

오디박 분말 첨가 초콜릿의 품질 특성 및 항산화성

황미현 · 전혜련 · 김형돈¹ · 이상원¹ · 김미리[†]

충남대학교 식품영양학과 · ¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Chocolate Added with Mulberry Pomace

Mee-Hyun Hwang, Hye-Lyun Jeon, Hyung-Don Kim¹, Sang-Won Lee¹ and Mee-Ree Kim[†]

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

¹Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumsung 369-873, Korea

Abstract

Mulberry pomace, a by-product obtained from mulberry juice, has not been utilized as a food material for food processing. In this study, the quality characteristics and antioxidant activities of chocolate to which mulberry pomace has been added were evaluated. Freeze-dried mulberry pomace was added to white chocolate at the level of 0, 0.5, 1.5 or 2.5%, and then the white chocolate ganache was put between two layers of dark chocolate. The moisture content and sweetness were not significantly different among treatments, but reducing sugar content was increased, according to the amount of mulberry pomace powder. The Hunter color L(lightness) and b(yellowness) values decreased, according to the mulberry pomace powder amount, whereas the a(redness) increased. The hardness increased according to the mulberry pomace powder amount. Total phenol and flavonoid contents increased, according to the mulberry pomace powder amount. Antioxidant activities(DPPH and hydroxyl radical scavenging activities) also increased, according to the mulberry pomace powder amount. The result of the sensory intensity test revealed that the scores of color, mulberry taste, hardness and chewiness were the highest in the 2.5% mulberry pomace powder added chocolate. Sensory preference test results showed that chocolate added with 1.5% mulberry pomace powder had the highest scores in color, flavor, taste, texture and overall preference. It is suggested that chocolate to which mulberry pomace powder has been added may be a functional chocolate, with high antioxidant activity.

Key words : Mulberry pomace powder, chocolate, quality, total phenol, antioxidant activity

1. 서론

초콜릿류는 테오브로마 카카오나무(*Theobroma cacao*)의 종실에서 얻은 재료에 다양한 식품원료들을 가하여 가공한 것을 총칭하며, 그 중 초콜릿은 코코아 매스, 코코아 버터 또는 코코아 분말 등의 코코아 가공품에 당류, 유지, 유가공품 및 식품 첨가물 등을 혼합, 성형한 것으로서 코코아 가공품을

20% 이상 함유한 제품을 초콜릿이라 한다(Rein D 등 2004). 초콜릿은 카카오 가공품의 함유량에 따라 크게 다크, 밀크, 화이트초콜릿으로 구분되며, 다크초콜릿은 카카오 페이스트를 포함한 카카오 가공품이 45%이상, 5%이하의 분유를 함유하고 있는데, 최근 폭넓은 연령층이 선호하고 있다. 최근 연구에 따르면 다크초콜릿에 풍부하게 함유된 항산화물질인 flavonoid는 심혈관질환을 예방하며, 관상동맥 질환 환자의 상태를 호전시키고 혈압을 낮추어 주는 효력이 있는 것으로 밝혀졌다(Vlachopoulos C 등 2006) 최근에는 well-being 바람과 함께 다크초콜릿의 영양적 가치와 생리활성 기능이 알려지면서 'high cacao' 제품의 수요가 급증함에 따라 초콜릿 시장의 확대, 제품의 다양화, 고급화로 이어지는 추세이다(농축산신문 2002) 이렇듯 많은 연구를 통해서 코코아와 초콜릿 섭취가 건강에 좋은 영향을 준다고 보고되었으나, 초콜릿 가공 시 첨가되는 첨가물에 따른 기능성 특성 변화에 대한 연구는 미비

[†]Corresponding author : Prof. Mee Ree Kim, Ph.D. 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

하여, 현재까지 진행된 기능성 초콜릿에 대한 연구로는 홍백 파우더(Lee JY 등 2003), 소청룡탕(Yoo LM 등 2005), 생맥산(Jung KP 등 2006), 이소플라본함유물(Moon SW 등 2003), 복분자(Yu OK 등 2007), 유자분말(Yoo KM 등 2008), 커피 폐원두박(Yoo KM 등 2011) 첨가 등으로 많지 않은 실정이다.

오디는 뽕나무 열매로 비타민과 무기질이 풍부한데, 특히, Ca 및 K 함량은 후지사과의 각각 14배 및 2배 높으며, 비타민 C 함량은 감귤의 1.5배 나 많이 함유되어 있다(Go KC 1995). 오디는 항당뇨(Kim SY 등 1998), 항산화(Kim SY 등 1998, Cha JY 등 1999, Kim HJ 등 2000), 항고지혈증(Kim HB 등 2001) 등의 효능이 보고되었다. 오디의 색은 플라보노이드류의 일종인 anthocyanin으로 (Hong V와 Wrolstad RE 1990), 안토시아닌은 항염증, 항알러지, 면역증강제, 항바이러스 등의 생리활성이 있는 것으로 보고되었다(Havsteen B 1983).

