

쇠비름을 첨가한 모닝빵의 품질특성 및 항산화성

이보담·이수진·전미라·윤소원·김미리[†]

충남대학교 식품영양학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Morning Bread Containing *Portulaca oleracea* L.

Bo Dam Lee · Su Jin Lee · Jeon Mi Ra · Yun So Won · Mee Ree Kim[†]

Department of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea

Abstract

The purpose of this study was to develop functional bread containing *Portulaca oleracea* L. (0%, 1%, 3% or 5%). The weight was higher in the bread with *Portulaca oleracea* L. (POL), compared with the control bread. The height and volume were lower in the bread containing POL. As the concentration of POL increased, the pH decreased and the acidity increased. The sugar concentration (°Brix) and reducing sugar (%) decreased with increasing amounts of POL. On the hunter color system, L (lightness) and a (redness) values for the crumbs of breads with more POL were lower, but the b (yellowness) value was higher. Total phenolic compound contents increased with the addition of POL. Antioxidant activities such as DPPH and hydroxy radical scavenging activity for the breads with POL increased with increasing POL. The sensory test results showed that the over-all preference score for the breads containing POL were higher than those of the control.

Key words: *Portulaca oleracea* L., quality characteristic, antioxidant activity

I. 서론

쇠비름(*Portulaca oleracea* L.)은 장명채(長命菜), 오행초(五行草), 마치현(馬齒莧)이라고 불리기도 하며, 전국의 낮은 산과 들에서 자라는 다육성의 1년생 초본으로 줄기는 적갈색이고 가지가 여러 갈래로 갈라지면서 비스듬히 퍼지면서 자라는 식물이다. 쇠비름은 잎과 줄기를 채취하여 끓는 물에 데쳐서 건조한 후 양념으로 버무려 식용으로 이용되거나 약재로 활용되어 왔다. 예를 들어 선조들은 ‘본초강목’, ‘동의보감’에 쓰여진 것을 토대로 한 민간요법으로 충독, 사독 등의 해독제로 사용했고, 아라비아반도에서는 방부제, 항괴혈병 제제, 진경제, 이노제, 구충제, 피부진정제로 사용되었다(Jeong MA 등 2012). 그리고 근육 이완 활성화와 니코틴 제거, 항균, 항암 및 항산화 효과 또한 있는 것으로 알려져 있다(Bae JH 1999). 쇠비름에 포함된 성분들을 보면 L-노르아드레날린, 도파민 3,4-dihydroxy-L-phenylalanine(L-DOPA)와 같은 테르펜(terpene)

배당체가 다량 함유되어있고, 잎이나 줄기에는 γ -리놀렌산과 같은 오메가 3 지방산의 함량이 높은 것으로 알려져 있다(Kim DC 등 2007). 또한 칼륨과 여러 종류의 유기산, 글루타민산(glutamic acid), 아스파르트산(aspartic acid), 페놀성 화합물, alkaloid, 비타민 B₁과 C 등이 함유되어 있다고 보고되어졌다(Lee MS 등 2006).

쇠비름과 관련된 연구를 보면 쇠비름을 이용한 차의 제조(Kim DC 등 2007), 항산화 효과 및 *Helicobacter pylori*에 대한 항균 활성(Park SH 등 2011), 쇠비름추출물 발효액이 *Campylobacter jejuni*의 증식에 미치는 영향(Bae JH 2012), 마치현 추출물이 3T3-L1 지방세포에서 지방분해 및 HSL 유전자 발현에 미치는 효과(Lee MS 등 2006), 쇠비름 분획물의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량(Jeong MA 등 2012), 염산-에탄올에 의해 유발된 흰쥐 위염에 대한 마치현의 항산화 작용(Kim CH 2009) 등이 보고되었다.

한편 오늘날 현대인들의 식생활 양상을 보면 과거에 비해 급격히 서구화되어 아침식사용으로 빵을 먹는 것이 흔하다는 것을 알 수 있다. 바쁜 현대인들에게 빠르고 쉽게 접할 수 있는 빵의 소비문화도 늘어나고 있는 추세이며(Park YS & Park GS 2001), 특히 소비자의 건강 지향적인 요구를 충족시키기 위해 항균 및 항산화를 비롯한

[†]Corresponding author: Mee Ree Kim, Department of Food & Nutrition, Chungnam National University, 99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 34134, Korea
Tel: +82-42-821-6837
Fax: +82-42-821-8887
E-mail: mrkim@cnu.ac.kr

생리활성 기능을 가진 빵의 소비가 증가되고 있다(Kyung JH & Lee MK 2003). 이러한 수요의 증가에 부응하기 위하여 부재료에 기능성을 더한 제품을 개발하는 연구가 꾸준히 증가하고 있다(Hwang YK 등 2001). 기능성을 살린 빵에 관한 연구를 보면 썩을 첨가한 빵(Kim SI 등 1998), 함초 분말을 첨가한 빵(Bae JY 등 2008), 동충하초 분말을 첨가한 빵(Kim CS 2010), 녹차와 홍차가루를 첨가한 빵(Park YS & Park GS 2001), 산초를 첨가한 빵(Kim SI & Han YS 1997), 다시마 가루를 첨가한 식빵(Kwon EA 등 2003) 및 비틀대 모자반 추출물을 첨가한 모닝빵(Kim MJ 등 2011) 등이 보고되었다.

본 연구에서는 모닝빵의 기능성을 증진시키기 위한 목적으로 항산화 효과가 뛰어나다고 알려진 쇠비름을 첨가한 모닝빵을 제조하여 품질특성 및 항산화성을 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 쇠비름은 2013년 9월 16일에 충청남도 계룡시 향안리 일대 밭에서 직접 채취한 것으로 줄기, 잎, 뿌리가 골고루 섞인 것을 골라서 흐르는 수돗물로 세척하여 이물질을 없앤 후 사용하였다. 10일간 초저온냉동기(TFD Series, Ilshinbiobase, Dongducheon, Korea)에서 동결한 뒤, 동결건조기(Cryo-Pride Series, Ilshinbiobase, Dongducheon, Korea)에서 7일 간 건조시킨 후에 믹서기(HMF-3260S, Hanil Electric, Seoul, Korea)로 갈아, 20 mesh체를 통과시킨 쇠비름 분말을 사용하였다. 제빵의 재료로 강력분 밀가루(CJ, Seoul, Korea), 소금(CJ, Seoul, Korea), 전지분유(Seoulmilk, Seoul, Korea), 설탕(Samyang, Ulsan, Korea), S-500 제빵 개량제(Puratos, Seoul, Korea), 이스트(Ottogi, Anyang, Korea), 버터(Lotte, Cheonan, Korea)를 사용하였다. 또한 사용된 시약으로는 glucose(Duksan pharmaceutical Co., Asan, Korea), DPPH(2,2-diphenyl-2-picryl hydrazyl, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), EDTA(Junsei Chemical Co., Saitama, Japan), TCA(Sigma-Aldrich Co. St. Louis, MO, USA), TBA(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), Folin-Denis(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), tannic acid(Yakuri Pure Chem Co., Kyoto, Japan) 등이 있다.

