

올무 청국장 분말과 밀겨 분말을 혼용한 파운드 케익의 항산화 활성과 품질 특성

†이혜정 · 박희옥 · 장재선 · 김성수* · 한찬규* · 한재흥** · 오재복***

가천의과대학교 식품영양학과, *한국식품연구원, **대한제분주식회사, ***한정혜 요리학원

Antioxidant Activity and Properties Characteristics of Pound Cakes Prepare using Job's Tears(*Coix lachryma-jobi* L.) *Chungkukjang* Powder and Wheat Bran Powder

†Hye Jeong Lee, Hee Ok Pak, Jae Seon Jang, Sung Su Kim*, Chan Kyu Han*,
Jae Heung Han** and Jae Bok Oh***

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

*Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

**Daehan Flour Mills Co., Ltd., Incheon 400-201, Korea

***Jyong Hye Han Cooking Academy, Seoul 110-320, Korea

Abstract

A study was undertaken to examine the effect of the addition of job's tears(*Coixlachryma-jobi* L.) *chungkukjang*(soybean-fermented food) and wheat bran powder on quality attributes of pound cakes. Job's tears *chungkukjang* and wheat bran powder was added to the batter at a ratio of 10, 12.5 and 15% respectively. The antioxidant activity was estimated by DPPH free radical scavenging activity, the total phenolic compounds content and flavonoid content in job's tears *chungkukjang* & wheat bran powder and pounds cakes. Antioxidative activity was highly correlated with the total phenolic and total flavonoids contents of job's tears *chungkukjang* and wheat bran pound cakes respectively($r=0.9671$, $r=0.8335$). The quality characteristics of job's tears *chungkukjang* powder and wheat bran powder pound cakes were estimated in terms of the specific load volume, hardness, hunter value of crumb and crust and sensory quality of cakes. The specific volume were increased significantly with increasing substitution level of job's tears *chungkukjang* and wheat bran powder($p<0.01$). The lightness were significantly decreased with increases in job's tears *chungkukjang* and wheat bran powder of pound cake crust and crumb($p<0.01$, $p<0.01$). The hardness, chewiness and gumminess were tended to reduce, while cohesiveness with increase in both of powder. The consumer acceptability score for 10~15% job's tears *chungkukjang* and wheat bran powder pound cakes ranked significantly($p<0.01$) higher than those of the other groups in taste, flavor and overall preference. This results showed that job's tears *chungkukjang* and wheat bran powder are a good ingredient to increase consumer acceptability and the healthy.

Key words: job's tears *chungkukjang*, wheat bran, pound cake, phenolic compounds, flavonoids content, quality characteristics

서론

사람들은 오염물질, 방사선, 산화된 음식의 섭취, 국소성

빈혈 등과 *in vivo*에서 free radical 생성 등 많은 산화적 스트레스를 가지고 있다. free radical은 화학적 연쇄반응으로 인한 과산화물과 2차적 산화로 세포막, 단백질 그리고 핵산에 장

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

애를 주어, 노화를 비롯하여, 암, 당뇨, 심혈관계 질환, 자가면역 질환, 신경퇴화적인 질환 등과 관련이 있다(Baublis 등 2000; Ou 등 2007)

최근에는 어떤 식이 인자가 조직에서 산화와 항산화 균형에 영향을 주는지에 대해 비상한 관심을 가지고 있으며, 많은 항산화제나 항산화 성분이 함유된 식품들은 당뇨, 대사성증후군에서 산화적 스트레스가 경감되었다고 보고하였고(Baublis 등 2000), 합성 항산화제를 주로 plant phenolic 등의 천연 항산화제로 대체하려고 하고 있다(Ou 등 2007).

전곡류의 섭취에서 곡류의 항산화 물질 중 free, 또는 ester 형태의 phenolic acid는 *in vitro*에서 강한 항산화제이고, 산성 조건, 효소 분해 등의 소화 과정은 곡류 phenolic의 수용성과 활성을 변화시키므로 소화 등의 생리면에서의 식품 가공 조건의 검증은 건강에 유익한 식품 생산에 필수적이라고 한다(Baublis 등 2000).

