

냉동 동결 건조 머큐베리 분말 첨가 파운드케이크의 항산화 활성과 품질 특성

*이 혜 정

가천대학교 식품영양학과

Antioxidant Activity and Properties Characteristics of Pound Cakes Prepare using Freeze Dried Maquiberry (*Aristotelia chilensis* [Mol.]) Powder

*Hye Jeong Lee

Dept. of Food & Nutrition, Gachon University, Incheon 406-110, Korea

Abstract

A study was undertaken to examine the effect of adding freeze dried maquiberry powder on the quality of pound cakes. Freeze dried maquiberry was added to the flour at a ratio of 0.5, 1, 1.5 and 2.5%. The antioxidant activity was estimated by DPPH free radical scavenging activity, the total phenolic compounds content, and flavonoid content in freeze dried maquiberry powder of pounds cakes. Antioxidative activity was highly correlated with the total phenolic and total flavonoids contents of freeze dried maquiberry powder of pound cakes ($r=0.9126$, $p<0.001$, $r=0.8366$, $p<0.001$, respectively). The quality characteristics of freeze dried maquiberry powder of poundcakes were estimated. The specific volume decreased significantly with increased substitution level of freeze dried maquiberry powder ($p<0.01$). The lightness significantly decreased with increased freeze-dried maquiberry powder of pound cake crust and crumb ($p<0.01$, $p<0.01$). The hardness and adhesiveness increased, while gumminess tended to reduce with increased maquiberry powder. The consumer acceptability score of 0.5~2.5% freeze dried maquiberry powder of pound cakes ranked significantly ($p<0.01$) higher than those of the other groups in overall preference. These results showed that freeze dried maquiberry powder is a good ingredient to increase consumer acceptability and health.

Key words: freeze dried maquiberry powder, pound cake, total phenol content, flavonoids content, quality characteristics

서 론

남미지역의 베리류인 Brazilian acai berry, bilberry, black raspberry, Chilean maquiberry 등이 혼합 또는 단독 음료, 와인 등으로 판매되고 있으며, 이들은 총 페놀산과 플라보노이드 함량이 높고, 또한 DPPH유리기 소거능등 ABTS, ORAC와 높은 상관도를 보였다고 한다(Sariburun 등 2010; Neto CC 2007a; Tanaka 등 2013; Rubilar 등 2011; Rojo 등 2012; Lila 등 2012; Chen 등 2014; Ortiz 등 2013).

베리류의 총 페놀산과 플라보노이드(안토시아닌, 플라보놀 그리고 플라바놀), 농축된 탄닌(프로안토시아닌)과 가수분해 가능한 탄닌인 갈로탄닌, 엘라기탄닌, 스틸베노이드 그리고 페놀산으로, 다시 페놀산은 오르소, 메타-쿠마르산, 3,4-methoxy cinnamic acid, 시린산 등으로 항산화, DNA 복제 억제, 항균작용 등의 생리활성이 보고되었다(Giromes-Vilaplana 등 2012; Cespedes 등 2008; Neto CC 2007b).

안데스 지역의 130여 종 과일들의 ORAC 분석에서 가장 높은 그룹은 10,000~25,000 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g fresh weight}$ 로 호

* Corresponding author: Hye Jeong Lee, Dept. of Food & Nutrition, Gachon University, Incheon 406-110, Korea. Tel: +82-32-820-4232, Fax: +82-32-813-3570, E-mail: hjlee@gachon.ac.kr

두, 머큐베리라고 하였고(Speisky 등 2012), FRAP 분석에서도 머큐베리는 12.21 mmol Fe/100 g, 오이는 0.02 mmol Fe/100 g, 딸기 3.10 mmol Fe/100 g, 야생 블랙베리 3.55 mmol Fe/100 g, 레몬 0.25 mmol Fe/100 g으로 항산화 활성이 높다 하였다 (Araya 등 2006).

머큐베리(*Aristotelia chilensis*(Molina) Stuntz)는 남미 원산지의 사철 푸른 관목으로 높이는 3~5 m이고, 블루베리와 유사한 자색이나 검정색의 직경 6 mm 정도의 열매를 맺는 과일로, 총 페놀 함량은 211.9±0.6 mg/100 g dry weight, 안토시아닌은 메탄올 추출에서 137.6±0.4 mg/100 g fresh weight 이고, 극성유도체들과 함량은 Delphinidin-3-sambubopsode-5-glucose와 Delphinidin-3,5-diglucoside>cyanidin-3-glucoside>cyanidin-3-sambubioside의 순이었다(Rubilar 등 2011; Rojo 등 2012).

이중 delphinidin 유도체는 Fredes 등(2014)과 Tanaka 등(2013)도 머큐베리에서 분리하여 함량이 높은 극성 유도체로 예측되며(Rubilar 등 2011; Rojo 등 2012), 이들은 DPPH와 superoxide 유리기 제거능이 높다 하였다(Giromes-Vilaplana 등 2012; Escribano-Bailon 등 2006; Schlesier 등 2002).

머큐베리 잎과 과육의 추출물에서 분리된 폴리페놀 화합물은 *in vitro*에서 *L*-amylase와 *L*-glucosidase 억제(Rubilar 등 2011), *in vivo*에서 용량 의존적으로 기아 혈당 수준 감소, 간 세포에서 포도당 생성 감소, 근육에서 포도당 흡수 증가 등 항당뇨 효과가 보고되었다(Rojo 등 2012).

Rubilar 등(2011)은 머큐베리 과육 추출물의 *in vitro*에서 항혈액 응고 효과, Suwalsky 등(2008)도 잎 추출물은 적혈구 세포막에서 유리기 확산 방해, 폴리페놀 화합물 유도체들의 iNOS 발현, PGE2의 생성, COX-2 발현 억제, 머큐베리의 메탄올 농축액은 *in vivo*에서 허혈성 심장병에서 심장 지질 산화 감소 등 항염증 및 항산화능에 의한 심장병 예방 잠재력을 보고하였다(Cespedes 등 2010).

Schreckinger 등(2010)은 H₂O₂의 방출은 에너지를 보존하고, 산화적 신호들 즉 유리기들은 지방 축적을 촉진하나, 항산화물질이 풍부한 과일들과 지방 감소 능력을 실험한 결과에서 항산화능은 세포 분열 과정 억제와 높은 상관도를 보였으나, 일관적이지 않은 실험 결과로 부정적으로 보고하였다.

Suzuki & Hara(2011)은 루틴과 플라보노이드 등이 장운동 촉진 단백질을 합성하고, 일상생활에서 많이 마시고 항산화 능이 우수한 것으로 인지된 레몬에 베리류를 혼합, 음용 후 분석한 결과, 항산화 능력은 물론 인지 기능의 개선 잠재력도 유추할 수 있음을 보고하였으며(Giromes-Vilaplana 등 2012), Seeram 등(2008)은 베리류 페놀 화합물들의 추출에 대한 연구가 더 이루어져, 사람의 순환계에서 생체 이용률이 낮

다는 인식을 바꾸고, 더욱 많은 기전을 밝히는 *in vivo* 연구 필요성을 주장하였다.

