

냉동 블루베리 분말과 검정콩 안토시아닌 혼합 파운드 케이크의 항산화 활성과 품질 특성

*이 혜 정

가천대학교 식품영양학과

Antioxidant Activity and Properties Characteristics of Pound Cakes Prepared by using Frozen Blueberry Powder & Anthocyanin extracted from Black Beans

*Hye Jeong Lee

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

Abstract

A study is undertaken to examine the effects of the additional frozen blueberry powder and anthocyanin powder extracted from black beans to quality attributes of pound cakes. Frozen blueberry powder and anthocyanin powder extracted from black beans are being added to the flour at a ratio of 0.5, 1.5, 2.5, and 3.5% respectively. The antioxidant activity is highly correlated with the total phenolic and total flavonoids contents of frozen blueberry powder and anthocyanin powder extracted from black beans of pound cakes, respectively ($r=0.8423$, $p<0.001$ $r=0.9449$, $p<0.001$). The quality characteristics of the specific volumes decreased significantly with increasing substitution levels of frozen blueberry powder and anthocyanin powder extracted from black beans ($p<0.01$). The lightness significantly decreased with increasing frozen blueberry powder and anthocyanin powder extracted from black beans of pound cakes' crusts and crumbs ($p<0.01$). The hardness, chewiness and gumminess tend to reduce, while the cohesiveness increase in both powders. The consumer acceptability score for 0.5~3.5% of frozen blueberry powder and anthocyanin powder extracted from black beans pound cakes ranked significantly ($p<0.01$) higher than those of the other groups according to taste, flavor and overall preferences. These results show that frozen blueberry powder and anthocyanin powder extracted from the black beans are a good ingredient for increasing consumer acceptability and overall healthy.

Key words: frozen blueberry powder, anthocyanin powder extracted from black beans, pound cakes, total phenol content, flavonoids content, quality characteristics

서 론

최근 항산화와 질병 관련 연구에서 Niki 등(1999a)은 LDL의 lipoxigenase에 의한 산화와 인지질의 산화가 내장 세포의 상해를 주어 동맥경화증 원인이고, 고혈당 상태에서 포도당의 자동산화물과 단백질과의 아미노카보닐 반응으로 동맥경화, 신장병, 백내장 등의 당뇨합병증에 대한 보고로, 항산화

에 대해 관심이 집중되고 있다(Niki 등 1999b).

식물의 항산화 연구가 올리브 기름과 포도주의 oleuropein, hydroxytyrosol, tyrosol, elenolic acid 그리고 resveratrol 등이 사람의 umbilical vein 내장세포에서 항산화 활성에서, 포도의 resveratrol을 비롯한 대부분의 성분에서 활성이 있었고, 혈관 세포에서 monocytoid cell 부착 감소, 전사 억제로 동맥 경화 예방 가능성을 보고하였다(Carluccio 등 2003).

* 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

검정콩의 안토시아닌에 관해서 Kim 등(2008)은 검정콩 껍질에서 추출한 안토시아닌에 delphinidin, cyanidin, peonidin, petunidin 그리고 malvidin 등이 있으며, 특히 검정콩과 블루베리는 anthocyanin이 풍부하며, 검정콩에는 delphinidin, cyanidin, petunidin이, 블루베리에는 malvidin, peonidin, cyanidin의 함량이 높았다고 하여(Srivastava 등 2007), 검정콩과 블루베리에는 cyanidin이 공통적으로 함유되었음을 보고하였다.

안토시아닌의 항염증 등에 관련 연구로는 Srivastava 등(2007)은 검정콩의 안토시아닌인 D3G(Delphinidin-3-glucoside), C3G(Cyanidin-3-glucoside), Pt3G(Petunidin-3-glucoside)를 Jurkat T 세포, MCF-7 세포에서 100-500 $\mu\text{g/ml}$ 농도 처리 결과, 세 가지 성분 모두 두 종류의 암 세포에서 세포독성 효과를 보고하였다. Lee 등(2010)은 검정콩 안토시아닌에서 human tumor cell 억제 효과와 0.001%에서 0.02%에서 농도 의존적 NO 생산 감소로 항염증 효과를 보고하였다. Tsoyi 등(2008)은 사람의 피부 keratinocyte cell line에서 자외선 유도 COX-2와 PGE2의 생성 억제로 염증 방어를 보고하였다.

Boivin 등(2007), Wallace TC(2011)은 안토시아닌은 NF- κ B transactivation을 억제하고, chemokine, cytokines 등 염증 중재 물질의 농도 감소로 만성 염증 예방 역할이 있다고 하였다.

Wang 등(2008)은 블루베리의 총 페놀 함량, 총 안토시아닌 함량은 ORAC(Oxygen Radical Absorption Capacity)와 유의적 상관관계가 있음을 보고하였고, 함량이 높은 항산화 성분은 페놀산임을 보고하였고(Zadernowski 등 2005; Senervirathne 등 2006), 페놀산은 장내 미생물에 의해 phenyl-alkyl acid로 변환 후 benzoic acid로, 소변에는 hippuric acid로 배설되어 생체내에서 생리적으로 이용됨을 보고하였다(Bo 등 2011).