전곡 섭취는 염증 관련 사망에서 역의 관계로, 관상동맥에는 방어 효과가 있었고, 이 역시 전곡의 phytochemical들은 산화적 stress를 억제하였으므로 산화적 stress에 의한 염증의 방어 효과를 위한 mechanism으로 제시하였다(Liu 등 1999; Jacobs 등 2007).

곡류의 polyphenol이 *in vitro*와 *in vivo*에서 강력한 항산화제로써 immune cell의 환원 상태와 기능을 개선하고, 건강한 상태에서도 면역 기능과 세포 환원에 대해, 지방 산화 damage 개선, 항산화 효과가 있었고, 주요 polyphenol로는 gallic acid, *p*-hydroxybenzoic acid, vanillic acid, sinapic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, quercetin, catechin, rutin 그리고 oryzanol이 분석되었다(Alvarez 등 2006).

울무, 보리, 미강 등의 methanol 추출물의 polyphenol로 추정되는 지용성 물질들은 항산화 활성이 높았고, HepG2 세포에서도 울무와 미강은 유의적으로 높은 항산화 활성을 나타냈으며, 지방세포인 3T3-L1 세포에 포도당과 지방산 대사에서도 GLUT1 유전자 감소로 포도당 유입을 감소시켰고, CD36과 aP2의 발현의 증가로 지방산 유입이 증가되어 혈중 지방산 감소를 보고하였다(Park 등 2009).

Andean 곡류인 Kaniwa(*Chenopodium pallidicaule*)의 bran에서도 total phenolic의 함량이 높았고(Valencia 등 2009), 밀은 ferulic, *p*-coumaric, vanillic acid 등은 free acids, acid ester, sugar ester 그리고 polysaccharide ester 형으로, 이들은 radical 에너지를 낮추어 자유기를 소거함으로써 지방 산화를 억제하고, durum wheat bran 추출물은 대두유에서 강한 항산화제 활성을 나타냈다(Baublis 등 2000; Adom 등 2005).

밀 bran 추출물에서 유의 수준의 유리기 소거, chelating 능력, phenolic acid, tocopherols 그리고 carotenoid 등이 분석되었고, 주된 phenolic acid는 ferulic acid로 보고하였다(Ou 등 2007; Zhou 등 2005). 밀과 호밀 bran 추출물에서 steryl ferulate는

methyl linoleate emulsion에서 hydroperoxide 형성을 억제하였고, 항산화 활성이 높은 것으로 분석하였다(Nystrom 등 2005). 당뇨 관련 산화적 스트레스인 동맥경화, 뇌경색 등에 밀겨 효소가 분비하는 feruloyl oligosaccharide의 항산화 효과와 유도 당뇨 Sprague Dawley 쥐에서 혈당 수준 측정 결과, sodium ferulate와 VC보다 당뇨 쥐에서 산화적 장애를 경감시켰고, *in vivo*에서 아주 큰 항산화 활성을 보였다(Ou 등 2007).

중국에서 울무는 약제, 기능성 식품으로 개발 연구가 활발하다. 울무 벗겨 메탄올 추출물의 subfraction은 DPPH 소거능이 매우 컸으며, 주 성분은 coniferyl alcohol, syringic acid, ferulic acid, syringaresionl, 4-ketopinonesionol 그리고 새로운 lignan과 mayuenolide 등으로 U937 백혈구 세포에서 세포 자살을 유도하여 암세포의 성장을 막았다(Kuo 등 2002). 울무씨 추출물은 폐 종양 유도 쥐에게 30% 함유된 식이는 50% 내에서 폐 종양 표면의 수가 감소되었으며(Chang 등 2003), 울무 종피 추출물의 호염구 백혈구 (RBL)-2H3 세포에서 탈과립 marker에 강한 억제 활성을 나타내어 알러지 반응 억제 효과(Liu 등 1999; Chen 등 2010)를, 또한 RAW 264.7 대식세포에서의 LPS 유도 염증에 대해 강한 항산화력, 항염증활성을 나타냈고, 주 성분은 chlorogenic acid(CGA), vaillic acid(VA), caffeic acid(CA), *p*-coumaric acid(PCA), ferulic acid(FA)로 분석되었다(Huang 등 2009a; Huang 등 2009b).