오디는 과실이 부드럽고 수분이 많아 물리치거나 부패되기 쉬우므로, 생과로 유통되거나 이용이 어렵고 안토시아닌 색소는 빛과 열에 불안정하여 오디를 이용한 가공식품의 개발이 제한되어 있다(Jung GT 등 2005). 따라서 오디는 수확 바로 동결하거나 건조 또는 착즙하여 농축액으로 가공하여 이용한다. 이때, 부산물로서 많은 양의 착즙박이 나오고 있으나 현재까지 산업적으로 이용되지 못하고 전량 폐기처분되고 있어서 폐기물 처리 비용 등으로 인해 경제적으로 큰 부담을 가져오고 있다. 그러나 오디박에는 영양성분이 풍부하고 총 페놀, 총 플라보노이드 함량이 높아 항산화성이 뛰어나지만(미발표), 현재까지 오디박을 식품가공시 이용한 보고는 찾아보기 어렵다. 한편, 착즙박에 대한 연구로는 양과착즙박과 양과를 이용한 압출스낵의 제조 및 품질특성(Kee HJ 등 2000), 매실착즙박의 이화학적 특성(Kang MY 등 1999), 감귤착즙박의 화학성분과 플라보노이드(Yang YT 등 2008), 오디즙 및 오디박 추출물의 라디칼 소거능 비교(Kwon YJ 등 2005), 오디즙 및 오디박 분말이 Streptozotocin 유발 당뇨쥐의 혈당 및 혈청 지질 강하와 적혈구 항산화 효소계에 미치는 영향(Kwon EH 등 2007), 매실과육과 포도박이 고지방식이를 섭취한 흰쥐의 체내 지질대사와 간조직의 형태학적 변화에 미치는 영향(Zhang XH 등 2010) 등이 있지만 오디박을 첨가한 기능성 식품에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 항산화 효과가 뛰어나며 당 함량이 적고 혈당 강하 효과(Kwon EH 등 2007)가 있는 오디박을 당 함량이 높은 초콜릿에 첨가하여 만든 오디박 초콜릿은 기능성 식품으로의 가능성이 있다고 판단되어 초콜릿 제조시 동결건조한 오디박을 첨가한 후 이화학적 품질 특성, 항산화성 및 관능적 품질 특성을 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

오디박은 경상북도 상주에서 2011년 6월에 수확한 익수뽕 품종의 오디 생과를 압착(100 bar)하여 얻은 착즙액을 여과(catridge filter, 30 μL)한 후 남은 압착박을 회수하여, 초저온

냉동기(Ultra Low temperature Freezer, Ilshinbiobase, Dongducheon, Korea)로 급속 동결하였다. 그리고 동결건조(Freeze Dryer, Ilshin Lab Co, Ltd., Korea)한 뒤 분쇄하여 사용하였다.

다크 초콜릿(Chocolatede Couverture Noire Excellence, Ballycallebaut Chocolate Co., LTD., 벨기에), 화이트 초콜릿(Chocolate Blanc Satin, Blanc Satin, Ballycallebaut Chocolate Co., LTD., 벨기에), 코코아버터(코코아버터100%,ECC N. V. 벨기에)는 (주)제원인터내셔널에서 수입한 제품을 사용하였으며 휘핑크림(생크림 함량 99.6%)은 매일유업주식회사 제품을 사용하였다.

2. 시료의 제조

오디박 분말 초콜릿 제조를 위한 기본 배합비는 Table 1과 같으며 제조 과정은 Fig. 1에 나타내었다. 초콜릿의 shell에는 다크 초콜릿을 사용하였으며 오디박 분말은 가나슈에 첨가하여 shell 사이에 끼워 샌드형으로 제조하였다. 오디박 분말첨가량은 예비실험을 통해 초콜릿 전체 무게당 0, 0.5, 1.5, 2.5 %가 되도록 첨가하였다. 가나슈를 기준으로하면 0, 1.7, 5, 8.3 %이다. 다크 초콜릿은 중탕으로 템퍼링(50-27-32℃)하여 10×10×10 mm의 정사각형틀에 3.5 mm의 높이로 부어 실온에서 굳혔다. 가나슈는 오디박 분말을 생크림과 잘 섞어 약 2분간 끓인 후, 중탕(40℃)으로 녹인 화이트 초콜릿에 코코아버터와 함께 첨가하여 템퍼링(40-25-30℃)한 후, 굳힌 다크 초콜릿 위에 가나슈를 3 mm의 높이로 부어 실온에서 굳혔다. 그 위에 템퍼링한 다크 초콜릿을 3.5 mm의 높이로 부어 4℃ 냉장고에 넣어 하루 동안 굳혀서 오디박 분말 초콜릿을 샌드형으로 제조하였다. 본 실험은 샌드형으로 제조한 초콜릿으로 이화학적 품질 특성 및 항산화성, 관능적 품질 특성을 측정하였다.

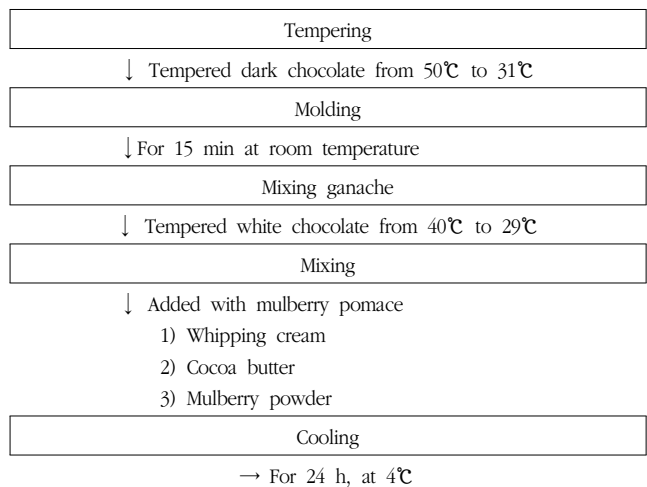


Fig. 1. Processing procedure of mulberry pomace powder chocolate preparation.