Bo 등(2011)도 블루베리의 안토시아닌을 비롯한 항산화 물질의 존재를 확인하였고, 생체 내에서 암세포의 자살유도, matrixmetallo proteinase 억제에 의한 전이 및 침윤 감소, COX 활성화 포함 염증반응 억제를 보고하였으며, 실험 모델에서 안토시아닌 등의 항산화 물질이 풍부한 식이가 뇌부위의 산화적 스트레스 감소, 신경의 퇴화 과정 중재, 허혈성 뇌질환에 신경 방어 효과를 보고하였다(Wang 등 2005).

안토시아닌 등 phytochemical을 함유한 블루베리의 기능성에 대한 언론 매체의 홍보, 소비자의 인식 증가, 새로운 소득 작물로의 농가 수요 확대에 인하여 우리나라에서는 재배면적이 2010년에는 534 ha에서 2011년에는 1,082 ha로 크게 증가하였다(Song GC 2012). 한편, 주스 등 가공품 시장의 수요가 증가로 냉동 블루베리의 수입도 2009년 812톤에서 2010년 4,700톤으로, 건조 블루베리는 2009년 14톤에서 2010년 54톤으로 수입량이 증가하여 다양한 가공식품 개발이 요구된다고 발표하였다(Song GC 2012).

이에 본 저자들은 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안

토시아닌의 항산화 활성을 DPPH 라디칼 소거능으로 측정하고 결과 냉동 블루베리 분말은 83%, 검정콩 추출 안토시아닌은 207%의 예비실험 결과를 기초로 항산화능이 높은 제품의 파운드 케이크를 개발하고자 하였다. 파운드 케이크는 청소년들에게는 기호품이나 밀가루 대비 지방과 설탕의 혼합 비율이 80% 이상으로 높아 주식 대체 개념의 섭취는 비만 등 청소년 건강에 주의를 요하는 식품이다. 이에 안토시아닌 함량이 높을 것으로 예상되는 원료들과 이들 원료를 혼합한 파운드 케이크의 항산화 활성을 측정하고, 원료 혼합이 파운드 케이크 물성에 미치는 영향을 고찰하여 건강에 유익한 파운드 케이크류 개발의 기초 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

냉동 블루베리 미국산을 농협 하나로 마트(서울, 한국)에서 구입하여 동결건조기(Oil mist separator, FDU1200, Tokyo Rikakikai Co., Ltd, Tokyo, Japan)로 건조한 후 분말화(Speedy Pro mixer, Kurups, The Rep. of Ireland)하여, 100 mesh로 하여 케이크 원료로 사용하였고, 검정콩에서 추출한 안토시아닌 분말은 순천향대학에서 제공 받았으며, 파운드 케이크를 제조하기 위해 박력분((주)CJ, Incheon, Korea), 백설탕((주)CJ, Incheon, Korea), 무염 큐원 골드 쇼트닝(삼양사, Incheon, Korea), 소금(해표, Incheon, Korea), 베이킹 파우더(초야 식품, Seoul, Korea), 계란(Incheon, Korea)은 시중에서 구입하였다.

2. 파운드 케이크의 제조

파운드 케이크는 냉동 블루베리 분말과 검정콩에서 추출한 안토시아닌 분말을 각각 2%, 3%, 5%씩 넣고 예비 실험한 결과를 참조하여 재료 배합비는 Table 1과 같이, 반죽기(NVM-14, Daeyung, Seoul, Korea)에 설탕, 소금과 버터를 섞어 1단계에서 서서히 풀어준다. 2단계에서 믹싱하면서 계란을 3~4회에 걸쳐 투입하고 분리되지 않도록 믹싱을 조절한다. 다음 바닐라 향과 박력분 밀가루, 냉동 블루베리 분말, 검정콩에서 추출한 안토시아닌 분말을 혼합하여 seive로 체질한 후, 앞에 믹싱한 반죽에 물과 함께 혼합한다. 그리고 비중이 0.7-0.8이 되도록 반죽을 조절한 후 팬닝하여 180°C에서 40-50분간 구웠다. 완성된 케이크는 실온에서 2시간 방냉한 후 기계적 검사 및 관능검사를 실시하였다.

3. 파운드 케이크의 항산화 활성 측정

1) 항산화 활성

Table 1. Ingredients of pound cake prepare with frozen blueberry powder & anthocyanin extracted from black bean (g)

Ingredients	Frozen blueberry powder & anthocyanin powder contents (%)				
Wheat flour	100	99	97	95	93
Blueberry powder	0	0.5	1.5	2.5	3.5
Anthocyan powder	0	0.5	1.5	2.5	3.5
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	1.5	2	2.5	3

냉동 블루베리 분말과 검정콩 안토시아닌 분말을 혼합하여 제조한 파운드 케이크의 DPPH 라디칼 소거능은 대조군과 냉동 블루베리 분말과 안토시아닌 분말 첨가군들 간에 상대적인 비교를 하였다. 항산화 활성은 Lee & Kim(2009) 등의 방법에 따라 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거 활성을 측정, 비교 분석하였다. 즉, 시료액 4 ml에 0.15 mM DPPH 용액(1.5×10^{-4}) 1 ml를 가하여 교반한 다음, 암소에서 30 분간 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, 파운드 케이크 각각의 시료 10 g에 ethanol을 90 ml 가하여 20°C, 24시간 동안 100 rpm으로 shaking incubator (BF-50SIR, Biofree, Korea)에서 추출한 후 여과하여 시료액으로 사용하였다. 시료액 150 μ l에 2,400 μ l 증류수와 2 N Folin-Ciocalteu reagent 150 μ l를 가한 후 3분간 방치하고, 1 N sodium carbonate(Na_2CO_3) 300 μ l를 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) 방법을 변형하여 다음과 같이 측정하였다. 파운드 케이크 시료들을 1 mg/ml 농도로 methanol에 용해시킨 시료액 10 μ l와 1 N-NaOH 10 μ l,

diethyleneglycol 200 μ l를 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 평균값과 표준 편차와 유의성 검증을 하여 나타내었다.