콩의 isoflavonoid들은 flavonoids 강목으로, flavonoids의 생합성과 동일하고, isoflavone은 7-O- β -glucoside로 glucosyl-transferase에 의해 전환되고, malonyl transferase에 의해 6-O-malonate로 공포에 저장되어 수확된다(Barnes S 2009).

흡수된 isoflavone과 대사물들은 장간순환되고, estrogen 수용체와 결합하여 phytoestrogen으로도 정의되며, 17 β -estradiol에 비해서 친화력이 100배 정도 약해 높은 농도로 순환되는 이소플라본 농도를 상쇄하여 steroid 생합성 효소 억제(Kerckhoffs 등 2002), tyrosine kinase를 억제하고 항산화 활성이 있으며, peroxisome proliferator regulator α 와 γ 와 결합, 활성화하여, natural killer cell 기능에 강한 영향을 준다고 보고하였다(Lee 등 2009; Barnes S 2009).

중국의 전통적인 콩 발효품인 Douchi는 *Aspergillus*에 의해 발효된 제품으로 daidzein의 transform이 분리되었고, 높은 항산화 활성을 나타냈다(Fan 등 2009). 이소플라본은 템페, 닛토 추출물에서 강한 항산화 활성을 나타냈으며, *Bacillus subtilis* B1에 의한 douchi의 발효에서 단백질의 proteinase, peptidase의 argining을 비롯한 소수성의 peptide, 방향족 아미노산의 함량이 높았고, 이들은 전자가 부족한 radical에게 양자를 주어, 유리기를 제거함으로써 지방산 산화를 억제하였음을 보고하였다(Chen 등 2005).

Lee 등(2011)은 울무 청국장 분말과 밀겨 분말로 아메리칸

쿠키를 제조한 실험에서 울무 청국장과 밀겨 분말의 혼합은 높은 항산화 활성을 나타내었고, Adom 등(2005)의 밀겨의 bran/germ의 성분 분석에서 배유에 비해 total phenolic acid가 15~18배 많고, flavonoid 함량은 catechin 100 mg 당 740~940 micro mole 함유되어 있고, lutein은 4배, zeaxanthin은 12배, beta-cryptoxanthin은 2배가 배유에 비해 높으며, hydrophilic antioxidant activity가 배유에 비해 13~27배 높으며, lipophilic activity는 28~89배가 높다고 보고하였다. 이에 머핀, 파운드 케익 등은 전체 중량의 약 20% 정도를 마가린, 쇼트닝 등의 지방을 첨가하고 있어 비만 등 영양상 문제점을 초래할 수 있다고 본다. 이에 콩의 flavonoid 성분과 밀겨의 phenolic compound 함량이 풍부한 청국장과 밀겨 분말을 첨가한 파운드 케익에 관한 항산화성과 품질 및 관능특성을 연구하고자 하였다.

실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

콩 발효품으로는 곡식과 대두를 1:4의 비율로 혼합 발효시킨 울무 청국장 분말과, 사료 이외에는 효용성이 없는 밀겨 분말을 이용한 파운드 케익을 제조하기 위해 박력분((주)CJ), 백설탕((주)CJ), 무염 버터(서울 우유), 소금(해표), 베이킹 파우더(초야 식품), 울무 청국장은 울무 25%, 대두 75%에 냄새 저감형 균주로 발효시켜 열풍 건조하여 분말화 한 것을 한국식품연구원 김성수 박사에게서, 밀겨 분말은 대한제분(Daihan Flour Mills Co., Ltd, Incheon, Korea)에서 제공받아, 효소 처리한 후 명우분체(인천, 한국)에서 100 mesh로 분말화하였고, 계란은 시중에서 구입하였다.

