Korean J Food Cook Sci
Vol. 33, No. 1, pp. 54~64 (2017)

pISSN 2287-1780
eISSN 2287-1772
https://doi.org/10.9724/kfcs.2017.33.1.54

석류 껍질 분말을 첨가한 찐빵의 품질특성

장양양 · 송가영 · 오현빈 · 정기영 · 신소연 · 김영순†
고려대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Steamed Bread Containing Pomegranate (*Punica granatum* L.) Peel Powder

Yangyang Zhang · Ka-Young Song · Hyeonbin O · Ki Youeng Joung · So Yeon Shin · Young-Soon Kim†
Department of Food and Nutrition, Korea University, Seoul 02841, Korea

Abstract

Purpose: Pomegranate has been reported to exhibit medical properties such as antimicrobial, antimutagenic, anticancer, and anti-inflammatory effects. Especially the pomegranate peel as a by-product of the juice industry possesses more polyphenols with an antioxidant effect than the pomegranate flesh does. This study aimed to investigate the effect of the pomegranate peel on the quality characteristics of steamed bread. **Methods:** Steamed bread containing pomegranate peel was prepared with 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% replacements of wheat flour with pomegranate peel powder, respectively. **Results:** The pH of dough significantly decreased from 5.66 to 4.42 with the amounts of pomegranate peel powder rising. After a 1st fermentation, the pH of all groups decreased. With an increase of the pomegranate peel powder level, the fermentation tension decreased from 42.83 mL to 29.03 mL. In addition, the volume, the specific volume, and moisture decreased as the pomegranate peel powder content level heightened. For color, steamed bread added with 7% pomegranate peel powder displayed low lightness but high redness and yellowness. In texture analysis, hardness and chewiness of the steamed bread rose as the pomegranate peel powder content increased, while the springiness and cohesiveness declined. Both total polyphenol and DPPH radical scavenging activity significantly increased with growing levels of pomegranate peel powder. In a sensory evaluation, the group with 1% pomegranate peel powder added showed the highest sensory preference scores for color, flavor, chewiness, taste, and overall acceptability. **Conclusion:** The results of this study suggest that steamed bread prepared with the addition of 1% pomegranate peel powder is the most optimal product for appropriate quality characteristics.

Key words: antioxidant activity, pomegranate peel, quality characteristics, sensory evaluation, steamed bread

Ⅰ. 서 론

찐빵은 발효시킨 빵 반죽을 증기로 조리한 것으로 중국을 비롯하여 한국, 일본, 동남아시아에서 오래 전부터 소비되었으며 중국 한나라 때부터 증병으로 알려져 왔다(Wu C 등 2012). 찐빵의 형태는 원형과 롤형이 있으며 중국에서는 충전물 없이 주식으로 섭취되는데 한국 등지에서는 팥 앙금, 고기, 야채와 같은 충전물이 있는 형태로 섭취된다(Cho BY 등 2016). 밀가루(100%), 물(50-60%), 이스트(1%)는 찐빵 제조에 필요한 주재료이고, 식감을 위하여 설탕(10%)이나 유화제 등을 첨가하기도 한다(Kim CS 등 2001). 증기로 조리된 찐빵은 오븐으로 구운 식빵에 비하여 조리과정 중에 영양성분과 색이 잘 유지된다는 장점이 있다(Sim SY 등 2011, Sun JP 등 2016). 현재 찐빵에 대한 연구에는 모싯잎 가루를 첨가한 찰보리 찐빵의 항산화 활성, 이화학적 특성 및 관능적 품질특성(Kim JH 등 2014), 죽엽과 연잎 분말을 첨가한 찐빵의 품질특성(Hwang SY 등 2014), 흑미 찐빵의 제조 및 품질특성(Wang J 등 2011), 솔잎 발효액의 첨가에 의한 찐빵의 저장성 향상(Choi DM 등 2007), 녹차를 첨가한 찐빵 제조의 최적화(Oh YK 등 2002)에 대한 연구 등이 보고되고 있다.

석류(*Punica granatum* L.)는 석류과에 속하는 낙엽소목의 열매로 원산지는 인도, 페르시아 등의 지중해 연안이

†Corresponding author: Young-Soon Kim, Department of Food and Nutrition, Korea University, 145, Anam-ro, Seongbuk-gu, Seoul 02841, Korea
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9223-4039
Tel: +82-02-3290-5638, Fax: +82-02-921-7209, E-mail: kteresa@korea.ac.kr

© 2017 Korean Society of Food and Cookery Science
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
http://www.ekfcs.org

며, 한국, 중국, 일본 등 아시아 서남부에서 널리 재배하고 있다(Jin SY 2011). 우리나라는 2002년부터 본격적으로 재배 생산하고 있고, 전라남도 고흥에서 국내 생산량의 2/3이상 차지하고 있다(Kim MS 등 2013, Lee KW & Lee SH 2014). 석류는 주로 생과일주스로 소비되는데 주스 생산 시 석류의 껍질이나 씨는 사용하지 않기 때문에 폐기율이 70-80%로 매우 높다(Kim MS 등 2013). 그렇지만 석류 껍질은 옛날부터 촌충의 구제, 설사, 이질, 구내염, 장출혈에 효과가 있는 것으로 알려져 한약재로 쓰여왔다(Shin SR 등 2008). 석류 껍질은 과즙보다 폴리페놀, 식물성 에스트로겐 함량과 항산화 활성이 높은 것으로 보고 되었으며(Li Y 등 2006), 석류 껍질은 항염, 항감염, 항암, 항알레르기와 혈당 저하 효과가 있는 것으로 보고되었다(Lansky EP & Newman RA 2007, Panichayupakaranant P 등 2010, Gautam R & Sharma SC 2012, Ismail T 등 2012). 천연 식품 첨가물로서 석류 껍질을 이용한 연구에는 석류 껍질 분말을 첨가한 식빵(Altunkaya A 등 2013), 석류 껍질 추출물을 첨가한 치킨 제품(Kanatt SR 등 2010), 석류 껍질 추출물을 첨가한 해바라기 기름(Iqbal S 등 2008) 등이 있으나 석류 껍질을 제과제빵에 적용한 연구는 아직까지 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 석류의 활용도를 높이고자 생리활성이 높은 것으로 밝혀진 석류 껍질 분말을 이용하여 찐빵을 제조하고 품질특성, 항산화 활성 및 소비자 기호도 조사를 실시하여 석류 껍질 찐빵의 최적 배합비를 제시하고자 하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 재료

석류는 2015년 11월에 전라남도 고흥산을 구입하여 알맹이를 제거한 후에 깨끗이 씻어 -60°C 이하에서 동결건조(FD8508, ilShinBioBase Co., Ltd., Gyeonggi, Korea)시킨 후, 분쇄하여 40 mesh의 체를 통과시킨 후 사용하였다. 중력분(CJ Cheiljedang Co., Ltd., Seoul, Korea) 및 이스트(Lesaffre, Marcq-en-Baroeul, France)는 시중에서 구입하여 사용하였다.

