

## 오디박 첨가 모닝빵의 품질특성 및 항산화성

김현정 · 신숙경 · 김미리<sup>†</sup>

충남대학교 식품영양학과

### Antioxidant Activities and Quality Characteristics of Bread Added with Dried Mulberry Pomace

Hyun Jeong Kim, Suk Kyung Shin and Mee Ree Kim<sup>†</sup>

Department of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

#### Abstract

The purpose of this study was to develop functional bread added with dried mulberry pomace. The effect of dried mulberry pomace (0, 1, 3 or 5%) on the quality characteristics of breads was evaluated. The weight, volume and height were higher in bread added with dried mulberry pomace, compared with control bread. As the concentration of the dried mulberry pomace increased, decreased in pH and increased in acidity. The sugar concentration(°Brix) and reducing sugar(%) increased with the amount of dried mulberry pomace. The hunter color system L(lightness) and b(yellowness) value of the crumb of breads with increasing dried mulberry pomace were decreased, but the a(redness) value was increased. Contents of total phenol increased with addition amount of dried mulberry pomace. The antioxidant activities such as DPPH and hydroxy radical scavenging activity of the dried mulberry pomace increased with increase of dried mulberry pomace amount. The sensory results showed that scores of over-all preference of the breads added with dried mulberry pomace were higher than that of control.

Key words: Dried mulberry pomace, Quality characteristics, Antioxidant activities

## 1. 서론

오디(*Morus bombycis* Koidz)는 양잠용으로 재배되어온 빵나무의 과실이다. 오디는 딸기나 포도에 비해 단백질 함량이 4-5배 높을 뿐만 아니라, 산딸기와 같은 과실에 비하여 섬유소, 철분, 비타민 B1의 함량이 높은 과실이다(Kim MR와 Song HN 2010). 한방에서는 오디를 상심자라 부르는데, 이는 소갈(당뇨)을 덜어주고 오장을 이롭게 하는 자양제일 뿐만 아니라 빈혈, 관절통, 고혈압 등에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Lee JA 등 2011). 또한 오디는 신체의 내장 기능을 강화하여

조혈 기능을 좋아지게 하고, 특히 간장과 신장의 기능을 좋게 하고, 뇌의 혈액순환을 좋게 하며, 정신을 안정시키는 동시에 피로를 덜어 주고 기억력을 증강시킨다고 알려져 있다(Kim MR와 Song HN 2010). 동의보감 탕액편(湯液篇)에서는 ‘까만 오디는 빵나무의 정령이 모여 있는 것이며, 당뇨병에 좋고 오장에 이로우며 오래 먹으면 배고픔을 잊게 해 준다’, ‘귀와 눈을 밝게 한다’, ‘오디를 오래 먹으면 백발이 검게 변하고 노화를 방지 한다’고 기록되어 있다(Lee JA 등 2011). 이처럼 오디는 예로부터 효능이 많은 것으로 알려져 있어 그 기능성이 기대되는 작물이다. 오디의 생리활성 기능에 대한 연구로는 오디추출물의 신경세포 보호 활성 및 항균활성에 관한 연구(Kim HB 등 2005), 오디의 가공형태에 따른 streptozotocin 유발 당뇨병 쥐의 혈당 및 지질의 상태에 미치는 영향에 관한 연구(Kim HJ 등 2010), 오디의 항당뇨 효능에 관한 연구(Kim TW 등 1996), 오디추출물 투여가 류머티즘 요인이 있는 일부 한국 중년 여성의 혈중 항산화 및 항염증 관련 지표 수준에 미치는 영향에 관한 연구(Shin JH 등 2012) 등이 있다. 또한

<sup>†</sup>Corresponding author: Mee Ree Kim, Department of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea  
Tel: +82-42-821-6837  
Fax: +82-42-821-8887  
E-mail: mrkim@cnu.ac.kr

오디를 이용한 식품연구는 산약, 오미자 및 오디 첨가 쉐러드 드레싱의 품질특성 및 항산화성에 관한 연구(Yim SB 등 2012), 생마즙과 오디가 첨가된 오미자청 쉐러드드레싱의 이화학적 특성 및 항산화성(Kim HD 등 2012), 건오디, 건오디박, 오디 농축액의 품질특성 및 항산화성(Jeon HL 등 2012), 건오디박 첨가 쿠키의 품질특성 및 항산화성(Jeon HL 등 2013), 오디박 분말 첨가 초콜릿의 품질특성 및 항산화성(Hwang MH 등 2012), 오디를 첨가한 식혜의 품질특성에 관한 연구(Kim JS 2012), 오디 농축액을 첨가한 머핀의 품질 특성(Lee JA와 Choi SH 2011), 오디 착즙액을 이용한 와인발효 특성에 관한 연구(Kim KY와 Kim ML 2010), 오디분말을 첨가한 쉐러드드레싱의 품질특성에 관한 연구(Lee YJ 등 2010), 오디분말을 첨가한 chiffon cake의 물리적, 관능적 특성에 관한 연구(Lee YJ 등 2009), 오디가루를 첨가한 절편의 품질특성에 관한 연구(Kang YS 등 2009), 오디(Morus alba) 와인의 최적 발효조건 및 발효 특성에 관한 연구(Kim YS 등 2008)가 있다. 이처럼 오디에 대한 제품 개발 연구는 다양하게 진행되고 있으며, 그 가능성 또한 무궁무진하다.

오디 생과는 수분이 많아 물러지거나 부패되기 쉬워 동결이나 착즙을 농축한 제품으로 유통되고 있다. 착즙 시 부산물로 다량의 착즙박이 나오는데, 이는 산업적으로 이용되지 못하고 폐기처분되고 있어서 경제적으로 큰 손실이 발생하고 있다. Jeon HL 등(2012)의 연구에서 건오디, 건오디박, 오디농축액의 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과 각각 0.26 mg/mL, 0.48 mg/mL, 0.26 mg/mL로 나타나 건오디박이 건오디, 오디 농축액보다 높은 함량을 나타냈고, 이를 통해 건오디박이 기능성 식품으로 활용할 수 있는 가능성을 확인하였다. 또한 오디박은 비교적 생산비가 적어 농가소득에 기여하고 있으므로 이를 이용한 가공식품이 한정되어 새로운 제품의 연구개발 및 상품화가 필요한 실정이다.