2. 시료의 제조

쇠비름 첨가량을 달리한 모닝빵의 제조에 사용한 반죽의 배합비는 Table 1과 같다. 제빵의 반죽은 직접 반죽법으로 제과용 버티컬 믹서기(YSM50, Youngsong, Seoul, Korea)를 사용하였다. 반죽이 하나로 뭉쳐질 때까지 반죽

Table 1. Ingredient composition of bread with different amount of *Portulaca oleracea* L. (Unit: g)

Ingredients	Control	POL-1 ¹⁾	POL-3	POL-5
Wheat flour	720.0	712.8	698.4	684.0
<i>Portulaca oleracea</i> L.	0.0	7.2	21.6	36.0
Salt	12.0	12.0	12.0	12.0
Sugar	42.0	42.0	42.0	42.0
Butter	144.0	144.0	144.0	144.0
S-500	7.5	7.5	7.5	7.5
Yeast	28.5	28.5	28.5	28.5
Water	288.0	288.0	288.0	288.0
Egg	144.0	144.0	144.0	144.0
Powdered milk	21.0	21.0	21.0	21.0
Total weight	1407.0	1407.0	1407.0	1407.0

¹⁾ POL: *Portulaca oleracea* L.

을 하고 27°C, 습도 75% 발효기(EP-20, Yongsong, Seoul, Korea)에서 40분 동안 1차 발효를 하였다. 40 g씩 분할하여 10분 동안 벤치타임을 주었으며, 30°C에서 40분 동안 2차 발효를 한 후 윗불 200°C, 아랫불 180°C에서 6분을 굽고, 180° 돌려서 3분 굽기를 하고 1시간 방냉하여 폴리에틸렌 비닐로 포장하였다. 시료는 실온에서 보관하였으며 제조한 당일에 각 실험에 필요한 양을 소분하여 사용하였다. 모닝빵 제조에 첨가되는 총 밀가루(720 g)중에 쇠비름 분말이 차지하는 비율을 각각 0%, 1%, 3%, 5%로 지정하였다. Control은 쇠비름 분말 0%, POL-1은 쇠비름 분말 1%, POL-3은 쇠비름 분말 3%, POL-5는 쇠비름 분말 5%로 제조하여 실험하였다.

3. 모닝빵의 이화학적 특성 측정

1) 무게, 부피 및 높이

시료를 제조하여 1차 발효 후, 상기의 조건에서 빵을 구워서 실온에서 1시간 정도 식힌 후의 무게를 측정하고, 빵의 부피는 중자치환법(AACC 2000)에 의해 측정하였다. 높이는 구운 후 빵의 높이를 자로 각각 5회씩 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

2) 당도 및 환원당

시료 5 g을 45 mL의 증류수와 함께 넣고 균질화 한 뒤 3,000 rpm에서 15분간 원심분리(Combi-514R, Hanil, Anyang, Korea)한 후 상등액을 취하여 당도계(N-1E Brix 0-32%, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 환원당은 당도 측정의 시료와 같은 시료로 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 분광광도계(UV-1800 240 V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 glucose(Duksan

pharmaceutical Co., Asan, Korea)를 농도별로 반응시켜 작성하였다.

3) pH 및 산도

시료 4 g을 36 mL의 증류수와 함께 넣고 bag mixer (Model 400, Interscience, Mourjou, France)를 이용하여 균질화 하였다. 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, DC, USA)로 측정하였다. 산도는 pH와 동일한 방법으로 준비하여 상등액 10 mL 취하고 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 0.1 N NaOH 양(mL)을 citric acid 함량(%)으로 환산하여 총 산 함량을 표시하였다.

$$\text{Acidity (\%)} = \frac{\text{mL of 0.1 N NaOH} \times 0.0064}{\text{Weight of sample}} \times 100$$

4) 색도

색도는 색차계(D-1001 DP, Nippon Denshoku Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 백색도, 적색도, 황색도를 4회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 시료를 20 g씩 잘 균일하게 섞은 뒤 10 g을 취한 후 페트리디쉬(50×12 mm)에 빈 공간이 생기지 않게 담아 색도를 측정하였다. Standard color value는 L값 81.83, a값 80.31, b값 91.62인 calibration plate를 표준으로 사용하였으며, 4회 측정하여 mean±SD(n=4)로 표기하였다.

4. 항산화능

1) Total phenol성 화합물 함량

총 페놀 함량 측정은 Folin-Denis법(Singleton VL & Rossi JA 1965)에 따라 비색정량 하였다. 3 g에 methanol 50 mL를 넣은 후 12시간 동안 교반(150 rpm, 25°C)한 후 3,000 rpm으로 4°C에서 20분간 원심분리(Hanil)하였다. 얻어진 상등액을 감압농축기(N-11, Eyela, Tokyo, Japan)로 용매를 휘발하여 추출물을 얻었다. 추출물을 PBS (phosphate-buffered saline) buffer로 녹인 50 mg/mL 시료 용액에 Folin-Denis 시약과 Na₂CO₃ 포화용액을 넣고 암소에서 30분 반응시킨 후, 흡광도 760 nm에서 측정하였고, 표준품은 tannic acid를 사용하였다.

2) DPPH 라디칼 소거능

1)과 같은 방법으로 추출물을 얻은 후 추출물 220 mg 당 1 mL methanol을 첨가하여 220 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하였다. 시료용액 50 µL에 1.5×10⁻⁴ mM DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl)용액 150 µL을 가한 후 30분 후에 분광광도계(Beckman)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였으며 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량

선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC₅₀을 표시하였다.