2. 찐빵의 제조

석류 껍질 분말을 첨가한 찐빵의 제조 배합비는 Table 1과 같으며 Wu P 등(2016)의 연구에 기록되어있는 제조방법을 변형하여 Fig. 1과 같이 찐빵을 제조하였다. 석류

Table 1. Formulation for steamed breads at various levels of pomegranate peel powder

Ingredient (g)	Pomegranate peel powder (%)				
	Control[1)]	1	3	5	7
Pomegranate peel powder	0	1	3	5	7
Wheat flour	100	99	97	95	93
Water	50	50	50	50	50
Yeast	1	1	1	1	1

[1)] Control, 1, 3, 5, and 7: prepared with 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% replacement of wheat flour with pomegranate peel powder, respectively.

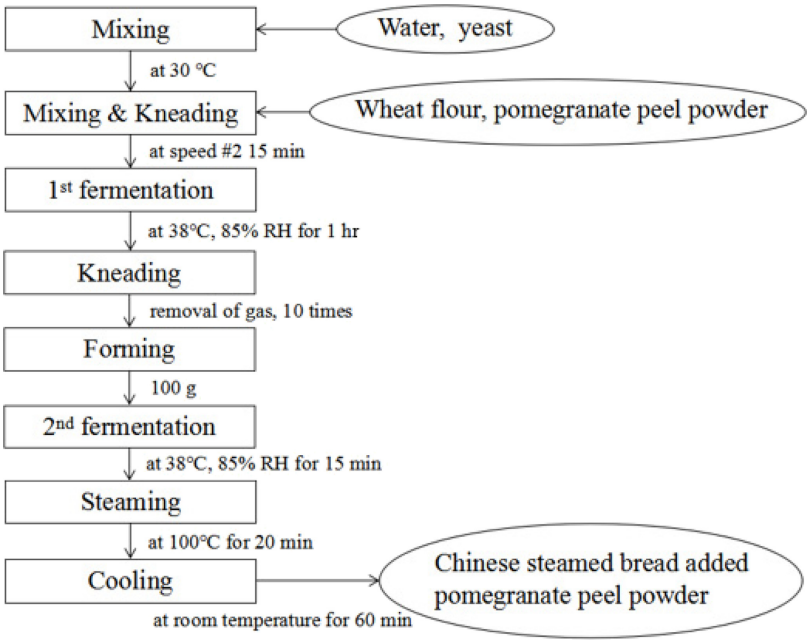

Fig. 1. Preparation process for steamed breads at various levels of pomegranate peel powder.

껍질 분말을 밀가루 중량의 0%, 1%, 3%, 5% 및 7% 수준으로 첨가하였다. 반죽기(KMC010, Kenwood, Havant, England)의 볼에 30°C의 온수에 녹인 이스트와 체에 친 밀가루를 넣어 2단에서 9분간 반죽하였으며, 발효기(digital fermentor, Goldbread, Gyeonggi, Korea)를 이용하여 온도 38°C, 상대습도 85%의 조건에서 1시간 동안 1차 발효시켰다. 1차 발효가 끝난 후 제면기(BE-8500, Bethel Electric, Gyeonggi, Korea)를 이용하여 반죽을 넣어 편평하게 펼쳐 가스를 10회 빼고 반죽을 100 g 씩 분할하여 성형한 후에 온도 38°C 상대습도 85%의 조건에서 15분동안 2차 발효시켰다. 2차 발효 완성된 반죽은 100°C에서 20분간 쪄서 실온에서 60분간 방냉 후 시료로 사용하였다.

3. pH 측정

pH는 반죽 후, 1차 발효 후의 총 2차례에 걸쳐 시료별로 3회 반복 측정하여 그 평균값을 산출하였다. pH 측정은 시료 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 균질기(Unidrive 1000D, Ingenieurburo CAT M.Zipperer GmbH, Staufen, Germany)로 1분간 균질 분산 후 pH 미터(SP-701, Suntex Instruments Co., Ltd., Taipei, Taiwan)를 이용하여 측정하였다.

4. 발효팽창력 측정

발효팽창력 측정은 Jeon KS 등(2015)의 방법을 참고하여 반죽한 직후의 반죽 20 g을 둥글게 만들어 100 mL 메스실린더에 넣고 1차 발효조건에서 1시간 동안 발효시키면서 15분 간격으로 팽창된 반죽의 윗부분의 높이를 시료별로 3회 반복 측정하여 변화된 부피로 나타내었다.

5. 부피, 비용적 측정

찐빵의 부피 측정은 Kim CS 등(2001)의 연구에 수록되어 있는 좁쌀을 이용한 치환법을 이용하였다. 비용적은 찐빵의 부피와 무게를 시료별로 3회 반복 측정하여 아래 식에 따라 산출하였다.

$$\text{Specific volume (mL/g)} = \frac{\text{Volume of steamed bread}}{\text{Weight of steamed bread}}$$

6. 수분함량

수분함량은 찐빵 3 g을 취하여 수분측정기(MB35, OHAUS, Zurich, Switzerland)를 이용하여 105°C에서 시료의 무게가 변하지 않을 때까지 시료별로 3회 반복 측정한 후 그 평균값을 구하였다.

$$\text{Moisture content (\%)} = \frac{\text{Wet weight} - \text{Weight after drying}}{\text{Wet weight}} \times 100$$

7. 색도 및 외관 관찰

색도는 color measurement spectrophotometer(CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)를 시료별로 3번씩 측정한 후 그 평균값을 구하였다. 색차값(ΔE, overall color difference)는 아래 공식에 따라 구하였다. 이때 표준 백색판의 색좌표는 L=95.18, a=-0.02, b=2.56이었다. 외관 촬영은 디지털 카메라(IXUS 500, Canon, Tokyo, Japan)를 이용하여 찐빵의 외관을 촬영하여 관찰하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_{sample} - L_{standard})^2 + (a_{sample} - a_{standard})^2 + (b_{sample} - b_{standard})^2}$$

8. Texture 측정

찐빵은 2 × 2 × 2 cm의 크기로 절단하여 시료로 사용하였다. 각 시료의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)은 rheometer(Compac-100 II, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 two-bite compression test로 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다. 이때 texture의 분석 조건은 Table 2와 같았다.