베리류에 관한 관심으로 블루베리를 활용한 쌀 파운드케이크, 머핀, 무스 케이크, 롤케이크 등의 베이커리류와 음료수 등에 활용도가 고조되고 있고, 실제 수입도 블루베리가 2011년에 7,358 M/T, 2012년에 7,055 M/T, 2013년에 7,352 M/T으로 2010년에 54 ton에 비해 수입량이 급신장하고 있는 것을 볼 때, 블루베리와 맛과 모양, 색등은 비슷하면서 항산화능은 우수하다고 알려진 머큐베리의 식품 가공 원료 개발을 위한 연구가 필요할 것으로 보인다(Ji & Yoo 2010; Hwang & Ko 2010; Lee & Lee 2013).

이상과 같이 연구들에서 항산화능이 높을 것으로 유추되는 머큐베리 분말을 유지와 설탕 등을 밀가루 대비 70~80% 혼합하여 제조하므로 비만 등 생활 습관병의 원인이 될 수 있는 케이크에 응용하여 건강 지향적인 베이커리 제품 개발에 기초자료로 활용하고자 품질 특성을 보고한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

칠레산 동결 건조 머큐베리 분말을 (주)더블유에서 제공받아, 100 mesh로 하여 케이크 원료로 사용하였고, 파운드케이크를 제조하기 위해 박력분((주)CJ, Incheon, Korea), 백설탕((주)CJ, Incheon, Korea), 무염 큐원 골드 쇼트닝(삼양사, Incheon, Korea), 소금(해표, Seoul, Korea), 베이킹파우더(초야식품, Seoul, Korea) 계란(Incheon, Korea)은 시중에서 구입하였다.

2. 파운드케이크의 제조

파운드케이크의 머큐베리 분말 첨가량은 예비실험 결과를 토대로 밀가루 대비 동결건조 머큐베리 분말을 0.5~2.5% 넣어 재료 배합비는 Table 1과 같이, 반죽기(NVM-14, Daeyung, Seoul, Korea)에 설탕, 소금과 버터를 섞어 1단계에서 서서히 풀어주고, 2단계에서 믹싱하면서 계란을 3~4회에 걸쳐 투입하고, 분리되지 않도록 믹싱을 조절하였다. 다음 바닐라 향과 베이킹파우더, 박력분 밀가루, 머큐베리 분말을 혼합하여 seive로 체질한 후 앞에 믹싱한 반죽에 혼합한다. 그리고 비중이 0.7~0.8이 되도록 반죽을 물로 조절한 후, 팬닝하여 180°C에서 40~50분간 구웠다. 완성된 케이크는 실온에서 2시간 방냉한 후 기계적 검사 및 관능검사를 실시하였다.

3. 파운드케이크의 항산화 활성

1) 항산화 활성

Table 1. Ingredients of pound cake prepare with freeze dried maquiberry powder

Ingredients	Pound cakes samples prepared with freeze dried maquiberry powder				
	S-0 ¹⁾	S-1	S-2	S-3	S-4
Wheat flour	100	99.5	99	98.5	97.5
Maquiberry powder	0	0.5	1	1.5	2.5
Shortening	80	80	80	80	80
Sugar	70	70	70	70	70
Whole egg	100	100	100	100	100
Salt	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Vanilla	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Baking powder	1	1	1	1	1
Water	0	13	26	39	45

¹⁾ S-01: control; 0% freeze dried maquiberry powder added, S-1: freeze dried maquiberry powder 0.5% added, S-2: freeze dried maquiberry powder 1% added, S-3: freeze dried maquiberry powder 1.5% added, S-4: freeze dried maquiberry powder 2.5% added

머큐베리 분말을 첨가하여 제조한 파운드케이크의 DPPH 라디칼 소거능은 대조군과 머큐베리 분말 첨가군들 간에 상대적인 비교를 하였다. 머큐베리 분말 파운드케이크의 추출은 각각의 시료 10 g에 에탄올 90 mL를 가하여 20°C, 24시간 100 rpm으로 Shaking Incubator(BF-50SIR, Biofree, Korea)에서 추출한 후 여과하여 시료액으로 사용하였다. DPPH 라디칼 소거능은 Lee & Kim(2009)의 방법에 따라 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거활성을 측정, 비교 분석하였다. 즉, 시료액 4 mL에 0.15 mM DPPH 용액(1.5×10^{-4}) 1 mL를 가하여 교반한 다음 암소에서 30분간 방치 후 517 nm(Libra S22, Biochrom, Cambridge, England)에서 흡광도를 측정하였다. 시료액 대신에 메탄올을 가한 대조군의 흡광도를 함께 측정하여 DPPH free radical 소거 활성을 백분율로 나타내었고, 3회 반복하여 평균값과 표준 편차로 나타내었다.

2) 총 페놀 화합물 함량 측정

총 페놀 화합물 함량은 Choi HY(2009)의 실험에 준하여 측정하였으며, 파운드케이크 각각의 시료 10 g에 에탄올을 90 mL 가하여 20°C, 24시간 동안 100 rpm으로 Shaking Incubator (BF-50SIR, Biofree, Korea)에서 추출한 후 여과하여 시료액으로 사용하였다. 시료액 150 µL에 2,400 µL의 증류수와 2 N Folin-Ciocalteu reagent 150 µL를 가한 후 3 분간 방치하고, 1 N sodium carbonate(Na_2CO_3) 300 µL를 가하여 암소에서 2시간 반응시킨 후 725 nm(Libra S22, Biochrom, Cambridge, England)에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma Chemical Co.)로 검량선을 작성한 후 총 페놀 화합물 함량은 시료 g 중의 mg gallic acid(mg GAE/g)로 나타내었다. 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차와 유의성 검증을 하여 나타내었다.

3) 플라보노이드 함량 측정

플라보노이드 함량은 Lee & Kim(2009)의 방법을 변형하여 다음과 같이 측정하였다. 파운드케이크 시료들을 1 mg/mL 농도로 메탄올에 용해시킨 시료액 10 µL와 1N-NaOH 10 µL diethyleneglycol 200 µL를 혼합하여 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 rutin을 이용하여 검량선을 작성하고, 시료 100 g 중의 mg rutin (mg rutin/100 g)으로 나타내었고, 실험은 3회 반복하여 평균 값과 표준 편차와 유의성 검증을 하여 나타내었다.

4. 파운드케이크의 품질 평가

1) 물리적 특성

쪼갬을 이용한 종자 치환법으로 부피(mL)를 측정하였고, 무게(g) 측정은 디지털 저울을 이용하였고, 비용적(specific volume)은 파운드케이크의 부피(mL)를 무게(g)로 나눈 값으로 하였다.

2) 수분

수분 측정은 적외선 수분 측정기(Precise XM60, Swiss)로 시료 1 g을 측정용 접시의 항량을 구한 후 정량하였으며, 각 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준 편차와 유의성 검증을 하여 나타내었다.

3) 색도

파운드케이크의 색도는 Spectrophotometer(Minolta 3500-d, Tokyo, Japan)을 사용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정 후 평균값으로 나타내었다. 이 때 표준 백판의 L, a, b 값은 각각 90.87, 0.79, 2.09이었다.