Table 1. Recipes of chocolate added with mulberry pomace powder

Ingredients (%)	control	0.5%	1.5%	2.5%
Shell Dark chocolate	70	70	70	70
White chocolate	21.6	21.1	20.1	19.1
Whipping cream	2.4	2.4	2.4	2.4
Cocoa butter	6	6	6	6
Mulberry pomace	0	0.5	1.5	2.5
Total	100	100	100	100

3. 수분함량

초콜릿의 수분함량은 각 시료 1.5 g을 취하여 적외선 수분 측정기(ISCO, US/Retriever 500, Sartorius, Germany)를 사용하여 측정하였다. 시료는 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

4. pH 및 산도

pH는 AOAC법(1990)에 의하여 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 원심분리한 후 상정액을 취하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, USA)로 측정하였다.

산도는 AOAC법(1990)에 의하여 시료 4 g을 취하여 36 mL의 증류수를 첨가하여 Bag Mixer(Model 400, Interscience, France)로 균질화(speed 7, 2 min)하였다. 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상정액 10 mL를 취하여 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 NaOH량(mL)을 acetic acid 함량(%)으로 환산하여 총산함량을 표시하였다.

5. 당도 및 환원당

당도는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 하여 상정액을 취하여 당도계(N-1E Brix 0-32%, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

환원당은 시료 5 g에 증류수 45 mL를 균질화한 후 Dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 glucose(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 농도별로 반응시켜 작성하였다.

6. 색도

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) 및 ΔE 값(색차지수)을 측정하였다. Standard color value는 L값 120.98, a값 0.013, b값 -0.83, ΔE 값 0.00인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

7. 기계적 조직감

초콜릿의 조직감 특성을 알아보기 위하여 Texture analyser(TA/XT2, Stable Micro System Ltd., England)를 사용하여 probe(ϕ 3 mm, cylinder type)를 연속 2회 압착하였을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 경도(Hardness)를 측정하였다. 초콜릿은 3×3×1.5(cm)의 동일한 크기로 잘라 사용하였으며 기기의 측정조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Condition of texture analyser

Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	0.5 mm/s
Post-test speed	3.0 mm/s
Distance	5.0 mm/s
Load cell	25 kg
Temperature	25
Type	Auto
Force	5 g
Probe	p/5

8. 총 Phenol 함량 측정

페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 방법으로 Folin-Denis법(Singleton VL와 Rossi JA 1965)에 의해 측정하였다. 시료 1.5 g에 methanol 50 mL을 넣은 후 12시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 4℃에서 10분간 원심분리 하여 얻어진 상정액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg당 1 mL methanol을 첨가하여 200 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 증류수 2.5 mL에 0.2 mg/mL로 희석한 시료 0.33 mL, Foline-Denis 0.16 mL, Na₂CO₃ 포화용액을 넣고 30분간 반응시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀성물질 함량의 표준곡선은 tannic acid(Yakuri Pure Chemicals Co., LTD, Kyoto Japan)를 사용하였다.

9. 총 flavonoids 함량 분석

총 flavonoid 함량은 Davis법을 수정한 방법(Chae SK 등 2002)에 의해 측정하였다. 시료 1.0 g에 75% Ethanol 50 mL을 넣은 후 18시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 4℃에서 10분간 원심분리 하여 얻어진 상정액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 100 mg 당 1 mL 75% Ethanol을 첨가하여 100 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 시료 400 μ L에 90% Diethylene glycol 4 mL와 1 N NaOH 40 μ L를 넣어 잘 교반한 후 37℃에서 1시간 반응한 후 실온으로 냉각하여 원심분리한 뒤 상정액을 취하여 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총

플라보노이드 함량의 표준곡선은 naringin(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 사용하였다.

10. DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) 라디칼 소거능

시료 1.5 g에 methanol 50 mL을 넣은 후 12시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 4°C에서 10분간 원심분리 하여 얻어진 상정액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg 당 1 mL methanol을 첨가하여 200 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 농도별로 희석한 시료용액 50 μ L에 1.5×10^{-4} mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)용액 150 μ L를 가한 후 30 분 후에 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였으며 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50 %가 되는 농도인 IC₅₀값을 구하였다.

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

11. Hydroxyl radical 소거능

시료 3 g에 methanol 50 mL을 넣은 후 15시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 4°C에서 10분간 원심 분리하여 얻어진 상정액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 200 mg 당 1 mL PBS buffer를 첨가하여 200 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 농도별로 희석한 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 mL을 넣어 잘 교반한 후 37°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 후 2% TCA 용액과 1% TBA 용액을 잘 섞은 후 100°C에서 20분간 반응한 후 실온으로 냉각하여 원심분리한 뒤 상정액을 취하여 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)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 IC₅₀을 구하였다.

