

블루베리 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성 연구

이의석¹ · 정용남² · 문영자³ · 홍순택^{1*}

¹충남대학교 농업생명과학대학 식품공학과, ²우송정보대학 외식조리학부, ³우송정보대학 식품영양조리학부

Study on Quality Characteristics of Pan Bread containing Blueberry Fruit Powder

Eui-Seok Lee¹, Yong-Nam Jeong², Young-Ja Moon³ and Soon-Taek Hong^{1*}

¹Dept. of Food Science and Technology, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Dept. of Culinary Arts, Woosong College, Daejeon 300-714, Korea

³Dept. of Food Nutrition & Cookery, Woosong College, Daejeon 300-714, Korea

ABSTRACT

This study presents the quality characteristics of blueberry bread. Blueberry fruit powder was added to bread dough at various concentrations ranging from 3~9%, after which physicochemical properties of dough and bread containing blueberry fruit powder were determined. The pH, loaf volume, specific loaf volume, dough volume and baking loss decreased with increasing amount of blueberry fruit powder in bread, whereas loaf weight and hardness were reduced. In particular, hardness appeared to be 1.98 times higher in the control without blueberry powder compared to the bread containing 9% blueberry powder. For color, increasing the amount of blueberry fruit powder reduced L and b values, whereas a value was increased. In the sensory evaluation, the highest overall preference score was observed in bread containing 6% blueberry powder, whereas the lowest score was observed in bread with 9% blueberry powder. From these results, blueberry bread with good acceptability has an optimum blueberry powder concentration of 6%.

Key words : Blueberry fruit powder, hardness, specific loaf volume, sensory score

서 론

최근 경제성장 발전과 바쁜 일상생활로 인해 서구화된 식생활로 변화해 가고 있으며(Kang *et al* 2011), 패스트푸드, 레토르트 식품 등과 같이 간편식 섭취가 증가하고, 비만을 비롯한 각종 만성질환(고혈압, 당뇨병 등) 이환율이 증가하고 있다(Cho & Kim 2010). 따라서 건강한 삶에 대한 국민들의 욕구는 지속적으로 증대되었고, 양질의 삶을 추구함과 동시에 맛과 영양성이 충족된 기능성 물질을 첨가한 식품에 대한 관심이 고조되고 있다(Jung *et al* 2007). 미국 국립 암 연구소의 하루에 5가지 색깔(빨강, 주황, 노랑, 초록, 보라, 검정, 하얀 중)의 과채류를 섭취하는 'Five a Day' 캠페인을 통해 암 사망률이 감소하면서 전 세계적으로 이러한 채소 및 과일 섭취 캠페인이 확산되었다(Cox *et al* 1997, Reetica & Robyn 2014). 컬러 과채류 중에는 식물의 향기나 색, 매운맛, 쓴맛 등을 발현하는 파이토케미컬(phytochemical)이 들어 있어서 항암(Myzak & Dashwood 2006, D'Incalci *et al* 2005, Park &

Surh 2004), 심혈관질환(Cornwell *et al* 2004, Steinberg *et al* 2003), 면역증진(Sforzin *et al* 2005, Ferreira *et al* 2003) 및 노화방지(Bastianetto & Quirion 2002, Blaylock RL 1999)에 효과가 있다고 알려져 있으며, 그중 보라색은 청자색의 색소인 안토시아닌으로 지방질 흡수를 촉진하고, 혈관 속의 노폐물을 용해·배설시켜 피를 맑게 해주며, 또한 시력회복 및 피로회복 등에 효과가 있다고 보고되어 있다(이승림 2012, 한국기계산업진흥회 2012).

블루베리(Blueberry)는 진달래과 산앵두나무속에 속하고, 북아메리카가 원산지로서 2002년 미국 타임지가 선정한 세계 10대 슈퍼푸드 중 하나로 최근에 그 수요가 급속히 증가하고 있다. 이에 따라서 국내의 블루베리 생산량도 680톤(2009년)에서 5,046톤(2013년)으로 급격히 증가하여(Ryu *et al* 2014) 이를 이용한 가공품 개발 연구가 다수 진행되고 있다. 블루베리의 일반 성분은 수분 84.21%, 조단백 0.74%, 조지방 0.33%, 회분 2.17%, 조섬유 2.4%, 탄수화물 14.49% 순으로 함유하고 있고, 그 외 무기 성분으로 Ca, K, P, Na 등이 함유되어 있다(<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/2014>). 특히 성숙된 과실에서 기능성 물질인 안토시아닌 색소가 포도의 30배 이상 함유되어 있어 항산화성(Priscilla *et al* 2014), 항당

*Corresponding author : Soon-Taek Hong, Tel : +82-42-821-6727, E-mail: hongst@cnu.ac.kr

노(Martineau *et al* 2006, David *et al* 2014), 향균(Park *et al* 2011), 항암(Parry *et al* 2006, Neto CC 2007) 및 신경질환(Ramassamy C 2006) 등에 효과가 있다고 보고되었다.

이와 같이 다양한 기능성을 가지고 있는 블루베리를 이용하여 블루베리 요구르트, 드레싱(Lee & Lee 2012), 블루베리 식초(Kim *et al* 2009), 블루베리 막걸리(Jeon & Lee 2011), 블루베리 잼(Chol *et al* 2010), 블루베리 과일(Park *et al* 2012), 블루베리 양갱(Han & Chung 2013), 블루베리 청포묵(Kim *et al* 2012) 등의 건강기능성 가공식품이 다양하게 연구·개발되고 있다.