4) Texture

파운드케이크의 경도는 Texture Analyzer(TA-XT Express, Stable micro systems, Slurry England)로 3회 반복 측정하였다. 파운드케이크는 가로, 세로 2.5 cm, 높이 2.5 cm로 잘라서 직경 3 cm plunger를 이용하여 경도는 표면으로 10 mm 침투하여 부서지는 조직적 특성인 부서질 때 받는 최대의 힘을 TPA로 측정하였고, 측정 조건은 Pre-test는 3.00 mm/sec, Trigger force는 5.0 g, Test speed는 1.0 mm/sec, Post test speed는 15 mm/sec, Return speed는 5.0 mm/sec, Test distance는 15 mm, Plunger는 dia. 3 cm의 조건으로 3회 이상 측정하여 평균과 표준 편차와 유의성 검증을 하여 나타내었다.

5) 동결 건조 머큐베리 분말의 일반 성분

동결 건조 머큐베리 분말의 일반 성분 분석은 AOAC 법(2000)에 준하여 수분은 105°C 건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl 법으로, 조지방은 Soxhlet 방법을 이용한 용매 추출 법으로, 탄수화물 함량은 시료 100 g 중에서 수분, 단백질, 지질, 조섬유소, 회분 함량을 감한 값으로 환산하였다.

6) 관능검사

파운드케이크의 관능검사는 20명의 훈련된 검사 요원들을 대상으로 5점 척도법을 이용하여 실시하였다. 일정한 크기(가로 3 cm, 세로 3 cm, 높이 3 cm)의 파운드케이크를 흰색의 폴리에틸렌 1회용 접시에 담아 제공하였고, 한 개의 시료를 먹고 난 다음 물로 헹군 뒤 평가하도록 하였다. 관능검사 항목은 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 색(color), 직감(texture), 전반적인 기호도(overall preference)가 매우 좋다가 5점, 매우 나쁘다가 1점으로 하였다.

7) 통계처리

본 연구의 모든 결과는 통계분석용 프로그램인 SPSS(version 12)를 이용하여 평균과 표준 편차를 나타내었다. 각 실험군 간의 유의성 검증은 ANOVA로 $p < 0.05$, $p < 0.01$ 내로 분석하였으며, 사후 검증은 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 머큐베리의 일반 성분

머큐베리 분말의 일반 성분에서 수분 함량은 3.5%이고, 조

지방과 조단백이 9.8%, 8.1%로 분석되었다. 파운드케이크의 원료인 박력분은 수분이 13.2 %, 조지방은 0.8%, 조단백은 7.9%로 조지방과 조단백 함량이 머큐베리 분말이 밀가루보다 높은 것으로 분석되었다. 진공 동결 건조한 블루베리의 성분 분석에서도 조지방과 조단백이 $1.25 \pm 0.99\%$, $1.63 \pm 0.94\%$ 로, 열풍 건조 블루베리에서도 조단백이 $0.58 \pm 0.27\%$, 조지방이 $5.41 \pm 0.61\%$ 로 보고되어(Park 등 2014), 건조 방법에 따라 단백질 등의 함량이 상이하였다. 따라서 본 연구의 머큐베리 분말도 건조 이전의 신선한 것과 비교하여야 정확한 일반 성분 분석이 이루어질 수 있으나, 본 연구에 제시한 분말의 일반 성분 분석 결과는 원료의 성분 자료로서 제시한다.

2. 파운드케이크의 항산화 물질 함량

1) 파운드케이크의 총 페놀 화합물 함량

총 페놀 화합물 함량은 동결 건조 머큐베리 분말은 481.94 ± 7.25 mg GAE/100 g이고, 밀가루는 38.87 ± 1.65 mg GAE/100 g으로, 냉동 블루베리 분말의 125.83 ± 15.15 mg GAE/100 g보다 3.5배 높고, 밀가루에 비해서는 10배 이상이 높았다.

머큐베리 분말을 첨가한 파운드케이크의 총 페놀 함량 분석 결과는 Table 4와 같이, 대조군에 비해 머큐베리 분말을 0.5 g 첨가한 S-1은 278.08 mg GAE/100 g으로 대조군의 263.30 mg GAE/100 g에 비해 5.3%, 1.5 g 첨가한 S-3는 399.00 mg GAE/100 g으로 34%, 2.5 g을 첨가한 S-4는 37.6%로 전 시료에서 총 페놀 함량은 첨가량 증가에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.01$).

이런 결과는 총 페놀 함량이 487.90 mg/g인 브로콜리 줄기 분말을 5%, 10%, 15% 혼합한 파운드케이크의 연구 결과에서도 대조군이 176 mg/g이고, 브로콜리 줄기 분말 혼합 파운드케이크는 첨가량에 따라 총 페놀 함량이 198 mg/g에서 232 mg/g으로 유의적으로 증가하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타냈다(Oh & Lee 2011).

2) 파운드케이크의 플라보노이드 함량

파운드케이크 혼합 재료들의 플라보노이드 함량은 밀가루는 30.03 ± 0.96 mg rutin/100 g, 냉동 블루베리 분말은 273.63 ± 20.80 mg rutin/100 g, 머큐베리 분말은 $1,400.86 \pm 58.85$ mg rutin/100 g으로 밀가루 대비 46.6배, 냉동 블루베리 분말 대비 5배 높았다.

Table 2. Proximate composition of freeze dried maquiberry powder

(g/100 g)

Samples	Moisture	Crude fat	Crude protein	Crude ash	Carbohydrate
Maquiberry powder	3.5	9.8	8.1	6.6	72.0
Weak wheat powder	13.2	0.8	7.9	0.4	77.7

머큐베리 분말을 혼합하여 제조한 파운드케이크 시료들의 플라보노이드 함량은 Table 4와 같이 대조군은 37.25 mg rutin/100 g이고, S-1은 40.17로 7.3%의 증가를 보였으며, S-3는 38.9%으로 전 시료에서 첨가량 증가에 따라 플라보노이드 함량은 유의적 증가를 보였다($p<0.01$).

이런 결과는 플라보노이드 함량이 1,449.47 mg/100 g으로 머큐베리 분말과 유사한 브로콜리 줄기 분말 5, 10, 15% 혼합한 파운드케이크에서도 플라보노이드 함량은 50.58, 73.63, 91.69 mg/100 g으로 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였으며, DPPH와의 상관도도 0.981로 유사한 경향을 보였다(Oh & Lee 2011).

3) 파운드케이크의 DPPH 라디칼 소거능

파운드케이크의 원료인 밀가루를 비롯한 머큐베리 분말의 DPPH radical 소거능은 밀가루가 18.57±2.28%, 머큐베리 분말이 210.09%로 분석되어 밀가루 대비 11배 높은 것으로 분석되었다.

머큐베리 분말을 혼합하여 제조한 파운드케이크들의 DPPH 유리기 소거능은 Table 4와 같이 첨가량 대비 유의적으로 높았다($p<0.01$).

시료 S-1은 50.72%로 대조군 46.86% 대비 7.6% 높았고, S-3는 61%로 대조군 대비 38.9%, S-4는 대조군에 비해 46.6%의 증가를 보였다.