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

12. 관능검사

오디박 분말 첨가 초콜릿에 대한 관능검사는 기호도와 강도 특성 두 가지로 나누어 평가하였다. 기호도 검사는 평가 항목으로 오디색, 오디향, 맛, 조직감, 전체적인 기호도에 대하여 7점 척도(1점 매우 싫다, 7점 매우 좋다)를 사용하여 충남대학교 식품영양학과 학생 35명을 대상으로 관능평가를 실시하였고, 강도특성은 오디색, 오디향, 단맛, 오디맛, 조직감,

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.

13. 통계처리

모든 실험은 3회 반복 측정하여, 평균값으로 나타내었으며, SPSS(Statistical Package for Social Sciences, 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 검증하였다(p<0.05).

III. 결과 및 고찰

1. 수분함량

오디박 분말을 첨가한 초콜릿의 수분함량 값을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 수분함량은 오디박 분말 첨가군 0, 0.5, 1.5와 2.5%에서 각각 3.70, 3.54, 3.05, 2.90%를 나타내어, 오디박 분말 초콜릿에 첨가된 오디박 분말의 함량이 높아질수록 수분함량이 감소하는 것으로 나타내었다. Lee JY 등(2003)에서 밀크 초콜릿의 경우에는 홍맥 파우더의 첨가 수준에 따른 수분함량의 변화가 거의 없었으나, 화이트 초콜릿의 경우에는 홍맥 파우더의 2%, 4% 및 6% 첨가에 따라 수분 함량이 1.90%, 1.60% 및 1.20%로 뚜렷한 감소를 보였다고 보고되었다. 이는 오디박 분말에 있는 수분이 오디박 분말 초콜릿의 수분함량에 영향을 미친 것으로 사료된다.

2. pH 및 산도

오디박 분말을 첨가한 초콜릿의 pH 및 산도 값을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 오디박 분말 첨가군 0%, 0.5%, 1.5%, 2.5%에서 pH는 각각 7.0, 6.84, 6.77, 6.71, 산도는 각각 0.018, 0.038, 0.055, 0.094%를 나타내었는데, 오디박 분말의 첨가량이 증가할수록 pH는 감소하고 산도는 증가함을 나타내었다(p<0.05). Lee JA와 Choi(2011)에서 오디 농축액을 첨가한 머핀 반죽의 pH는 대조군이 7.46으로 가장 높은 값을 나타냈고, 25% 첨가군이 6.06으로 가장 낮은 값을 나타내어 오디 농축액의 첨가량이 증가 할수록 pH 값이 유의적으로 감소하였는데 이는 본 연구와 일치하는 결과를 나타냈다.

3. 당도 및 환원당

오디박 분말을 첨가한 초콜릿의 당도 및 환원당 값을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 초콜릿의 당도는 50.0-51.3° Brix로 유의적인 차이가 없었다. 오디박 분말 첨가군 0%, 0.5%,

Table 3. The moisture content, pH and acidity of chocolate added with mulberry pomace powder

	control	0.5%	1.5%	2.5%	F-value
Moisture (%)	3.70±0.35 ^{ns}	3.54±0.54	3.05±0.17	2.90±0.73	1.80
pH	7.0±0.02 ^b	6.84±0.12 ^a	6.77±0.02 ^a	6.71±0.61 ^a	9.57 ^{**}
Acidity (%)	0.0183±0.0002 ^a	0.0386±0.0001 ^b	0.055±0.0001 ^c	0.094±0.0001 ^d	121652.0 ^{***}

All values are mean±SD

^{ns}: not significant at p<0.05.

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

^{**}p<0.01, ^{***}p<0.001

1.5%, 2.5%에서 당도는 각각 50, 51.0, 51.3, 51.3° Brix, 환원당 함량은 대조군은 1.63%이었고 오디박 분말 첨가 0.5%군은 2.15%, 1.5% 첨가군은 2.24%, 2.5% 첨가군은 2.25%를 나타내어 오디박 분말 첨가량이 증가할수록 환원당 함량도 증가하였으나 첨가량 간에는 유의적인 차이는 없었다. 오디박 분말의 함량이 증가할수록 당도와 환원당이 증가하였는데 오디가 함유하고 있는 주요 유리당인 glucose와 fructose로 인해(Lee HW 등 1998) 증가하는 것으로 사료된다.

Table 4. Sweetness and reducing sugar of chocolate added with mulberry pomace powder

	control	0.5%	1.5%	2.5%	F-value
Sweetness (Brix)	50±0.00 ^{ns}	51.0±0.10	51.3±0.06	51.3±0.15	1.30
Reducing sugar(%)	1.63±0.29 ^a	2.15±0.04 ^b	2.24±0.02 ^b	2.25±0.05 ^b	279.7 ^{***}

All values are mean±SD

^{ns}: not significant at p<0.05.