9. 항산화 활성 측정

1) 석류 껍질 찐빵 추출물의 제조

동결건조시킨 석류 껍질 찐빵 1 g에 증류수 10 mL를 가하고 4°C, 3000 rpm에서 10분간 원심분리(Universal 32R, Hettich, Tuttlingen, Germany) 후, Whatman No. 1 여과지로 여과하여 찐빵 추출물을 제조하였다.

2) 총 페놀화합물 함량

총 페놀화합물 함량은 Folin-Ciocalteu 방법에 따라 측정하였다(Akay S 등 2011). 추출물 0.01 mL에 증류수 0.79 mL, 0.9 N Folin-Cicocalteu's phenol reagent(Merck KGaA, Darmstadt, Germany) 0.05 mL, 20% sodium carbonate solution(Merck KGaA) 0.15 mL를 가하여 햇빛을 차단하여 실온에서 2시간 동안 반응시킨 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 표준물질인 gallic acid(Merck

Table 2. Operating conditions for rheometer

Type	Texture profile analysis (TPA) test
Cylinder probe	No.1 Φ20 mm
Sample size	2 × 2 × 2 cm
Table speed	120 mm/min
Distance	50%
Max weight	2 kg

KGaA)를 이용하였으며, 총 폴리페놀 함량을 gallic acid (μg GAE/mg extract)로 나타내었다. 시료별로 3회 반복 측정한 후 그 평균값을 계산하였다.

3) DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 Wang KJ 등(2005)의 방법을 참고하여 측정하였다. 찐빵 추출물에 증류수를 가하여 농도별로 희석하여 시료액으로 사용하였다. 시료액 100 μL에 0.2 mM DPPH 용액(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 100 μL를 가한 후 암실에서 30분간 방치 후 520 nm에서 ELISA 흡광리더기(Apollo11LB913, Berthhold thechnolosies Co., Ltd, Bad Wildbad, Germany)를 이용하여 흡광도를 측정하여 아래의 식으로 산출하였다.

$$\text{Radical scavenging capacity}(\%) = \left[-\left(\frac{\text{O.D of sample}}{\text{O.D of control}}\right)\right]\times 100$$

IC_{50} 값(μg/mL)은 농도에 대한 DPPH 라디칼 소거능을 그래프로 나타낸 기울기를 a, y절편을 b로 하여 다음 식과 같이 계산하였다.

$$IC_{50}(\mu g/mL) = \frac{50-b}{a}$$

10. 소비자 기호도 조사

석류 껍질 찐빵의 소비자 기호도 조사는 30명의 패널을 대상으로 실시하였다. 석류 껍질 찐빵을 2 × 2 × 2 cm 크기로 잘라 세자리 난수표로 표기된 흰 접시에 담아 제공하였다. 석류 껍질 분말을 첨가한 찐빵의 외관(appearance), 색(color), 향미(flavor), 견고성(hardness), 씹힘성(chewiness), 맛(taste) 및 전체적인 기호도(overall acceptability)를 9점 척도법을 이용하여 평가하였다(9점: '극히 좋다', 1점: '극히 싫다').

11. 통계 처리

모든 실험 결과는 SPSS Statistics(ver. 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였다. 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 이용하여 전체 시료에 대한 유의성을 검증하였으며 유의적인 차이가 있는 경우에는 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료간의 유의성을 검증하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. pH

반죽 직후, 1차 발효 직후 측정된 pH 결과는 Table 3에 나타난 바와 같다. 반죽 직후 pH는 석류 껍질 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 7% 첨가군에서 pH는 4.42로 가장 낮았다($p<0.05$). 이는 Choi DM 등(2007)의 연구에서 솔잎 발효액 첨가량의 따라 반죽 직후의 pH가 감소하였다는 결과와 일치하였으나 쑥부쟁이 분말을 첨가한 식빵의 연구에서 쑥부쟁이 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽 직후 pH가 유의적으로 증가하는 연구결과와 상반되었다(Kim YJ 등 2016). 이는 본 실험에서 첨가된 석류 껍질 분말의 낮은 pH(3.19)가 찐빵의 pH에 직접적으로 영향을 준 것으로 사료된다. 반죽의 pH는 이스트의 활성과 단백질의 융해성에 영향을 미쳐 빵의 부피에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Lee YW & Shin DH 2001). 반죽의 pH가 낮으면 이스트가 활성화되어 탄산가스 발생량이 많으나 가스의 안정성이 떨어지는 반면에 반죽의 pH가 높으면 탄산가스 안정성이 높다고 하였다(Yoon HS 등 2014). Kim YS 등(2002)의 연구에서는 반죽의 pH가 5.0-5.5일 때 가스 보유력이 가장 좋다고 보고하였으며, Yeom KH 등(2016)은 반죽의 pH가 낮을수록 가스 발생력이 증가하나 4.0보다 낮으면 반대로 반죽의 가스 발생력이 감소한다고 하였다. 본 연구의 석류 껍질 분말 1% 첨가군의 pH는 5.29로 적절한 가스 발생력과 가스보유력을 나타내었다.

Table 3. Change of pH during fermentation of steamed breads at various levels of pomegranate peel powder

	Pomegranate peel powder (%)					*F*-value
	Control[1)]	1	3	5	7	
Dough	5.66±0.03[a2)3)]	5.29±0.01[b]	4.87±0.01[c]	4.59±0.01[d]	4.42±0.02[e]	3,153.14***
After fermentation	5.44±0.01[a]	5.16±0.01[b]	4.78±0.01[c]	4.54±0.02[d]	4.38±0.01[e]	5,791.23***

1) Control, 1, 3, 5, and 7: prepared with 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% replacement of wheat flour with pomegranate peel powder, respectively.
2) Each value is mean±SD of triplicate experiments.
3) Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).
*** $p<0.001$.

1차 발효 직후 반죽의 pH는 석류 껍질 분말의 첨가량이 증가할수록 반죽의 pH는 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 이때 7% 첨가군의 pH는 4.38로 가장 낮았다(p<0.05). 반죽 직후와 1차 발효 후로 시간이 경과할수록 pH는 감소하는 경향을 보였다. 이는 Yoon HS 등(2014)의 연구에서와 같이 1차 발효 후에 pH가 감소하였다는 연구결과와 일치하였으며, 1차 발효 과정에서 이스트로 인해 생성되는 탄산가스, 산과 알코올은 pH 감소에 영향을 미친 것으로 사료된다.