4. 파운드 케이크의 품질 평가

1) 물리적 특성

썩살을 이용한 종자 치환법으로 부피(ml)를 측정하였고, 무게(g) 측정은 디지털 저울(Model SW-2, (주) 카스)을 이용하였고, 비용적(specific volume)은 파운드 케이크의 부피(ml)을 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

파운드 케이크의 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, b값은 각각 90.75, 0.88, 3.01이었다.

4) Texture

파운드 케이크의 경도는 Texture Analyzer(TA-XT Express, Stable micro systems, Slurry, England)로 3회 반복 측정하였다. 파운드 케이크는 가로, 세로 2.5 cm, 높이 2.5 cm로 잘라서 직경 3 cm plunger를 이용하여 경도는 표면으로 15 mm 침투하여

부서지는 조직적 특성인 부서질 때 받는 최대의 힘을 TPA로 측정하였다. 측정 조건은 Pre-test는 3.00 mm/sec, Trigger force는 5.0 g, Test speed는 1.0 mm/sec, Post test speed는 1.0 mm/sec, Return speed는 5.0 mm/sec, Test distance는 15.0 mm, Plunger는 dia. 3 cm의 조건으로 3회 이상 측정하여 평균과 표준 편차와 유의성 검증을 하여 나타내었다.

5) 관능검사

파운드 케이크의 관능검사는 20명의 훈련된 검사 요원들을 대상으로 5점 척도법을 이용하여 실시하였다. 일정한 크기(가로 3 cm, 세로 3 cm, 높이 3 cm)의 파운드 케이크를 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 1 점으로 하였다.

6) 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. 파운드 케이크의 항산화 물질 함량

1) 파운드 케이크의 총 페놀 화합물 함량

총 페놀 화합물 함량에서 냉동 블루베리 분말은 125.83 ± 15.15 mg GAE/g이고, 검정콩에서 추출한 안토시아닌 분말은 460.97 ± 11.24 mg GAE/g이고, 밀가루는 38.87 ± 1.65 mg GAE/g으로 밀가루에 비해서는 검정콩에서 추출한 안토시아닌 분말은 10배가 높고, 냉동 블루베리 분말은 밀가루 대비 3배가 높았다.

검정콩 추출 안토시아닌 분말과 냉동 블루베리 분말을 혼합하여 제조한 파운드 케이크에서의 총 페놀 함량 분석 결과는 Table 2와 같이, 대조군 대비, 첨가량 의존적으로 페놀 함량이 유의적으로 증가하였다($p < 0.01$). 즉, 대조군에 비해 냉동 블루베리 분말과 검정콩 안토시아닌 분말을 0.5 g 씩 혼합한 시료 A-1은 12.4%, 각각을 1.5 g 씩 혼합한 시료인 A-3은 34.2%, 또한 각각을 3.5 g 씩 혼합한 시료 A-7은 76.2% 증가하였다.

이 결과는 울무 청국장 분말(131 mg GAE/g)과 밀겨 분말 78.92 mg GAE/g을 혼합한 경우가 대두 분말의 116.92 mg GAE/g으로 밀겨 분말 한 가지 만을 사용하는 경우보다는 높아, 본 실험의 결과도 두 가지 병용은 항산화성이 높을 것으로 유추된다(Lee 등 2011).

2) 파운드 케이크의 플라보노이드 함량

파운드 케이크 혼합 재료들의 플라보노이드 함량은 밀가루는 30.03 ± 0.96 mg rutin/100 g, 냉동 블루베리 분말은 273.63 ± 20.80 mg rutin/100 g, 검정콩 안토시아닌 추출 분말은 391.13 ± 17.82 mg rutin/100 g으로 밀가루 대비 두 종류 모두 flavonoid 함량이 높았다.

검정콩 추출 안토시아닌 분말과 냉동 블루베리 분말을 혼합하여 제조한 파운드 케이크 시료들에서의 플라보노이드 함량은 Table 2와 같이 대조군에 비해 첨가량이 많아질수록 플라보노이드 함량이 유의적으로 증가하였다($p < 0.01$).

Table 2. Antioxidative activity of pound cakes prepared with different additions of frozen blueberry powder and anthocyan extracted from black bean

Items	Pound cake sample prepare using frozen blueberry powder and anthocyan powder extracted from black bean					F value
	0	A-1	A-3	A-5	A-7	
DPPH (%)	34.65 ± 5.54^{1a}	32.44 ± 0.29^a	56.95 ± 0.12^b	58.13 ± 2.17^b	71.46 ± 0.51^c	117.216**
Phenolic compound (mg GAE/g)	113.06 ± 8.91^a	127.15 ± 22.90^{ab}	151.73 ± 11.43^{bc}	179.60 ± 4.16^{cd}	199.27 ± 0.97^d	25.438**
Flavonoid (mg rutin/100 g)	27.25 ± 0.83^a	27.52 ± 0.96^a	70.58 ± 4.41^b	91.97 ± 2.93^c	104.19 ± 3.15^d	485.213**

¹⁾ Mean±Standard deviation, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

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

0-A: Pound cake without blueberry powder and anthocyan powder extracted from black bean.