제빵분야에 있어서도 블루베리를 이용한 연구가 최근에 제한적으로 진행되었는데, Hwang & Ko(2010)는 블루베리 즙을 머핀 제조에 첨가하여 관능성 및 품질 특성이 향상된 제품을 개발하였으며, Ji & Yoo(2010)와 Lee & Lee(2013)는 쿠키 및 쌀파운드 케익 제조에 블루베리 분말의 최적 첨가량은 3~6%였음을 보고하였다. 또한 Choi SH(2013)는 블루베리 천연 발효액(sourdough starter)을 제조하고, 이를 식빵 제조에 첨가하여 이화학적 및 관능적 특성 변화를 보고한 바 있다.

한편, 빵류의 경우 글루텐에 의해 형성되는 단백질 망상구조가 제품의 조직감을 발현하는데 중요한 역할(Song & Park 1995)을 하는데, 블루베리 등의 유기산을 함유하는 물질의 첨가는 글루텐 형성 등 제빵 과정에 영향을 미칠 수 있을 것으로 예상되어, 이에 대한 보다 체계적이며, 광범위한 연구가 필요한 것으로 사료된다. 이에 본 연구에서는 식빵 제조에 블루베리 분말을 첨가하고, 이에 따른 반죽 과정 및 블루베리 첨가 식빵의 이화학적 변화 등을 추적·조사하여 블루베리 첨가 식빵의 제반 특성 변화를 구명하고, 품질 향상을 도모하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 블루베리는 2013년 7월 충북 옥천에서 구입한 생과로 -80°C 에서 급속동결(DF8514, Ilshin Lab, Co. Ltd, Korea)한 후 동결건조기(Clean Vac 8B, Biotron Inc., Korea)를 이용하여 건조하였다. 그리고 건조물을 분쇄하여 표준체(pore size : 100 mesh)로 통과시킨 것을 사용하였다. 제빵용 재료는 1등급(대한제분, 한국), 쇼트닝(롯데삼강, 한국), 건조이스트(Lane Farm, France), 소금(한주, 한국), 설탕(CJ, 한국) 2013년산 제품을 사용하였다.

2. 방법

1) 식빵의 제조

식빵 제조는 강력분에 블루베리 분말을 밀가루 중량의 3%, 6%, 9%로 첨가하여 직접반죽법(straight dough method)을 응용하여 제조하였으며(AACC 2000), 배합비율은 Table 1과 같다. 유지(쇼트닝)를 제외한 모든 반죽 재료 및 블루베리 분말을 반죽기(CH-800, Sunrich, Japan)에 넣고 저속에서 1분 30초 동안 혼합하여 수화시킨 후 클린업 단계에서 유지(쇼트닝)를 첨가하여 저속에서 30초간 혼합한 후 중속에서 반죽의 글루텐이 잘 형성된 최종단계에서 반죽을 완성하였다. 이 때 반죽온도는 $26\sim 27^{\circ}\text{C}$ 가 되도록 하였고, 반죽을 bowl에서 꺼내 온도 $30\pm 2^{\circ}\text{C}$, 습도 $75\pm 5\%$ 인 조건에서 발효기(F-2000, Sunrich, Taiwan)를 이용하여 40분 동안 1차 발효를 실시하였다. 1차 발효가 끝난 반죽은 450 g씩 분할하여 둥글리기한 후, 표면이 마르지 않도록 비닐을 덮어 실내온도(25°C)에서 20분간 중간발효하였다. 그리고 밀대를 이용하여 가스빼기를 한 후 반죽을 3겹으로 접어 성형하여 식빵팬($120\times 220\times 100$ mm)에 넣은 다음, 온도 $38\pm 1^{\circ}\text{C}$, 습도 $80\pm 2\%$ 조건에서 30분간 2차 발효를 실시하였다. 2차 발효 완료 후 상열 170°C , 하열 180°C 의 오븐(FDO-7102, Dae Yung Machinery Co., Korea)에서 30분간 굽기를 실시하였다. 굽기가 완료된 식빵은 틀에서 분리하여 실온에서 1시간 냉각한 후 폴리에틸렌 봉지에 담아 보관하여 사용하였다.

2) 일반 성분

일반 성분은 AOAC(1995) 방법에 의거하여 분석하였으며, 즉, 수분은 105°C 상압건조법, 조회분은 건식회화법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방 Soxhlet법으로 분석하였다.

Table 1. Ingredient composition for breads prepared from wheat flours containing blueberry fruit powder (relative percent of flour basis) (unit : g(w/w))

| Ingredients(g) | Blueberry concentration | | | |
|--------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 0(Control) ¹⁾ | 3 ²⁾ | 6 ³⁾ | 9 ⁴⁾ |
| Strong wheat flour | 300 | 291 | 282 | 273 |
| Blueberry powder | 0 | 9 | 18 | 27 |
| Water | 195 | 195 | 195 | 195 |
| Dry yeast | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Sugar | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Salt | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Shortening | 15 | 15 | 15 | 15 |

¹⁾ Means pan bread added with blueberry powder 0%.

²⁾ Means pan bread added with blueberry powder 3%.

³⁾ Means pan bread added with blueberry powder 6%.

⁴⁾ Means pan bread added with blueberry powder 9%.

3) 반죽과 식빵의 pH

AACC(2013b)의 방법을 응용하여 밀가루 대비 블루베리 분말을 농도별로 첨가하여(0, 3, 6, 9%) 1차 및 2차 발효 후 반죽의 pH, 완제품 및 블루베리 분말의 pH를 측정하였다. 즉, 시료(완제품, 분말) 10 g을 취하고, 50 mL 증류수를 가하여 Homogenizer(Micra D-9, Germany)로 균질화(150,000 rpm, 5분)시키고, 원심분리(3,000 rpm, 10분)한 후 상등액의 pH를 측정하였다.