2. 발효팽창력

석류 껍질 분말 첨가량에 따른 반죽의 발효팽창력은 Fig. 2에 나타내었다. 발효 시간이 늘어남에 따라 대조군과 석류 껍질 분말 첨가군들 모두 부피가 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 부피의 변화는 모두 실험군들이 30분까지 급격히 진행되었으며 그 이후에는 서서히 진행되었다. 이는 발효가 진행되면서 반죽이 산성화되어 이스트의 활성 감소에 영향을 준 것으로 사료된다(Kim MA 등 2014). 60분 경과 후, 대조군의 발효팽창력은 42.83 mL로 가장 높게 나타났고 1% 첨가군은 37.13 mL, 3% 첨가군은 33.50 mL, 5% 첨가군은 32.07 mL, 7% 첨가군은 29.03 mL로 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 발효팽창력이 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다(p<0.05). 이러한 결과는 참죽분말을 첨가한 식빵(Kim MA 등 2014), 감잎분말을 첨가한 식빵(Kang WW 등 2000)의 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 발효팽창력이 감소하였다는 연구결과와 일치하였다. 가스 보유력은 반죽의 글루텐 형성 정도에 영향을 받는다(Kang SW & Lee BG 2004). 밀가루를 대체하여 석류 껍질 분말 첨가 시, 석류 껍질이 가지고 있는 식이섬유가 글루텐 형성을 방해하고 반죽의 글루텐 함량이 감소하여 글루텐의 망상구조가 잘 이루지 못했기 때문에 발효팽창력이 감소한 것으로 사료된다(Jeon TG 등 2010, Jeon KS 등 2015).

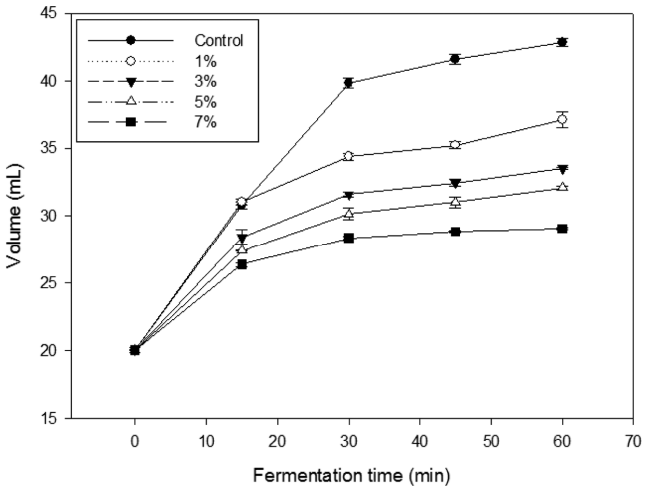

Fig. 2. Change of dough volume at various levels of pomegranate peel powder during first fermentation. ●: control (without pomegranate peel powder); ○: steamed bread with 1% pomegranate peel powder; ▼: steamed bread with 3% pomegranate peel powder; △: steamed bread with 5% pomegranate peel powder; ■: steamed bread with 7% pomegranate peel powder.

3. 부피와 비용적

석류 껍질 찐빵의 부피 및 비용적은 Table 4와 같다. 대조군의 부피는 283.93 mL로 가장 높게 나타났고 석류 껍질 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다(p<0.05). 7% 첨가군의 부피는 118.67 mL로 가장 낮게 나타났다. 대조군의 비용적은 2.92 mL/g으로 유의적으로 가장 높게 나타났으며(p<0.05), 석류 껍질 분말 첨가량이 증가함에 따라 1.20-2.61 mL/g로 비용적이 감소하는 경향을 보였다. 스테비아잎 분말을 첨가한 식빵(Choi SN 등 2014), 황기분말을 첨가한 식빵(Min SH & Lee BR 2008)과 쟈스민 분말을 첨가한 식빵(Hwang YK 등 2004)의 연구에서도 부재료 첨가량이 증가할수록 빵의 부피와 비용적이 유의적으로 감소하는 경향을 보였다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다. 이는 석류 껍질 분말 첨가함에 따른 글루텐 함량 감소 및

Table 4. Volume and Specific volume of steamed breads at various levels of pomegranate peel powder

Content	Pomegranate peel powder (%)					*F*-value
	Control[1)]	1	3	5	7	
Volume (mL)	283.93±1.68[a2,3)]	259.00±2.65[b]	216.67±3.06[c]	190.57±1.60[d]	118.67±1.53[e]	2,582.85***
Specific volume (mL/g)	2.92±0.02[a]	2.61±0.03[b]	2.20±0.03[c]	1.91±0.02[d]	1.20±0.02[e]	2,842.13***

1) Control, 1, 3, 5, and 7: prepared with 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% replacement of wheat flour with pomegranate peel powder, respectively.
2) Each value is mean±SD of triplicate experiments.
3) Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).
*** p<0.001.

반죽 pH의 급격한 감소로 인해 가스보유력 감소, 발효팽창력이 감소 등으로 찐빵의 부피와 비용적이 감소된 것으로 사료된다.

4. 수분함량

석류 껍질 찐빵의 수분함량 측정 결과는 Table 5와 같다. 대조군의 수분 함량은 43.32%로 가장 높게 나타났으며, 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 41.39-42.98%로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). 이는 초석잠 분말을 첨가한 식빵의 수분 함량은 초석잠 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하였으며(Jeon KS 등 2015), 식빵에 참죽 분말을 첨가한 연구(Kim MA 등 2014)에서도 참죽 분말 첨가량이 증가할수록 수분함량이 감소한 것으로 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. 이는 첨가된 석류 껍질 분말의 수분함량이 8.89%로 밀가루 12.31%에 비하여 낮기 때문인 것으로 사료된다.

5. 색도 및 외관촬영

석류 껍질 분말을 첨가한 찐빵의 색도는 Table 6, 단면을 촬영한 사진은 Fig. 3에 나타내었다. 밝기 정도를 나타내는 L값은 대조군에서 73.15으로 가장 높았으며 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향이 나타났다(p<0.05). 죽엽과 연잎 분말을 첨가한 찐빵(Im JS & Lee YT 2010)에서도 죽엽 분말의 첨가량이 증가할수록 L값이 감소하여 어두워지는 경향을 보였으며, 연잎 분말의 첨가량이 증가할수록 L값도 감소하는 경향을 보여 본 연구의 결과와 유사하였다. 적색도를 나타내는 a값은 대조군에서 -2.51로 유의적으로 가장 낮게 나타났으며(p<0.05), 석류 껍질 분말 첨가할수록 증가하는 경향을 보였고 1%, 3% 및 5% 첨가군 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 1%, 3%, 5% 첨가군과 7% 첨가군 사이에 유의적인 차이가 나타났다(p<0.05). 황색도를 나타내는 b값은 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며 7% 첨가군은 20.44로 가장 높게 나타났다(p<0.05). 또한 석류 농축액을 첨가한 백설기(Choi JE & Lee JH 2015)와 감귤과피 분말을 c 첨가한 식빵(Lee EJ 등 2012)의 연구에서 부재료 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하고 a값과 b값은 증가하였다는 연구결과와 일치하였다. ΔE(total color difference, 색차

Table 5. Moisture content of steamed breads at various levels of pomegranate peel powder

Content	Pomegranate peel powder (%)					*F*-value
	Control[1)]	1	3	5	7	
Moisture (%)	43.32±0.12^{a}[2,3)]	42.98±0.12^{b}	42.38±0.16^{c}	42.05±0.18^{d}	41.39±0.05^{e}	97.70***

1) Control, 1, 3, 5, and 7: prepared with 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% replacement of wheat flour with pomegranate peel powder, respectively.
2) Each value is mean±SD of triplicate experiments.
3) Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).
***p<0.001.