2. 파운드 케익의 제조

케익은 밀겨 분말과 청국장 분말을 각각 5%, 10%, 20%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, 밀겨 분말, 울무 청국장 분말을 섞어 seive로 체질한 후 앞에 믹싱한 반죽에 물과 함께 혼합한다. 그리고 비중이 0.7~0.8이 되도록 반죽을 조절한 후 팬닝하여 180°C에서 40~50분간 소성한다. 완성된 케익은 실온에서 2시간 방냉한 후 기계적 검사 및 관능 검사를 실시하였다.

3. 파운드 케익의 항산화 활성 측정

1) 항산화 활성

울무 청국장 분말, 밀겨 분말, 밀겨 분말과 울무 청국장 분말 1:1 혼합물과 파운드 케익의 DPPH 라디칼 소거능은 대조군과 울무 청국장 분말과 밀겨 분말을 첨가군들간에 상대적인 비교를 하였다. 항산화 활성은 Lee & Kim(2009) 등의 방법에 따라 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거활성을 측정, 비교 분석하였다. 즉, 시료액 4 ml에 DPPH solution (1.5×10^{-4}) M 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 측정하였다. 파운드 케익 10 g에 ethanol을 90 ml를 가하여 20°C,

Table 1. Ingredients of pound cake prepare with job's tear *chungkukjang* powder and wheat bran powder (g)

Ingredients	Job's tears <i>chungkukjang</i> & wheat bran powder contents(%)			
	Control	20	25	30
Wheat flour	100	80	75	70
Job's tear <i>chungkukjang</i> powder	0	10	12.5	15
Wheat bran powder	0	10	12.5	15
Butter	80	80	80	80
Sugar	70	70	70	70
Whole egg	100	100	100	100
Salt	0.2	0.2	0.2	0.2
Vanilla	0.1	0.1	0.1	0.1
Baking powder	1	1	1	1
Water	0	2	2.5	3

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 2N Folin-Ciocalteu reagent 150 μ l를 가한 후 3분간 방치하고 1N 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 100 g 중의 mg gallic acid(mg GAE/100 g)로 나타내었다. 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준편차와 유의성 검증을 하여 나타내었다.

3) 플라보노이드 함량 측정

플라보노이드 함량은 Lee 등(2009)의 방법을 변형하여 다음과 같이 측정하였다. 1 mg/ml 농도로 methanol에 용해시킨 시료액 10 μ l와 1N-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 나타내었으며, 실험은 3회 반복하여 평균값과 표준 편차와 유의성 검증을 하여 나타내었다.

4. 파운드 케익의 품질 평가

1) 물리적 특성

썩살을 이용한 종자 치환법으로 부피를 측정하였고, 무게 측정은 디지털 저울을 이용하였으며, 비용적(specific volume)은 파운드 케익의 부피(ml)를 무게(g)로 나눈 값으로 하였다.

2) 색도

파운드 케익의 색도는 Spectrophotometer(Minolta 3500-d, Tokyo, Japan)을 사용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정한 후 평균 값으로 나타내었다. 이 때 표준 백판의 L, a, b 값은 각각 90.89, 0.78, 3.55이었다

3) Texture

파운드 케익의 경도는 Texture Analyzer(TA-XT Express, Stable micro systems, Slurry England)로 3회 반복 측정하였다. 파운드 케익은 가로, 세로 2.5 cm, 높이 1 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/s, Trigger force는 5.0 g, test speed는 1.0 mm/s, post test speed는 1.0 mm/s, return speed는 5.0 mm/s, test distance는 5.0 mm, Plunger는 dia. 3 cm의 조건으로 3회 이상 측정하여 평균과 표준 편차와 유의성 검증을

하여 나타내었다.