Table 3. Pearson's correlation coefficient between flavonoid content (mg rutin/100 g), total phenol compound and DPPH radical scavenging activity (%) of pound cakes prepared with different additions of freeze dried maquiberry powder

Items	Pearson's correlation coefficient	
	Phenolic compound content	Total flavonoid content
DPPH radical scavenging activity	0.9126	0.8366
Pearson's correction	$p<0.001$	$p<0.001$

이런 결과는 DPPH 유리기 소거능이 285.3%의 브로콜리 줄기 분말 혼합 파운드케이크의 결과와 유사하였다(Oh & Lee 2011).

4) 파운드케이크의 DPPH 라디칼 소거능과 항산화 물질과의 상관관계

머큐베리 분말을 첨가한 파운드케이크에서 총 페놀 함량은 시료들에서 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보였고, 항산화능의 정도를 알 수 있는 DPPH 라디칼 소거능 또한 증가하여 서로 양의 상관관계($r=0.9126$, $p<0.001$)로 나타났으며, 또한 케이크의 플라보노이드 함량은 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보였고, 1% 이상 첨가하는 경우에는 대조군 대비 유의적으로 증가하였으며, DPPH 라디칼 소거능과는 양의 상관관계($r=0.8366$, $p<0.001$)를 나타내었다(Table 3).

앞의 보고들에서 파운드케이크 제조에 머큐베리 분말 혼합은 항산화능이 높은 것으로 추정되며, 이런 효과로 NO 생산의 감소, PGE2의 생성, COX-2 발현 억제 등의 항염증 효과 외에 α -glucosidase의 억제, 용량 의존적인 fasting 혈당 수준 감소 보고 등을 기초하여 건강에 도움이 될 것으로 생각된다(Lee 등 2010; Tanaka 등 2013; Miranda-Rottmann 등 2002; Wallace TC 2011).

3. 파운드케이크의 품질 특성

1) 부피, 무게, 비용적

머큐베리 분말을 첨가한 파운드케이크의 부피, 무게, 비용적의 결과는 Table 5와 같다.

머큐베리 분말 첨가 시료들은 첨가량 대비 유의적으로 감소하였고($p<0.01$), 부피는 대조군에 비해 높은 것은 S-2였고, 유사한 정도를 보인 것은 S-1이며, 머큐베리 혼합량이 많은 S-4는 부피가 가장 낮아 대조군에 비해 12.2% 낮았다.

머큐베리 첨가한 파운드케이크 시료들 무게는 첨가량 대비 유의적으로 무거웠으며($p<0.01$), 대부분의 시료들의 무게

Table 4. Antioxidative activity of pound cakes prepared with different additions of freeze dried maquiberry powder

Items	Pound cakes samples prepared with freeze dried maquiberry powder					F value
	S-0 ¹⁾	S-1	S-2	S-3	S-4	
DPPH (%)	46.86±0.51 ^{2)a3)}	50.82±0.00 ^{abc}	82.01±2.33 ^{ab}	91.96±2.77 ^{bc}	96.34±0.29 ^d	12.802**
Phenolic compound (mg GAE/100 g)	263.60±0.74 ^a	278.08±0.74 ^a	387.29±20.47 ^b	399.00±32.94 ^b	422.29±10.05 ^b	33.711**
Flavonoid (mg rutin/100 g)	37.25±0.00 ^a	40.17±2.95 ^a	51.83±0.59 ^b	61.00±1.77 ^c	69.75±1.78 ^d	139.141**

¹⁾ Refer to Table 1.

²⁾ Mean±Standard deviation, * $p<0.05$, ** $p<0.01$

³⁾ Different superscripts (a~d) in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

는 대조군과 유사한 수준이고, 시료들 중 S-4는 가장 무거워 대조군 대비 4% 정도 더 무거웠다.

머큐베리 첨가 파운드케이크 시료들의 비용적은 첨가량 대비 유의적으로 낮았다($p<0.01$). 즉, 시료들에서는 대조군 대비 S-1는 유사하고, S-2는 비용적이 크며, S-3과 S-4는 대조군에 비해 적고, 특히 S-4는 1.64로 대조군 대비 17% 작았다.

비용적에 영향 주는 인자로 글루텐과 단백질, 설탕, 쇼트닝이나 버터 등이 있는데, 유지는 이중 결합을 가진 식물성 기름이나 가소성이 양호한 쇼트닝으로 대체하였을 때 근소한 감소(Choi & Chung 2006; Chung & Choi 2006), 오메가 지방산을 함유한 cashew nut 등과 oleic acid가 풍부한 쇼트닝 사용도 같은 결과를 보고하였다(Choi & Chung 2010; Ramli 등 2008).

Lee 등(2011)은 밀가루 대비 버터를 80% 넣고, 울무 청국장 분말과 밀겨 분말을 1:1로 혼합하여 20~30% 혼합한 파운드케이크에서 비용적은 유의적으로 증가함을 보고하였으나, 본 연구에서는 유의적 감소를 나타냈다.

또 다른 냉동 블루베리와 검정콩 안토시아닌 분말, 고수 잎 분말과 브로콜리 줄기 분말을 10~15% 넣고, 버터 밀가루 100 g 대비 110 g을 넣어 제조한 파운드케이크도 비용적이 유의적으로 낮은 결과를 보였다(Lee HJ 2012; Lee HJ 2013).

Oh & Lee(2011)은 밀가루 대비 55%의 쇼트닝을 넣고 브로콜리 줄기 분말 5~15% 넣고, cake improver를 첨가하였을 때는 비용적이 모든 혼합군에서 대조군 대비 11.5%에서 20.7%의 증가함을 보고하였다.

결과적으로 이중 결합이 많은 불포화 지방산 또는 불포화 지방산을 원료로 한 쇼트닝이 가소성이 좋은 것으로 추정할 수 있으나, 혼합하는 양이 연구자마다 다양하므로 결론 도출이 어려울 것으로 생각된다. 또한 첨가량은 본 연구와 같이 밀가루 외의 물질들을 넣을 때 쇼트닝 등의 사용량은 일정하나, 밀가루의 글루텐의 함량은 감소되어 볼륨, 비용적에 영향을 줄 것이므로, 지방 이외의 첨가하는 인자와 첨가량 등에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

비용적에 영향을 주는 요소로 설탕 관련해서도 다양한

결과가 도출되었는데, Lee 등(2011)은 설탕량을 밀가루 대비 70% 넣고 울무 청국장 분말과 밀겨 분말을 20~30% 혼합 제조한 파운드케이크의 비용적은 유의적으로 증가하였다.

다른 연구로는 냉동 블루베리와 검정콩 안토시아닌 분말, 고수 잎 분말과 브로콜리 줄기 분말을 10~15% 넣고, 버터를 밀가루 100 g 대비 70%를 넣어 제조한 파운드케이크도 비용적이 유의적으로 낮은 결과를 보였고(Lee HJ 2012; Lee HJ 2013), 본 실험에서도 설탕은 같은 양으로 제조하였으나, 결과는 유의적으로 감소하였다. 그러나 설탕은 50%만 사용하고, cake improver를 활용하여, 브로콜리 줄기 분말을 5~15% 혼합한 파운드케이크의 비용적은 첨가량 대비 증가하였음을 보고하였다(Oh & Lee 2011).