Table 6. Color values of steamed breads at various levels of pomegranate peel powder

Color value	Pomegranate peel powder (%)					*F*-value
	Control[1)]	1	3	5	7	
L[2)]	73.15±0.20^{a}[3,4)]	62.24±0.33^{b}	58.41±0.97^{c}	56.40±0.24^{d}	53.86±0.36^{e}	669.24***
a	-2.51±0.06^{c}	1.50±0.09^{b}	1.15±0.15^{b}	1.28±0.03^{b}	1.96±0.41^{a}	245.76***
b	14.16±0.09^{e}	16.68±0.14^{d}	19.06±0.09^{c}	20.12±0.03^{b}	20.44±0.06^{a}	2,717.79***
ΔE	25.02±0.19^{e}	35.87±0.30^{d}	40.32±0.92^{c}	42.59±0.22^{b}	45.07±0.34^{a}	825.49***

1) Control, 1, 3, 5, and 7: prepared with 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% replacement of wheat flour with pomegranate peel powder, respectively.
2) Degree of lightness (black 0 ↔ +100 white), degree of redness (green -80 ↔ +100 red), degree of yellowness (blue -80 ↔ +70 yellow).
3) Each value is mean±SD of triplicate experiments.
4) Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).
***p<0.001.

Fig. 3. Photograph of steamed bread at various levels of pomegranate peel powder. Top: top of steamed bread, bottom: cross section of steamed bread.

값)는 대조군은 25.02로 가장 낮게 나타났으며, 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 35.87-45.07의 범위에서 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). Yoon HS 등(2014)은 아로니아 분말을 첨가할수록 식빵의 L값과 b값은 감소하고 a값은 증가하는 결과가 아로니아 분말이 가지고 있는 안토시아닌 색소에 기인한 것으로 보고하였다. 부재료를 첨가 시 첨가되는 분말 본연의 색과 종류 등이 빵의 색도에 영향을 미친다(Jeon KS 등 2015). 본 연구에서 석류 껍질 분말 첨가량에 따른 찐빵의 색도의 차이는 석류 껍질 분말에 함유된 색소에 기인한 결과로 여겨진다.

찐빵 반죽과 찐빵의 단면 색은 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 어두워지고 황색 빛이 진하게 나타났다. 찐빵의 부피는 석류 껍질 분말 첨가량의 증가함에 따라 부피가 감소되는 경향을 보였다. 이는 석류 분말을 첨가한 식빵의 연구결과(Shin SR 등 2008)와 유사하였다.

6. Texture 특성

석류 껍질 분말 첨가 찐빵의 texture 특성으로 경도, 탄력성, 응집성, 씹힘성을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 경도는 대조군은 2.18 N, 1% 첨가군은 3.24 N, 3% 첨가군은 4.50 N, 5% 첨가군은 5.93 N, 7% 첨가군은 7.80 N으로 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다(p<0.05). 이러한 결과는 sweet potato dietary fiber를 첨가한 찐빵(Zhang M 등 2016)의 연구에서도 sweet potato dietary fiber의 첨가량이 증가할수록 찐빵의 경도가 증가하는 경향을 보였다. 누에 열수

Table 7. Textural characteristics of steamed breads at various levels of pomegranate peel powder

Textural characteristics	Pomegranate peel powder (%)					F-value
	Control[1)]	1	3	5	7	
Hardness (N)	2.18±0.17^{e}[2)3)]	3.24±0.10^{d}	4.50±0.12^{c}	5.93±0.30^{b}	7.80±0.61^{a}	142.40***
Springiness (mm)	9.62±0.01^{a}	9.46±0.04^{b}	9.31±0.10^{c}	9.04±0.05^{d}	8.88±0.01^{e}	92.66***
Cohesiveness	0.90±0.00^{a}	0.87±0.01^{b}	0.83±0.00^{c}	0.81±0.01^{c}	0.76±0.03^{e}	39.53***
Chewiness (N·mm)	18.83±1.41^{e}	26.64±0.87^{d}	34.95±1.16^{c}	43.20±1.71^{b}	52.44±5.13^{a}	79.11***

[1)] Control, 1, 3, 5, and 7: prepared with 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% replacement of wheat flour with pomegranate peel powder, respectively.
[2)] Each value is mean±SD of triplicate experiments.
[3)] Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).
***p<0.001.

추출물(Kwon YJ & Kim HJ 2016), 쑥부쟁이 분말(Kim YJ 등 2016)을 부재료로 빵에 첨가한 연구에서도 빵의 경도가 부재료 첨가량의 증가에 따라 증가하였다는 연구보고와 일치한 경향을 보였다. 빵의 경도는 첨가되는 부재료, 빵의 부피, 내부 기공 발달 정도, 수분함량, 이스트의 양, 발효시간 및 온도 등과 관련이 있으며(Kwon YJ & Kim HJ 2016), 석류 껍질 분말을 첨가할수록 찐빵의 내부의 기공이 잘 발달되지 못하여 기공 크기가 조밀해지고 부피가 감소함에 따라 찐빵의 경도가 증가하는 것으로 판단된다. 석류 껍질 분말 첨가 찐빵의 탄력성은 대조군에서 9.62 mm로 가장 높게 나타났으며, 석류 껍질 분말 첨가량이 증가함에 따라 탄력성이 8.88-9.46 mm로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). 이는 초석잠 분말(Jeon KS 등 2015), 늙은 호박 동결건조 분말을 첨가한 식빵(Moon HK 등 2004)의 연구에서 부재료 첨가량이 증가할수록 탄력성이 감소하였다는 연구결과와 유사한 것으로 나타났다. Bae JH 등(2005)은 식빵에 대추 추출액을 첨가 시 대추 추출액이 기포막을 약화시켜 탄력성이 감소하였다고 보고하였으며, 본 연구에서도 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 탄력성이 감소하는 것은 석류 껍질 분말이 찐빵 내부 기공 발달을 억제하여 압착에 대한 복원력을 감소시키기 때문인 것으로 사료된다. 응집성은 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 7% 첨가군에서 0.76으로 가장 낮게 나타났다. 이는 Jeon YS & Kim MW(2010)의 연구에서 선식 첨가량이 증가할수록 응집성 또한 감소하였다는 연구결과와 일치하였다. 씹힘성은 대조군이 18.83 N·mm, 1% 첨가군이 26.64 N·mm, 3% 첨가군이 34.95 N·mm, 5% 첨가군이 43.20 N·mm, 7% 첨가군이 52.44 N·mm로 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 찐빵의 씹힘성이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다(p<0.05). 이는 Jeon KS 등(2015)의 연구에서 초석잠 분말 첨가량이 증가할수록 씹힘성 또한 증가하였다는 보고와 유사하였다.