A-1: Pound cake with frozen blueberry powder 0.5% and anthocyan powder extracted from black bean 0.5%.

A-3: Pound cake with frozen blueberry powder 1.5% and anthocyan powder extracted from black bean 1.5%.

A-5: Pound cake with frozen blueberry powder 2.5% and anthocyan powder extracted from black bean 2.5%.

A-7: Pound cake with frozen blueberry powder 3.5% and anthocyan powder extracted from black bean 3.5%.

즉, 대조군 대비 냉동 블루베리 분말을 1.5 g, 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 혼합한 시료인 A-3는 대조군 대비 2배 정도, A-5는 3배, 3.5 g 씩 혼합한 시료인 A-7도 3배 이상 증가하였다.

이 결과는 밀겨 분말(1,029 mg rutin/100 g), 울무 청국장은 1,210.50 mg rutin/100 g으로 이 두 가지 시료를 1:1로 혼합한 시료에서는 1,115.07 mg rutin/100 g으로 대두 청국장의 989.50 mg rutin/100 g보다 혼합한 원료들에서 항산화 함량이 높아 본 실험의 결과도 미루어 유추할 수 있을 것으로 사료된다(Lee HJ 2012; Lee 등 2011).

3) 파운드 케이크의 DPPH 라디칼 소거능

파운드 케이크의 원료인 밀가루를 비롯한 냉동 블루베리 분말과 검정콩 안토시아닌 분말의 DPPH radical 소거능은 밀가루가 18.57±2.28%, 냉동 블루베리 분말이 83.87±0.09%, 검정콩 추출 안토시아닌 분말이 207.11±1.16%로 분석되었다.

검정콩 추출 안토시아닌 분말과 냉동 블루베리 분말을 혼합하여 제조한 파운드 케이크들의 DPPH, 유리기 소거능은 Table 2와 같이 첨가량 대비 유의적으로 높았다($p<0.01$).

대조군은 34.65±5.54%로, 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 각각 1.5 g 씩 혼합한 시료 A-3는 대조군에 비해 64% 높았고, 시료 A-5는 67.7%, 특히 A-7은 대조군 대비 2배 정도 높았다.

2. 파운드 케이크의 DPPH 라디칼 소거능과 항산화 물질과의 상관 관계

냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말 혼합 제조한 파운드 케이크에서 총 페놀 함량은 첨가량에 따라 유의적으로 증가함과 동시에 항산화능의 정도를 알 수 있는 DPPH 라디칼 소거능 또한 증가하여 서로 양의 상관관계($r=0.8423$, $p<0.001$)로 나타났다(Table 3). 또한 케이크의 플라보노이드 함량은 첨가량에 따라 유의적으로 증가하고, DPPH 라디칼 소거능과는 양의 상관관계($r=0.9449$, $p<0.001$)를 나타내었다.

Table 3. Pearson's correlation coefficient between flavonoid content, total phenol compound and DPPH radical scavenging activity of pound cakes prepared with different additions of blueberry powder and anthocyan extracted from black bean

Items	Pearson's correlation coefficient	
	Phenolic compound content	Total flavonoid content
DPPH	0.8423	0.9449
Pearson's correction	$p<0.001$	$p<0.001$

위의 결과에서 파운드 케이크 제조 시에 냉동 블루베리 분말과 검정콩 안토시아닌 분말 첨가는 Lee 등(2010)의 human tumor cell에서 안토시아닌의 투여가 NO 생산의 농도 의존적 감소하는 항염증 효과, Tsoyi 등(2008)의 사람의 피부 keratinocyte cell line에서의 항염증 효과, 안토시아닌 섭취가 NO 생성에 영향을 주어 혈관 또는 심장 건강 예방 효과가 있다는 보고를 참고로 건강에 유익한 식품으로 제시할 수 있을 것으로 생각된다(Wallace TC 2011; Lee 등 2010).

3. 파운드 케이크의 품질 특성

1) 부피, 무게, 비용적

냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 혼합한 파운드 케이크의 부피, 무게, 비용적의 결과는 Table 4와 같다.

부피는 대조군이 가장 높았고, 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 혼합한 시료들은 첨가량 대비 유의적으로 감소하였고($p<0.01$), 특히 시료 중에서 A-7은 시료들 중에서는 가장 작았으며, 대조군 대비 6% 정도 작았다.

대조군 대비 두 재료 혼합 제조한 파운드 케이크 시료들 무게는 첨가량 대비 유의적으로 더 무거웠으며($p<0.01$), 그 중에서 A-7은 시료들 중에서도 가장 무거웠고, 대조군 대비 8% 정도 더 무거웠다.

두 재료 혼합 파운드 케이크 시료들의 비용적은 첨가량 대비 유의적으로 낮았다($p<0.01$). 즉, 시료들에서는 대조군 대비 A-1과 A-3는 비용적이 크고, A-5와 A-7은 대조군에 비해 적고, 특히 A-7은 1.49로 시료들 중에서 가장 작았고, 대조군에 비해서도 13.8% 작았다.

비용적에 영향을 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).

