적색도 a값은 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 쌀 파운드케이크의 조직감 측정에서 블루베리 가루 첨가량이 증가할수록 경도, 탄력성, 응집성, 씹힘성 모두 높게 나타났으며($p<0.001$,

Table 6. Sensory evaluations of rice pound cake added with blueberry powder

Acceptability	Samples ¹⁾					F-value
	BP0	BP2	BP4	BP6	BP8	
Color	5.10±0.45 ^{c2)}	5.45±0.73 ^b	6.41±0.54 ^a	6.34±0.67 ^a	5.53±0.86 ^b	54.37 ^{***}
Flavor	4.73±0.84 ^d	5.70±0.24 ^c	6.20±0.82 ^a	6.04±0.65 ^b	5.84±0.73 ^c	60.10 ^{***}
Taste	4.70±0.27 ^d	5.65±0.84 ^c	6.56±0.50 ^a	6.60±0.54 ^a	6.24±0.57 ^b	48.52 ^{***}
Texture	5.20±0.76 ^c	5.65±0.57 ^b	6.30±0.45 ^a	6.17±0.58 ^a	5.87±0.76 ^b	39.20 ^{***}
After swallowing	5.05±0.79 ^c	5.82±0.72 ^b	6.25±0.83 ^a	6.30±1.02 ^a	5.70±0.51 ^b	13.26 ^{***}
Overall	5.00±0.82 ^c	6.20±0.87 ^{ab}	6.56±0.74 ^a	6.48±1.03 ^a	5.97±0.78 ^b	17.21 ^{***}

¹⁾ Different superscripts within a row(a~d) indicate significant differences at $p<0.05$.

²⁾ Rating scale : 1(bad) to 7(excellent), *** $p<0.001$.

$p < 0.05$). 블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크의 관능검사 결과, 블루베리 첨가군이 대조군보다 기호도가 높게 나타났다 ($p < 0.001$). 특히 블루베리 가루 4~6% 첨가군이 가장 높은 점수를 받았다. 이상으로 블루베리 가루 첨가 쌀 파운드케이크의 이화학적 및 관능적 품질 특성을 살펴본 결과, 쌀 파운드케이크 제조 시 블루베리 가루의 첨가량은 4~6% 정도가 가장 적합하리라 판단된다.

문 헌

- AOAC (1995) Official methods of analysis. 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC, USA. pp 69-74.
- Cho WJ, Song BS, Lee JY, Kim JK, Kim JH, Yoon YH, Choi JI, Kim GS, Lee JW (2010) Composition analysis of various blueberries produced in Korea and manufacture of blueberry jam by response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 319-323.
- Choi SN, Chung NY (2006) Quality characteristics of pound cake with vegetable oils. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 808-814.
- Choi SN, Chung NY (2010) Quality characteristics of pound cake with addition of cashew nuts. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 198-205.
- Chung NY, Choi SN (2005) Quality characteristics of pound cake with chlorella powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 669-676.
- Chung NY, Choi SN (2006) Quality characteristics of pound cake with olive oil. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 222-228.
- Connor AM, Ludy JJ, Hancock JF, Berkeimer S, Hanson EJ (2002) Changes in fruit antioxidant among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *J Agric Food Chem* 50: 893-898.
- Hwang SH, Ko SH (2010) Quality characteristics of muffins containing domestic blueberry (*V. corymbosum*). *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 727-734.
- Jang KH, Kang WW, Kwak EJ (2010) The quality characteristics of pound cake prepared with rice bran powder. *Korean J Food Preserv* 17: 250-255.
- Jeon MH, Lee WJ (2011) Characteristics of blueberry added Makgeolli. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 444-449.
- Jeong CH, Choi SG, Heo HJ (2008) Analysis of nutritional composition and antioxidative activities of Korean commercial blueberry and raspberry. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1375-1381.
- Ji JR, Yoo SS (2010) Quality characteristics of cookies with varied concentrations of blueberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 433-438.
- Joo NM, Kim BR, Kim AJ (2012) The optimization of jelly with blueberry juice using responds surface methodology. *Korean J Food & Nutr* 25: 17-25.
- Ju JE, Nam YH, Lee KA (2006) Quality characteristics of sponge cakes with wheat-rice composite flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 923-929.
- Kim JN, Shin WS (2009) Physical and sensory properties of chiffon cake made with rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 41: 69-76.
- Kim KH, Hwang HR, Yun MH, Jo JE, Kim MS, Yook HS (2009a) Quality characteristics of pound cakes prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.) fruit powder during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 926-934.
- Kim KH, Lee JO, Park SH, Yook HS (2009b) Quality characteristics of pound cakes containing various levels of aged garlic during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 238-246.
- Kim NK, Ha SJ, Cho SH, Chen MG, Kang ND, Son GM, Rho CW (2009) Production and characteristics of blueberry vinegar. *Korean J Hort Sci Technol* 27: 175-176.
- Kim NY (2011) Quality characteristics of pound cakes added with perilla leaves (*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara) powder. *J Korean Soc Sci Nutr* 40: 267-273.
- Kim YA (2005) Effects of *Lycium chinense* powders on the quality characteristics of yellow layer cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 403-407.
- Lazaridou A, Duta D, Papageorgiou M, Bele N, Biliaderis CG (2007) Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *J Food Engineering* 79: 1033-1047.
- Lee DS (2009) Quality characteristics of blueberry-pyun added with different amount of blueberry. *MS Thesis* Sejong University, Seoul. pp 23-42.
- Lee MH, Lee YT (2006) Bread-making properties of rice flours produced by dry, wet and semi-wet milling. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 886-890.
- Lee SH, Shin MS (2009) Characteristics of preparation of rice manju and rice flour with soaking and different particle