7. 총 페놀화합물 함량

석류 껍질 분말 첨가 찐빵의 총 페놀화합물의 함량은 Table 8과 같다. 대조군의 총 페놀화합물의 함량은 8.64 μg GAE/mg이었으며 1% 첨가군은 18.20 μg GAE/mg, 3% 첨가군은 21.43 μg GAE/mg, 5% 첨가군은 23.16 μg GAE/mg, 7% 첨가군은 26.24 μg GAE/mg으로 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 총 페놀화합물의 함량이 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 이는 모싯잎 가루를 첨가한 찐빵(Kim JH 등 2014)에서의 연구결과와 유사한 경향을 나타냈다. Kim MS 등(2013)의 연구에서 석류 껍질 분말의 총 페놀화합물이 149.91 mg/g으로 높게 측정되었다고 하였으며, Li Y 등(2006)의 연구에서도 석류 껍질의 총 페놀화합물 함량이 높게 나타났다고 보고 된 바 있다. 따라서 페놀화합물이 풍부하게 함유된 석류 껍질 분말을 첨가하여 찐빵 총 페놀화합물의 함량이 증가하는 경향을 나타낸 것으로 사료된다. 페놀화합물은 자유 라디칼을 소거할 수 있을 뿐만 아니라 지질의 노화도 억제할 수 있다고 보고되고 있다(Corsetti A 등 1998). 따라서 석류 껍질 분말 첨가 시 찐빵의 노화 억제 효과를 기대할 수 있을 것으로 여겨진다.

8. DPPH 라디칼 소거능

석류 껍질 분말을 첨가한 찐빵의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과는 Table 8에 나타내었다. 일차함수 관계식에 의해 DPPH 라디칼 50%를 제거하는 시료의 농도(IC50)을 구하였다. IC50값은 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 대조군(260.11 μg/mL) > 1% 첨가군(137.40 μg/mL) > 3% 첨가군(41.05 μg/mL) > 5% 첨가군(29.71 μg/mL) > 7% 첨가군(21.84 μg/mL) 순으로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). 이는 석류 껍질 분말 첨가량 증가에 따라 DPPH 라디칼 소거능이 증대되는 것을 나타내며, 석류 껍질 첨가량이 증가할수록 찐빵의 항산화활성이 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 석류 농축액을 첨가한 백설기(Choi JE & Lee JH 2015)에서의 연구결과와 유사한 경향

Table 8. Total polyphenol and DPPH radical scavenging effect (IC50) of steamed breads at various levels of pomegranate peel powder

Content	Pomegranate peel powder (%)					*F*-value
	Control[1)]	1	3	5	7	
Total polyphenol (μg GAE/mg)	8.64±0.32[d2,3)]	18.20±0.30[d]	21.43±0.19[c]	23.16±0.32[b]	26.24±0.77[a]	733.02***
DPPH (IC_{50}, μg/mL)	260.11±6.53[a]	137.40±4.73[b]	41.05±1.35[c]	29.71±1.76[d]	21.84±1.62[e]	2,147.24***

[1)] Control, 1, 3, 5, and 7: prepared with 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% replacement of wheat flour with pomegranate peel powder, respectively.
[2)] Each value is mean±SD of triplicate experiments.
[3)] Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).
***p<0.001.

을 나타냈다. Kim MS 등(2013)의 연구에 따르면 석류 껍질은 항산화 효과가 우수하다고 보고 하였으며, 강한 항산화능을 가지고 있는 석류 껍질 분말을 첨가함으로써 DPPH 라디칼 소거능이 증가한 것으로 사료된다.

9. 소비자 기호도 조사

9점 척도법으로 석류 껍질 분말 첨가 찐빵의 소비자 기호도 조사 결과는 Table 9에 나타내었다. 찐빵의 외관은 대조군(7.00) > 1% 첨가군(6.65) > 3% 첨가군(6.10) > 5% 첨가군 (5.95) > 7% 첨가군(3.50) 순으로 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다(p<0.05). 이는 석류 껍질 분말 첨가량이 증가함에 따른 찐빵의 부피가 감소와 관련이 있는 것으로 사료된다. 색은 7% 첨가군이 4.70로 가장 낮게 나타났고 대조군과 1% 첨가군, 3% 첨가군, 5% 첨가군 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 향미는 대조군(4.70)과 7% 첨가군(5.10)에 비해 1%, 3%, 5% 첨가군이 높게 나타났으며, 그 중에 1% 첨가군이 6.00로 유의적으로 가장 높게 나타났다(p<0.05). 이는 석류 껍질 분말 자체의 향기가 찐빵의 발효향을 약화시킴으로 인해 5% 첨가시까지 높은 기호도를 나타내었으나 7% 석류 껍질 분말 첨가시, 석류 껍질 분말 특유의 향기가 너무 강하여 기호도가 감소한 것으로 여겨진다. 경도는 대조군에서 5.45로 가장 낮게 나타났으며, 석류 껍질 분말을 첨가할수록 5% 첨가군까지 증가하다가 7% 첨가군에서 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 조직감 측정결과에서 석류 껍질 분말의 첨가량이 증가할수록 찐빵의 경도가 유의적으로 증가하는 경향을 나타나 과량의 석류 껍질 분말 첨가 시 찐빵이 많이 단단해지기 때문에 7% 첨가군의 경도에 대한 소비자 기호도가 낮게 나타나는 것으로 사료된다. 씹힘성은 대조군(5.85)에 비하여 석류 껍질 분말 첨가군들은 6.45-7.30로 높게 나타났으며, 1% 첨가군은 7.30로 유의적으로 가장 높게 나타났다(p<0.05). 맛은 7% 첨가군을 제외한 다른 석류 껍질 분말 첨가군들은 모두 5.25-6.15로 대조군(5.05)에 비하여 높게 나타났다. 7% 석류 껍질 분말 첨가시 맛의 기호도가 낮게 나타난 것은 석류 껍질 분말을 첨가할수록 유기산으로 인해 신맛이 강해지기 때문인 것으로 여겨진다. 전반적인 기호도는 1% 첨가군(6.60) > 3% 첨가군(5.85) > 5% 첨가군(5.55) > 대조군(5.05) > 7% 첨가군(4.25) 순으로 나타났다. 비트 가루를 첨가한 식빵에서도 비트가루 4% 첨가군까지는 5.40-5.80로 대조군(4.20)에 비해 전반적인 기호도가 높게 나타났으나 6% 첨가군은 3.20으로 대조군에 비해 전반적인 기호도는 낮게 나타나는 경향을 보였다(Lee EJ & Ju HW 2016). 이상의 결과를 종합하여 볼 때, 찐빵에 첨가하는 석류 껍질 분말의 농도는 1% 수준이 적절한 것으로 여겨진다.