4) 일반성분 분석

울무 청국장 분말과 효소 처리한 밀겨 분말을 각각 10, 12.5, 15% 혼합한 파운드 케익의 일반 성분 분석은 AOAC법(1990)에 준하여 수분은 105°C 건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet 방법을 이용한 용매 추출법으로 분석하였다.

5) 관능검사

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

6) 통계 처리

본 연구의 모든 결과는 통계분석용 프로그램인 SPSS(version 12)를 이용하여 평균과 표준 편차를 나타내었다. 각 실험군간의 유의성 검증은 ANOVA로 분석하였으며, 사후 검증으로 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 밀겨의 일반성분

밀겨는 제분회사에서 제분 후 나온 상태로는 밀가루와 같은 상태가 되지 않아 효소 처리하기로 하였다. 효소 처리는 Choi & Kang(2006)와 Park & Kim(2009)들의 연구를 참고로 하여 효소(Celluclast, Novozyme. Ltd)로 50°C에서 150분간 shaking incubator(BF-50SIR Biofree, Korea)에서 발효시켜 열풍건조기(Eyela WFO-700, Rikakikai Co., Ltd, Tokyo, Japan)로 건조하여 100 mesh로 분말화는 명우분체(인천, 한국)의 협조로 제조하여 실험에 사용하였다. 효소 발효한 밀겨 분말은 효소발효하지 않은 대조구에 비해서 수분은 감소하고, 조단백과 조지방, 조섬유, 회분의 양은 증가하는 것으로 측정되었고, Table에는 제시되지 않았으나 밀겨 분말에서는 아플라톡신과 오클라톡신은 검출되지 않았다.

영양성분으로는 나이아신의 함량은 25 mg/100 g으로 매우 높아 100 g에 일일섭취 권장량을 넘는 수준이며, 무기질에서도 철분(74~103 mg/kg)과 아연(56~141 mg/kg)으로 풍부한 것으로 분석되었다(Table 2). 또한 crude fiber는 함량이 높은 편으로 효소 처리하지 않은 대조구는 hemicellulose>cellulose>lignan>

Table 2. Proximate composition of wheat bran powder (%)

Proximate composition	Non enzyme processed wheat bran	Enzyme processed wheat bran
Moisture	14.3	8.21
Crude protein	12.5	14.64
Crude fat	0.4	4.40
Crude fiber	9.80	10.05
Crude ash	3.84	4.58
Ochratoxin	Not detected	Not detected
Aflatoxin	Not detected	Not detected

pectin의 순으로 섬유소 함량을 보고하였으며, 효소 분해된 밀겨는 결합의 분해로 총량이 약간 증가함을 보고하였는데, 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타냈다(Kang KC 등 1990).

2. 울무 청국장 분말의 일반 성분

울무 청국장의 일반 성분은 대두 청국장에 비해 조단백과 조지질 그리고 회분의 양이 낮았으나, 탄수화물의 함량은 높은 것으로 분석되었다(Table 3).

3. 파운드 케익의 항산화 물질 함량

1) 파운드 케익의 총 페놀 화합물 함량

총 페놀 화합물 함량은 Table 4에서와 같이 울무 청국장 분말이 131.72±6.63 mg GAE/g, 대두 청국장 분말이 116.92±6.64 mg GAE/g, 밀겨 분말이 78.42±3.9 mg GAE/g, 밀겨 분말과 울

무 청국장 분말 혼합물(1:1 v/v)은 109.95±1.76 mg GAE/g로 울무 청국장 분말>대두 청국장 분말>밀겨 분말과 울무 청국장 분말 혼합물>밀겨 분말의 순으로 높았다. 이는 항산화 물질의 함유량이 높은 밀겨 분말과 울무 청국장 분말의 synergy로, 항산화 활성이 높은 밀겨 분말 단독보다는 발효 중에 항산화 물질이 생성되며, 곡류의 항산화 물질이 포함된 울무 청국장 분말과 혼합하는 것은 건강에 유익한 식품 재료가 될 만한 것으로 보인다. 울무 청국장과 밀겨 분말을 첨가한 파운드 케익에서는 대조군이 7.59±0.29 mg GAE/g으로 첨가량이 증가함에 따라 증가하여 30% 첨가한 시료는 64.12±1.20 mg GAE/g로 거의 대조군의 9배에 이르고, 모든 시료들은 울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 것으로 분석되었다($p<0.01$).