Free radical scavenging effect (%)

$$= \frac{\text{Abs}_{\text{DPPH}} - \text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{DPPH}}} \times 100$$

3) Hydroxyl 라디칼 소거능

1)과 같은 방법으로 추출물을 얻은 후 추출물 50 mg 당 PBS(phosphate-buffered saline) buffer를 첨가하여 50 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하였다. 각각의 시료를 희석한 뒤, 시료용액 0.15 mL에 PBS buffer 0.35 mL, 3 mM deoxyribose, 0.1 mM ascorbic acid, 0.1 mM EDTA, 0.1 mM FeCl₃, 1 mM H₂O₂ 용액을 각각 0.1 mL씩 순서대로 넣어 잘 교반한 후 37°C에서 1시간 반응시킨다. 반응 후 2% TCA용액 1 mL와 1% TBA용액 1 mL를 넣고 잘 섞은 후 100°C에서 20분간 반응시킨 후 냉각하여 원심분리한 뒤 상등액을 취하여 분광광도계(Beckman)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였으며 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC₅₀값을 측정하였다.

Free radical scavenging effect (%)

$$= \frac{\text{Abs}_{\text{blank}} - \text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{blank}}} \times 100$$

5. 관능적 특성

쇠비름 분말을 첨가한 모닝빵의 관능검사는 기호도와 강도 특성으로 나누어 평가하였다. 기호도 검사는 평가항목으로 외관, 향, 맛, 조직감, 구입의사, 전반적인 기호도에 대하여 7점 척도(1점 매우 싫다, 7점 매우 좋다)를 사용하여 충남대학교 식품영양학과 대학생과 대학원생 10명을 선정하여 관능평가를 실시하였고, 강도특성은 색, 단맛, 쇠비름맛, 짠맛, 경도, 씹힘성, 촉촉함, 조밀한 정도, 쇠비름 향, 버터 향에 대하여 강도평가 패널과 같은 10명을 대상으로 7점 척도법(1점 매우 약함, 7점 매우 강함)을 사용하였다. 시료는 세 자리 난수를 표기한 일회용 접시에 담아 제시하였고, 다음 시료 평가에 미치는 영향을 줄이기 위해 따뜻한 물과 함께 제공하였다.

6. 통계처리

실험 결과는 SPSS 21.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 분산분석(ANOVA)을 이용하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차(p<0.05)를 검증하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 무게, 부피 및 높이

쇠비름 분말을 첨가한 모닝빵의 무게, 부피 및 높이를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 빵 반죽을 40 g씩 분할하여 발효시킨 후 오븐(YSO43, Youngsong, Seoul, Korea)에 구웠을 때, 오븐의 열로 인해 수분이 증발하여 각 시료의 무게가 감소하였다. 오븐에서 꺼낸 후 1시간 후의 무게를 보면, 대조군은 35.67 g, POL-1, POL-3, POL-5군은 각각 35.74 g, 35.85 g, 36.02 g으로 쇠비름 분말을 넣을수록 무게는 증가하였지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 국화분말을 첨가한 빵(Jung SI 등 2010), 아로니아를 첨가한 식빵(Yoon HS 등 2014), 선식을 첨가한 식빵(Jeon YS & Kim MW 2010), 메밀가루를 첨가한 식빵(Choi SN & Chung NY 2007) 및 찹쌀미분을 첨가한 식빵(Lee YS 등 2007)에서 부재료의 첨가량이 증가할수록 빵의 무게가 증가한다는 연구 결과와 유사하였다. 특히 찹쌀미를 첨가한 식빵에서는 찹쌀미에 함유된 식이섬유에 의한 보습력으로 인해 제조 과정 중의 수분 손실을 막아 무게가 증가하였다고 보고한 바 있다. 약초 중의 일반성분 및 무기질 함량조사(Hwang JB 등 1997)에 대한 연구에 따르면 건조된 쇠비름의 일반성분을 분석한 결과 회분은 20.6%, 조단백질과 조지방은 각각 15.0%, 2.3%였으며, 조섬유는 15.8%라는 보고도 있었다. 또한 Kim MJ(2011)의 쇠비름 생리활성에 대한 연구에서는 쇠비름 동결건조 분말의 수분 함량은 5.14%, 조지방 함량 4.91%, 조섬유는 31.35%이라고 보고하였으며 이 중 포함된 식이섬유가 빵의 무게에 영향을 미친 것으로 사료된다. 또한 쇠비름으로 제조한 차(Kim DC 등 2007)의 일반성분 분석 결과 쇠비름차 100 g에 식이섬유가 54.78 g으로 다량 함유되어 있다고 보고하였다.

오븐(Youngsong)에서 꺼낸 후 1시간이 지난 빵의 부피를 보면, 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 163.33 mL, 158.33 mL, 153.33 mL, 151.33 mL로 쇠비름 분말 첨가량이 증가할수록 부피가 감소하였고, 대조군과 POL-5군은 유의적 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 빵은 밀가루 반죽 시 글루텐이 형성되어 골격을 유지하므로 빵의 부

피는 글루텐의 양과 질, 반죽 시 발전 정도 등에 영향을 받는다. 또한 발효 중 팽창에 관여하는 요인은 이스트의 양, 당의 종류와 양, 반죽의 온도 및 pH 등 여러 종류의 요인이 있는데 이들이 복합적인 상호작용을 하는 것으로 알려져 있다(Maleki M 등 1980). Hamid AA & Luna YS(2000)의 연구에 따르면 식이섬유를 첨가한 빵의 경우 부피가 감소하고 단단해진다고 보고되었으며, 고아미 가루로 만든 모닝빵(Kim HA & Lee KS 2011), 보이차를 첨가한 식빵(Kim EJ 등 2015), 스피루리나를 첨가한 식빵(Kang SH 등 2011) 및 메밀가루를 첨가한 식빵(Choi SN & Chung NY 2007)에서 이와 유사한 결과를 나타냈다. 또한 Lee YS 등(2007)의 연구에서는 찹쌀미의 첨가량이 증가할수록 밀가루 양이 감소되어 빵의 형태를 유지해주는 단백질 함량의 부족으로 대조군에 비해 부피가 감소하는 결과를 보인 것이라고 보고하였다. 따라서 쇠비름에 함유되어 있는 식이섬유와 글루텐 단백질의 희석 효과로 이산화탄소 보유력이 약화되어 빵의 부피가 감소된 것으로 사료된다.