섬유소와, 다른 물질의 혼합으로 감소하는 밀가루 단백질 관련 인자에 관한 연구에서 다시마 분말(Ahn & Song 1999), 버찌 분말(Kim 등 2009), 밀감 분말(Park 등 2008), 클로렐라(Chung & Choi 2005), 미강(Jang 등 2010) 등의 실험에서 비용적이 낮았음을 보고하였으나, Lee 등(2011)은 울무 청국장과 미강 분말을 30% 혼합하였을 때 비용적은 증가함을 보고하였다.

품질 기준이 되는 비용적에 영향 주는 인자 탐색을 위해서는 혼합하는 버터의 종류와 양, 당의 종류와 양에 대한 연구가 필요할 것으로 생각되고, 특히 향산화성 등 생리활성을 활용하고자 혼합하는 물질들의 성상 즉 수분을 비롯한 일반 성분, 섬유소 함량 등의 기초 자료 확보 등 더 많은 연구가 필요한 것으로 생각된다.

2) 파운드케이크의 수분

수분 함량은 파운드케이크의 softness를 유추할 수 있는 것으로 머큐베리 분말 첨가한 파운드케이크의 수분 함량은 Table 6과 같이 첨가량이 많아질수록 약간 증가하는 경향이였다.

밀가루의 수분 함량은 12.08%, 머큐베리 분말은 12.99%로 밀가루로만 제조한 파운드케이크가 21.43%이었고, 머큐베리 첨가 시료들의 수분은 대조군 대비 S-1은 수분 함량이 17.5% 증가하였으며, 시료 S-2와 S-3는 각각 8.5%, 3.1% 감소하였으

Table 5. The physical properties of pound cakes prepared with different additions of freeze dried maqui berry powder

Items	Pound cakes samples prepared with freeze dried maqui berry powder					F value
	S-0 ¹⁾	S-1	S-2	S-3	S-4	
Volume (mL)	748.33±2.89 ^{2) d3)}	728.33±2.89 ^c	818.33±2.89 ^e	708.33±2.89 ^b	656.67±2.89 ^a	44.367**
Weight (g)	385.67±4.93 ^{ab}	381.67±2.89 ^a	392.33±2.52 ^b	388.33±1.53 ^{ab}	401.67±1.53 ^c	1257.200**
Specific volume (mL/g)	1.92±0.003 ^b	1.92±0.007 ^a	2.09±0.004 ^b	1.85±0.001 ^c	1.64±0.02 ^d	1485.903**

¹⁾ Refer to Table 1.

²⁾ Mean±Standard deviation, * $p<0.05$, ** $p<0.01$

³⁾ Different superscripts (a~e) in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 6. The moisture contents of pound cakes prepared with different additions of freeze dried maquiberry powder

Items	Pound cakes samples prepared with freeze dried maquiberry powder					F value
	S-0 ¹⁾	S-1	S-2	S-3	S-4	
Moisture contents (%)	21.43±1.70 ^{2)ab3)}	25.99±1.95 ^b	19.61±1.37 ^a	20.77±1.24 ^a	24.48±1.84 ^{ab}	7.926**

¹⁾ Refer to Table 1.

²⁾ Mean±Standard deviation, * $p<0.05$, ** $p<0.01$

³⁾ Different superscripts (a~b) in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

나, S-4는 12.6% 증가하였다($p<0.01$).

이 결과는 고수 분말과 브로콜리 줄기 분말을 1:1로 혼합하여 10~15% 혼합한 파운드케이크(Lee HJ 2012), 브로콜리 줄기 분말을 5~15% 혼합한 파운드케이크(Oh & Lee 2011), 냉동 블루베리와 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 1:1 혼합하여 1~7% 혼합 제조한 파운드케이크에서의 결과와 유사한 양상이었다.

3) 파운드케이크의 색도

(1) 파운드케이크의 Crust의 색도

머큐베리 분말을 첨가한 파운드케이크 crust의 색도 측정 결과는 Table 7과 같다.

파운드케이크 crust 색도 측정에서 대조군에 비해 머큐베리 분말의 첨가량이 증가할수록 L 값은 유의적으로 낮아졌고($p<0.01$), 머큐베리의 첨가량이 5%인 S-4는 대조군에 비해 아주 명도가 낮았고, 적색의 정도를 나타내는 a 값도 대조군의 1.99에 비해 S-1은 낮았으나, 그 외 다른 시료들은 머큐베리 분말 첨가량이 많아질수록 높아졌고, 황색의 정도를 나타내는 b 값도 대조군이 37.11임에 대해 머큐베리 분말의 첨가량이 많아질수록 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다($p<0.01$).

결과적으로 머큐베리 분말의 첨가량이 많아질수록 대조군에 비해 파운드케이크 샘플의 명도, 황색도는 감소하고, 적색도는 증가하여, 명도가 낮은 제품이 되었다. 명도 저하는 파

운드케이크를 구울 때 열에 의해 설탕 등과 아미노산의 변화 그 외의 물질들의 혼합이 원인으로 사료되며, 이런 결과는 감초잎 분말을 혼합한 파운드케이크, 고수 잎 분말과 브로콜리 줄기 분말 혼합, 울무 청국장과 밀겨 분말 혼합, 브로콜리 줄기 분말, 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 혼합 제조한 파운드케이크에서도 유사하였다(Park & Lee 2014; Lee HJ 2012; Lee 등 2011; Oh & Lee 2011).

(2) 파운드케이크 Crumb의 색도

머큐베리 분말을 첨가한 파운드케이크 crumb 색도는 Table 8과 같이 L 값은 대조군 대비 첨가량이 많아질수록 유의적으로 낮아졌고($p<0.01$), a 값과 b 값도 첨가량이 많아질수록 두 항목 모두 유의적으로 낮아졌다($p<0.01$).

결과적으로 대조군에 비해서는 명도가 낮은 제품으로 완성되었고, 이런 경향은 고수 잎 분말과 브로콜리 줄기 분말을 혼합한 파운드케이크와 울무 청국장과 밀겨 혼합 파운드케이크에서도 원료의 혼합 비율이 높아질수록 L 값은 저하되고, b 값은 증가되어 본 실험 결과와 유사한 경향이었으며(Lee HJ 2012; Lee 등 2011), 밀기울, 펙틴을 첨가한 파운드케이크 crumb의 L 값이 다소 감소한다는 보고와 유사하였다(Kang 등 1990; Shin 등 2005).

4) 파운드케이크의 조직감

머큐베리 분말을 첨가한 파운드케이크의 조직감을 texture analyzer로 측정한 결과는 Table 9와 같다. 파운드케이크들의

Table 7. Effect on the color measurements crust of pound cakes prepared with different additions of freeze dried maquiberry powder

Hunter value	Pound cakes samples prepared with freeze dried maquiberry powder					F value
	S-0 ¹⁾	S-1	S-2	S-3	S-4	
L	78.78±0.01 ^{2)e3)}	60.32±0.01 ^d	59.40±0.01 ^c	44.47±0.005 ^b	39.24±0.005 ^a	4703786**
a	1.99±0.01 ^b	0.93±0.01 ^a	2.30±0.005 ^c	3.73±0.01 ^d	5.35±0.005 ^e	41181.609**
b	37.11±0.02 ^d	20.84±0.01 ^c	17.89±1.92 ^b	15.00±0.47 ^a	15.17±0.11 ^a	323.830**

¹⁾ Refer to Table 1.