4) 반죽의 발효 팽창력

반죽의 발효 팽창력은 He & Hosney(1992)의 방법을 응용하여 사용하였다. 즉, 믹싱이 끝난 반죽 100 g씩을 250 mL (\varnothing 20 mm) 메스실린더에 넣은 후 상부의 표면을 평평하게 한 다음, 1차 발효 조건(온도 $30 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도 $75 \pm 5\%$)에서 발효기(EP-200, Dae Yung Machinery Co., KwangJu, Korea)를 이용하여 매 10분마다 발효율을 측정하였고, 더 이상의 변화가 없는 시점인 120분까지 팽창된 반죽의 높이를 부피(mL)로 하여 발효율을 나타내었다.

5) 식빵의 비용적

무게는 식빵을 구운 다음 실온에서 1시간 방냉하고, 중량을 측정하였다. 식빵의 부피는 AACC(2000)와 Pylar & Gorton (2008)에 방법에 따라 종자치환법(seed displacement)에 의하여 측정하였다. 즉, 식빵틀($W \times L \times H = 130 \times 260 \times 140$ mm)에 조를 채운 후 이를 1,000 mL의 메스실린더에 부어 부피를 측정하고, 상기 틀에 제조한 빵을 넣고 다시 조를 채우고, 빵을 꺼낸 후 채워진 조를 메스실린더에 부어 부피를 측정하여 그 차이를 식빵의 부피로 측정하였다. 이때 빵의 부피를 무게로 나눈 값을 비용적(specific volume)으로 나타내었다.

6) 식빵의 반죽수율 및 굽기 손실률

2차 발효가 완료된 반죽의 무게와 소성 후 식빵의 무게를 각각 측정하여 아래의 식으로부터 반죽 수율과 굽기 손실률을 계산하였다.

Dough yield (%) =

$$\frac{\text{Dough weight before baking}}{\text{Bread weight after baking}} \times 100$$

Baking loss (%) =

$$\frac{(\text{Dough weight} - \text{Bread weight})}{\text{Dough weight}} \times 100$$

7) 식빵의 색도

식빵(crumb, crust)의 색도는 색차계(CR-400, Konica minolta sensing INC., Japan)를 사용하여 시료를 12.5 mm 두께로 절단한 후 중앙 부위를 5회 반복 측정하였으며, 이때 사용된 표준백판은 L값이 97.39, a값이 -0.14, b값이 2.03이었다.

8) 식빵의 텍스처 측정

식빵의 텍스처 측정은 AACC(2013a)방법에 의거 Texture analyzer(TA-XT2i, Stable Micro System, Surrey, England)를 이용하였으며, probe는 P/36R cylinder probe를 사용하였다. 시료는 일정한 두께(12.5 mm)로 슬라이스하여 양쪽 끝부분과 인접한 부분 두 장을 배제한 안쪽 부분 두 장을 포개어 중앙부분을 측정하였다. 그리고 80% 변형이 일어나도록 2회 반복 압축했을 때 얻어지는 force distance curve를 분석하여 시료의 경도(hardness)로 하였으며, 그 조건은 Table 2와 같다.

9) 외관 및 내부 구조

식빵의 외관 및 내부 구조는 식빵을 구워 상온에서 1시간 방냉하여 12.5 mm 두께로 절단한 후, 중앙부분을 디지털 카메라(Canon EOS 400-D, Canon Co, Tokyo, Japan)로 촬영하여 관찰하였다.

10) 관능검사(기호도 검사)

Civille & Szczesniak(1973)의 방법에 따라 제과 기술자를 포함한 30명의 패널요원을 대상으로 기호도 검사로 실시하였다. 검사는 오후 3시에서 4시 사이에 실시하였고, 평가 항목으로는 식빵의 외관(appearance), 색깔(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 종합적인 기호도(overall acceptance)의 항목에 대해 좋아하는 정도를 9점 척도(hedonic scale)로 하여 1점에서 가까울수록 '대단히 싫다', 9점에 가까울수록 '대단히 좋다'로 표현하도록 하였다.

Table 2. Texture analyzer conditions for measuring textural properties of pan bread with blueberry fruit powder

| Factor | Conditions |
|------------------------------|-----------------|
| Measure force in compression | Return to start |
| Pre test speed | 3 mm/s |
| Test speed | 1 mm/s |
| Post test speed | 1 mm/s |
| Strain | 80% |
| Time | 2.00 sec |

11) 통계 처리

본 실험 결과는 5회 이상 반복 측정하여 평균값과 표준편차로 나타내었으며, 각 처리별 평균값 간의 유의성 검정은 SAS(statistical analysis system version 9.3)을 이용하여 ANOVA 분석 후 $p < 0.05$ 에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 식빵의 일반 성분

Table 3은 블루베리 분말 첨가량에 따른 식빵의 일반 성분을 분석한 결과이다. 수분 함량은 대조군이 40.46%로 유의적으로 높았고($p < 0.01$), 실험군은 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 낮았으나, 유의적 차이는 없었다. 이는 블루베리 천연 발효액종을 첨가하여 식빵을 제조하였을 때, 블루베리 액종을 첨가한 실험군의 수분 함량이 대조군보다 낮았다는 Choi SH(2013)의 연구와 유사한 결과이다. 조지방 함량은 대조군에 비해 블루베리 분말 첨가한 실험군이 다소 높게 나타났으나, 유의적 차이는 없었다. 조지방 함량은 대조군에 비해

블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 유의적 차이를 보이며 낮게 나타났다($p < 0.001$). 조단백질 함량은 대조군(17.17%)에 비해 블루베리 분말 첨가 실험군이 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.001$). 이러한 결과는 밀가루를 일부 대체한 블루베리 분말의 첨가로 인하여 나타난 것으로 사료되었다.