2) 파운드 케익의 플라보노이드 함량

Rutin을 표준물질로 측정된 플라보노이드 함량은 Table 4와 같이 밀겨 분말은 1,029.68±82.99 mg/100 g, 울무 청국장 분말은 1,210.50±150.94 mg/100g, 대두 청국장은 989.50±52.92 mg/100 g, 밀겨 분말과 울무 청국장 분말의 혼합물은 1,115.07±262.72 mg/100 g으로 울무 청국장 분말>울무 청국장 분말과 밀겨 분말 혼합물>밀겨 분말>대두 청국장의 순으로 높았고, 밀겨 분말과 울무 청국장 분말의 혼합물은 대두 청국장 분말보다도 훨씬 높았다.

울무 청국장 분말과 밀겨 분말을 혼합한 파운드 케익의 대조군은 80.37±8.70 rutin mg/100 g이었고, 울무 청국장 분말과 밀겨 분말을 20%, 25%, 30% 첨가함에 따라서는 35.9%, 55.6%, 43.1%, 61% 증가하였다. 모든 시료들은 밀겨 분말과 울무 청

Table 3. Proximate compositions of powdered chunggkukjang added with job's tears

Sample	Moisture (g/100 g)	Crude fat (g/100 g)	Crude protein (g/100 g)	Crude ash (g/100 g)	Carbohydrate (g/100 g)	Amino nitrogen (mg/100 g)
Control ¹⁾	3.5	24.6	41.9	5.3	24.8	1,017.6
CAJT ²⁾	2.9	20.0	37.2	4.6	35.2	717.5

¹⁾ Control: Job's tear is not added(powder), ²⁾ CAJT: Chunggkukjang added with Job's tear(powder).

Table 4. Antioxidative activity of pound cakes prepared with different additions of job's tears chunggkukjang powder & wheat bran powder

Items	Job's tears chunggkukjang powder & wheat bran powder contents(%)				F value
	0	20	25	30	
DPPH(%)	37.46±1.16 ^a	71.77± 1.38 ^b	83.73± 1.34 ^c	87.21±0.54 ^d	1,161.254**
Phenolic compound(mg/g)	7.59±0.29 ^a	42.42± 1.38 ^b	50.06± 1.03 ^c	64.12±1.20 ^d	1,553.572**
Flavonoide(mg/100 g)	80.37±8.70 ^a	125.57±17.40 ^b	180.82±15.07 ^d	205.94±8.70 ^d	55.852**

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

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

국장 분말의 첨가량이 증가함에 따라서 증가하여 30% 첨가 시에는 대조군에 비해 2.5배 정도로 높은 값인 205.94±8.70 rutin mg/100 g으로 분석되었고, 울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하였다($p<0.01$).

Lee 등(2005)과 Lee & Kim(2009)은 청국장 발효 중에 syringic acid와 ferulic acid 등의 phenolic acid와 아미노산이 유리상태로 전환되어 콩보다도 더 큰 항산화 활성을 낸다는 보고와 울무와 미강 등의 곡류의 항산화 물질들의 혼합으로 인한 synergy 효과로 보인다(Lee 등 2009; Park 등 2009). Genistein은 산화적 스트레스, acetaldehyde, enteric bacteria, 염증성 cytokin 등 산화적 stress 등으로 유도된 tight junction 단백질의 tyrosine 인산화를 저지하여 단백질을 분해함으로써 tight junction barrier의 기능을 보호한다고 하여 콩 단백질의 분해물인 genistein의 소화기 내의 생리 기능의 보고로 콩 발효품의 활용은 건강 기능적으로 중요시 되게 되었다(Tamura 등 2007; Suzuki & Hara 2011).