²⁾ Mean±Standard deviation, * $p<0.05$, ** $p<0.01$

³⁾ Different superscripts (a~e) in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 8. Effect on the color measurements crumb of pound cakes prepared with different additions of freeze dried maquiberry powder

Hunter value	Pound cakes samples prepared with freeze dried maquiberry powder					F value
	S-0 ¹⁾	S-1	S-2	S-3	S-4	
L	51.56±0.01 ^{2)e3)}	41.66±0.01 ^c	45.87±0.01 ^d	37.15±0.01 ^b	36.04±0.01 ^a	685503.0**
a	21.03±0.02 ^e	19.88±0.02 ^d	17.25±0.02 ^c	16.43±0.01 ^b	13.20±0.01 ^a	65393.485**
b	42.70±0.02 ^e	36.79±0.06 ^d	36.72±0.03 ^c	31.02±0.01 ^b	25.41±0.01 ^a	97807.265**

¹⁾ Refer to Table 1.

²⁾ Mean±Standard deviation, * $p<0.05$, ** $p<0.01$

³⁾ Different superscripts (a~e) in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

경도(hardness)는 대조군에 비해 머큐베리 분말 첨가량 대비 유의적으로 높았고($p<0.01$), 시료별로는 S-1은 대조군에 비해 낮았으며, 그리고 S-2, 3, 4는 대조군 대비 높은 경향을 보였다.

응집성(cohesiveness)은 대조군에 비해 머큐베리 혼합 시료들이 약간 증가하는 경향을 보였으나 유의적이지 않았고, 씹힘성(chewiness)는 대조군에 비해 머큐베리 분말 혼합 시료들에서 첨가량이 증가할수록 낮았고, gumminess는 대조군에 비해 머큐베리 분말의 첨가량 대비 유의적으로 낮았다($p<0.01$).

다른 재료들의 혼합 결과, 미강(Jang 등 2010), 울무 청국장 분말과 밀겨 분말(Lee 등 2011), 냉동 블루베리 분말과 검정콩 안토시아닌 추출물 분말 혼합물(Lee HJ 2013), 고수 분말과 브로콜리 줄기 분말 혼합물 등은 첨가량에 따라 hardness가 낮았으며(Lee HJ 2012), 특히 브로콜리 줄기 분말에 cake improver를 활용할 때는 대조군에 비해 50% 정도 이하의 hardness를 나타내었다(Oh & Lee 2011).

그리고 미역과 다시마 가루(Ahn & Song 1999), β -glucan 첨가 파운드케이크에서 hardness는 증가함을 보고하였다(Shin 등 2005).

또한 수분과의 관련성도 유추할 수 있는데, 고수 분말과 브로콜리 줄기 분말, 냉동 블루베리 분말과 검정콩 안토시아

닌 추출물 분말을 혼합한 경우, 시료들은 수분의 함량이 높았고, hardness는 낮았다. 그리고 cake improver를 사용한 경우에 수분 함량은 전 시료에서 높았고, hardness는 대조군 대비 50% 이하가 되는 softness를 나타내었다.

위와 같이 연화, 팽화 등에 영향을 주는 요소인 설탕, 가소성에 관여하는 유지, 전분 등의 분해를 촉진하는 효소 등으로 생각해 볼 수 있으나, 혼합하는 물질의 상태와 양에 따라 소성후의 조직감의 차이가 있을 것이므로, 가장 기초가 되는 밀가루 대비 버터, 설탕 첨가량, 비중 등 표준이 되는 지표 설정 연구가 필요할 것으로 생각된다.

4. 파운드케이크의 관능적 특성

머큐베리 분말을 첨가한 파운드케이크의 관능적 특성 평가 결과는 Table 10과 같다. Appearance 항목에서 대조군과 첨가량 증가에 따른 샘플들의 평가는 S-1가 가장 낮은 값으로 평가되었으나, S-3와 S-4는 대조군과 유사하게 평가되어, 머큐베리 분말 첨가가 파운드케이크 성형에 영향을 주지 않는 것으로 유추할 수 있었다. 앞선 기계적인 분석에서는 대조군 대비 S-1이 가장 낮고, S-2는 유사한 정도이고, S-3, S-4는 높게 분석되었으나, 관능검사 texture 항목에서는 대조군이

Table 9. Texture characteristics of pound cakes prepared with different additions of freeze dried maqui berry powder

Items	Pound cakes samples prepared with freeze dried maquiberry powder					F value
	0	S-1	S-2	S-3	S-4	
Hardness (g/s)	2,096±229.25 ^{1)ab}	1,636.27±175.98 ^a	2,105.27±289.61 ^{ab}	2,469.87±594.30 ^{bc}	3,030.90±192.93 ^c	17.510**
Chewiness (g/s)	2,417.02±53.79 ^c	2,001.533±111.68 ^b	1,226.79±53.69 ^a	1,472.69±469.02 ^{ab}	1,937.85±143.92 ^{bc}	0.707
Gumminess (g/s)	2,517.86±53.79 ^c	2,324.200±180.31 ^{bc}	1,253.69±26.79 ^a	1,472.6±469.029 ^a	1,937.85±143.92 ^b	11.360**
Adhesiveness	-0.31±0.17 ^a	0.63±0.94 ^a	0.33±0.35 ^a	0.23±0.23 ^a	-0.03±0.15 ^a	4.771*
Springiness	0.87±0.02 ^a	1.23±0.36 ^a	1.17±0.33 ^a	0.99±0.25 ^a	0.98±0.14 ^a	0.738
Cohesiveness	0.45±0.09 ^a	0.56±0.11 ^a	0.58±0.05 ^a	0.47±0.05 ^a	0.55±0.09 ^a	4.705

¹⁾ Refer to Table 1.

²⁾ Mean±Standard deviation, ** $p<0.01$, * $p<0.05$

³⁾ Different superscripts (a~c) in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 10. The result of sensory evaluation for acceptance test of pound cake prepared with freeze dried maquiberry powder

Characteristics	Pound cakes samples prepared with freeze dried maquiberry powder					F value
	S-0	S-1	S-2	S-3	S-4	
Appearance	3.85±0.85 ^{1)a}	2.93±0.45 ^a	3.57±0.83 ^a	3.84±0.99 ^a	3.75±0.64 ^a	22.115
Texture	3.03±0.90 ^a	3.83±0.62 ^a	3.05±0.85 ^a	3.13±0.95 ^a	3.25±0.85 ^a	15.654
Taste	3.55±0.81 ^a	3.72±0.97 ^b	3.17±0.65 ^b	3.83±0.75 ^{ab}	3.65±0.85 ^a	14.585*
Flavor	3.58±1.20 ^a	3.16±0.72 ^{ab}	3.97±0.68 ^b	3.75±1.21 ^b	3.88±0.94 ^{ab}	21.067*
Color	3.22±0.55 ^a	2.93±0.83 ^a	3.80±0.55 ^a	4.03±0.54 ^a	3.95±0.45 ^a	135.72
Overall preference	3.10±1.12 ^b	3.94±0.89 ^{ab}	3.30±0.85 ^b	3.59±1.02 ^a	3.67±0.73 ^{ab}	23.09**

¹⁾ Refer to Table 1.