2. 반죽과 식빵의 pH 변화

Table 4는 블루베리 분말 첨가량에 따른 1차, 2차 발효 직후 반죽의 pH와 식빵의 pH를 비교하여 나타내었다. 반죽의 pH는 대조군이 5.30~5.37로 가장 높았으며, 반면에 9% 첨가한 실험군이 3.96~3.99로 가장 낮았다($p < 0.001$). 또한, 식빵의 pH도 동일한 결과를 나타내었다(대조군 : pH 5.23, 9% 첨가한 실험군 : pH 3.92). 전반적으로 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 반죽과 식빵의 pH는 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 한라봉 분말, 크랜베리 분말, 오디 분말을 첨가하여 식빵을 제조하였을 때와 유사한 경향이였다(Bing & Chun 2013, An & Lee 2010). 또한, 블루베리 분말에 유기산 함량이 다량 함유되어 있어(Yoon *et al* 2010), 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 반죽 및 식빵의 pH에 영향을 주어 낮은

Table 3. Proximate composition of pan breads containing blueberry fruit powder

(unit : %)

| Composition | Samples ¹⁾ | | | | F-value |
|----------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | |
| Moisture | 40.46±0.22 ^{2)a} | 39.71±0.29 ^b | 39.61±0.14 ^b | 39.57±0.12 ^b | 13.59 ^{**} |
| Crude ash | 2.37±0.01 ^{ab3)} | 2.39±0.02 ^a | 2.43±0.10 ^a | 2.46±0.11 ^a | 124.49 ^{***} |
| Crude fat | 16.26±0.01 ^a | 12.64±0.01 ^b | 11.04±0.01 ^c | 10.84±0.01 ^d | 1.33 ^{***} |
| Crude protein | 17.17±0.19 ^a | 15.77±0.30 ^b | 15.22±0.03 ^c | 15.18±0.13 ^c | 213.91 ^{***} |
| Carbohydrate ⁴⁾ | 23.74±0.21 ^a | 29.49±0.42 ^b | 31.70±0.13 ^c | 31.95±0.57 ^c | 111.58 ^{***} |

¹⁾ Means pan bread added with blueberry powder 0-9%.

²⁾ Means mean±standard deviation ($n=5$).

³⁾ Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's range test. ^{**} $p < 0.01$, ^{***} $p < 0.001$.

⁴⁾ Means by difference.

Table 4. pH of pan bread dough containing blueberry fruit powder

| Composition | Samples ¹⁾ | | | | F-value | |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Blueberry powder | 0 | 3 | 6 | | 9 |
| After first proofing | | 5.37±0.01 ^{2)a} | 4.65±0.04 ^b | 4.31±0.00 ^c | 3.99±0.01 ^d | 2,802.18 ^{***} |
| After second proofing | 2.99±0.01 | 5.30±0.04 ^{ab3)} | 4.62±0.01 ^b | 4.26±0.00 ^c | 3.96±0.01 ^d | 1,998.60 ^{***} |
| Crumb pH | | 5.23±0.01 ^a | 4.58±0.01 ^b | 4.24±0.01 ^c | 3.92±0.01 ^d | 4,526.84 ^{***} |

¹⁾ Means pan bread added with blueberry powder 0~9%.

²⁾ Means mean±standard deviation ($n=5$).

³⁾ Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's range test. ^{***} $p < 0.001$.

pH를 유도한 것으로 사료된다.

3. 반죽의 발효 팽창력 변화

Fig. 1은 블루베리 분말 첨가량을 달리하여 제조한 반죽을 1차 발효 조건하에서 120분간 발효시키면서 측정된 반죽의 부피 팽창 정도이다. 전반적으로 모든 시료에 있어서 발효시간 40분까지 발효에 의한 부피 팽창 정도가 급격히 증가하였으나, 40분 이후에는 팽창 정도에 큰 변화가 없었다. 대조군의 발효 팽창 정도는 실험군에 비해 높았으며, 실험군은 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 발효 팽창 정도는 감소하는 경향을 나타내었다(대조군 135 mL, 3% 115 mL, 6% 105 mL, 9% 100 mL). 이는 한라봉 분말(Bing & Chun 2013) 및 새송이 분말(Lee *et al* 2009)을 첨가한 식빵 제조 과정에서 나타난 반죽의 발효 팽창력 변화와 유사한 결과로서, 본 실험에서 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 분말 중 유기산으로 인해 반죽의 pH는 낮아져 효모의 활성이 저해되므로 낮은 발효 수준을 나타내고, 또한 글루텐 형성이 저하되어

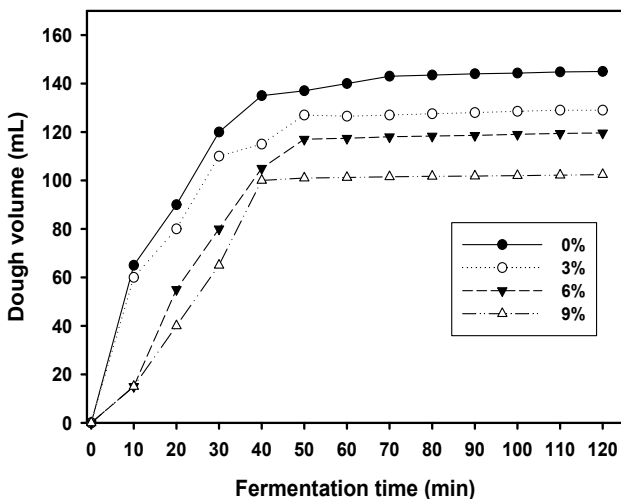


Fig. 1. Effect of fermentation time on the dough volume of pan breads containing blueberry fruit powder.

가스 보유력이 낮아진 결과에 기인된 것으로 사료되었다.