높이는 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 4.23 cm, 4.10 cm, 3.77 cm, 3.60 cm로 점차 낮아지는 경향을 보였고, 이는 쇠비름 함량이 높아질수록 부피가 감소하였다는 결과와 일치하였다.

2. 당도 및 환원당

쇠비름 분말을 첨가한 모닝빵의 당도 및 환원당 측정값은 Table 3과 같다. 당도는 대조군이 9.17 °Brix이고, 1% POL-1군이 9.17 °Brix, POL-3군이 8.70 °Brix, POL-5군이 8.57 °Brix로 쇠비름 분말 첨가량이 많아질수록 당도가 낮아지는 경향을 보였고, 대조군과 5% 첨가군에서 유의적 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 이러한 결과는 모닝빵에 첨가한 쇠비름이 당도에 영향을 미친 것이라고 생각되며, 반면에 오디박을 첨가한 모닝빵(Kim HJ 등 2013)에서는 첨가군의 당도가 무첨가군에 비해 높아졌다고 보고하여 첨가되는 재료에 따라 당도가 달라지는 것으로 사료된다.

환원당은 대조군이 4.01%, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 3.88%, 3.80%, 3.76%로 쇠비름을 첨가할수록 낮아

Table 2. Weight, volume and height of *Portulaca oleracea* L. breads

	Control	POL-1	POL-3	POL-5
Weight	35.67±0.16 ^{N.S}	35.74±0.15	35.85±0.08	36.02±0.40
Volume	163.33±2.89 ^a	158.33±7.64 ^{ab}	153.33±5.78 ^{ab}	151.33±5.77 ^b
Height	4.23±0.35 ^a	4.10±0.10 ^{ab}	3.77±0.12 ^{bc}	3.60±0.10 ^c

All values are Mean±SD.

^{a-c} Different superscripts in a same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

^{N.S} Not Significant.

Table 3. Sugar concentration and reducing sugar of *Portulaca oleracea* L. breads

	Control	POL-1	POL-3	POL-5
Sugar concentration (°Brix)	9.17±2.89 ^a	9.17±0.29 ^a	8.70±0.17 ^{ab}	8.57±0.21 ^b
Reducing sugar (%)	4.01±0.03 ^a	3.88±0.16 ^{ab}	3.80±0.02 ^b	3.76±0.01 ^b

All values are Mean±SD.

^{a-b} Different superscripts in a same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

졌으며 당도의 결과와 일치하였다.

3. pH 및 산도

쇠비름 분말을 첨가한 모닝빵의 pH 및 산도는 Table 4에 나타내었다. 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군의 pH는 각각 5.71, 5.66, 5.42, 5.26으로 쇠비름 분말을 첨가할수록 pH는 감소하는 경향을 보였고 유의적 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 산도는 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 0.07%, 0.10%, 0.16%, 0.19%로 쇠비름 분말을 첨가할수록 증가하여 pH의 결과와 일치하였으며, 시료간의 유의적 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 모닝빵에 첨가되는 원료의 pH는 빵의 품질에 영향을 미칠 수 있으며(Min SH & Lee BR 2008), 일반적으로 반죽의 pH는 4.7 정도에서 이스트의 활성이 최대가 되고, pH 5.0-5.5에서 가장 좋은 가스 보유력을 가진다(Dunlap WC & Yamamoto Y 1995). 제빵 시 발효가 진행될수록 반죽의 pH는 저하되는데 한국산 감잎가루를 첨가한 빵(Bae JH 등 2001)에서 감잎가루의 첨가량이 많아질수록 반죽을 산성화하여 발효를 촉진시킨다고 보고되었다. 또한 감잎가루를 첨가한 빵(Bae JH 등 2001), 비틀대 모자반 추출물을 첨가한 식빵(Kim MJ 등 2011), 감피 첨가 식빵(Kim CS & Chung SK 2001) 및 아로니아 첨가 식빵(Yoon HS 등 2014) 등의 연구에서 부재료의 첨가량이 증가할수록 pH가 감소하여 본 연구 결과와 유사한 결과를 나타냈다. 이와 반대 경향을

나타낸 연구로는 함초 분말을 첨가한 식빵(Bae JY 등 2008)과 메밀가루를 첨가한 식빵(Choi SN & Chung NY 2007)이 있으며 부재료의 첨가량이 증가할수록 대조군에 비해 pH가 증가하였다고 보고된 바 있다.

4. 색도

쇠비름 분말을 첨가한 모닝빵 속(crumb)의 색도를 측정한 결과는 Table 5와 같다. L값(명도)은 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 67.73, 61.90, 53.03, 48.08로 쇠비름을 첨가할수록 감소하였고 시료 간에 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.05$). a값(적색도)은 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 2.79, 2.06, 1.76, 1.32로 쇠비름 첨가량이 증가할수록 적색도가 감소하였으며 시료간의 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.05$). b값(황색도)은 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 26.95, 30.17, 31.24, 32.30으로 쇠비름 첨가량이 높아짐에 따라 증가하였으며 시료 간 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 색은 빵의 외관 평가에서 매우 중요하게 여겨지는 항목 중 하나로 색이 좋아야 먹음직스럽게 보일 뿐만 아니라 풍미를 향상시킬 수 있으며(Kim JY 2002), 시료의 색도는 시료 고유의 색과 함유된 당, 단백질의 성분, 아미노-카르보닐 반응, 반죽의 pH, 굽기 과정의 온도의 영향을 받게 된다(Owen RF 1996). 부추 첨가 식빵(Jung HS 등 1999), 다시마가루를 첨가한 식빵(Kwon EA 등 2003), 어성초 분말을 첨가

Table 4. pH and acidity of *Portulaca oleracea* L. breads

	Control	POL-1	POL-3	POL-5
pH	5.71±0.05 ^a	5.66±0.04 ^a	5.42±0.02 ^b	5.26±0.02 ^c
Acidity (%)	0.07±0.01 ^d	0.10±0.01 ^c	0.16±0.01 ^b	0.19±0.01 ^a

All values are Mean±SD.

^{a-d} Different superscripts in a same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

Table 5. Color value of *Portulaca oleracea* L. breads

	Control	POL-1	POL-3	POL-5
L (Lightness)	67.73±0.09 ^a	61.90±0.11 ^b	53.03±0.22 ^c	48.08±0.13 ^d
a (Redness)	2.79±0.10 ^a	2.06±0.02 ^b	1.76±0.03 ^c	1.32±0.05 ^d
b (Yellowness)	26.95±0.03 ^d	30.17±0.10 ^c	31.24±0.16 ^b	32.30±0.16 ^a

All values are Mean±SD.