빵은 식사대용으로 간편할 뿐 아니라 청소년들이 선호하는 식품이다. 최근, 빵에 기능성을 부여하기 위하여 솔잎발효액(Choi DM 등 2007), 스피루리나(Lee JY 등 2011), hydrocolloids(Lee SJ 등 2008) 등을 첨가한 빵의 특성에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다.

따라서, 본 연구에서는 모닝빵에 항당뇨 및 항산화활성이 우수한 오디박을 첨가하여 건강에 좋은 모닝빵을 제조한 후, 품질특성 및 항산화성을 평가하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 오디는 2011년 6월 21일 경상북도 상주에서 수확한 익수빵 품종으로, 외관상 흠이 없고, 크기가 일정한 생과를 흐르는 물로 세척한 후 사용하였다. 오디박은 오디농축액 제조 시 얻은 압착한 박을 회수하여, 초저온냉동기(Ultra Low temperature Freezer, Ishinbiobase, Dongducheon, Korea)로 급속 동결한 후 동결건조(Freeze Dryer, Ilshin Lab

Co, Ltd., Korea)한 뒤, 20 mesh체를 통과시킨 건오디박 분말을 사용하였다. 제빵의 재료로 밀가루(백설 빵용밀가루, 강력분), 소금(백설), 분유(서울 전지분유), 설탕(큐원 정백당), S-500제빵 개량제(유니온 무역상사), 이스트(오투기 생이스트), 버터(서울우유 버터)를 사용하였다.

### 2. 시료의 제조

건오디박 첨가량을 달리한 모닝빵의 제조에 사용한 반죽의 배합비는 Table 1과 같다. 제빵의 반죽은 직접 반죽법으로 버터칼 믹서기(Model YSM50, 600\*900\*1300, 영송 기계 공업사)를 사용하였다. 반죽이 하나로 뭉쳐질 때까지 반죽을 하고 27°C 발효기에서 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.

Table 1. Ingredient composition of bread with different amount of

Ingredients	dried mulberry pomace (Unit: g)			
	Control	D,M,P 1% <sup>1)</sup>	D,M,P 3%	D,M,P 5%
Wheat flour	720.0	712.8	698.4	684.0
Dried mulberry pomace	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

<sup>1)</sup> D,M,P : dried mulberry pomace. Percentage means the weight % of total flour weight.

### 3. 실험 방법

#### (1) 무게, 부피 및 높이

시료를 제조하여 1차 발효 후, 상기의 조건에서 빵을 구워서 실온에서 1시간 정도 식힌 후의 무게를 측정하고, 빵의 부피는 종자치환법(AACC 72-10)에 의해 측정하였다. 빵의 높이는 단면을 측정하였다.

#### (2) pH 및 산도

시료의 pH는 AOAC method(1990)를 적용하여 시료 4 g을 36 mL의 증류수와 함께 넣고 Bag Mixer(Model 400, Interscience, France)로 균질화(speed 7.2 min)하였다. 3,000

rpm에서 15분간 원심분리(Combi-514R, Hanil, Korea)한 후 상정액을 취하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, USA)로 측정하였다.

산도는 pH와 동일한 방법으로 준비하여 상정액 10 mL 취하고 0.1N NaOH buffer를 이용하여 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 NaOH량(mL)을 citric acid 함량(%)으로 환산하여 총산함량을 표시하였다.

(3) 당도 및 환원당

시료의 당도는 시료를 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 상정액을 취해 당도계(N-1E Brix 0~92%, Atago, Japan)로 측정하였다. 환원당의 시료는 당도의 시료와 동일하며 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 분광광도계(UV-1800, Beckman, US)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하여 Glucose 함량으로 나타내었다. 표준곡선은 Glucose (Duksan pharmaceutical Co., LTD. Yonginuoop, Kyongkido, Korea)를 농도별로 반응시켜 작성하였다.

(4) 색도

빵을 20 g씩 잘라 균일하게 섞은 뒤 10 g을 취한 후 페트리디쉬(50 × 12 mm)에 담아 색도를 측정하였다. 색도는 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co. Ltd., Japan)를 사용하여 Hunter L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. Standard color value는 L값 81.83, a값 80.31, b값 91.62인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

(5) 총 phenol 함량

페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 Folin-Denis법(Singleton VL & Rossi JA 1965)으로 측정하였다. 시료 1.5 g에 MeOH로 50 mL mass up 한 후 12시간 동안 교반하여 3,000 rpm으로 4℃에서 10분간 원심 분리하여 얻어진 상정액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물을 PBS(phosphate-buffered saline) buffer로 녹인 50 mg/mL 시료용액에 Folin-Denis 시약과 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액을 넣고 암소에서 30분 반응시킨 후, 흡광도 760 nm에서 측정하였다. Standard curve는 tannic acid를 여러 농도로 희석하여 반응시켜 사용하였다.