4. 식빵의 무게, 굽기 손실율 및 반죽 수율 변화

블루베리 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 무게, 굽기 손실율 및 반죽 수율을 측정하여 Table 5에 나타내었다. 식빵의 무게는 대조군이 404 g으로 가장 낮았고, 블루베리 분말 9% 첨가한 실험군이 410 g으로 가장 높았으며, 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 무게는 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.001$). 반면, 굽기 손실율은 대조군이 9.38%로 가장 높게 나타났고, 블루베리 분말 9% 첨가한 실험군이 8.48%로 가장 낮게 나타나, 굽기 손실율은 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.001$). 이는 블루베리 분말에 일부 함유되어 있는 식이섬유가 수분과 강하게 결합하여, baking 과정 중 가열에 의한 수분 증발이 억제되기 때문인 것으로 사료되었으며(Masoodi & Chauhan 1998), Nam MK(2007)가 클로렐라, 가지 분말 등을 첨가하여 식빵을 제조 시 첨가물량이 증가할수록 식빵의 무게는 증가하고, 굽기 손실율은 낮아진다는 연구 결과와 잘 일치하고 있다. 한편, 반죽 수율은 110~109%로 블루베리 분말 첨가량과 관계없이 일정한 것으로 나타났고($p < 0.05$), 이는 Hong & Shin(2008)이 마늘 분말 첨가 제빵 실험에서도 본 실험 결과와 유사하게 보고하였다.

5. 식빵의 부피와 비용적의 변화

블루베리 분말 첨가량에 따른 식빵의 부피 및 비용적 변화를 Table 6에 나타내었다. 식빵의 부피와 비용적은 대조군이 각각 1,641.67 mL/g, 4.02 mL/g으로 가장 높게 나타났고, 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 부피와 비용적은 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.001$). 그러나 블루베리 분말 3% 첨가한 실험군과는 유의적인 차이는 없었다. 이와 같은 결과는 마늘(Hong & Shin 2008), 썩(Jung IC 2006), 감귤 과피 분말(Lee *et al* 2012), 크랜베리 분말(An & Lee 2010) 등을 첨가하여 제조한 식빵의 연구 결과와 유

Table 5. Changes of dough yield, weight and baking loss rate of pan breads containing blueberry fruit powder

| Composition | Samples ¹⁾ | | | | F-value |
|-----------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | |
| Loaf weight (g) | 404±0.02 ^{2)b} | 406±0.05 ^c | 408±0.03 ^b | 410±0.04 ^a | 159.07 ^{***} |
| Baking loss (%) | 9.38±0.05 ^{a3)} | 8.93±0.02 ^b | 8.73±0.04 ^c | 8.48±0.03 ^d | 206.56 ^{***} |
| Dough yield (%) | 110±0.01 ^a | 110±0.02 ^a | 110±0.01 ^a | 109±0.01 ^a | 0.5 |

¹⁾ Means pan bread added with blueberry powder 0~9%.

²⁾ Means mean±standard deviation (n=5).

³⁾ Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's range test. ^{***} $p < 0.001$.

Table 6. Changes of volume and specific volume of pan breads containing blueberry fruit powder

| Composition | Samples ¹⁾ | | | | F-value |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | |
| Loaf volume(mL) | 1,641.67±37.53 ^{2)a} | 1,618.33±76.87 ^a | 1,398.33±43.68 ^b | 1,163.33±100.17 ^c | 98.04 ^{***} |
| Specific loaf volume(mL/g) | 4.02±0.09 ^{a3)} | 3.99±0.19 ^a | 3.43±0.11 ^b | 2.86±0.21 ^c | 145.35 ^{***} |

¹⁾ Means pan bread added with blueberry powder 0~9%.

²⁾ Means mean±standard deviation ($n=5$).

³⁾ Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's range test. *** $p<0.001$.

사하며, 이는 블루베리 분말의 첨가로 인하여 글루텐의 발달 정도가 낮아져 식빵 부피 및 비용적이 저하된 것으로 사료되었다.

6. 색도 변화

블루베리 분말 첨가량에 따른 식빵의 색도 변화는 Table 7에 나타내었다. 식빵의 외부(crust)와 내부(crumb)의 L값(명도)과 b값(황색도)은 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, a값(적색도)은 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 특히, 블루베리 분말 9% 첨가한 실험군(crumb 부분)의 b값은 3% 첨가한 실험군의 3.91배 정도 높게 관찰되었다. 이는 블루베리 안토시아닌 색소로 인해 분말 첨가량이 증가할수록 b값(적색도)

이 높아진 것으로 사료되었으며(An & Lee 2010), 이는 Hwang & Ko(2010)의 블루베리즙을 첨가하여 머핀을 제조한 연구 결과와 유사하였다.

7. 텍스처 변화

블루베리 분말 첨가량에 따른 식빵의 텍스처 변화에 대하여 Table 8에 나타내었다. 경도는 대조군이 851.88 g으로 가장 낮게 나타낸 반면, 블루베리 분말 첨가한 실험군은 첨가량이 증가할수록 경도는 증가하였다. 블루베리 분말을 첨가한 실험군에서는 3% 첨가한 실험군이 1,036.26 g으로 낮게 나타내었고, 9% 첨가한 실험군이 1,687.33 g으로 가장 높게 나타내었다($p<0.05$). 이는 대조군에 비해 1.98배 높게 나타내었다. 이러한 결과는 블루베리 천연 발효액중(Choi SH 2013),

Table 7. Changes of Hunter values of pan bread containing blueberry fruit powder

| Factor | Samples ¹⁾ | | | | F-value | |
|--------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 0(Control) | 3 | 6 | 9 | | |
| Curst | L | 54.84±1.50 ^{2)a} | 48.26±4.78 ^b | 42.64±4.07 ^c | 37.16±4.34 ^d | 34.58 ^{***} |
| | a | 7.82±1.40 ^{b3)} | 8.13±2.08 ^b | 8.43±1.38 ^{ab} | 9.20±1.19 ^a | 12.09 ^{***} |
| | b | 22.55±0.68 ^a | 17.56±1.20 ^b | 14.92±1.25 ^c | 12.63±0.92 ^d | 40.31 ^{***} |
| Crumb | L | 68.22±0.78 ^a | 58.87±1.85 ^b | 40.54±2.08 ^c | 27.51±3.16 ^d | 162.61 ^{***} |
| | a | -2.04±0.07 ^d | 3.63±0.12 ^c | 9.08±0.44 ^b | 14.22±0.23 ^a | 1,422.93 ^{***} |
| | b | 9.65±0.41 ^a | 4.99±0.45 ^b | 1.67±0.38 ^c | 0.12±0.15 ^d | 312.03 ^{***} |

¹⁾ Means pan bread added with blueberry powder 0~9%.