Ⅳ. 요약 및 결론

본 연구에서는 천연소재이며 기능성이 높은 식품첨가제인 석류 껍질 분말의 활용도를 높이고자 석류 껍질 분말을 첨가하여 찐빵을 제조하고 찐빵의 품질특성을 살펴보았다. pH는 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 1차 발효 후 모든 실험군들의 pH는 감소하였다. 발효팽창력은 석류 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 부피는 대조군이 283.93 mL로 가장 높게 나타났으며, 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 비용적 측정결과, 대조군이 2.92 mL/g으로 가장 높게 나타났으며, 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 1.20-2.61 mL/g으로

Table 9. Sensory preference scores of steamed bread at various levels of pomegranate peel powder

Sensory preference scores	Pomegranate peel powder (%)					*F*-value
	Control[1)]	1	3	5	7	
Appearance	7.00±1.12[a2)3)]	6.65±0.59[ab]	6.10±0.72[bc]	5.95±1.32[c]	3.50±1.05[d]	38.07***
Color	6.30±1.13[a]	6.45±1.23[a]	6.55±1.28[a]	6.20±1.11[a]	4.70±1.63[b]	6.99***
Flavor	4.70±0.86[c]	6.00±1.03[a]	5.30±1.30[bc]	5.85±0.99[ab]	5.10±0.72[c]	5.78***
Hardness	5.45±0.76[c]	6.50±1.24[ab]	6.55±1.23[ab]	7.15±0.99[a]	6.30±1.30[b]	5.98***
Chewiness	5.85±1.09[c]	7.30±0.80[a]	6.45±0.89[bc]	6.85±1.50[ab]	6.70±0.73[ab]	5.30**
Taste	5.05±0.60[b]	6.15±1.14[a]	5.55±0.83[ab]	5.25±0.64[b]	3.95±1.54[c]	12.77***
Overall acceptability	5.05±0.69[bc]	6.60±1.31[a]	5.85±1.09[ab]	5.55±1.05[b]	4.25±2.02[c]	9.01***

[1)] Control, 1, 3, 5, and 7: prepared with 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% replacement of wheat flour with pomegranate peel powder, respectively.
[2)] Each value is mean±SD of triplicate experiments.
[3)] Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).
**p<0.01, ***p<0.001.

감소하는 경향이 나타났다. 수분함량은 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였고 7% 첨가군은 41.39%로 가장 낮게 나타났다. 석류 껍질 찐빵의 색도는 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 L값(명도)은 감소하는 경향을 보인 반면 a값(적색도)과 b값(황색도)은 모두 증가하는 경향을 보였다. 조직감 측정 결과, 경도 및 씹힘성은 석류 껍질 분말 첨가량에 비례하여 증가하는 경향을 보였으나 탄력성과 응집성은 석류 껍질 분말 첨가량 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 총 페놀화합물 함량은 석류 껍질 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향이 나타났으며, DPPH 라디칼 소거능은 석류 껍질 분말 첨가량이 증가함에 따라 IC50이 감소하는 경향을 보여 항산화 활성이 증대되는 것으로 나타났다. 9점 척도법을 이용한 소비자 기호도 조사에서 1% 첨가군은 색(6.45), 향기(6.00), 씹힘성(7.30), 맛(6.15), 전반적인 기호도(6.60)에서 높은 기호도를 나타내었다. 이상의 결과로 미루어 볼 때, 석류 껍질 분말을 첨가한 찐빵 제조 시 품질을 향상시킬 수 있는 바람직한 석류 껍질 분말 첨가비율은 1%인 것으로 사료된다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

Akay S, Alpak I, Yesil-Celiktas O. 2011. Effects of process parameters on supercritical CO_2 extraction of total phenols from strawberry (*Arbutus unedo* L.) fruits: An optimization study. J Sep Sci 34(15):1925-1931.

Altunkaya A, Hedegaard RV, Brimer L, Gökmen V, Skibsted LH. 2013. Antioxidant capacity versus chemical safety of wheat bread enriched with pomegranate peel powder. Food Funct 4(5):722-727.

Bae JH, Lee JH, Kwon KI, Im MH, Park GS, Lee JG, Choi HJ, Jeong SY. 2005. Quality characteristics of the white bread prepared by addition of jujube extracts. Korean J Food Sci Technol 37(4):603-610.

Cho BY, Choi SH, Kim TS, Park YE, Kim JM, Choi SI, Jung TD, Oh JW, Lee JH, Hong JM, Lee OH. 2016. Quality characteristics of factory-style and handmade-style steamed bread. J Agric Life Environ Sci 28(1):20-24.

Choi DM, Chung SK, Lee DS. 2007. Shelf life extension of steamed bread by the addition of fermented pine needle extract syrup as an ingredient. J Korean Soc Food Sci Nutr 36(5):616-621.

Choi JE, Lee JH. 2015. Selected physicochemical and consumer preference characteristics of *Baikseolgi* with pomegranate concentrate. J Korean Soc Food Sci Nutr 44(1):160-164.

Choi SN, Joo MK, Chung NY. 2014. Quality characteristics of bread added with stevia leaf powder. Korean J Food Cook Sci 30(4):419-427.

Corsetti A, Gobbetti M, Balestrieri F, Paoletti F, Russi L, Rossi J. 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and stalin. J Food Sci 63(2):347-351.

Gautam R, Sharma SC. 2012. Effect of *Punica granatum* Linn. (peel) on blood glucose level in normal and alloxan-induced diabetic rats. Res J Pharm Technol 5(2):226-227.

Hwang SY, Oh KJ, Kang KO. 2014. Study on the quality characteristics of steamed bread using bamboo and lotus leaf powder. Korean J Food Cult 29(3):298-306.

Hwang YK, Hyun YH, Lee YS. 2004. Study on the characteristics of bread with jasmin tea powder. Korean J Food Nutr 17(1):41-46.

Im JS, Lee YT. 2010. Quality characteristics of rice bread substituted with black rice flour. J East Asian Soc Diet Life 20(6):903-908.

Iqbal S, Haleem S, Akhtar M, Zia-ul-Haq M, Akbar J. 2008. Efficiency of pomegranate peel extracts in stabilization of sunflower oil under accelerated conditions. Food Res Int 41(2):194-200.