^{a-d} Different superscripts in a same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

한 식빵(Park LY 2015), 녹차가루를 첨가한 식빵(Hwang YK 등 2001) 및 비틀대 모자반 추출물을 첨가한 식빵(Kim MJ 등 2011)에서 L값과 a값이 감소하고 b값이 증가한다고 보고하여 본 연구 결과와 유사함을 알 수 있었다.

5. Total phenol성 화합물 함량

쇠비름 첨가 모닝빵의 총 페놀 함량은 Fig. 1에 나타내었다. 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군의 총 페놀 함량은 각각 0.30 mg/mL, 0.84 mg/mL, 1.01 mg/mL, 1.29 mg/mL로 쇠비름 분말의 첨가량이 증가할수록 총 페놀 함량이 증가하였다. 페놀 화합물은 식물의 2차 대사산물의 주요 물질로서 수산기를 가지는 방향족 화합물을 총칭하며, phenolic hydroxyl기는 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하여 항산화 및 항암 등의 다양한 생리활성을 나타내며(Shahidi F & Naczk M 2004), 이러한 배당체 형태의 페놀성 물질은 극성용매에 잘 녹는다고 알려져 있다(Woo WS 등 1995). 쇠비름에는 flavonoid류와 phenolic acid, lignan 등 많은 폴리페놀을 함유한다고 알려져 있으며(Bae JH 2012), 이러한 성분들이 쇠비름 첨가 모닝빵의 총 페놀함량에 영향을 미친 것으로 판단된다. 부재료의 첨가로 인해 대조군보다 시료의 페놀 함량이 증가한 결과를 보인 연구로는 단감을 함유한 식빵(Oh WG 등 2011)과 함초를 함유한 식빵(Bae JY 등 2008) 등이 보고되었다. 또한 Jeong MA 등(2012)의 연구에서 쇠비름 분획물의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 조사한 결과 각 분획물에서 높은 항산화 활성이 나타내어 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타냈다.

6. DPPH 라디칼 소거능

본 실험에서는 대표적인 활성 산소종인 라디칼에 대한 소거능으로 항산화력을 측정하였다. 보라색을 나타내는

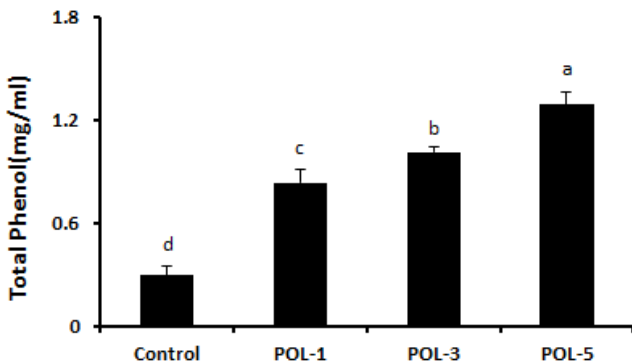


Fig. 1. Total phenolic compounds of breads added with different amount of *Portulaca oleracea* L, a-d Different letters on the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

DPPH는 분자 내에 안정한 라디칼을 함유하지만, 항산화 활성이 있는 물질과 만나면 라디칼이 소거되어 노란색을 띄게 된다. 이때의 DPPH의 거동은 ·OH와 유사하며, 반응의 정도는 항산화제의 수소 공여능에 의존한다(Ahn SI 등 2007). 이런 DPPH 라디칼을 이용하여 일정량의 시료 용액과의 반응에 의하여 DPPH 라디칼이 감소하는 정도를 흡광도로 측정하여 시료의 항산화 활성을 측정한다(Oh WG 등 2011). 쇠비름 첨가 모닝빵의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과 IC₅₀ 값은 Fig. 2와 같다. 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군의 IC₅₀값은 각각 339.93 mg/mL (48.45%), 321.26 mg/mL(54.01%), 284.35 mg/mL(61.50%), 187.52 mg/mL(83.85%)으로 쇠비름 첨가량이 증가함에 따라 IC₅₀값은 낮게 나타났으며 DPPH 라디칼 소거능 값(%)은 증가하였으므로 쇠비름의 첨가가 DPPH 라디칼 소거능을 높여 준다는 것을 의미한다. 어성초 분말을 첨가한 식빵(Park LY 2015), 아로니아를 첨가한 식빵(Yoon HS 등 2014), 버찌를 함유한 식빵(Yoon MH 등 2010), 단감을 함유한 식빵(Oh WG 등 2011) 및 함초를 함유한 식빵(Bae JY 등 2008)에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 DPPH 소거능이 증가하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

7. Hydroxyl 라디칼 소거능

시료 농도 50 mg/mL기준으로 쇠비름 첨가 모닝빵의 항산화 활성을 hydroxyl radical 소거능으로 측정한 결과 IC₅₀값은 Fig. 3과 같다. 대조군, POL-1, POL-3, POL-5의 IC₅₀값은 각각 370.40 mg/mL(79.82%), 293.39 mg/mL (81.06%), 280.10 mg/mL(82.05%), 274.22 mg/mL(88.24%)으로 쇠비름의 첨가량이 증가할수록 IC₅₀값이 낮게 나타나고 hydroxyl radical 소거능 값(%)은 증가하였다. IC₅₀값이 낮을수록 hydroxy radical 소거능이 높아진다는 것을 의미하므로 쇠비름을 첨가한 모닝빵이 아무것도 첨가하

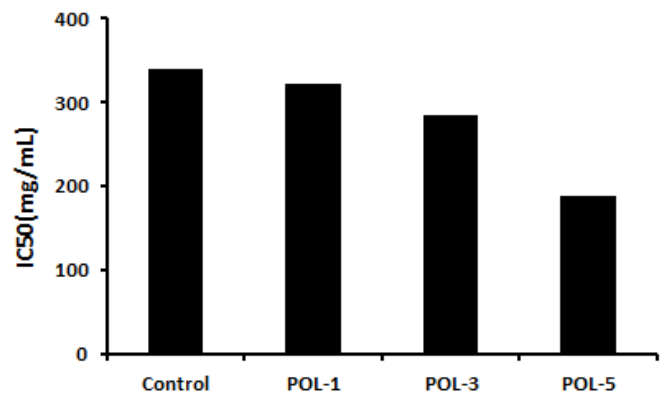


Fig. 2. DPPH radical scavenging activities of breads added with different amount of *Portulaca oleracea* L.