²⁾ Mean±Standard deviation, ** $p<0.01$, * $p<0.05$

³⁾ Different superscripts (a~b) in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

가장 낮게 평가되었으며, S-1이 가장 높게 평가되었으며, 전 시료들 모두는 대조군에 비해 양호하게 평가되었다. 따라서 머큐베리 분말 첨가가 파운드케이크의 조직감에도 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 맛의 항목에서는 머큐베리 분말 첨가군이 대조군에 비해 높은 것으로 평가받았고($p<0.05$), 특히 1.5% 첨가군이 가장 높게 평가되었다. 색의 항목에서는 대조군에 비해 S-1은 낮게 평가되었으나, S-2, S-3 그리고 S-4는 선호도가 높게 평가받았고, 그 중에서도 1.5% 혼합군이 가장 높은 평가를 받았다. Flavor 항목에서도 S-1이 대조군에 비해 낮게 평가 받았으나 S-2, S-3, S-4는 대조군에 비해 유의적으로 높은 평가를 받았다($p<0.05$). 또한 전체적인 기호도는 대조군에 비해 혼합한 시료들에서 유의적으로 높은 평가를 받았고($p<0.01$), 그 중에서도 S-1이 가장 높고, S-4> S-3>S-2의 순으로 높은 평가를 받았다. 결과적으로 동결 건조 머큐베리 분말을 0.5%에서 2.5%까지 첨가한 파운드케이크 제조는 대조군에 비해 전체적인 기호도 면에서는 높은 평가를 받았고, 그 외의 외관을 비롯한 대부분의 항목에서 큰 차이가 없어 동결 건조 머큐베리 분말을 혼합한 케이크를 건강 지향적인 제품으로 개발 가능성을 제시할 수 있겠다.

요약 및 결론

다량 섭취로 생활 습관병의 원인이 될 수 있는 케익류 제조에서 건강 지향적인 제조법 개발 자료로 제공하고자, 항산화 능력이 높은 동결 건조 머큐베리 분말을 각각 0.5%, 1%, 1.5%, 2.5% 첨가하여 파운드케이크를 제조하여 항산화 활성 및 파운드케이크의 이화학적 특성을 분석하였다. 머큐베리 분말을 첨가한 파운드케이크 시료들은 첨가량 대비 유의적으로 총 페놀 함량이 증가하였다($p<0.01$). 플라보노이드 함량에서도 첨가량 대비 유의적으로 플라보노이드 함량이 증가하였다($p<0.01$).

DPPH 유리 라디칼 소거능에서 머큐베리 분말을 첨가한

파운드케이크에서는 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.01$).

DPPH 유리기 소거능과 총 페놀 함량과 플라보노이드 함량이 항산화 활성에 영향을 미치는 것으로 나타났다($r=0.9126$, $p<0.001$, $r=0.8366$, $p<0.001$).

머큐베리 분말 첨가 파운드케이크의 품질 특성 중 부피는 대조군에 비해 첨가군들이 유의적으로 감소하였고($p<0.01$), 비용적도 첨가량 증가에 따라 유의적으로 감소하였다($p<0.01$). 파운드케이크 crust 색도 중 L 값은 대조군에 비해 유의적으로 낮았고($p<0.01$), a 값은 유의적으로 높았고($p<0.01$), b 값도 유의적으로 감소하였다($p<0.01$). 또한 파운드케이크 crumb의 L 값은 첨가량 증가에 따라 유의적으로 낮았고($p<0.01$), a 값과 b 값 모두 첨가량 증가에 따라 유의적으로 낮아졌다($p<0.01$). 파운드케이크의 hardness는 머큐베리 분말의 첨가량 증가에 따라 유의적으로 높았고($p<0.01$), gumminess도 대조군에 비해 머큐베리 분말 첨가량 대비 유의적으로 낮았다($p<0.01$). 또한 adhesiveness도 대조군 대비 유의적으로 높았다($p<0.05$).

관능 특성 평가에서 appearance와 조직감은 머큐베리 분말 혼합에 따라 크게 영향을 받지 않는 것으로, 맛, flavor 항목에서는 대조군에 비해 첨가군이 유의적으로 높은 평가를 받았고($p<0.05$), 전체적인 기호도도 머큐 베리 분말을 첨가한 시료들이 유의적으로 높은 평가를 받아($p<0.01$), 유지 첨가량이 밀가루 대비 약 80~100%, 설탕 첨가량이 50~100% 되는 빵류인 파운드케이크 제조에 머큐베리 분말을 0.5~2.5% 정도 첨가하여 제조하는 것은 항산화 활성등 건강에 유익할 수 있는 것으로 추정되어, 동결 건조 머큐베리 분말을 혼합한 파운드 케이크가 향후 제품 개발의 자료로 제시 될 수 있을 것 같다.

References

Ahn JM, Song YS. 1999. Physico-chemical and sensory charac-

- teristics of cakes added sea mustard and sea tangle powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:534-541
- AOAC. 2000. The Association Official Methods of Analysis. 17th ed. pp.32.1.05-32.1.22
- Araya LH, Clavijo RC, Herrera C. 2006. Antioxidant capacity of fruits and vegetable cultivated in Chile. *Arch Latinoam Nutr* 56:361-365
- Céspedes CL, El-Hafidi M, Pavon N, Alarcon J. 2008. Antioxidant and cardioprotective activities of phenolic extracts from fruits of Chile a blackberry *Aristotelia chilensis* (Elaeocarpaceae) Maqui. *Food Chem* 107:820-829
- Céspedes CL, Valdes-Morales M, Avila JG, El-Hafidi M, Alarcon J, Paredes-Lopez O. 2010. Phytochemical profile and the antioxidant activity of Chilean wild black-berry fruits, *Aristotelia chilensis* (Mol) Stuntz (Elaeocarpaceae). *Food Chem* 119:886-895
- Chen L, Xin X, Yuan Q, Su D, Liu W. 2014. Phytochemical properties and antioxidant capacities of various colored berries. *J Sci Food Agric* 94:180-188
- Choi HY. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1414-1421
- Choi SN, Chung NY. 2010. Quality characteristics of pound cake with addition of cashew nuts. *Korean J Food Cookery Sci* 26:198-205
- Choi SN, Chung NY. 2006. Quality characteristics of pound cake with vegetable oils. *Korean J Food Cookery Sci* 22:808-814
- Chung NY, Choi SN. 2005. Quality characteristics of pound cake with chlorella powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21:669-676
- Chung NY, Choi SN. 2006. Quality characteristics of pound cake with olive oil. *Korean J Food Cookery Sci* 22:222-228
- Escribano-Bailon MT, Alcalde-Eon C, Munoz O, Riva-Gonzalo JC, Santos-Buelga C. 2006. Anthocyanins in berries of Maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz). *Phytochem Anal* 17:6-14
- Fredes C, Yousef GG, Robert P, Grace MH, Lia MA, Gomez M, Gebauer M, Montenegro G. 2014. Anthocyanin profiling of wild maqui berries (*Aristotelia chilensis* [Mol.] Stuntz) from different geographical regions in Chile. *J Sci Food Agric* 94:2649-2648
- Giromes-Vilaplana A, Valentao P, Moreno DA, Ferreres F, Garcia-Viguera, Andrade B. 2012. New beverages of lemon juice enriched with the exotic berries maqui, acai and black thorn : Bioactive components and *in vitro* biological properties. *J Agric Food Chem* 60:6571-6580
- Hwang SH, Ko SH. 2010. Quality characteristics of muffins containing domestic blueberry (*V. corymbosum*). *J East Asian Soc Dietary Life* 20:727-734
- Jang KH, Kang WW, Kwak EJ. 2010. The quality characteristics of pound cake prepared with rice bran powder. *Korean J Food Preserv* 17:250-255
- Ji JR, Yoo SS. 2010. Quality characteristics of cookies with varied concentrations of blueberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20:433-438
- Kang KC, Baek SB, Rhee KS. 1990. Effect of the addition of dietary fiber on salting of cakes. *Korean J Food Sci Technol* 22:19-25
- Kim KH, Hwang MHY, Jo YJ, Kim MS, Yook HS. 2009. Quality characteristics of pound cakes prepared with flowering cherry (*Prunus serrulat* L. var. *spontanea* Max. Wils.) fruit powder during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:926-934
- Lee HJ, Do WN, Kim YH. 2010. *In vitro* biological activities of anthocyanin crude extracts from black soy bean. *Korean J Crop Sci* 1:65-69
- Lee HJ, Pak HO, Jang JS, Kim SS, Han CK, Han JH, Oh JB. 2011. Antioxidant activity and quality characteristics of pound cakes prepared using job's tears (*Coix lachryma-jobi* L.) *Chungkukjang* powder and wheat bran powder. *Korean J Food Nutr* 24:350-361
- Lee HJ. 2012. Antioxidant activity and characteristics of pound cakes prepared with *Coriandrum sativum* L. leaves powder and broccoli's stem powder. *Korean J Food Nutr* 25:436-446
- Lee HJ. 2013. Antioxidant activity and properties characteristics of pound cakes prepared by using frozen blueberry powder & anthocyanin extracted from black beans. *Korean J Food Nutr* 26:772-782
- Lee KI, Kim SM. 2009. Antioxidative and antimicrobial activities of *Eriobotrya japonica* Lindl. leaf extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:267-273
- Lee WG, Lee JA. 2013. Quality characteristics of rice pound cake prepared with blueberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 23:577-585
- Lila MA, Ribnicky D, Rojo L, Rojas-Silva P, Oren A, Janle E, Raskin I, Yousef GG, Grace MH. 2012. Complementary approaches to gauge the bioavailability and distribution of