(6) DPPH 라디칼 소거능

시료 1.5 g에 메탄올 50 mL를 넣은 후 12시간 동안 150 rpm으로 교반추출 후 3,000 rpm, 4℃에서 10분간 원심 분리하여 얻어진 상정액을 취해 filter paper로 거른 뒤 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물에 메탄올을 넣어 50 mg/mL 농도가 되도록 첨가하여 추출물 용액을 제조한 뒤 시료 용액으로 사용하였다. 각각의 희석한 시료용액 50 μl에 150 μl의 1.5 × 10<sup>-4</sup> mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)용액을 가한 후 30분간 실온에서 방치한 뒤 엘라이

저(Mutiskan, Thermo Labsystems, US)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하여 라디칼 소거능(%)을 다음 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC<sub>50</sub>값을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect(\%)} = \frac{\text{Abs}_{\text{DPPH}} - \text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{DPPH}}} \times 100$$

(7) Hydroxyl 라디칼 소거능

시료 1.5 g을 메탄올 50 mL를 넣고 150 rpm에서 12시간 동안 잘 교반하여 3,000 rpm, 4℃에서 10분간 원심 분리하여 얻어진 상정액을 취해 filter paper로 거른 뒤, evaporator로 용매를 휘발하여 추출물을 얻었다. 추출물을 50 mg/mL 농도가 되도록 PBS buffer로 녹인 뒤 사용하였다. 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 FeCl<sub>3</sub>, 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 용액을 각각 0.1 mL씩 순서대로 넣어 잘 교반한 후 37℃에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 2% TCA용액 1mL과 1% TBA용액 1 mL을 넣고 잘 섞어 100℃에서 20분간 반응시킨 후 냉각하여 원심분리한 뒤 상정액을 취하여 분광광도계를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였으며 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC<sub>50</sub>값을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect(\%)} = \frac{\text{Abs}_{\text{blank}} - \text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{blank}}} \times 100$$

(8) 관능검사

오디박 분말 첨가 모닝빵에 대한 관능검사는 기호도와 강도 특성에 대하여 평가하였다. 기호도 검사는 평가항목으로 색, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도, 구입의향에 대하여 7점 척도(1점 매우 싫다, 7점 매우 좋다)를 사용하여 충남대학교 식품영양학과 학생 35명을 대상으로 관능평가를 실시하였고, 강도특성은 색, 오디향, 버터향, 오디맛, 버터맛, 경도, 씹힘성에 대하여 충남대학교 식품영양학과 대학원생과 학부생 중에서 검사방법 및 관능적 품질 특성에 대한 교육과 예비검사를 통해 선발한 15명을 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.

(9) 통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 평균과 표준편차로 나타내었으며, 통계적 유의성은 SPSS(Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago IL, USA) software package 프로그램 중에서 분산분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는

경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### (1) 무게, 부피 및 높이

건오디박을 첨가한 모닝빵이 대조군과 비교하여 제조과정에 문제가 없음을 확인하기 위해 건오디박 모닝빵의 무게, 부피 및 높이를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 빵반죽을 40 g 씩 분할하여 발효시킨 후 오븐에 구웠을 때, 오븐의 열로 인해 수분이 증발하여 각 시료의 무게가 감소하였다. 대조군이 35.10 g이고 1% 건오디박 첨가군은 35.70 g, 3% 건오디박 첨가군은 34.84 g, 5% 건오디박 첨가군은 35.24 g으로 대조군과 건오디박 첨가군의 무게에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

첫 발효 후 오븐의 열로 빵이 팽창하여 부피가 증가하였다. 부피는 대조군이 176.67 mL이고, 1% 건오디박 첨가군이 192.67 mL, 3% 건오디박 첨가군은 189.33 mL로 건오디박 첨가로 인해 부피가 증가하였으나, 5% 건오디박 첨가군에서는 170.33 mL로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 빵의 부피에 영향을 미치는 요인은 여러 가지가 있는데, 그 중에 가장 중요한 것은 가스 발생력과 반죽의 가스 보유력이 일치해야 한다는 것이다. 가스 발생력에 영향을 미치는 요인은 효모의 양과 질, 당의 양, 반죽의 온도, 반죽의 산도, 소금의 양 등이 있으며 보유력에 영향을 미치는 요인으로는 단백질의 양과 질, 산화정도, 가수량, 산도 등이 있다(Choi DM 등 2007). 따라서 대조군과 첨가군 각각에 대하여 동일한 무게로 분할했음에도 불구하고 부피에서 차이가 나는 것은 위의 관계가 일치하지 않기 때문으로 사료된다. 가스 발생력에서 영향을 미치는 요인 중 당의 양과 반죽의 산도가 있으며, 반죽의 가스 보유력에 미치는 영향중에도 산도가 있다. 따라서 대조군과 건오디박 첨가군의 관계에서는 pH의 차이로 인하여 부피가 차이가 남을 알 수 있고, 1, 3, 5% 건오디박 첨가군의 관계에서는 당 함량과 pH의 영향이 동시에 나타남을 알 수 있다. 제빵 시 부피가 증가한다는 것은 제품의 수율이 높아질 수 있는 가능성이 높아지는 것을 의미하므로(Kim WM 등 2012), 모닝빵

Table 2. Weight, volume and height of dried mulberry pomace breads

	Weight(g)	Volume(mL)	Height(cm)
Control	35.10±0.11 <sup>N.S</sup>	176.67±3.05 <sup>c</sup>	4.97±0.06 <sup>b</sup>
D.M.P 1%	35.70±1.05	192.67±9.02 <sup>d</sup>	5.33±0.29 <sup>a</sup>
D.M.P 3%	34.84±0.09	189.33±1.55 <sup>b</sup>	5.00±0.00 <sup>b</sup>
D.M.P 5%	35.24±0.46	170.33±6.11 <sup>c</sup>	4.50±0.00 <sup>c</sup>

All values are Mean±S.D

<sup>a-c</sup> Different superscripts in the same row (dried mulberry pomace amount) are significantly different by Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$ .

<sup>N.S.</sup>: Not significant.

제조시 건오디박의 첨가는 바람직한 것으로 판단된다. 그러나 5% 건오디박 첨가군에서는 부피가 감소하였는데, 이는 건오디박에 식이섬유가 14.66%가 함유(Jeon HL 등 2012)되어 있기 때문으로 사료된다. 즉 건오디박에 들어있는 식이섬유가 제빵 반죽의 신장성을 감소하고 수분 흡수율을 증가시켜(Ha DM 등 2012) 부피를 감소시킨 것으로 판단된다.