3) 파운드 케익의 DPPH 라디칼 소거능

울무 청국장 분말과 밀겨 분말 첨가 케익의 DPPH 라디칼 소거능 결과는 Table 4와 같다. DPPH radical 소거능은 울무 청국장 분말이 87.38±1.65%, 대두 청국장 분말이 86.17±0.39%, 밀겨 분말이 71.21±1.57%, 밀겨 분말과 울무 청국장 분말 혼합물이 77.93±1.16%로 울무 청국장 분말이 가장 높고, 밀겨 분말과 울무 청국장 분말을 혼합한 것은 밀겨 분말만의 경우보다 높아 항산화 활성의 활용을 위해서는 병용 효과가 유의한 것으로 생각된다.

울무 청국장 분말과 밀겨 분말을 첨가한 파운드 케익은 첨가량이 증가함에 따라 DPPH 라디칼 소거능이 유의적($p<0.01$)으로 증가하는 경향을 나타냈으며, 대조군이 37.46%에서 20% 첨가구는 47.8%가 증가했고, 25% 첨가구가 55.2%, 30% 첨가구는 57%의 증가를 나타냈다.

4) 파운드 케익의 DPPH 라디칼 소거능과 항산화 물질과의 상관관계

울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 총 페놀 함량은 시료들에서 첨가량에 따라 유의적으로 증가함과 동시에 항산화능의 정도를 알 수 있는 DPPH 라디칼 소거능 또한 증가하여 서로 양의 상관관계($r=0.9671$, $p<0.001$)로 나타났다(Table 5).

울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 파운드 케익의 플라보노이드 함량은 울무 청국장 분말과 밀겨 분말 첨가량에 따라 유의적으로 증가함과 동시에 항산화능의 정도를 알 수 있는 DPPH 라디칼 소거능과는 양의 상관관계($r=0.8335$, $p<0.001$)를 나타내었다.

위의 결과에서 파운드 케익 제조 시에 울무 청국장 분말과

Table 5. 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 job's tears chunggukjang powder & wheat bran powder

Items	Pearson's correlation coefficient	
	Phenolic compound content	Total flavonoid content
DPPH	0.9671	0.8335
Pearson's correction	$p<0.001$	$p<0.001$

밀겨 분말을 첨가하는 것은 항산화능이 증가되고, Tamura 등(2007)과 Suzuki & Hara(2011)이 보고한 rutin과 flavonoid 등의 장운동 촉진 효과 등을 참고로 하면 울무 청국장과 밀겨 혼합 파운드 케익은 장 건강에도 유익한 식품으로 제시할 수 있을 것으로 생각된다.

4. 파운드 케익의 품질 특성

1) 부피, 무게, 비용적

울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 파운드 케익의 부피, 무게, 비용적의 결과는 Table 6과 같다.

부피는 대조군이 가장 낮았고, 밀겨 분말과 울무 청국장 분말을 첨가한 것은 첨가량 증가에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며($p<0.01$), 밀겨 분말 15%와 울무 청국장 분말 15%를 혼합한 파운드 케익이 가장 큰 것으로 나타났다.

무게는 대조구에 비해 밀겨 분말과 울무 청국장 분말 혼합구가 높은 값을 나타냈고, 유의적인 경향을 나타내지는 않았다.

비용적은 빵이나 케익류의 품질 평가 항목으로 대조구에 비해 밀겨 분말과 울무 청국장 분말을 혼합한 파운드 케익은 첨가량 증가에 따라 유의적으로 높아졌다($p<0.01$). 첨가량별로는 밀겨 분말 10%와 울무 청국장 분말 10% 첨가하는 것이 대조구에 비해 비용적이 7.5%, 밀겨 분말과 울무 청국장 분말을 각각 12.5%씩 넣은 것은 대조구 비용적에 비해 4.5% 높아서, 밀겨 분말과 청국장 분말을 혼합한 파운드 케익의 품질 개선 효과가 있음을 추정할 수 있다.