²⁾ Means mean±standard deviation ($n=5$).

³⁾ Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's range test. *** $p<0.001$.

Table 8. Changes of hardness of pan breads containing blueberry fruit powder

| Factor | Samples ¹⁾ | | | | F-value |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | |
| Hardness(g) | 851.88±24.75 ^{d1)} | 1,036.26±31.26 ^c | 1,394.32±119.41 ^b | 1,687.63±72.15 ^a | 137.75 ^{***} |

¹⁾ Means pan bread added with blueberry powder 0~9%.

²⁾ Means mean±standard deviation ($n=5$).

³⁾ Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's range test. *** $p<0.001$.

복분자 착즙액, 새송이버섯 분말(Lee *et al* 2009), 마늘 분말(Hong & Shin 2008) 등을 첨가한 식빵 연구 결과와 유사한 것으로, 부피가 작아짐에 따라 식빵의 기공이 작아지고, 밀집도가 높아지면서 경도가 높아진 것으로 사료되었다(Bing & Chun 2013).

8. 내부 구조 및 외관

블루베리 분말 첨가한 식빵의 내·외관을 관찰한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 내부 구조에 있어서 대조군의 기공(air cell)은 비교적 일정한 형태를 나타내고 있으나, 실험군은 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 기공은 거칠고 납작하며, 불균일한 형태를 나타내었다. 외관적(부피) 측면에서는 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 부피는 감소되는 것을 관찰할 수 있다. 실험군이 대조군에 비해 밀가루 첨가비율이 낮아지면서 글루텐 생성이 감소되고, 반죽의 낮은 pH로 인해 효모의 활성이 낮아짐에 따라서 가스 보유력이 저하되고, 이는 부피의 감소로 나타나게 된다.

9. 관능검사

블루베리 분말 첨가량에 따른 식빵의 관능평가 결과를 Table 9에 나타내었다. 식빵의 외관은 블루베리 분말 6% 첨가한 실험군이 가장 높게 평가되었으며, 대조군과는 유의적 차이는 없었다. 식빵 외관의 색상에서도 블루베리 분말 6% 첨가한 실험군이 7.19점으로 유의적으로 높았으며($p<0.001$), 다른 실험군 및 대조군 간에 유의적 차이는 없었다. 향미는 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 높게 평가되었으며, 블루베리 분말 6%, 9% 첨가한 실험군이 타 시료에 비해 유의적으로 높았다($p<0.001$). 조직감은 전반적으로 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 낮은 평가 결과를 나타냈으며, 대조군과 블루베리 분말 9% 첨가한 실험군과는 유의적 차이를 나타냈으나($p<0.05$), 3%, 6% 첨가 시료 간에 유의적 차이가

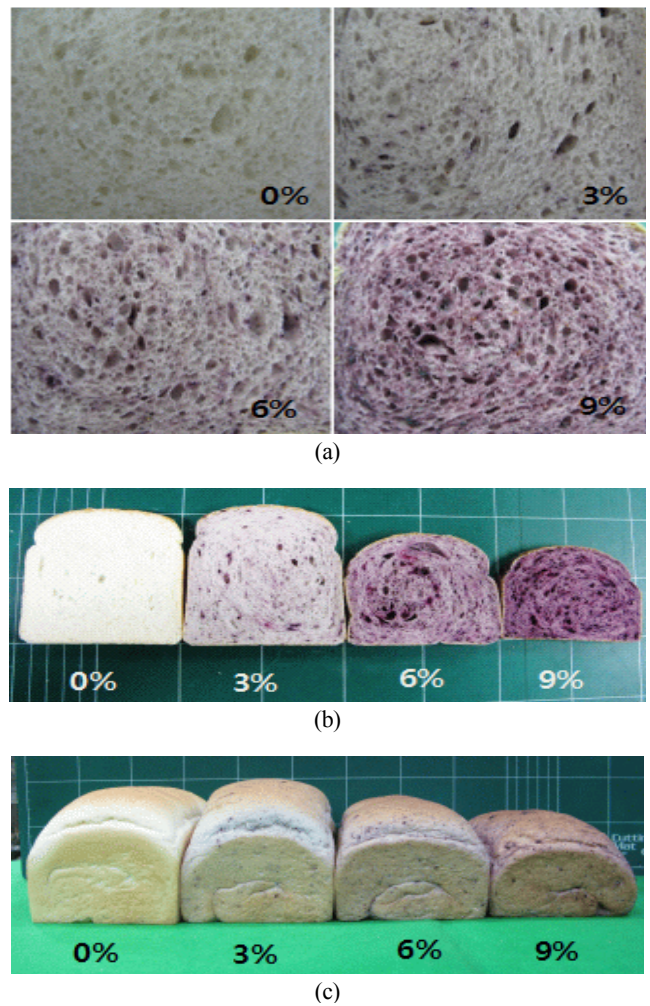


Fig. 2. External appearance and internal structure of pan breads containing blueberry fruit powder. (a), (b) internal structure, (C) external structure.