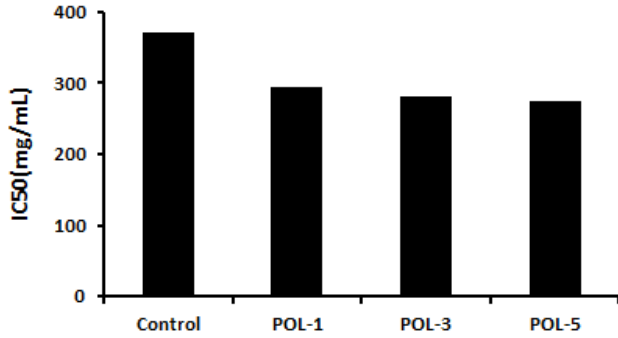


Fig. 3. Hydroxyl radical oxidation activities of breads added with different amount of *Portulaca oleracea* L.

지 않은 대조군에 비하여 더 높은 항산화활성을 가지고 있다는 것을 확인할 수 있으며 이러한 결과는 DPPH radical 소거능의 결과와 일치하였다. 이러한 항산화 활성은 쇠비름에 함유되어 있는 다양한 페놀성 화합물에 의한 것으로 사료되며, 쇠비름은 오래전부터 약재 또는 식품 소재로 다양하게 이용되어 왔으며, 특히 폴리페놀 화합물의 함량에 기인하여 항산화 활성이 높다고 보고되어 있다(Lim YY & Quah EPL 2007). 식물류의 무기물과 페놀성 화합물은 일반적으로 항암 및 심혈관 질환의 예방에 효과가 있다고 알려진 바 있으며(Hertog MG 등 1993), Park SH 등(2011)은 쇠비름 추출물의 항산화 효과를 총 페놀 함량, 전자공여능, SOD 유사활성을 통해 알아보고자 하였고 그 결과 쇠비름 추출물의 농도가 높을수록 항산화활성이 높아졌다고 보고하였다. 상기 보고들을 종합해 보았을 때, 쇠비름은 생리활성이 증대된 기능성 식품 및 천연 항산화제로써의 이용가치가 있을 것으로 기대되며(Kim MJ 등 2011) 본 논문에서도 쇠비름 분말을 첨가한 모닝빵 제조 시 쇠비름의 페놀 성분이 항산화활성의 증가에 기여할 것으로 판단된다.

8. 관능검사

1) 기호도 특성

쇠비름을 첨가한 모닝빵의 기호도 특성에 대한 측정

결과를 Table 6에 나타내었다. 외관은 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 5.1점, 5.3점, 4.9점, 4.0점으로 POL-1이 가장 높았고, 향은 대조군이 4.8점으로 가장 높았으며 쇠비름을 첨가할수록 향의 기호도는 낮아짐을 확인할 수 있었다. 이는 쇠비름 특유의 풀냄새가 강하게 받아들여 거부감을 느낀 것으로 사료된다. 조직감은 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 5.1점, 5.1점, 4.5점, 4.0점으로 대조군과 POL-1의 점수가 가장 높았으며, 쇠비름의 첨가량이 많아질수록 조직감이 감소하였다. 맛은 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 5.2점, 5.1점, 4.2점, 3.1점으로 쇠비름 첨가량이 증가할수록 기호도가 감소하여 향의 기호도와 비슷한 양상을 보였다. 구입의사는 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 5.0점, 5.3점, 3.7점, 3.2점으로 POL-1의 구입의사가 가장 높았고, 전체적인 기호도 또한 POL-1이 5.6점으로 가장 높은 기호도를 나타냈다. 이러한 결과는 쇠비름 모닝빵 제조 시 쇠비름 분말을 1% 첨가하였을 때 관능적으로 가장 바람직하여 소비자에게 높은 기호도를 나타낼 것으로 생각된다.

2) 차이조사에 의한 강도 특성

쇠비름을 첨가한 모닝빵의 강도 특성을 Table 7에 나타내었다. 외관의 색은 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 2.2점, 4.2점, 5.1점, 5.5점으로 쇠비름을 첨가할수록 진행해서 POL-5이 가장 높았고, 대조군과 첨가군 사이에서 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 이는 색도 값과 비교하였을 때 쇠비름 첨가량이 증가할수록 황색도가 증가하는 결과와 일치하였다. 단맛은 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 3.0점, 2.8점, 2.3점, 1.9점으로 쇠비름 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으며($p < 0.05$), 이러한 결과는 당도의 결과와 일치하였다. 짠맛은 대조군이 2.1점으로 가장 낮았고, POL-5군이 2.7점으로 가장 높았으나 시료간의 유의적 차이는 나타나지 않았다. 쇠비름 맛은 쇠비름 첨가량이 많을수록 높아져 대조군, POL-1, POL-3, POL5군이 각각 1.2점, 3.4점, 5.0점, 6.4점으로 시료간의 유의적 차이를 보였다($p < 0.05$). 경도는 대조군이 3.1점으로 가장 낮았고, POL-5이 4.2점으로 가장 높아 쇠

Table 6. Acceptance evaluation of breads contain various *Portulaca oleracea* L.

	Control	POL-1	POL-3	POL-5
Appearance	5.1±1.6 ^{NS}	5.3±1.6	4.9±1.5	4.0±1.5
Favor	4.8±1.2 ^a	4.5±0.8 ^{ab}	3.5±1.5 ^{bc}	2.5±1.2 ^c
Texture	5.1±0.9 ^a	5.1±0.9 ^a	4.5±1.2 ^{ab}	4.0±1.2 ^b
Taste	5.2±1.5 ^a	5.1±1.7 ^a	4.2±1.4 ^{ab}	3.1±1.7 ^b
Buying intention	5.0±1.2 ^a	5.3±1.3 ^a	3.7±1.4 ^b	3.2±1.5 ^b
Overall preference	5.0±1.5 ^{ab}	5.6±1.3 ^a	3.9±1.3 ^{bc}	3.2±1.6 ^c

All values are Mean±SD.

^{a-c} Different superscripts in a same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

^{NS} Not Significant.

Table 7. Sensory properties of breads contain various *Portulaca oleracea* L.