높이는 대조군이 4.97 cm, 1% 건오디박 첨가군은 5.33 cm, 3% 건오디박 첨가군은 5.00 cm, 5% 건오디박 첨가군은 4.5 cm로 나타나 부피의 결과와 일치하였다.

#### (2) pH 및 산도

건오디박 첨가한 모닝빵을 pH meter를 사용하여 pH 및 산도의 분석 결과는 Table 3과 같다. 대조군의 pH는 5.64, 1% 건오디박 첨가군은 5.68, 3% 건오디박 첨가

군은 5.67, 5% 건오디박 첨가군은 5.64로 건오디박 첨가군이 대조군보다 pH가 높게 나타났으나 유의적 차이를 나타내지 못했다. 대조군의 산도는 0.08, 1% 건오디박 첨가군은 0.10, 3% 건오디박 첨가군은 0.12, 5% 건오디박 첨가군은 0.13으로 건오디박의 첨가량이 증가할수록 산도가 증가하는 경향을 보였고 유의적 차이를 나타냈다( $p < 0.05$ ). 건오디박 첨가 쿠키의 품질특성 연구(Jeon HL 등 2013)에서도 건오디박의 첨가량이 증가할수록 산도가 높아지는 경향을 보였다는 결과와 유사한 결과를 보였다. 오디에는 구연산이 0.43%, 옥살산 0.1%, 말산 0.04%, 숙신산 0.03%가 함유되어 있다고 알려져 있는데(Kim MR 등 2010), 이와 같은 결과는 건오디박에 함유된 유기산에 의한 것으로 사료된다.

Table 3. pH and acidity of dried mulberry pomace breads

	pH	Acidity(%)
Control	5.64±0.29 <sup>N.S</sup>	0.08±0.00 <sup>d</sup>
D.M.P 1%	5.68±0.01	0.10±0.00 <sup>c</sup>
D.M.P 3%	5.67±0.01	0.12±0.00 <sup>b</sup>
D.M.P 5%	5.64±0.02	0.13±0.00 <sup>a</sup>

All values are Mean±S.D

<sup>a-d</sup> Different superscripts in the same row (dried mulberry pomace amount) are significantly different by Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$ .

<sup>N.S.</sup>: Not significant.

#### (3) 당도 및 환원당

건오디박 모닝빵의 당도 및 환원당은 Table 4와 같다. 당도는 대조군이 9.50 °Brix이고, 1% 건오디박 첨가군은 9.83 °Brix, 3% 건오디박 첨가군은 10.00 °Brix, 5% 건오디박 첨가군은 10.00 °Brix으로 건오디박을 첨가할수록 당도가 높게 나왔다.

환원당은 대조군이 1.12%이고 1% 건오디박 첨가군은 1.41%, 3% 건오디박 첨가군은 1.50%, 5% 건오디박 첨가군은 1.71%으로 건오디박의 첨가량이 증가할수록 환원당이 증가하여 당도의 결과와 일치하였다. 품종을 달리한 오디즙 첨가

샐러드 드레싱의 품질특성 연구(Lee JA 2012)에서의 당도의 결과와 일치하였다. 오디에는 포도당, 자당, 과당, 맥아당의 당류를 함유하고 있기 때문에(Kim MR와 Song HN 2010) 이와 같은 결과가 나타난 것으로 사료된다.

Table 4. Sugar concentration and reducing sugar of dried mulberry pomace breads

	Sugar concentration (°Brix)	Reducing sugar (%)
Control	9.50±0.00 <sup>b</sup>	1.12±0.03 <sup>c</sup>
D.M.P 1%	9.83±0.29 <sup>a</sup>	1.41±0.05 <sup>b</sup>
D.M.P 3%	10.00±0.00 <sup>a</sup>	1.50±0.03 <sup>b</sup>
D.M.P 5%	10.00±0.00 <sup>a</sup>	1.71±0.09 <sup>a</sup>

All values are Mean±S.D

<sup>a-c</sup> Different superscripts in the same row (dried mulberry pomace amount) are significantly different by Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$ .

(4) 색도

건오디박을 첨가한 모닝빵 속(crumb)의 색도를 측정한 결과는 Table 5와 같다. L값(명도)은 대조군이 79.81, 1% 건오디박 첨가군이 64.62, 3% 건오디박 첨가군이 52.65, 5% 건오디박 첨가군이 41.15로 건오디박을 첨가할수록 명도가 감소하였고, 유의적인 차이를 나타냈다( $p < 0.05$ ). 이는 오디농축액을 첨가한 머핀에 관한 연구에서 오디농축액을 첨가할수록 머핀의 명도가 낮아졌다는 결과와 일치한다(Lee JA 등 2011). a값(적색도)은 대조군이 2.73, 1% 건오디박 첨가군이 6.67, 3% 건오디박 첨가군이 6.84, 5% 건오디박 첨가군이 8.02로 건오디박 첨가량이 증가함에 따라 적색도가 증가되었으며, 대조구와 첨가구 사이에 유의적으로 차이가 증가하였다( $p < 0.05$ ). 또한 b 값(황색도)은 대조군이 20.71, 1% 건오디박 첨가군이 26.19, 3% 건오디박 첨가군이 9.40, 5% 건오디박 첨가군이 5.98으로 건오디박 첨가에 따라 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 이는 오디에 함유되어있는 anthocyanin 색소에 의한 것으로 사료된다(Kim JS 2012). 이러한 색도의 결과는 건오디박 첨가 쿠키(Jeon HL 등 2013), 오디농축액을 첨가한 머핀(Lee JA 등 2011), 오디분말 첨가 초콜릿(Hwang MH 등 2012), 오디분말을 첨가한 샐러드드레싱(Lee YJ 등 2010)에서 오디를 첨가할수록 L값이 감소하고, a값은 증가하며 b값은 감소하는 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

Table 5. Color value of dried mulberry pomace breads

	Lightness	Redness	Yellowness
Control	79.81±0.08 <sup>d</sup>	2.73±0.18 <sup>c</sup>	20.71±0.20 <sup>ab</sup>
D.M.P 1%	64.62±0.30 <sup>b</sup>	6.67±0.15 <sup>b</sup>	26.19±17.33 <sup>a</sup>
D.M.P 3%	52.65±0.02 <sup>c</sup>	6.84±0.07 <sup>b</sup>	9.40±0.09 <sup>ab</sup>
D.M.P 5%	41.15±0.15 <sup>d</sup>	8.02±0.21 <sup>a</sup>	5.98±0.10 <sup>b</sup>

All values are Mean±S.D

<sup>a-d</sup> Different superscripts in the same row (dried mulberry pomace amount) are significantly different by Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$ .