쇼트닝 사용 함량과 비용적 관계에서 Lee HJ(2012)는 밀가루 대비 55% 혼합하고, 다른 분말을 10, 12.5, 15% 혼합한 파운드 케이크에서는 유의적으로 감소함을 보고하였으나, Oh & Lee(2011)는 밀가루 대비 55%의 쇼트닝을 넣고, 다른 분말을 5~15% 넣으며, cake improver를 첨가하였을 때는 비용적이 모든 혼합군에서 대조군 대비 11.5%에서 20.7%의 증가함을 보고하여, 효소제제인 cake improver를 제외하고는 본 실험 결과와 유사한 경향을 보였다.

조식의 연화와 팽창에 영향을 주는 설탕(Lee 등 2008), Lee

Table 4. The physical properties of pound cakes prepared with different additions of frozen blueberry powder & anthocyanin extracted from black bean

Items	Pound cake sample prepare using frozen blueberry powder and anthocyan powder extracted from black bean					F value
	0	A-1	A-3	A-5	A-7	
Volume (mℓ)	1,076.67±2.89 ^{1)c}	1,070.00±5.00 ^{bc}	1,063.33±2.89 ^{bc}	1,050.00±0.00 ^b	1,008.33±14.43 ^a	44.367**
Weight	621.00±0.00 ^c	573.33±0.58 ^a	612.00±0.00 ^b	635.33±0.58 ^d	675.00±0.00 ^e	30,641.250**
Specific volume	1.73±0.003 ^c	1.87±0.007 ^d	1.74±0.004 ^c	1.65±0.001 ^b	1.49±0.02 ^a	506.412**

¹⁾ Mean±Standard deviation, ** $p<0.01$

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

Refer to Table 2.

등(2011)은 밀가루 대비 70%로 혼합하고, 다른 분말을 20, 25, 30% 혼합 제조한 파운드 케이크의 비용적은 유의적 증가하였으나, 본 실험에서도 설탕은 동량으로 제조하였으나, 결과는 유의적으로 감소하여 서로 다른 결과를 나타냈다.

그러나 설탕은 50%를 사용하고 cake improver와 브로콜리 줄기 분말을 5~15% 혼합한 파운드 케이크의 비용적은 첨가량 대비 증가하였음을 보고하였다(Oh & Lee 2011).

다른 물질의 첨가는 단백질의 함량의 감소 즉 글루텐의 농도가 희석되어 비용적에 영향을 미칠 것으로 예상할 수 있는 연구들에서 다시마 분말(Ahn & Song 1999), 버찌 분말(Kim 등 2009), 밀감 분말(Park 등 2008), 클로렐라(Chung & Choi 2005), 미강(Jang 등 2010) 등을 혼합한 실험에서는 밀가루 이외의 재료 혼합은 비용적이 낮아졌다고 보고하였고, 본 연구 결과에서도 유사한 결과였으나, Lee 등(2011)은 울무 청국장과 미강 분말을 30% 혼합하였을 때 비용적은 증가함을 보고하였다.

따라서 비용적에 영향을 주는 인자는 단백질, 단백질의 종류와 혼합량, 당의 종류, 이와 관련 효소 등에 대해 더욱 많은 연구가 필요한 것으로 생각된다.

2) 파운드 케이크의 수분

수분 함량은 파운드 케이크의 softness를 유추할 수 있는 것으로 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말 혼합 파운드 케이크의 수분 함량은 Table 5와 같이 첨가량이

많아질수록 약간 증가하는 경향이였다.

밀가루의 수분 함량은 12.08%, 냉동 블루베리 분말은 12.99%, 검정콩 추출 안토시아닌 분말은 11.98%이었고, 밀가루로만 제조한 파운드 케이크이 22.94%이었다. 시료 A-1은 대조군 대비 5% 높고, 시료 A-3는 10%, 그리고 시료 A-5는 12% 높았으나, 그 중에서 시료 A-7은 수분의 함량이 가장 낮았고, 대조군과 유사한 정도였다.

3) 파운드 케이크의 색도

(1) 파운드 케이크의 Crust의 색도

냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 혼합한 파운드 케이크 crust의 색도 측정 결과는 Table 6과 같다.

파운드 케이크 crust 색도 측정에서 대조군에 비해 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말의 첨가량이 증가할수록 L값은 유의적으로 낮아졌고($p<0.01$), 적색의 정도를 나타내는 a값도 대조군이 21.06에 비해 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말 첨가량이 많아질수록 유의적으로 낮아졌다($p<0.01$).

황색의 정도를 나타내는 b값도 대조군이 45.17임에 대해 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말의 첨가량이 많아질수록 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다($p<0.01$).

결과적으로 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 추출 분말의 첨가량이 많아질수록 대조군에 비해 파운드

Table 5. The moisture contents of pound cakes prepared with different additions of frozen blueberry powder and anthocyan extracted from black bean

Items	Pound cake samples prepare using frozen blueberry powder and anthocyan powder extracted from black bean					F value
	0	A-1	A-3	A-5	A-7	
Moisture contents (%)	22.94±4.33 ^{1)NS2)}	24.15±1.83	25.70±2.30	26.00±1.11	21.69±2.78	0.909

¹⁾ Mean±Standard deviation

²⁾ NS: Non significant

Refer to Table 2.