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

^{***}p<0.001

4. 색도

오디박 분말을 첨가한 초콜릿의 색도는 Table 5와 같다. 명도를 나타내는 L값은 대조군이 37.48이었으며, 오디박 분말

Table 5. Hunter color values of chocolate added with mulberry pomace powder

	L	a	b
control	37.48±0.16 ^a	4.41±0.19 ^a	4.38±0.06 ^d
0.5%	26.15±0.54 ^b	4.71±0.39 ^a	3.03±0.05 ^c
1.5%	23.47±0.08 ^c	5.49±0.03 ^b	2.21±0.05 ^b
2.5%	20.65±0.07 ^d	5.93±0.32 ^c	1.45±0.02 ^a
F-value	11854.2 ^{***}	28.86 ^{***}	2518.7 ^{***}

All values are mean±SD

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

^{***}p<0.001

의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 것으로 (p<0.05) 나타났다. 적색도를 나타내는 a값은 대조군이 4.41이었고, 오디박 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 이는 오디박 분말의 첨가량이 증가할수록 오디박의 붉은 색을 나타내는 안토시아닌 색소가 증가하여 적색도가 점점 증가하는 것으로 사료된다. 황색도인 b값은 대조군이 4.38이었고, 오디박 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다(p<0.05).

5. 기계적 조직감

오디박 분말을 첨가한 초콜릿의 경도를 측정한 결과는 Table 6과 같다. 대조군은 553.0 g이었고, 오디박 분말 0.5% 첨가군은 662.5 g, 오디박 분말 1.5% 첨가군은 737.5 g, 2.5% 첨가군은 843.8 g으로 오디박 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 복분자 초콜릿의 경도는 복분자 분말 첨가량이 높을수록 경도가 증가하여(Yu OK 등 2007) 본 결과와 유사하였다.

Table 6. Hardness of chocolate added with mulberry pomace powder

	control	0.5%	1.5%	2.5%	F-value
Hardness(g)	553.0±20.1 ^a	662.5±19.3 ^b	737.5±9.7 ^c	843.8±29.9 ^d	170.5 ^{***}

All values are mean±SD

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

^{***}p<0.001

6. 총 Phenol 함량

오디박 분말을 첨가한 초콜릿의 총 phenol 함량을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 대조군의 총 phenol 함량은 0.22 mg/mL이었으며, 오디박 분말 0.5% 첨가군은 0.27 mg/mL, 오디박 분말 1.5% 첨가군은 0.31 mg/mL, 오디박 분말 2.5% 첨가군은 0.32 mg/mL로, 오디박 분말 함량이 증가할수록 총 phenol 함량이 증가하였다. Park NY(2009)은 흑마늘 첨가 초콜릿의 경우에 흑마늘 초콜릿의 총 페놀 함량은 흑마늘 함량을 3%, 5% 및 7% 증가시 대조군에 비해 페놀 함량이 높아졌으며, 고추장파우더 초콜릿의 총 페놀함량 역시 고추장파우더 함량이 증가할수록 증가하여(Baek SI 2009), 본 연구의 실험 결과와 유사하였다.

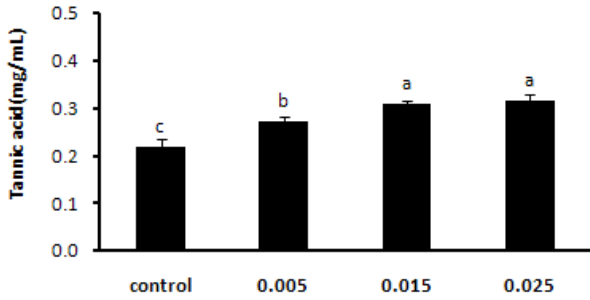


Fig. 2. Total phenol content of chocolate added with mulberry pomace powder.

All values are mean±SD
^{a-d} : Different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

7. 총 플라보노이드 함량

오디박 분말을 첨가한 초콜릿의 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 오디박 분말 첨가군 0%, 0.5%, 1.5%, 2.5%에서 플라보노이드 함량은 각각 0.151, 0.154, 0.159, 0.161 mg/mL으로 오디박 분말의 함량이 증가할수록 총 플라보노이드 함량이 증가하였다. 페원두박의 첨가 커피 초콜릿의 총 플라보노이드 함량은 페원두박을 첨가하지 않은 초콜릿보다 페원두박 첨가량이 증가함에 따라 총 플라보노이드 함량이 증가하는 것으로 나타나(Yoo KM 등 2011), 본 연구의 실험 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

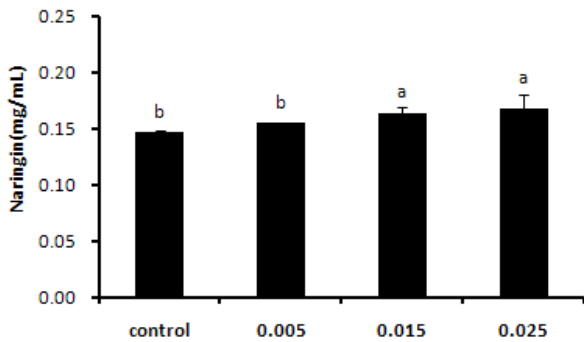


Fig. 3. The total flavonoid contents of chocolate added with mulberry pomace powder.