(5) 총 phenol 함량

건오디박 첨가 모닝빵의 총 phenol 함량 측정 결과는 Fig. 1과 같다. 건오디박 자체의 총 phenol 함량은 0.026 mg/mL이었다. 대조군은 0.33 mg/mL, 1% 건오디박 첨가군은 0.45 mg/mL, 3% 건오디박 첨가군은 0.55 mg/mL, 5% 건오디박 첨가군은 0.97 mg/mL로 건오디박의 첨가량이 증가함에 따라 총 phenol 함량이 증가하였다. 오디에는 cylumulberrin, sanggenon, moracin 및 kuwanon과 같은 항산화, 항고혈압 및 항노화활성을 가지는 여러 플라보노이드를 함유한다고 알려져 있는데, 이러한 성분들이 건오디박첨가 모닝빵의 총 페놀 함량에 기인한 것으로 보여진다. 오디를 첨가한 불고기양념에 대한 연구(Cho JL 등 2011)에서도 오디를 첨가한 불고기 양념이 대조군보다 총 phenol 함량이 높은 값을 나타낸다고 보고된 바가 있다. 당근, 시금치, 오디즙 첨가 녹두전분 겔의 항산화에 대한 연구(Cha YJ 등 2011)에서도 오디즙을 첨가한 녹두전분 겔의 총 phenol 함량이 대조군에 비해 높은 값을 나타낸다고 보고된 바 있어 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

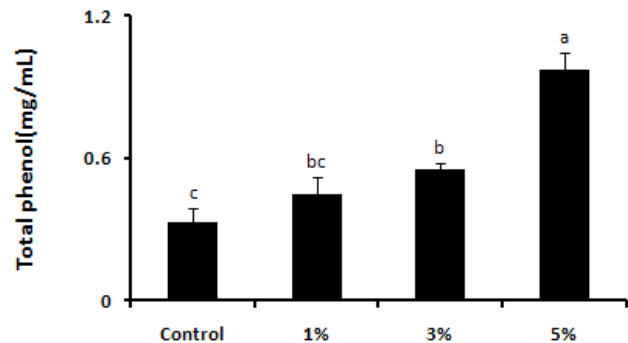


Fig. 1. Total phenol contents of breads added with different amount of dried mulberry pomace.

<sup>a-c</sup> Different superscripts in the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$ .

(6) DPPH 라디칼 소거능

DPPH는 비교적 안정한 free radical로써, ascorbic acid, tocopherol, poly hydroxy방향족 화합물 등에 의해 환원이 되어 짙은 자색이 탈색되는 원리를 이용하여 항산화활성을 간단히 측정할 수 있는 동시에 항산화활성과 연관성이 매우 높기 때문에 많이 이용되고 있는 방법이다(Oh HL 등 2013). 시료 농도 50 mg/mL 기준으로 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과 IC<sub>50</sub> 값은 Fig. 2와 같다. 대조군의 IC<sub>50</sub>(DPPH 라디칼 소거능 값)은 339.06 mg/mL(58.92%), 1% 건오디박 첨가군은 274.92 mg/mL(72.61%), 3% 건오디박 첨가군은 241.24 mg/mL(93.41%), 5% 건오디박 첨가군은 183.42 mg/mL(94.57%)으로 건오디박의 첨가량이 증가함에 따라 IC<sub>50</sub> 값이 낮게 나타나고 DPPH 라디칼 소거능(%)이 증가하여 건오디박의 첨가가 DPPH radical 소거능을 높여 주는 것을 알 수 있다. 오디 초콜릿의 제조 최적화 및 항산

화 활성에 대한 연구(Park SY와 Joo NM 2011)에서 오디분말의 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거능의 수치가 증가하였는데, 이는 본 연구의 결과와 유사한 경향이다. 오디박으로부터 MeOH 추출물의 DPPH라디칼 소거능을 측정한 결과 강한 항산화성을 가졌다고 보고하였는데(Kwon YJ 등 2005), 이러한 오디박의 항산화성이 건오디박 첨가 모닝빵에 기인한 것으로 사료된다. 따라서 모닝빵에 건오디박을 일정 농도로 첨가했을 때 아무 것도 함유되지 않은 대조군보다 높은 항산화능을 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

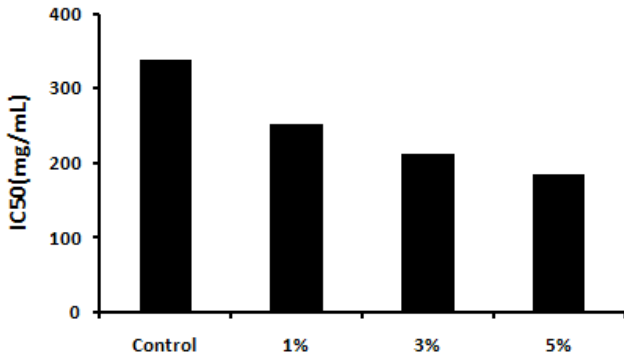


Fig. 2. DPPH radical scavenging activities of breads added with different amount of dried mulberry pomace