	Control	POL-1	POL-3	POL-5	
Darkness	2.2±1.1 ^c	4.2±1.3 ^b	5.1±0.6 ^{ab}	5.5±1.9 ^a	
Taste	Sweetness	3.0±1.4 ^a	2.8±0.9 ^{ab}	2.3±0.7 ^{ab}	1.9±0.9 ^b
	Saltiness	2.1±0.9 ^{NS}	2.2±1.0	2.3±0.9	2.7±1.4
	<i>Portulaca oleracea</i>	1.2±0.4 ^d	3.4±1.3 ^c	5.0±0.5 ^b	6.4±1.3 ^a
Flavor	<i>Portulaca oleracea</i>	1.2±0.4 ^d	3.9±1.4 ^c	5.0±1.6 ^b	6.5±0.7 ^a
	Butter	4.8±2.0 ^a	4.0±1.1 ^{ab}	3.2±1.4 ^{bc}	2.1±0.7 ^c
Hardness	3.1±1.4 ^b	3.1±1.0 ^b	3.4±1.3 ^{ab}	4.2±0.6 ^a	
Chewiness	3.8±1.2 ^{NS}	3.6±1.1	4.1±1.2	4.7±1.6	
Moistness	4.9±0.9 ^{NS}	5.2±0.8	5.2±0.8	4.5±1.1	
Density	3.1±1.3 ^b	3.4±0.7 ^{ab}	3.9±1.0 ^{ab}	4.4±1.7 ^a	

All values are Mean±SD.

^{a-c} Different superscripts in a same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

^{NS} Not significant.

비름 첨가량이 많을수록 경도가 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 모닝빵을 씹었을 때의 씹힘성 역시 대조군이 3.8점으로 가장 낮은 값을 보였고 POL-5이 4.7점으로 가장 높은 값을 보였으나 시료간의 유의적 차이는 나타나지 않았다. 촉촉한 정도는 대조군, POL-1, POL-3, POL-5이 각각 4.9, 5.2, 5.2, 4.5점이 나왔지만 시료간에 유의적 차이를 보이지 않았다. 조밀한 정도는 쇠비름의 첨가량이 많을수록 높아져 POL-5이 4.4점으로 가장 높았고, 대조군이 3.1점으로 가장 낮았으며, 시료 간 유의적 차이를 나타냈다($p<0.05$). 쇠비름 향은 쇠비름 맛의 강도와 마찬가지로 대조군, POL-1, POL-3, POL-5군이 각각 1.2점, 3.9점, 5.0점, 6.5점으로 쇠비름 첨가량이 많을수록 증가하였으며, 시료간의 유의적 차이를 나타내었다($p<0.05$). 반면에 버터향은 쇠비름의 첨가량이 많을수록 감소하여 대조군이 4.8점으로 가장 높았고, POL-5이 2.1점으로 가장 낮았다. 버터향은 빵에서 향미를 좋게 하나 지나칠 경우 느끼할 수 있는 단점이 있는데(Kim HJ 등 2013), 쇠비름을 첨가함으로써 버터향을 감소시켜 빵의 향을 담백하게 할 수 있는 가능성을 확인했다. 강도 특성 결과를 종합해보면 일반적인 모닝빵의 맛과 향에 비해 쇠비름을 첨가한 모닝빵의 맛과 향이 강하여 위와 같은 결과들을 나타낸 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 항산화능이 우수한 것으로 알려진 쇠비름을 건조시켜 모닝빵에 밀가루 무게를 대비로 첨가(0%, 1%, 3%, 5%)하여 이화학적 관능적 품질특성과 항산화성 분석을 실시하였다. 쇠비름 첨가량에 따른 0%, 1%, 3%, 5% 샘플을 각각 대조군, POL-1, POL-3, POL-5로 나타내

었다. 실험결과 빵의 무게는 쇠비름을 첨가할수록 높아졌지만 시료 간에 유의적 차이는 나타나지 않았으며, 부피와 높이는 쇠비름을 첨가할수록 유의적인 차이로 감소하였다($p<0.05$). 당도와 환원당은 쇠비름의 첨가량이 많을수록 유의적으로 감소하였고, pH는 쇠비름의 첨가량이 많을수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타낸 반면, 산도는 쇠비름의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 색도는 쇠비름의 첨가량이 증가할수록 명도와 적색도는 유의적으로 감소하였고, 황색도는 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 관능검사 결과 기호도에서 외관, 조직감, 구입의사, 전체적인 기호도는 1% 첨가군에서 가장 높았다. 강도에서는 쇠비름을 첨가할수록 색과 쇠비름향, 쇠비름 맛이 높게 나타났으며, 이와 반대로 단맛, 버터향은 쇠비름의 첨가량이 증가할수록 농도 의존적으로 감소하였다. 항산화능은 DPPH radical 소거능 및 hydroxyl radical 소거능 모두 쇠비름의 첨가량이 증가함에 따라 IC₅₀ 값이 감소하여, 쇠비름의 첨가량이 증가함에 따라 항산화능이 증가되는 것을 확인하였다. 총 페놀 함량 또한 쇠비름의 첨가량이 증가함에 따라 농도 의존적으로 증가하는 경향을 보였다. 이상의 결과들을 종합적으로 고찰해보면 모닝빵 제조 시 쇠비름의 첨가로 인해 모닝빵의 품질특성이 개선되고 항산화능이 우수하여 기능성 빵으로서의 개발이 바람직할 것으로 기대된다. 또한 기호도 특성과 강도 특성을 실시한 관능검사 결과를 고려할 때 쇠비름 1% 첨가군이 가장 적절한 첨가량으로 결정되었다.

감사의 글

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로

한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2014R1A2A2A04005236).