없었다. 전체적인 기호도는 블루베리 분말 6% 첨가한 실험군이 높은 기호도를 나타냈고(6.33점), 반면, 9% 첨가한 실험

Table 9. Sensory characteristics of pan breads containing blueberry fruit powder

| Characteristics | Samples ¹⁾ | | | | F-value |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | |
| Appearance | 6.07±1.62 ^{2)ab} | 5.52±1.40 ^b | 6.52±1.65 ^a | 5.30±2.13 ^b | 1.68 |
| Crumb color | 5.56±1.53 ^{b3)} | 5.37±1.74 ^b | 7.19±1.49 ^a | 5.93±2.15 ^b | 2.37 |
| Flavor | 4.59±2.19 ^b | 5.19±1.47 ^b | 6.33±1.80 ^a | 6.37±2.02 ^a | 2.86 |
| Texture | 6.52±1.74 ^a | 6.33±1.44 ^{ab} | 6.00±1.47 ^{ab} | 5.63±2.00 ^b | 1.49 |
| Overall | 5.96±1.79 ^{ab} | 6.11±1.37 ^a | 6.33±1.69 ^a | 5.11±2.08 ^b | 1.37 |

¹⁾ Means pan bread added with blueberry powder 0~9%.

²⁾ Means mean±standard deviation (n=30).

³⁾ Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's range test.

군이 가장 낮은 기호도를 나타냈다(5.11점). 위의 결과를 종합해 볼 때 블루베리 분말 6% 첨가 실험군이 식빵의 관능적 품질 특성을 유지하면서 블루베리 특유의 색상, 향미 및 전체적 기호도에서 가장 적절할 것으로 사료된다.

요약 및 결론

본 연구는 국내산 블루베리를 분말화하여 식빵 제조에 첨가 적용함에 있어서, 첨가량(0, 3, 6, 9%)에 따른 식빵의 여러 가지 품질 특성의 변화에 대하여 조사하였다. pH, 부피, 발효 팽창력, 비용적 및 굽기 손실율은 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 반면에 식빵의 무게와 경도는 증가하는 경향을 나타내었다. 특히, 경도는 대조군(0% 첨가량)에 비해 9% 첨가한 실험군이 1.98배 높게 나타났다. 색상은 블루베리 첨가량이 증가할수록 L값과 b값은 감소하는 반면, a값은 증가하는 경향을 나타내었다. 관능적 검사 결과, 전체적인 선호도는 6% 블루베리 첨가한 실험군이 가장 높게 나타났으며(6.33점), 반면에 9% 첨가한 실험군이 가장 낮게 평가되었다(5.11점). 결론적으로 블루베리 분말 6% 정도 첨가할 경우, 가장 적절한 품질 특성을 보유한 것으로 판단된다.

REFERENCES

- 이승림 (2012) 보약이 되는 건강한 밥상: 컬러푸드(Color food) 채소와 과일건강을 얻는 가장 쉬운 습관이죠. 건강생활. 75: 16-17.
- 한국기계산업진흥회 (2012) Yellow food 풍부한 가을 11월 제철 컬러푸드, 제대로 알고 먹기. 기계산업. 425: 122-125.
- AACC (2000) Approved Methods of the AACC. 10th ed. American Assoc. Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Method 10-10B.
- AACC International (2013a) Approved Methods of Analysis. 11th ed. American Assoc. Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Method 74-10.02. Available online only.
- AACC International (2013b) Approved Methods of Analysis. 11th ed. American Assoc. Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Method 02-52.01. Available online only.
- AOAC (1995) Official Methods Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC USA 32: 31-37.
- An HL, Lee KS (2010) Quality characteristics of pan bread by the addition of cranberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 697-705.
- Bastianetto S, Quirion R (2002) Natural extracts as possible protective agents of brain aging. *Neurobiol Aging* 23: 891-897.
- Blaylock RL (1999) Neurodegeneration and aging of the central nervous system: Prevention and treatment by phytochemicals and metabolic nutrients. *Integ Med* 1: 117-133.
- Bing DJ, Chun SS (2013) Quality and consumer perception of white bread with *Hallabong* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 306-312.
- Cho SH, Kim YS (2010) A study on the nutrition knowledge on dietary life and dietary habits by meal manager of high school students in Bucheon area. *Korean J Culinary Res* 16: 330-341.
- Choi SH (2013) Quality characteristics of Korean wheat bread prepared with substitutions of naturally fermented blueberry starters. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 546-560.
- Chol 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.
- Civille CV, Szczesniak AS (1973) Guidelines to training a texture profile panel. *J Tex Stud* 6: 19-28.
- Cornwell T, Cohick W, Raskin I (2004) Dietary phytoestrogens and health. *Phytochem* 65: 995-1016.
- Cox DN, Anderson AS, Reynolds J, Mckellar S, Mela DJ, Lean MEJ (1997) Measuring fruit and vegetable intake: is five-a-day enough? *Eur J Clin Nutr* 51: 177-180.
- David MR, Diana ER, Andrew O, Mary G, Alexander P, Mary AL, Robert H, Ilya R (2014) Effects of a high fat meal matrix and protein complexation on the bioaccessibility of blueberry anthocyanins using the TNO gastrointestinal model (TIM-1). *Food Chem* 142: 349-357.
- D'Incalci M, Steward WP, Gesoher AJ (2005) Use of cancer chemopreventive phytochemicals as antineoplastic agents. *Lancet* 6: 866-904.
- Ferreira AP, Soares GLG, Salgado CA, Goncalves LS, Teixeira FM, Teixeira HC, Kaplan MAC (2003) Immunomodulatory activity of *Mollugo verticillata* L. *Phytomed* 10: 154-158.
- Han JM, Chung HJ (2013) Quality characteristics of *yanggaeng* added with blueberry powder. *Korean J Food Preserv* 20: 265-271.
- He H, Hosney RC (1992) Effect of the quantity of wheat flour protein on bread loaf volume. *Cereal Chem* 69: 17-19.