#### (7) Hydroxyl 라디칼 소거능

시료 농도 50 mg/mL기준으로 건오디박 첨가 모닝빵의 항산화 활성을 hydroxyl 라디칼 소거능으로 측정한 결과 IC<sub>50</sub>값은 Fig. 3과 같다. 대조군의 IC<sub>50</sub>(hydroxyl 라디칼 소거능)값은 284.10 mg/mL(55.72%), 1% 건오디박 첨가군은 243.85 mg/mL(55.44%), 3% 건오디박 첨가군은 217.39 mg/mL(57.66%), 5% 건오디박 첨가군은 192.45 mg/mL(67.90%)으로 건오디박의 첨가량이 증가함에 따라 IC<sub>50</sub> 값이 낮게 나타나고, hydroxyl 라디칼 소거능(%)은 증가했다. IC<sub>50</sub>값이 낮아지는 것은 hydroxyl 라디칼 소거능(항산화능)이 높아지는 것을 의미하는데, 이를 통해 건오디박이 항산화능을 가지고 있다는 것을 알 수 있다. 이러한

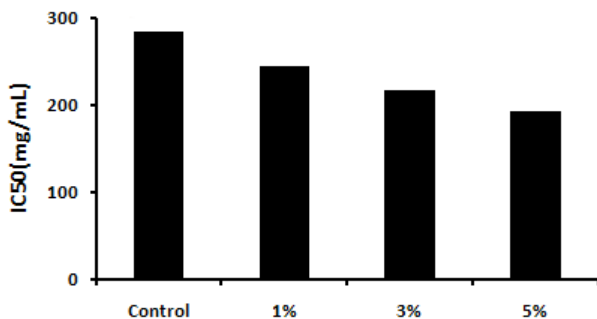


Fig. 3. Hydroxyl radical oxidation activities of breads added with different amount of dried mulberry pomace

항산화 활성은 오디박에 함유되어 있는 안토시아닌을 비롯한 다양한 폴리페놀 화합물들에 의한 것으로 사료된다(Jeon HL 등 2013). 또한, 본 실험의 결과는 DPPH 라디칼 소거능의 결과와 일치하였다.

#### (8) 관능검사

기호도 특성: 건오디박을 첨가한 모닝빵의 기호도 특성에 대한 평가 결과를 Table 6에 나타냈다. 외관의 색은 대조군과 3% 건오디박 첨가군 4.6점으로 가장 높았다. 향은 3% 건오디박 첨가군이 4.5점으로 가장 높았다. 맛은 3% 건오디박 첨가군 3.8점으로 가장 기호도가 높았다. 경도는 대조군이 4.6점으로 가장 높았고 1% 건오디박 첨가군이 4.4점, 3% 건오디박 첨가군이 3.9점, 5% 건오디박 첨가군이 3.0점으로 건오디박을 첨가할수록 경도에 대한 기호도가 낮아졌다. 씹힘성은 대조군이 5.7점으로 가장 높았고, 건오디박 첨가군이 4.7점, 3% 건오디박 첨가군이 4.2점, 5% 건오디박 첨가군이 2.8점으로 건오디박을 첨가할수록 씹힘성에 대한 기호도가 낮아졌다. 이는 경도의 기호도 결과와 일치하여, 경도와 씹힘성의 기호도가 서로 연관이 있는 것으로 사료된다. 전반적인 기호도는 1% 건오디박 첨가군이 4.9점으로 가장 높았으며 대조군이 4.7점, 3% 건오디박 첨가군이 4.5점, 5% 건오디박 첨가군이 2.5점이다. 구입의사는 1% 건오디박 첨가군이 4.9점으로 가장 높았으며 3% 건오디박 첨가군과 대조군이 각 4.7점이고 5% 건오디박 첨가군이 2.2점으로 가장 낮았다. 이와 같은 결과를 종합해보면 건오디박 모닝빵 제조 시 건오디박을 1~3% 첨가하였을 때 관능적으로 가장 바람직할 것으로 판단된다.

강도 특성: 건오디박 첨가한 모닝빵의 강도 특성에 대한 평가 결과를 Table 7에 나타냈다. 외관의 색은 건오디박을 첨가할수록 진해져 5% 건오디박 첨가군이 5.8점으로 가장 높게 나타났고, 3% 건오디박 첨가군이 5.2점, 1% 건오디박 첨가군이 3.8점, 대조군이 2.5점으로 나타나 시료간의 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 이는 색도(Table 5)에서 L값, a값, b값이 시료간의 유의적인 차이를 나타냈던 결과와 일치한다. 오디향은 건오디박의 첨가량이 증가할수록 높게 나타났으며 각 샘플간의 유의적 차이를 나타냈다(p<0.05). 버터향은 건오디박이 증가함에 따라 감소하는 결과를 나타냈고 대조군과 시료군 사이의 유의적 차이를 나타냈다(p<0.05). 버터향은 빵에서 향미를 좋게 하나 지나칠 경우 느끼할 수 있는 단점이 있는데, 건오디박이 버터향을 감소시켜 빵의 향을 담백하게 할 수 있는 가능성을 확인했다. 이러한 결과는 오디분말을 첨가한 쿠키(Park GS 등 2008)에서도 같은 경향을 나타내었다. 맛에서는 건오디박의 첨가량이 증가할수록 오디 맛이 많이 나타나고, 버터 맛은 감소하는 것으로 나타나 샘플간의 유의적 차이를 보였다(p<0.05). 이러한 결과는 향에서의 결과와 일치하며, 관능평가 시 맛과 향은 서로 상관관계가 있는 것으로 사료된다. 건오디박을 첨가한 모닝빵의 딱딱함을 나타내는 경도에서는 대조군이 4.2점으로 가장 높고 5% 건오디박 첨가군이 3.5점으로 가장 낮게 나왔다. 모닝빵을 씹었을 때의 씹힘성은 1% 건오디박 첨가군이 4.4점으로 가장 높게 나오고 5% 건오디박 첨가군이 3.2점으로 가장 낮게 나왔다. Bae JH 등(2001)