Table 6. Effect on the color measurements crust of pound cakes prepared with different additions of frozen blueberry powder and anthocyan extracted from black bean

Hunter value	Pound cake sample prepare using frozen blueberry powder and anthocyan powder extracted from black bean					
	0	A-1	A-3	A-5	A-7	F value
L	55.86±0.15 ^{1)d}	50.39±0.35 ^c	38.95±0.63 ^b	31.47±0.19 ^a	31.68±0.34 ^a	2,649.648**
a	21.06±0.07 ^{bc}	21.54±0.08 ^d	20.87±0.21 ^b	20.70±0.14 ^b	19.57±0.22 ^a	61.541**
b	45.17±0.09 ^e	43.13±0.01 ^d	38.44±0.34 ^c	34.17±0.28 ^b	32.63±0.39 ^a	1,274.944**

¹⁾ Mean±Standard deviation, ** $p<0.01$

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

Refer to Table 2.

케이크 샘플의 명도, 적색도와 황색도가 낮아졌는데, 명도 저하는 파운드 케이크를 구울 때 열에 의해 설탕 등과 아미노산의 변화, 그 외의 물질들의 혼합이 원인으로 사료되며, 이런 경향은 고수 잎 분말과 브로콜리 줄기 분말 혼합, 울무 청국장과 밀겨 분말 혼합, 브로콜리 줄기 분말을 혼합 제조한 파운드 케이크에서도 유사하였다(Lee HJ 2012; Lee 등 2011, Oh & Lee 2011).

(2) 파운드 케이크 Crumb의 색도

냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 혼합한 파운드 케이크 crumb 색도는 Table 7과 같이 L값은 대조군 대비 첨가량이 많아질수록 유의적으로 낮아졌고($p<0.01$), a값은 첨가량이 많아질수록 유의적으로 높아졌으며($p<0.01$), b값은 첨가량이 많아질수록 유의적으로 낮아졌다($p<0.01$).

이런 경향은 고수 잎 분말과 브로콜리 줄기 분말을 혼합한 파운드 케이크와 울무 청국장과 밀겨 혼합 파운드 케이크에서도 원료의 혼합 비율이 높아질수록 L값은 저하되고, b값은 증가되어 본 실험 결과와 유사한 경향이었으며(Lee HJ 2012; Lee 등 2011), 밀기울, 펙틴을 첨가한 파운드 케이크 crumb의 L값이 다소 감소한다는 보고와 유사하였다(Kang 등 1990; Shin 등 2005).

4) 파운드 케이크의 조직감

냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 혼합한 파운드 케이크의 조직감을 texture analyzer로 측정한 결과는 Table 8과 같다. 파운드 케이크 샘플들의 경도(hardness)는 대조군에 비해 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말 첨가량 대비 유의적으로 낮았고($p<0.01$), 응집성(cohesiveness)은 대조군에 비해 약간 증가하는 경향을 보였으나 유의적이지 않았고, 씹힘성(chewiness)는 대조군에 비해 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮았으며($p<0.01$), gumminess는 대조군에 비해 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말의 첨가량 대비 유의적으로 낮았다($p<0.01$).

Hardness에 영향을 주는 인자의 연구 결과로는 식이섬유소 함량이 높을 것으로 추정되는 미강이 첨가량에 따라 hardness가 유의적으로 낮아짐을 보고하였다(Jang 등 2010). 또한 수용성 식이 섬유소 함량이 높은 미역과 다시마 가루(Ahn & Song 1999)는 증가하였다고 하고, 섬유소 성분인 β -glucan 첨가 파운드 케이크에서 hardness는 증가함을 보고하였다(Shin 등 2005). 그러나 섬유소 함량이 높은 울무 청국장과 밀겨 분말 혼합 파운드 케이크의 실험에서는 첨가량 대비 감소하는 결과를 보고하였다(Lee 등 2011).

위에서와 같이 파운드 케이크의 hardness에 영향을 주는

Table 7. Effect on the color measurements crumb of pound cakes prepared with different additions of frozen blueberry powder & anthocyanin extracted from black bean

Hunter value	Pound cake sample prepare using frozen blueberry powder and anthocyan extracted from black bean					
	0	A-1	A-3	A-5	A-7	F value
L	80.21±0.07 ^{1)e}	78.45±0.63 ^d	58.84±0.47 ^c	52.81±0.85 ^b	49.14±0.37 ^a	2,127.093**
a	2.26±0.06 ^a	2.65±0.15 ^a	2.53±0.01 ^a	3.87±0.38 ^b	3.77±0.08 ^b	46.829**
b	34.16±0.21 ^e	31.07±0.10 ^d	14.82±0.04 ^c	12.88±0.86 ^b	9.41±0.23 ^a	2,271.115**

¹⁾ Mean±Standard deviation, ** $p<0.01$

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

Refer to Table 2.

Table 8. Texture characteristics of pound cakes prepared with different additions of frozen blueberry powder and anthocyan extracted from black bean

Items	Pound cake sample prepare using frozen blueberry powder and anthocyan extracted from black bean					
	0	A-1	A-3	A-5	A-7	F value
Hardness (g/s)	4,705.57±229.25 ^{1b}	4,663.33±175.98 ^{ab}	3,131.33±289.61 ^a	2,732.07±594.30 ^a	4,797.97±192.93 ^b	25.788**
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}	13.472**
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	198.850**
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	23.324
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	1.175
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	11.324

¹⁾ Mean±Standard deviation, ** $p<0.01$

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

Refer to Table 2.