References

- AACC. 2000. Approved methods of the AACC. 10th ed. Method 10-50D. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA
- Ahn SI, Heuing BJ, Son JY. 2007. Antioxidative activity and nitrite-scavenging abilities of some phenolic compounds. Korean J Food Cook Sci 23(1):19-24
- Bae JH. 2012. The effect of fermented extracts of *Portulaca oleracea* against *Campylobacter jejuni*. J Korean Soc Food Sci Nutr 25(2):291-298
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2001. Qualities of bread added with Korean persimmon (*Diospyros kaki* L. *folium*) leaf powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 30(5):882-887
- Bae JH. 1999. Effect of *Portulaca oleracea* extract on removing nicotine component of tobacco. J Korean Soc Food Sci Nutr 28(3):607-612
- Bae JY, Park LY, Lee SH. 2008. Effect of *Salicornia herbacea* L. powder on the quality characteristics of bread. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(9):1196-1201
- Choi SN, Chung NY. 2007. The quality characteristics of bread with added buckwheat powder. Korean J Food Cook Sci 23(5):664-670
- Dunlap WC, Yamamoto Y. 1995. Small-molecule antioxidants in marine organism: Antioxidant activity of mycosporine-glycine. Comp Biochem Phys B 112(1):105-114
- Hamid AA, Luna YS. 2000. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. Food Chem 68(1):15-19
- Hwang JB, Yang MO, Shin HK. 1997. Survey for approximate composition and mineral content of medicinal herbs. Korean J Food Sci Technol 29(4):671-679
- Hertog MG., EJ Feskens, PC Hollman, MB Katan, D Kromhout. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: The Zutphen elderly study. Lancet 342(8878):1007-1011
- Hwang YK, Hyun YH, Lee YS. 2001. Study on the characteristics of bread with green tea powder. Korean J Food Nutr 14(4):311-316
- 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
- Jeong MA, Kim WW, Jin CW, Cho DH. 2012. Total polyphenol and flavonoid contents of *Portulaca oleracea* L. fractions. presented at 2012 Symposium and Annual Meeting of Korean Journal of Medicinal Crop Science. Gyeongju, Korea. pp 243-244
- Jung HS, Noh KH, Go MK, Song YS. 1999. Effect of leek (*Allium tuberosum*) powder on physicochemical and sensory characteristics of breads. J Korean Soc Food Sci Nutr 28(1):113-117
- Jung SI, Shin EJ, Choi SU. 2010. Properties and preservation of the plain bread changed by the addition of Chrysanthemum powder. Kor J Life Sci 20(2):197-201
- Kang SH, Lee JY, Kim HJ, Kim HR, You BR, Kim MJ, Yang KH, Shim EK, Kim MR. 2011. Quality characteristics of pan bread with *Spirulina* powder. J East Asian Soc Diet Life 21(1):31-37
- Kim CH. 2009. Anti-oxidant effects of *Portulaca oleracea* L. on HCl-ethanol induced gastritis in rats. Korea J Herbol 24(1):35-40
- Kim CS, Chung SK. 2001. Quality characteristics of bread prepared with the addition of persimmon peel powder. Korean J Food Preserv 8(2):175-180
- Kim CS. 2010. Rheological properties of bread dough made from *Cordyceps militaris* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 23(1):8-14
- Kim DC, Lee SD, In MJ. 2007. Preparation of purslane tea and its quality characteristics. J Korean Soc Appl Biol Chem 50(4):375-376
- Kim EJ, Kang JW, Kim JP. 2015. Quality characteristics of white pan bread with *Pu'er* tea. Korean J Food Cook Sci 21(2):230-242
- Kim HA, Lee KS. 2011. A study on the quality characteristics of morning buns made from different particle sizes of Goami powder. Korean J Culin Res 17(5):218-230
- Kim HJ, Shin SK, Kim MR. 2013. Antioxidant activities and quality characteristics of bread added with dried mulberry pomace. Korean J Food Cook Sci 29(6):769-776
- Kim JY. 2002. Effects of chitosan in shelf-life and quality of bread. Master's thesis. Pukyong National University. Busan, Korea. p 29
- Kim MJ. 2011. Studies on the biological activities of purslane (*Portulaca oleracea*). Master's thesis. Gyeongsang National University. Jinju, Korea. pp 17-33
- Kim MJ, Lee SJ, Kim RJ, Jeong BY, Sung NJ. 2011. Mineral content and antioxidants activity of *Portulaca oleracea*. Life Sci 21(10):1393-1400
- Kim SI, Kim KJ, Jung HO, Han YS. 1998. Effect of mugwort on the extension of shelf-life of bread and rice cake. Korean J Food Cook Sci 14(1):106-113
- Kim SI, Han YS. 1997. Extending the shelf-life of bread and dduk added with *Zanthoxylum schinifolium*. presented at 1997 Symposium and Annual Meeting of Korean Society of Food Science. Seoul, Korea. pp 58-67
- Kwon EA, Chang MJ, Kim SH. 2003. Quality characteristics of bread containing *Laminaria* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 32(3):406-412
- Kyung JH, Lee MK. 2003. Trends in technology of bakery. Food Sci Ind 36(4):13-17
- Lee MS, Kim CT, Kim CJ, Cho YJ, Kim YH. 2006. Effects of *Portulaca oleracea* L extract on lipolysis and hormone

- sensitive lipase (HSL) gene expression in 3T3-L1 adipocytes. Korean J Nutr 39(8):742-747
- Lee YS, Kim WM, Kim TH. 2007. A study on the rheological and sensory properties of bread added waxy black rice flour. Korean J Food Cook Sci 23(3):337-345
- Lim YY, Quah EPL. 2007. Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*. Food Chem 103(3):734-740
- Maleki M, Noseney RC, Mattern PJ. 1980. Effects of loaf volume, moisture content and protein quality on the softness and staling rate of bread. Cereal Chem 57(2):138-140
- Min SH, Lee BR. 2008. Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. J Korean Soc Food Culture 23(2):228-234
- Oh WG, Kim JH, Lee SC. 2011. Preparation and characterization of white bread with sweet persimmon. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(2):253-258
- Owen RF. 1996. Food Chemistry 3th edition. Marcell Dekker Inc. NYC, NY, USA. pp 171-173
- Park LY. 2015. Effect of *Houttuynia cordata* thunb. powder on the quality characteristics of bread. Korean J Food Sci Technol 47(1):75-80
- Park SH, Kim DK, Bae JH. 2011. The antioxidant effect of *Portulaca oleracea* extracts and its antimicrobial activity on *Helicobacter pylori*. J Korean Soc Food Sci Nutr 24(3):306-311
- Park YS, Park GS. 2001. The effect of green and black tea powder on the quality of bread during storage. J East Asian Soc Diet Life 11(4):305-314
- Shahidi F, Nacz M. 2004. Phenolic in Food and Nutraceuticals. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. pp 403-442
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Vitic 16(3):144-158
- Woo WS. 1995. Phenolic compound. In: Natural product chemistry method. 2nd ed. Seoul National University. Seoul, Korea. pp 61-157
- 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
- Yoon MH, 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(9):1340-1345

Received on Jun.5, 2015/ Revised on Aug.18, 2015/ Accepted on Aug.19, 2015