Ismail T, Sestili P, Akhtar S. 2012. Pomegranate peel and fruit extracts: A review of potential anti-inflammatory and anti-infective effects. J Ethnopharmacol 143(2):397-405.

Jeon KS, Lee NH, Park SI. 2015. Quality characteristics of white pan bread with chinese artichoke (*Stachys sieboldii* MIQ) powder. Korean J Culin Res 21(4):1-15.

Jeon TG, An HL, Lee KS. 2010. Quality characteristics of bread added with turmeric powder. J East Asian Soc Diet Life 20(1):113-121.

Jeon YS, Kim MW. 2010. Quality characteristics of white pan bread added with *Sunsik* powder. J East Asian Soc Diet Life 20(2):299-306.

Jin SY. 2011. Study on antioxidant activities of extracts from different parts of Korean and Iranian pomegranates. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(8):1063-1072.

Kanatt SR, Chander R, Sharma A. 2010. Antioxidant and antimicrobial activity of pomegranate peel extract improves the shelf life of chicken products. Int J Food Sci Technol 45(2):216-222.

Kang SW, Lee BG. 2004. Rheological properties of dough qualities of functional bread flour added with *Chungpesagan-tang* extracts & re-procurement attitude. Korean J Culin Res 10(4):165-177.

Kang WW, Kim GY, Kim JK, Oh SL. 2000. Quality characteristics of the bread added persimmon leaves powder. Korean J Soc Food Sci 16(4):336-341.

Kim CS, Hwang CM, Song YS, Kim HI, Chung DJ, Han JH. 2001. Commercial wheat flour quality and bread making conditions for Korean-style steamed bread. J Korean Soc

Food Sci Nutr 30(6):1120-1128.
Kim JH, Kim SJ, Yun JM. 2014. The study of antioxidant properties, and physicochemical and sensory characteristics of steamed barley bread added with ramie leaf. Korean J Food Nutr 27(2):249-255.
Kim MA, Lee EJ, Jin SY. 2014. Quality characteristics and antioxidant activities of bread added with *Cedrela sinensis* powder. Korean J Food Cult 29(1):111-118.
Kim MS, Yun SH, Na HS, Park HJ, Choi GC, Yang SI, Lee JH. 2013. Chemical compositions and functional characteristics of Korean and imported pomegranate (*Punica granatum* L.). Korean J Food Preserv 20(3):342-347.
Kim YJ, Jeong JS, Kim EH, Son BG, Go GB. 2016. Quality of white bread containing *Aster yomena* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(1):91-99.
Kim YS, Chun SS, Jung ST, Kim RY. 2002. Effects of lotus root powder on the quality of dough. Korean J Soc Food Cook Sci 18(6):573-578.
Kwon YJ, Kim HJ. 2016. Quality characteristics of white pan bread containing heat treated silkworm steam extract. FoodServ Ind J 12(1):87-97.
Lansky EP, Newman RA. 2007. *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. J Ethnopharmacol 109(2):177-206.
Lee EJ, Ju HW, Lee KS. 2012. Quality characteristics of pan bread added with citrus mandarin peel powder. Korean J Culin Res 18(1):27-39.
Lee EJ, Ju HW. 2016. Quality characteristics of bread added with beet powder. J East Asian Soc Diet Life 26(1):55-62.
Lee KW, Lee SH. 2014. Tourism development plan linked to Gohung's pomegranate industry. Northeast Asia Tour Res 10(3):137-154.
Lee YW, Shin DH. 2001. Bread properties utilizing extracts of mume. Korean J Food Nutr 14(4):305-310.
Li Y, Guo C, Yang J, Wei J, Xu J, Cheng S. 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. Food Chem 96(2): 254-260.
Min SH, Lee BR. 2008. Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. Korean J Food Cult 23(2):228-234.
Moon HK, Han JH, Kim JH, Kim JK, Kang WW, Kim GY. 2004. Quality characteristics of the breads added with freeze dried old pummkin powders. Korean J Soc Food Cook Sci 20(2):126-132.
Oh YK, Kim CS, Chang DJ. 2002. Optimization of steamed bread making with addition of green tea powder using response surface methodology. J Korean Soc Food Sci Nutr 31(3): 451-459.
Panichayupakaranant P, Tewtrakul S, Yuenyongsawad S. 2010. Antibacterial, anti-inflammatory and anti-allergic activities of standardised pomegranate rind extract. Food Chem 123(2):400-403.
Shin SR, Shin S, Shin GM. 2008. Quality characteristics of white pan bread by pomegranate with added pomegranate powder. Korean J Food Nutr 21(4):492-498.
Sim SY, Aziah AN, Cheng LH. 2011. Characteristics of wheat dough and Chinese steamed bread added with sodium alginates or konjac glucomannan. Food Hydrocoll 25(5): 951-957.
Sun JP, Wang AN, Wu LG, Sun ZH, Yang YJ, Ding XZ, Zhang M, Qu LB. 2016. Effects of hydrophilic colloid and α -amylase on the quality of steamed bread in cold storage period. Cereal Feed Ind 1(1):27-30.
Wang J, He XY, Du XF, Cheng LL. 2011. Preparation and principal component analysis of mechanical properties of black rice steamed bread. Food Mach 27(3):19-21.
Wang KJ, Zhang YJ, Yang CR. 2005. Antioxidant phenolic compounds from rhizomes of *Polygonum paleaceum*. J Ethnopharmacol 96(3):483-487.
Wu C, Liu R, Huang W, Rayas-Duarte P, Wang F, Yao Y. 2012. Effect of sourdough fermentation on the quality of Chinese Northern-style steamed breads. J Cereal Sci 56(2):127-133.
Wu P, Cui T, Wang C, Zhou T, Shan C, Zhang X, Dong Y. 2016. Analysis of volatile compounds of purple waxy flour and common steamed bread by headspace solid-phase microextraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry. J Chin Cereals Oils Assoc 31(1):127-132.
Yeom KH, Bing DJ, Kim MY, Chun SS. 2016. Effects of hemicellulase on white bread added with brown rice fiber. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(3):352-359.
Yoon HS, Kim JW, Kim SH, Kim YG, Eom HJ. 2014. Quality characteristics of bread added with aronia powder (*Aronia melanocarpa*). J Korean Soc Food Sci Nutr 43(2):273-280.
Zhang M, Mu TH, Han JJ. 2016. Effects of sweet potato dietary fiber on the quality and aging of steamed bread. J Jiangsu Normal Univ (Nat Sci Ed) 34(4):20-24.

Received on Nov.7, 2016/ Revised on Jan.11, 2017/ Accepted on Jan.12, 2017