Table 6. Preference evaluation of breads contain various dried mulberry pomace

	Color	Flavor	Taste	Hardness	Chewiness	Overall preference	Buying intention
Control	4.6±1.0 <sup>NS</sup>	1.4±0.5 <sup>c</sup>	1.5±0.5 <sup>c</sup>	4.6±1.0 <sup>a</sup>	5.7±1.1 <sup>a</sup>	4.7±0.8 <sup>a</sup>	4.7±0.8 <sup>a</sup>
D,M,P 1%	3.8±1.4	2.4±1.2 <sup>b</sup>	3.0±0.9 <sup>ab</sup>	4.4±1.3 <sup>a</sup>	4.7±1.8 <sup>ab</sup>	4.9±1.5 <sup>a</sup>	4.9±1.5 <sup>a</sup>
D,M,P 3%	4.6±1.2	4.5±1.2 <sup>a</sup>	3.8±1.2 <sup>a</sup>	3.9±1.1 <sup>ab</sup>	4.2±1.6 <sup>b</sup>	4.5±1.3 <sup>a</sup>	4.7±1.3 <sup>a</sup>
D,M,P 5%	3.8±1.1	3.2±1.0 <sup>b</sup>	2.8±0.8 <sup>b</sup>	3.0±1.1 <sup>b</sup>	2.8±1.2 <sup>c</sup>	2.5±1.3 <sup>b</sup>	2.2±1.2 <sup>b</sup>

All values are Mean±S,D

a-c Different su

perscripts in the same row (dried mulberry pomace amount) are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

N,S: Not significant.

Table 7. Sensory properties evaluation of breads contain various dried mulberry pomace

	Color	Flavor		Taste		Hardness	Chewiness
		mulberry	butter	mulberry	butter		
Control	2.5±0.7 <sup>c</sup>	1.2±0.4 <sup>c</sup>	4.8±1.4 <sup>b</sup>	1.4±0.5 <sup>c</sup>	5.4±1.1 <sup>c</sup>	4.2±1.1 <sup>NS</sup>	4.1±2.0 <sup>NS</sup>
D,M,P 1%	3.8±1.2 <sup>b</sup>	4.0±1.1 <sup>b</sup>	4.4±0.7 <sup>ab</sup>	3.7±0.3 <sup>b</sup>	4.3±1.2 <sup>b</sup>	3.8±0.8	4.4±1.3
D,M,P 3%	5.2±0.6 <sup>a</sup>	4.7±0.7 <sup>ab</sup>	3.9±1.0 <sup>ab</sup>	4.8±0.6 <sup>a</sup>	4.3±1.2 <sup>b</sup>	3.5±0.7	3.8±0.8
D,M,P 5%	5.8±1.2 <sup>a</sup>	5.5±1.4 <sup>a</sup>	3.6±1.3 <sup>a</sup>	5.5±1.6 <sup>a</sup>	3.2±0.9 <sup>a</sup>	3.5±0.7	3.2±1.7

All values are Mean±S,D

a-c Different superscripts in the same row (dried mulberry pomace amount) are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

N,S: Not significant.

은 빵의 조직감에 미치는 요인은 빵의 수분함량, 기공의 발달 정도, 부피 등이라고 하였다. 빵에 수분이 많을수록 부드러기 때문에 경도가 낮아지고 반대로 수분이 적어지면 경도가 높아지게 된다. 따라서 강도평가에서 대조군보다 경도가 낮은 건오디박 첨가군이 부드러울 것으로 기대된다.

가할수록 색과 오디향, 오디맛의 강도가 높게 나타났으며, 이와 반대로 버터향과 버터맛, 경도와 씹힘성의 강도는 건오디박의 첨가량이 증가할수록 낮아지는 것을 볼 수 있다. 이상의 결과들을 종합적으로 고찰해보면 모닝빵 제조 시 건오디박의 첨가로 인해 모닝빵의 품질이 개선되고 항산화능이 우수할 것으로 기대된다. 또한 소비자검사와 강도검사를 고려할 때 건오디박 1~3% 첨가군이 적절한 배합비로 결정되었다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 항산화능이 우수하나 착즙 후 버려지는 오디박을 건조시켜 모닝빵에 첨가(0, 1, 3, 5 %)하여 품질특성과 항산화능을 분석하였다. 빵의 무게와 부피는 건오디박 함량 3%인 경우 대조군에 비하여 증가하였으나 그 이상 첨가 시에는 감소하였다. 빵의 pH는 건오디박 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타낸 반면, 산도는 건조 오디박 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 건오디박 첨가량이 증가할수록 당도와 환원당 함량이 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 색도는 L값과 b값의 경우, 오디박의 첨가량이 증가할수록 감소하였으나, a값은 증가하였다. 총 phenol함량은 건오디박의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. 항산화능은 DPPH 라디칼 소거능 및 hydroxy 라디칼 소거능 모두 건오디박의 첨가량이 증가함에 따라 IC<sub>50</sub> 값이 낮아져, 건오디박 첨가량이 증가함에 따라 항산화능이 증가되었다. 관능검사 결과, 기호도에서 외관의 색은 3% 건오디박 첨가군이 4.6점으로 가장 높았다. 맛과 향은 3% 건오디박 첨가군이 각각 4.5점, 3.8점으로 가장 높았다. 경도 및 씹힘성은 대조군이 가장 높았다. 전반적인 기호도와 구입의사는 1% 건오디박 첨가군이 각각 4.9점으로 가장 높았다. 강도검사에서도 건오디박을 첨

#### References

Kim MR, Song HN. 2010. Food thesaurus for moderns. Kyomunsa, Seoul, Korea., pp.163-165

Bae JH, Woo HS, Chio HJ, Chio 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