인자에 대한 연구는 효소, 설탕, 당알코올, 식이 섬유소의 종류와 물성, 혼합량 등과 수분과의 연구들이 보고되었으나, 관련 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

5) 파운드 케이크의 관능적 특성

냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 혼합하여 제조한 파운드 케이크의 관능적 특성 평가 결과는 Table 9와 같다. Appearance 항목에서 대조군과 첨가량 증가에 따른 샘플들의 평가는 유사한 결과로, 이는 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말 혼합이 파운드 케이크 성형에는 영향을 주지 않는 것으로 유추할 수 있었다. 조직감 항목에서도 대조군과 유사한 평가를 받아, 이들 재료들의 혼합이 파운드 케이크의 조직감에도 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 맛의 항목에서는 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말이 혼합된 파운드 케이크에서 대조군에 비해 유의적으로 높은 평가를 받았고($p<0.05$), flavor 항목

에서도 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 혼합한 파운드 케이크 샘플들이 유의적으로 높게 평가되었다($p<0.05$). 색의 항목에서는 대조군에 비해 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말 혼합 파운드 케이크의 색이 약간 흐린 보라색 계통으로, 일반적인 파운드 케이크와 차별이 되어 선호도가 높게 평가하였다. 이런 경향은 고수 잎 분말과 브로콜리 분말을 혼합한 파운드 케이크에서도 색상이 초록색으로 선호도가 높았고, 식욕을 자극할 수 있는 갈색의 울무 청국장 분말과 밀겨 혼합 파운드 케이크에서 높은 선호도를 보여, 본 실험과 유사한 경향을 나타냈다. 전체적인 기호도 항목에서도 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말 첨가량 대비 유의적으로 높은 평가를 받았다($p<0.01$). 결과적으로 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 각각 0.5%에서 3.5%까지 혼합하여 파운드 케이크 제조에서는 대조군에 비해 flavor, color, 종합적인 기호도 면에서는 높은 평가를 하였으나, 그 외의 외관을 비롯한

Table 9. The result of sensory evaluation for acceptance test of pound cake prepared with frozen blueberry powder & anthocyanin extracted from black bean

Characteristics	Pound cake sample prepare using frozen blueberry powder and anthocyan extracted from black bean					
	0	A-1	A-3	A-5	A-7	F-value
Appearance	3.85±0.85 ^{1a}	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⁾ Values are mean±standard deviation, * $p<0.05$, ** $p<0.01$

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

Refer to Table 2.

대부분의 항목에서 큰 차이가 없어 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 혼합한 케이크 제품을 건강에 유익한 제품으로 개발 가능성을 제시할 수 있겠다.

요약 및 결론

안토시아닌 성분이 풍부한 식품으로 주식 대용할 수 있는 빵 제품의 자료를 개발하고자 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 각각 0.5%, 1.5%, 2.5%, 3.5% 혼합하여 파운드 케이크를 제조하여 항산화 활성 및 파운드 케이크의 이화학적 특성을 분석하였다. 원료들과 파운드 케이크의 총 페놀 함량은 검정콩 추출 안토시아닌 분말이 냉동 블루베리 분말에 비해 높았고, 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 혼합한 파운드 케이크 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 원료인 냉동 블루베리 분말에 비해 검정콩 추출 안토시아닌 분말이 DPPH 유리기 소거능이 높았으며, 두 종류 원료를 혼합한 파운드 케이크에서는 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.01$).

DPPH 유리기 소거능과 총 페놀 함량과 플라보노이드 함량 등 항산화 활성에 영향을 미치는 것으로 나타났다($r=0.8423$, $p<0.001$, $r=0.9449$, $p<0.001$).

냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말 혼합 파운드 케이크의 품질 특성 중 부피는 대조군에 비해 첨가군들이 유의적으로 감소하였고($p<0.01$), 비용적도 첨가량 증가에 따라 유의적으로 감소하였다($p<0.01$). 파운드 케이크 crust 색도 중 L값은 대조군에 비해 유의적으로 낮아졌고($p<0.01$), a값과 b값도 유의적으로 감소하였다($p<0.01$). 또한 파운드 케이크 crumb의 L값은 첨가량 증가에 따라 유의적으로 낮아졌으며($p<0.01$), a값은 첨가량 증가에 따라 유의적으로 높아졌고($p<0.01$), b값은 유의적으로 낮아졌다($p<0.01$). 파운드 케이크의 hardness는 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말의 첨가량 증가에 따라 유의적으로 낮아졌다($p<0.01$).

관능 특성 평가에서 appearance와 조직감은 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말 혼합에 따라 크게 영향을 받지 않는 것으로 평가되었고, 맛, flavor, 항목에서는 대조군에 비해 첨가군이 유의적으로 높은 평가를 받았다($p<0.05$). 종합적인 기호도도 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 혼합한 시료들이 유의적으로 높은 평가를 받아($p<0.01$), 쇼트닝 첨가량이 밀가루 대비 약 80~100%, 설탕 첨가량이 50~100% 되는 빵류인 파운드 케이크 제조에 냉동 블루베리 분말과 검정콩 추출 안토시아닌 분말을 5% 정도

혼합하여 제조하는 것은 항산화 활성으로 인한 건강에 유익할 수 있을 것으로 추정되고, 품질 특성에서도 명도가 낮았다. 전체적으로는 갈색이 아닌 연한 보라색에 가까운 색상을 보여서 기호도가 높았고, 비용적은 첨가량에 따라 대조군에 아주 근소하게 낮았으며, 조직감의 대표적인 물성인 hardness도 대조군에 비해 낮아 부드러운 물성을 가진 것으로 향후 제품 개발의 자료로 소개할 수 있을 것 같다.