All values are mean±SD
^{a-d} : Different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

8. DPPH radical 소거능

오디박 분말을 첨가한 초콜릿의 DPPH radical 소거능을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. DPPH radical 소거능의 IC50(DPPH radical을 50% 소거시키는데 필요한 농도)값은 대조군의 경우 21.684 mg/mL이었고, 오디박 분말 0.5% 첨가군

은 21.151 mg/mL, 1.5% 첨가군은 19.298 mg/mL, 2.5% 첨가군은 17.720 mg/mL으로 오디박 분말 첨가량이 증가할수록 DPPH radical 소거능이 높게 나타났다. 이는 오디박 분말 첨가 초콜릿의 총 페놀 함량(Fig. 2)과 총 플라보노이드 함량(Fig. 3)이 대조군에 비하여 높게 나온 결과와 일치하였다. 유자 초콜릿의 라디칼 소거능은 유자를 첨가하여 초콜릿을 제조했을 때 초콜릿 자체의 라디칼 소거능보다 높은 활성도를 보였다는 보고(Yoo LH 등 2008)와 생맥산 초콜릿에서도 생맥산 첨가가 라디칼 소거능을 높인다는 결과(Jung KP 등 2006)와 같이 초콜릿 자체만 섭취하는 것보다 오디박 분말을 첨가한 초콜릿을 섭취할 때 더 많은 항산화 효과를 기대할 수 있을 것이라고 사료된다.

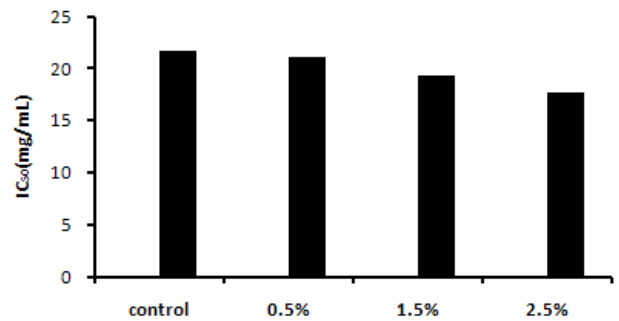


Fig. 4. DPPH radical scavenging activity of chocolate added with mulberry pomace powder.

9. Hydroxyl radical 소거능

오디박 분말을 첨가한 초콜릿의 hydroxyl radical 소거능을 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. hydroxyl radical 소거능의 IC50 값은 대조군의 경우 35.27 mg/mL이었고, 오디박 분말 0.5% 첨가군은 27.94 mg/mL, 1.5% 첨가군 21.45 mg/mL, 2.5% 첨가군은 20.19 mg/mL으로 오디박 분말의 첨가량이 증가할수록 hydroxyl radical 소거능이 높게 나타났다. 이는 오디박 분말 첨가 초콜릿의 총 페놀 함량(Fig. 2)과 총 플라보노이드 함량(Fig. 3)이 대조군에 비하여 높게 나온 결과와 일치하였다.

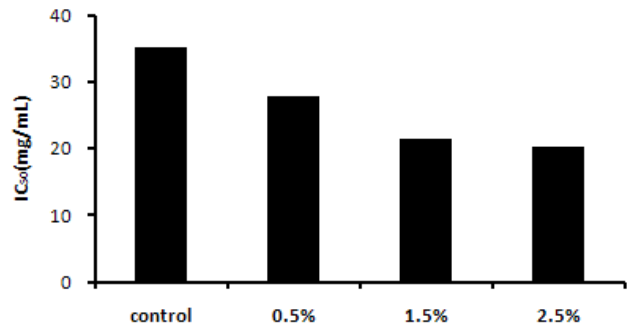


Fig. 5. Hydroxyl radical scavenging activity of chocolate added with mulberry pomace powder.

Table 7. Sensory intensity results of chocolate added with mulberry pomace powder

	control	0.5%	1.5%	2.5%	F-value
Mulberry color	3.8±1.3 ^a	5.3±0.9 ^b	5.8±0.7 ^b	6.3±0.9 ^c	1.83
Mulberry flavor	1.5±1.2 ^a	4.3±1.2 ^b	4.8±1.0 ^b	4.8±0.9 ^b	0.79
Sweetness	5.1±1.1 ^{ns}	4.9±1.0	5.1±0.7	5.5±1.0	41.63 ^{***}
Mulberry taste	1.5±1.6 ^a	4.7±1.1 ^b	5.3±1.0 ^c	6.0±0.8 ^d	6.44 ^{***}
Hardness	4.6±1.3 ^a	4.8±0.7 ^a	5.5±0.7 ^b	5.8±0.9 ^b	2.615
Chewiness	3.8±1.4 ^a	4.7±1.2 ^b	5.5±0.7 ^{bc}	5.9±1.2 ^c	14.03 ^{***}

All values are mean±SD (1=very weak, 7= very strong)

^{ns}: not significant at p(0.05).

^{a-d}: Different superscripts within a same row are significantly different by Duncan's multiple range test at p(0.05).