Cha YJ, Jung YS, Kim JW, Youn KS. 2011. Quality characteristics and antioxidative activity of mung bean starch gels added with carrot, spinach and mulberry juice. J East Asian Soc Dietary Life 21(1): 46-52

Cho JL, Lee SC, Kim JM. 2011. Quality characteristics of bulgogi marinade prepared with mulberry. J Korean soc Food sci Nutr 40(11): 1589-1596

Choi DM, Lee DS, Chung SK. 2007. Effects of fermentation pine needle extract on the quality of plain bread. Korean J Food

- Preserv 14(2): 154-159
- Ha DM, Park YK, Kang JH, Kim MH. 2012. Dough properties and quality characteristics of breads added with barley flour. Korean J Food Preserv 19(3): 344-353
- Hwang MH, Jeon HL, Kim HD, Lee SW, Kim MR. 2012. Quality characteristics and antioxidant activities of chocolate added with mulberry pomace. Korean J Food cookery sci 28(4): 479-487
- Jeon HL, Hong YP, Lee JH, Kim HD, Kim MR. 2012. Antioxidant activities and quality characteristics of mulberry concentrate, freeze-dried mulberry, and pomace. J Korean Soc Food Sci Nutr 41(10): 1402-1408
- Jeon HL, Oh HL, Kim CR, Hwang MH, Kim HD, Lee SW, Kim MR. 2013. Antioxidant activities and quality characteristics of cookies supplemented with mulberry pomace. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(2): 234-243
- Kang YS, Cho TO, Hong JS. 2009. Quality characteristics of jeolpyon with added mulberry fruit powder. Korean J Food Cookery Sci 25(4): 513-519
- Kim HB, Kim SY, Lee HY. 2005. Protective effect against neuronal cell and inhibitory activity against bacteria of mulberry fruit extracts. Korean J Crop Sci 50(1): 220-223
- Kim HD, Yim SB, Oh HL, Jeon HL, Kim CR, Kim NY, Hong YP, Lee JH, Kim MR. 2012. The quality characteristics and antioxidant activity of extracts of *Schisandra chinensis* baillon salad dressing prepared with yam juice and mulberry. Korean J Food cookery sci 28(5): 531-540
- Kim HJ, Choi SW, Cho SH. 2010. Effects of various mulberry products on the blood glucose and lipid status of streptozotocin-induced diabetic rats. Korean J Nutr 43(6): 551-560
- Kim JS. 2012. Quality characteristics of sikhea with mulberry fruit. Korean J Culinary Res 18(2): 206-215
- Kim KY, Kim ML. 2010. Characteristic of wine fermented from mulberry juice. Korean J Food Preserv 17(4): 563-570
- Kim TW, Kwon YB, Lee JH, Yang IS, Youm JK, Lee HS, Moon JY. 1996. A study on the antidiabetic effect of mulberry fruits. Korean J Seric Sic 38(2): 100-107
- Kim WM, Kim MK, Byun MW, Lee GH. 2012. Physical and sensory characteristics of bread prepared by substituting sugar with yacon concentrate. J Korean Soc Food Sci Nutr 19(9): 1288-1293
- Kim YS, Jeong DY, Shin DH. 2008. Optimum fermentation conditions and fermentation characteristics of mulberry (*Morus alba*) wine. Korean J Food Sci Technol 40(1): 63-69
- Kwon YJ, Rhee SJ, Chu JW, Chio. 2005. Comparison of radical scavenging activity of extracts of mulberry juice and cake prepared from Mulberry(*Morus spp.*) Fruit. J Food Sci Nutr 10 : 111-117
- Lee JA, Choi SH. 2011. Quality characteristics of muffins added with mulberry concentrate. Korean J Culinary Res 17(4): 285-294
- Lee JA. 2012. Quality characteristics of salad dressing added with mulberry fruit juice from different breeds. Korean J Culinary Res 18(2): 216-227
- Lee JH, Woo KJ, Choi WS, Kim AJ, Kim MW. 2005. Quality characteristics of starch oddi-dasik added with mulberry fruit juice. Korean J Food Cookery Sci 21(5): 629-636
- Lee JY, Kang SH, Kim MR. 2011. Changes in the quality characteristics and antioxidant activities of spirulina added bread during storage. Korean J Food Preserv 18(1): 111-118
- Lee SJ, Cho SK, Lee SJ. 2008. Study on the texture and staling of breads with addition of various hydrocolloids. Korean J Food Cookery Sci 24(5): 636-644
- Lee YJ, Ryu HS, Chun SS. 2010. Quality characteristics of salad dressing prepared with mulberry fruit powder. Korean J Food Cookery Sci 26(5): 537-544
- Lee YJ, Shim CH, Chun SS. 2009. Physical and sensory properties of chiffon cake prepared with mulberry powder. Korean J Food Nutr 22(4): 508-516
- Oh HL, Kim CR, Kim NY, Jeon HL, Doh ES, Kim MR. 2013. Characteristics and antioxidant activities of *Rehmanniae radix* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(2): 62-67
- Park GS, Lee JA, Shin YJ. 2008. Quality characteristics of cookie made with oddi powder. J East Asian Soc Dietary Life 18(6): 1014-1021
- Park SY, Joo NM. 2011. Processing optimization and antioxidant activity of chocolate added with mulberry. Korean J Food Sci Technol 43(3): 303-314
- Shin JH, Han SM, Kim AJ. 2012. The effects of mulberry extract consumption on the serum levels of oxidant and inflammatory factors in middle-aged women with rheumatoid factors. J Korea Academia-Industrial Cooperation Society 13(8): 3561-3569
- Yim SB, Kim CR, Jeon HL, Kim HD, Lee SW, Kim MR. 2012. Quality characteristics of salad dressing prepared with mulberry, *Schisandra chinensis* and discorea powder. J East Asian Soc Dietary Life 22(5): 613-623

2013년 8월 7일 접수; 2013년 9월 10일 심사(수정); 2013년 12월 6일 채택