- sizes. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 427-434.
- Lee SN, Kang KJ (2008) The effect of blueberry on ROS accumulation and cell death in human normal breast epithelial and breast cancer cells. *Korean J Food & Nutr* 21: 416-424.
- Lee WG, Lee JA (2012) Quality characteristics of yogurt dressing prepared with blueberry juice. *The Korean Journal of Culinary Research* 18: 255-265.
- Oh JA (2008). Quality characteristics of blueberry *dduk* by difference ratio of ingredients. *MS Thesis* Kyunghee University, Seoul. pp 38-42.
- Park GS, An SH (2012) Quality characteristics of pound cake added with *Angelica gigas* Nakai powder. *Korean J Food Cookery Sci* 28:463-471.
- Park ID (2008) Effect of *Cucurbita maxima* duchesne puree on quality characteristics of pound and sponge cake. *Korean J Food Culture* 23: 748-754.
- Park YS, Shin S, Shin GM (2008a) Quality characteristics of pound cake prepared with mandarin powder. *Korean J Food Preserv* 15: 662-668.
- Park YS, Shin S, Shin GM (2008b) Quality characteristics of pound cake with *Citrus mandarin* powder during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 1022-1031.
- Pruska-Kedzior A, Kedzior Z, Goracy M, Pietrowska K, Przybylska A, Szychalska K (2008) Comparison of rheological, fermentative and baking properties of gluten-free dough formulations. *Eur Food Res Technol* 227: 1523-1536.
- Seo DC (2009) Effects of blueberry on the characteristics of white bread and sponge cake. *MS Thesis* Chodang University, Muan. pp 1-22.
- Shin YM, Yang YH, Kim MK, Cho HY, Kim MR (2005) Quality characteristics of pound cake added to β -glucan during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 950-958.
- Son YS (2010) Quality characteristics of the pound cake with mulberry leaf powder. *MS Thesis* Hankyong National University, Anseong. pp 28-33.
- Song JY, Shin M (2007) Effects of soaking and particle sizes on the properties of rice flour and gluten-free rice bread. *Food Sci Biotechnol* 16: 759-764.
- Woo NRY, Ahn MS (2004) The study on the quality characteristics of cake prepared with fat substitute. *Korean J Food Culture* 19: 506-515.
- Yun HR (2007) Properties of milled, brown and germinated brown rice flours and preparation of poundcake using them. *MS Thesis* Chonnam National University, Gwangju. p 4.
- Zheng W, Wang SY (2003) Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, and ligoberies. *J Agric Food Chem* 51: 502-509.

접 수: 2013년 07월 11일
 최종수정: 2013년 09월 27일
 채 택: 2013년 10월 21일