- Hong SY, Shin GM (2008) Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. *Korean J Food & Nutr* 21: 485-491.
- Hwang SH, Ko SH (2010) Quality characteristics of muffins containing domestic blueberry (*V. corymbosum*). *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 727-734.
- Ji JR, Yoo SS (2010) Quality characteristics of cookies with varied concentrations of blueberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 433-438.
- Jeon MH, Lee WJ (2011) Characteristics of blueberry added *Makgeolli*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 444-449.
- Jung YJ, Seo HS, Myung JE, Shin JM, Lee EJ, Hwang IK (2007) Physicochemical and sensory characteristics of rice cookies based on Gami 2 with sesames(white and black) and perilla seeds. *Korean J Cookery Sci* 23: 785-792.
- Jung IC (2006) Rheological properties and sensory characteristics of white bread added with mugwort powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 332-346.
- Kang MJ, Joung HJ, Lim JH, Lee YS, Song YJ (2011) Secular trend in dietary patterns in a Korean adult population, using the 1998, 2001 and 2005 Korean national health and nutrition examination survey. *Korean J Nutr* 44: 152-161.
- Kim NK, Ha GJ, Cho SH, Cheon MG, Kang ND, Shon GM, Rho CW (2009) Production and characteristics of blueberry vinegar. *J Hort Sci Technol* 27: 175-176.
- Kim HY, Kim MH, Yoo SM, Hwang YP, Park BR (2012) A study on the starch gel added with blueberry. *Proceedings Korean J Community Living Sci* p 88.
- Lee EJ, Ju HW, Lee KS (2012) Quality characteristics of pan bread added with *Citrus mandarin* Peel powder. *Korean J Culinary Research* 18: 27-39.
- Lee JY, Lee KA, Kwak EJ (2009) Fermentation characteristics of bread added with *Pleurotus eryngii* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 757-765.
- Lee WG, Lee JA (2012) Quality characteristics of yogurt dressing prepared with blueberry juice. *Korean J Culinary Research* 18: 255-265.
- Lee WG, Lee JA (2013) Quality characteristics of rice pound cake prepared with blueberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 577-585.
- Martineau LC, Couture A, Spoor D, Benhaddou-Andaloussi A, Harris C, Meddah B, Leduc C, Burt A, Vuong T, Mai LP (2006) Anti-diabetic properties of the Canadian lowbush blueberry *Vaccinium angustifolium* Ait. *Phytomedicine* 13: 612-623.
- Masoodi FA, Chauhan GS (1998) Use of apple pomace as a source of dietary fiber in wheat bread. *J Food Process Preserv* 22: 255-263.
- Myzak MC, Dashwood RH (2006) Chemoprotection by sulfoxaphane: Keep one eye beyond keep1. *Cancer Lett* 233: 208-218.
- Neto CC (2007) Cranberry and blueberry: Evidence for protective effects against cancer and vascular diseases. *Mol Nutr Food Res* 51: 652-664.
- Park OJ, Surh Y (2004) Chemopreventive potential of epigallocatechin gallate and genistein: evidence from epidemiological and laboratory studies. *Toxicol Lett* 150: 43-56.
- Parry J, Su L, Moore J, Cheng Z, Luther M, Rao JN, Wang JY, Yu LL (2006) Chemical compositions antioxidant capacities and antiproliferative activities of selected fruit seed flours. *J Agric Food Chem* 54: 773-778.
- Park HM, Yang SJ, Kang EJ, Lee DH, Kim DI, Hong JH (2012) Quality characteristics and granule manufacture of mulberry and blueberry fruit extracts. *Korean J Food Cookery Sci* 28: 375-382.
- Park YJ, Biswas R, Phillips RD, Chen J (2011) Antibacterial activities of blueberry and muscadine phenolic extracts. *J Food Sci* 76: M101-M105.
- Priscilla MR, Rosana SS, André J, Simone HF, Alessandro OR (2014) Cold storage of blueberry (*Vaccinium* spp.) fruits and juice: Anthocyanin stability and antioxidant activity. *J Food Compos Anal* 33: 111-116.
- Pyler EJ, Gorton LA (2008) Baking Science and Technology. Sosland publishing Co., Kansas. USA. pp 626-639.
- Ramassamy C (2006) Emerging role of polyphenolic compounds in the treatment of neurodegenerative diseases: A review of their intracellular targets. *Eur J Pharmacol* 545: 51-64.
- Reetica R, Robyn M (2014) Promoting consumption of fruit and vegetables for better health. Have campaigns delivered on the goals? *Appetite* 79: 113-123.
- Ryu MS, Kim SJ, Kim HL, Ju HY (2014) Function than taste. *RDA Interrobang* 122: 14-15.
- Song JC, Park HJ (1995) Physical, Functional, Textural and Rheological Properties of Foods. Ulsan University press. pp 561-572.
- Steinberg FM, Bearden MM, Keen CL (2003) Cocoa and chocolate flavonoids: implications for cardiovascular health.

- J Am Diet Assoc* 103: 215-223.
- Sforcin JM, Orsi RO, Bankova V (2005) Effect of propolis, some isolated compounds and its source plant on antibody production. *J Ethnopharmacol* 98: 301-305.
- Yoon MY, Jo JE, Kim DM, Kim KH, Yook HS (2010) Quality characteristics of bread containing various levels of flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.) fruit powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1340-1345.
- <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2244>. Accessed March 25, 2014.
-
- 접 수: 2014년 3월 26일
최종수정: 2014년 8월 19일
채 택: 2014년 10월 28일