- ingested berry polyphenols. *J Agric Food Chem* 60:5763-5771
- Miranda-Rottmann S, Aspillaga AA, Perez DD, Vasquez L, Martinez ALF, Leighton F. 2002. Juice and phenolic fractions of the berry *Aristotelia chilensis* inhibit LDL oxidation in vitro and protect human endothelial cells against oxidative stress. *J Agric Food Chem* 50:7542-7547
- Neto CC. 2007a. Cranberry and its phytochemicals : A review of *in vitro* anticancer studies. *J Nutr* 137:186S-193S
- Neto CC. 2007b. Cranberry and blueberry: Evidence for protective effects against cancer and vascular disease. *Mol Nutr Food Res* 51:652-664
- Oh JB, Lee HJ. 2011. Effect of cake improver on antioxidant activity and properties characteristics of pound cakes prepared using broccoli stem powder. *Korean J Food Nutr* 24:567-576
- Ortiz J, Marin-Arroyo MR, Noriega-Dominquez MJ, Navarro M, Arozarena I. 2013. Color, phenolics and antioxidant activity of blackberry (*Rubus glaucus* Benth.), blueberry (*Vaccinium floribundum* Kunth.), and apple wines from Ecuador. *J Food Sci* 78:C985-C993
- Park GH, Lee JH. 2014. The quality and antioxidant properties of pound cake containing licorice powder. *Korea J Food Sci Technol* 46:56-60
- Park SJ, Choi YB, Ko JR, Rha YA, Lee HY, Lee HY. 2014. Effects of drying methods on the quality and physiological activities of blueberry (*Vaccinium ashei*). *The Korean Journal of Culinary Research* 20:55-64
- Park YS, Shin S, Shin GM. 2008. Quality characteristics of pound cake prepared with madarin powder. *Korean J Food Preserv* 15:662-668
- Ramli MR, Lin SW, Yoo CK, Idris NA, Sahri MM. 2008. Physico-chemical properties and performance of high oleic and palm-based shortenings. *J Oleo Sci* 57:605-612
- Rojo LE, Ribnicky D, Logendra S, Poulev A, Rojas-Silva P, Kuhn P, Dorn R, Grace MH, Lila MA, Raskin I. 2012. *In vitro* and *in vivo* anti-diabetic effects of anthocyanins from maqui berry (*Aristotelia chilensis*). *Food Chem* 131:387-396
- Rubilar M, Jara C, Poo Y, Acevedo F, Gutierrez C, Seneiro J, EShene C. 2011. Extracts of maqui (*Aristotelia chilensis*) and mura (*Ugni molinae* Turcz.): Source of antioxidant compounds and alpha-glucosidase/alpha-amylase inhibitor. *J Agric Food Chem* 59:1630-1637
- Saribum E, Sahin S, Demir C, Turkben C and Uylaser V. 2010. Phenolic content and antioxidant activity of raspberry and black berry cultivars. *Food Sci* 75:c328-c335
- Schlesier K, Harwat M, Bohm V, Bitsch R. 2002. Assessment of antioxidant activity by using different *in vitro* methods. *Free Radical Res* 36:177-187
- Schreckinger ME, Wang J, Yousef G, Lila MA, Mejia EG. 2010. Antioxidant capacity and *in vitro* inhibition of adipogenesis and inflammation by phenolic extracts of *Vaccinium floribundum* and *Aristotelia chilensis*. *J Agric Food Chem* 58:8966-8976
- Seeram NP, Aviram M, Zhang Y, Henning SM, Feng L, Dreher M, Heber D. 2008. Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the united states. *J Agric Food Chem* 56:1415-1422
- Shin YM, Yang YH, Kim MK, Cho HY, Kim MR. 2005. Quality characteristics of pound cake added to β -glucan during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 21:950-958
- Speisky H, Lopez-Alarcon C, Gomez M, Fuentes J, Sandoval-Acuna C. 2012. First web-based database on total phenolics and oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of fruits produced and consumed within the south Andes region of south America. *J Agric Food Chem* 60:8851-8859
- Suwalsky M, Vargas P, Avello M, Villena F, Sotomayo CP. 2008. Human erythrocytes are affected *in vitro* by flavonoids of *Aristotelia chilensis* (Maqui) leaves. *Int Journal Pharm* 363:85-90
- Suzuki T, Hara H. 2011. Role of flavonoids in intestinal tight junction regulation. *J Nutr Biochem* 22:401-408
- Tanaka J, Kadekaru T, Ogawa K, Hito S, Shimoda H, Hara H. 2013. Maqui berry (*Aristotelia chilensis*) and the constituent delphinidin glycoside inhibit photoreceptor cell death induced by visible light. *Food Chem* 139:129-137
- Wallace TC. 2011. Anthocyanins in cardiovascular disease. *Adv Nutr* 2:1-7

Received 7 August, 2014

Revised 4 November, 2014

Accepted 5 November, 2014