감사의 글

이 논문은 2013년도 가천대학교 교내 연구비 지원에 의한 결과임(GCU-2013-R343).

References

- Ahn JM, Song YS. 1999. Physico-chemical and sensory characteristics of cakes added sea mustard and sea tangle powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:534-541
- Bo CD, Ciappellano S, Klimis-Zacas D, Martini D, Gardana C, Riso P, Porrini M. 2011. Anthocyanin absorption, metabolism, and distribution from a wild blueberry-enriched diet (*Vaccinium angustifolium*) is affected by diet duration in the Sprague-Dawley rat. *J Agric Food Chem* 58:2491-2497
- Boivin D, Blanchette M, Barrette S, Moghrabi A, Beliveau R. 2007. Inhibition of cancer cell proliferation and suppression of TNF-induced activation of NF- κ B by edible berry juice. *Anticancer Research* 27:937-948
- Carluccio MA, Siculella L, Ancora MA, Massaro M, Scoditti E, Storelli C, Visioli F, Distanti A, De Caterina R. 2003. Olive oil and red wine antioxidant polyphenols inhibit endothelial activation: antiatherogenic properties of Mediterranean diet phytochemicals. *Arterioscler Thromb Vascular Biology* 23:622-629
- 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. 2006. Quality characteristics of pound cake with vegetable oils. *Korean J Food Cookery Sci* 22:808-814
- Choi SN, Chung NY. 2010. Quality characteristics of pound cake with addition of cashew nuts. *Korean J Food Cookery Sci* 26:198-205
- 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
- Jang H, Ha US, Kim SJ, Yoon BI, Han DS, Yuk SM, Kim SW. 2010. Anthocyanin extracted from black soybean reduces prostate weight and promotes apoptosis in the prostatic hyperplasia-induced rat model. *J Agric Food Chem* 58:12686-12691
- 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
- Karlsen A, Retterstol L, Laake P, Paur I, Kjolsrud-Bohn S, Sandvik L, Blomhoff R. 2007. Anthocyanins inhibit nuclear factor-kB activation in monocytes and reduce plasma concentrations of pro-inflammatory mediators in healthy adults. *J Nutr* 137:1951-1954.
- 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
- Kim YH, Kim DS, Woo SS, Kim HH, Lee YS, Kim HS, Ko KO, Lee SK. 2008. Antioxidant activity and cytotoxicity on human cancer cells of anthocyanin extracted from black soybean. *Korean J Crop Sci* 53:407-412
- 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* 3:350-361
- 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* 3:436-446
- 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 SK, Baik MY, Jang HR, Park SK. 2008. Application of sweetness inhibitor, Na \pm 2-(4-methoxyphenoxy)propanoic acid, to modify sweetness and to improve shelf life and texture in pound cake. *Korean J Food Sci Technol* 40:534-539
- Niki E, Yoshikawa T, Osawa T. 1999. Recent development of food factors for the disease prevention. pp. 1-12. Systems Co., Ltd
- Niki E, Yoshikawa T, Osawa T. 1999. Recent development of food factors for the disease prevention. pp. 34-44. Systems Co., Ltd
- Oh JB, Lee HY. 2011. Effect of cake improver on antioxidant activity and properties characteristics of pound cakes prepared using broccoli stem powder. *Korean J Food & Nutr* 4:567-576
- 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
- Song GC. 2012. The cultural status and the industrial prospects on blueberry. *Plane Resources Society*. 9-9
- Senervirathne M, Jeon YJ, Ha JH, Kim SH. 2006. Antioxidant potential of enzymatic extracts from blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *J Life Science* 2:46-57
- 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
- Srivastava A, Akoh CC, Fischer J, Krewer G. 2007. Effect of anthocyanin fractions from selected cultivars of Georgia-grown blueberries on apoptosis and phase II enzymes. *J Agric Food Chem* 5:3180-3185
- Suzuki T, Hara H. 2011. Role of flavonoids in intestinal tight junction regulation. *Journal of Nutritional Biochemistry* 22:401-408
- Tsoyi K, Park HB, Kim YM, Chung J, Shin SC, Lee WS, Seo HG, Lee JH, Chang KC, Kim HJ. 2008. Anthocyanins from black soybean seed coats inhibit uvb-induced inflammatory cyclooxygenase-2 gene expression and PGE2 production through regulation of the nuclear factor- κ B and phosphatidylinositol 3-kinase/Akt pathway. *J Agric Food Chem* 56:8969-8974
- Wallace TC. 2011. Anthocyanins in cardiovascular disease. *Adv Nutr* 2:1-7
- Wang SY, Chen CT, Sciarappa W, Wang CY, Camp MJ. 2008. Fruit quality, antioxidant capacity, and flavonoid content of

- organically and conventionally grown blueberries. *J Agric Food Chem* 56:5788-5794
- Wang Y, Dhang CF, Chou J, Chen HL, Deng X, Harvey BK, Cadet JL, Bickford PC. 2005. Dietary supplementation with blueberries, spinach or spirulina reduces ischemic brain damage. *J Experimental Neurology* 193:75-84
- Zadernowski R, Naczek M, Nesterowicz J. 2005. Phenolic acid profiles in some small berries. *J Agric Food Chem* 53:2118-2124
-

접 수 : 2013년 10월 19일
최종수정 : 2013년 11월 15일
채 택 : 2013년 11월 25일