^{***} p(0.001)

Table 8. Sensory preference results of chocolate added with mulberry pomace powder

	control	5%	1.5%	2.5%	F-value
Mulberry color	4.6±1.2 ^a	5.2± 1.2 ^{cd}	5.7± 1.7 ^b	5.2± 1.6 ^{ab}	18.68 ^{***}
Mulberry flavor	1.5 ±1.6 ^a	4.7± 1.6 ^b	5.0± 0.8 ^b	5.0± 1.3 ^b	5.53 [*]
Taste	4.5±0.9 ^a	5.2± 0.9 ^b	5.9± 1.0 ^b	5.7± 1.1 ^b	39.06 ^{***}
Texture	4.8±1.1 ^a	5.3± 0.8 ^{ab}	5.7± 1.0 ^b	5.8± 1.3 ^b	9.51 ^{***}
Overall preference	4.4±0.8 ^a	5.2± 0.8 ^a	6.0± 0.9 ^b	4.9± 1.6 ^a	5.81 ^{**}

All values are Mean±SD (1=very dislike, 7= very like)

^{ns}: not significant at p(0.05).

^{a-d}: Different superscripts within a same row are significantly different by Duncan's multiple range test at p(0.05).

^{*}p(0.05), ^{**}p(0.01), ^{***}p(0.001)

10. 관능 특성

1) 강도특성

오디박 분말을 첨가한 초콜릿의 오디색, 오디향, 단맛, 오디맛, 경도, 씹힘성의 관능적 특성에 대한 강도 검사한 결과는 Table 7 과 같다. 색은 대조군이 3.8점 받았고, 오디박 분말 0.5% 첨가군은 5.3점, 1.5% 첨가군은 5.8점, 2.5% 첨가군은 6.3점을 받아, 오디박 분말 첨가량이 증가할수록 점수가 높아졌다(p<0.05). 오디향은 오디박 분말 첨가군이 대조군에 비하여 유의적으로 높았으나 첨가량 간에는 유의적인 차이는 없었다. 단맛은 5.1-5.5점으로 대조군과 오디박 분말 첨가군 간에 유의적인 차이가 없었다. 오디맛은 오디박 분말 첨가량에 따라 증가하였다. 경도는 대조군과 오디박 분말 0.5% 첨가군이 유사하였으나, 오디박 분말 1.5% 및 2.5% 첨가군에 비하여 낮은 점수를 받았다. 씹힘성은 대조군은 3.8점이었으며, 오디박 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. 이는 오디박에 씨, 식이섬유가 풍부하기 때문으로 생각된다.

2) 기호도

오디박 분말을 첨가한 초콜릿의 기호도를 측정된 결과는 Table 8 과 같다. 기호도 특성에서 색은 오디박 분말 첨가군 중에서 1.5% 첨가군이 5.7점으로 가장 높았고, 오디향은 1.5%

첨가군이 5.0점, 2.5% 첨가군이 5.0점으로 점수가 높았으며, 맛은 1.5% 첨가군이 5.9점으로 높았고, 조직감은 2.5% 첨가군이 5.8점으로 가장 높았다. 전체적인 기호도는 오디박 분말 1.5% 첨가군이 6.0점으로 가장 점수가 높은 점수를 받았다.

IV. 결론

본 연구에서는 오디즙을 짠 후 버려지는 오디박을 가공식품에 활용하기 위하여, 소비자들이 간편하게 섭취할 수 있는 기호식품인 초콜릿에 첨가하여 개발한 오디박 분말초콜릿의 이화학적, 관능적 품질 특성 및 항산화적 특성을 측정하였다. 오디박 분말(0, 0.5%, 1.5%, 2.5%)을 첨가한 가나슈를 다크 초콜릿 사이에 샌드 형태로 제조하였다. 수분과 당도는 대조군과 오디박 분말 첨가군 간에 유의적인 차이가 없었으나, 환원당 함량은 오디박 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하였다. pH와 산도는 오디박 분말의 첨가량이 증가할수록 pH는 감소하였고 산도는 증가하였다. 색도는 오디박 분말의 첨가량이 증가할수록 L, b값은 감소하고 a값은 증가하였다. 기계적 조직감은 오디박 분말의 함량이 높을수록 경도가 증가하였다. 총 페놀과 플라보노이드 함량은 오디박 분말의 첨가량에 따라 증가하였고, 항산화능(DPPH radical 소거능과 Hydroxyl radical 소거능)은 오디박 분말의 첨가량이 증가할수록 높아졌

다. 관능검사 결과 오디색은 오디박 분말 2.5% 첨가군이 가장 점수가 높았고, 오디향은 오디박 분말 1.5% 첨가군과 2.5%군이 유사하였으며, 오디맛은 오디박 분말 2.5% 첨가군이 높은 점수를 나타냈다. 경도와 씹힘성은 오디박 분말 1.5% 첨가군이 가장 점수가 높았다. 기호도는 오디박 분말 1.5% 첨가군이 오디색, 오디향, 오디맛, 전체적 기호도에서 가장 점수가 높았으며, 조직감에서는 오디박 분말 2.5% 첨가군이 높았다. 이상의 결과로부터, 오디박 분말 2.5% 첨가군이 항산화성이 좋았지만 오디박 분말 1.5% 첨가군의 기호도가 가장 높았으므로 초콜릿을 만들 때 전체 중량의 1.5% 수준으로 오디박 분말을 첨가하면 기능성 식품 개발 가능성이 높을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 농축산신문. 2002. 한국식품연감. pp 296-315
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.
- Baek SI. 2009. Development of chocolate using jang(Korean traditional fermented soybean products). MS thesis. Graduate School of Education, Chungnam National University, Daejeon, Korea, p 36
- Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. J Korean Food Sci Nutr 28(6): 1310-1315
- Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. Standard Food Analysis. Jigumoonwhasa, Seoul, pp 381-382
- Go KC. 1995. Studies on productivity and utilization of mulberry fruits for change into new fruit tree crop, Studies on quality and quantity improvement and utilization of mulberry fruit(I). Rural Development Administration, p 18
- Havesteen B. 1983. Flavonoids, a class of natural products of high pharmacological potency. Biochem Pharmacol 32(7): 1141-1145
- Hong V, Wrolstad RE. 1990. Use of HPLC separation photodiode array detection for characterization of anthocyanin. J Agric Food Chem 38(3): 708-715
- Jung IC, kim WJ, Park SH. 2006. Study of oriental prescription for medical foods applications(II)-Quality and sensory characteristics of chocolate added with Saengmaeg-san. Korean J Oriental Physiol Pathol 20(3): 629-633
- Kang MY, Jeong YH, Eun JB. 1999. Physical and chemical characteristics of flesh and pomace of Japanese Apricots (*Prunus mume* Sieb.et Zucc). Korean J Food Sci Technol 31(6): 1434-1439
- 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
- Kee HJ, Park YK. 2000. Preparation and quality properties of extruded snack using onion pomace and onion. Korean J Food Sci Technol 32(3): 578-583
- Kim HB, Kim SY, Ryu KS, Lee WC, Moon JY. 2001. Effect of methanol extract from mulberry fruit on the lipid metabolism and liver function in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. Korean J Seri Sci 43(2): 104-108
- Kim HJ, Cha JY, Choi ML, Cho YS. 2000. Antioxidative activities by water-soluble extracts of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata*. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol 43(2): 148-152
- Kim SY, Park KJ, Lee WC. 1998. Anti inflammatory and antioxidative effects of *Morus* spp. fruit extract. Korean J Medicinal Crop Sci 6(3): 204-209
- Kim SY, Park KJ, Lee WC. 1998. Anti inflammatory and antioxidative effects of *Morus* spp. fruit extract. Korean J Seri Sci 38(2): 100-107
- Kim TY, Kwon TB. 1996. A study on the antidiabetic effect of mulberry fruits. Korean J Food Sci Tehchnol 40(1): 63-69
- Kwon EH, Jang HS, Kim SW, Choi SW, Rhee SJ, Cho SH. 2007. Effects of mulberry juice and cake powders on blood glucose and lipid lowering and erythrocytic antioxidative enzyme activities in streptozotocin-induced diabetic rats. Korean J Nutr 40(3): 199-210.
- Kwon YJ, Rhee SJ, Chu JW, Choi SW. 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 HW, Shin DH, Lee WC. 1998. Morphological and chemical characteristics of Mulberry(*Morus*) fruit with varieties. Korean J Seric Sci 40(1): 1-7.
- Lee JY, Seo JS, Bang BH, Jeong EJ, Kim KP. 2003. Preparation of chocolate added with *Monascus* barley koji powder and quality characteristics. Korean J Food Nutr 16(2): 116-122
- Moon SW, Park MS, Ahn JB, Ji GE. 2003. Quality characteristics of chocolate blended with bifido bacterium-fermented isoflavone powder. Korean J Food Sci Technol 35(6): 1162-1168
- Park Noh-Yoon. 2009. Development of dark chocolate with black garlic. MS thesis, Graduate School of Education, The Chungnam National University of Korea, p 28
- Rein D, Paglieroni TG, Wun T, Pearson DA, Schmits HH, Gosselin

- R, Keen C. 2000. Cocoa inhibits platelet activation and function. *Am J Clin Nutr* 72(1): 30-35
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16: 144-158
- Vlachopoulos C, Alexopoulos N, Stefanadis C. 2006. Effect of dark chocolate on arterial function in healthy individuals: cocoa instead of ambrosia? *Curr Hypertens Rep* 8(3): 205-211
- Yang YT, Kim MS, Hyun KH, Kim YC, Koh JS. 2008. Chemical constituents and flavonoid in citrus pressed cake. *Korean J Food Presev* 15(1): 94-98
- Yoo KM, Lee CH, Hwang IK. 2008. Preparation of chocolate added with yuza(Citrus junos seib ex TANAKA) and its antioxidant characteristics. *Korean J Food Cookery Sci* 24(2): 222-227
- Yoo KM, Song MR, Jung JE .2011. Preparation and sensory characteristics of chocolate with added coffee waste. *Korean J Food Nutr* 24(1): 111-116
- Yoo KM, Lee KW, Moon BK, Hwang IK. 2005. Antioxidant characteristics and preparation of chocolate added with Sochungryong-tang(oriental medicinal plants extract). *Korean J Food Cookery Sci* 21(5): 585-590
- Yu OK, kim MA, Rho JO, Sohn HS, Cha YS. 2007. Quality characteristics and optimization recipes of chocolate added with bokbunja(Rubus coreanus Miquel). *J Korean Food Sci Nutr* 36(9): 1193-1197
- Zhang XH, Choi SK, Seo JS. 2010. Effect of dietary grape pomace on lipid metabolism and hepatic morphology in rats fed a high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(11): 1595-1603