비용적에 영향을 주는 인자로는 글루텐과 단백질(Choi & Chung 2010), 빵의 기포 형성으로 더 큰 부피를 갖게 하는 설탕, 설탕과 함께 크리밍 형성으로 가소성에 영향 주는 쇼트닝이나 버터 등이 있다.

케익 제조 시 지방을 식물성유나 올리브유로 대체한 경우, 비용적의 근소한 감소를 보고하였는데(Choi 등 2006; Chung 등 2006), 이는 식물성 유의 이중 결합의 수와 관련된 가소성에 영향으로 보이며, cashew nut 첨가는 비용적이 증가하였

Table 6. The physical properties of pound cakes prepared with different additions of job's tears chunggukjang powder and wheat bran powder

Items	Job's tears chunggukjang powder & wheat bran powder contents(%)				F value
	0	20	25	30	
Volume(ml)	989.10±9.35 ^{1b}	1,140.55±6.65 ^a	1,113.82±6.50 ^d	1,038.92±13.14 ^c	1,537.292**
Weight	425.11±0.21 ^a	453.35±0.35 ^a	455.53±0.09 ^a	455.15± 0.10 ^a	1.590
Specific volume	2.33±0.56 ^c	2.52±0.46 ^d	2.44±0.32 ^a	2.28± 0.01 ^b	194.241**

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

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

0: Pound cake without wheat bran powder and Job's tears chunggukjang powder,

20: Pound cake with wheat bran powder 10% and Job's tears chunggukjang powder 10%,

25: Pound cake with wheat bran powder 12.5% and Job's tears chunggukjang powder 12.5%,

30: Pound cake with wheat bran powder 15% and Job's tears chunggukjang powder 15%.

음을 보고하였다(Choi & Chung 2010). 올레산의 함량을 높은 쇼트닝을 재료로 한 파운드 케이크에서도 품질이 좋았고, 올레산 함량이 높은 올리브유에서 비용적이 근소한 차이를 보여, 빵의 제조에서 대체 가능성을 시사하였다(Ramli MR 등 2008).

설탕도 조식의 연화와 팽창에 영향을 주는 인자(Lee 등 2008)로, 단백질 감소도 비용적에 영향을 주는 것으로 보고하였으며(Ahn & Song 1999), 그런 물질로는 미역과 다시마 분말(Ahn & Song 1999), 버찌 분말(Kim 등 2009), 밀감 분말(Park 등 2008), 클로렐라(Chung & Choi 2005)의 혼합에서 비용적 감소를 보고하여 부재료들인 설탕과 버터 등의 유지 첨가량을 변수로 한 비용적 관련 연구가 필요할 것으로 보인다.

2) 파운드 케익의 색도

(1) 파운드 케익의 Crust의 색도

밀겨 분말과 울무 청국장 분말을 혼합한 파운드 케익 crust의 색도를 측정한 결과는 Table 7과 같다.

파운드 케익 crust 색도 측정에서 대조군에 비해 울무 청국장 분말과 밀겨 분말 첨가량이 증가할수록 L 값은 유의적으

로 낮아졌고($p<0.01$), a 값은 18.77에 비해 울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다($p<0.01$).

b 값은 울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 첨가량이 증가할수록 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다($p<0.01$).

결과적으로 울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 첨가량이 증가할수록 대조군에 비해 파운드 케익 샘플의 명도는 낮아지고 적색도는 증가하는 것이 확인되었는데, 명도의 저하는 파운드 케익을 구울 때 열에 의해 울무, 밀겨, 대두, 설탕 등의 재료들의 당과 아미노산의 변화의 원인으로 사료된다.

(2) 파운드 케익 Crumb의 색도

밀겨 분말과 울무 청국장 분말을 혼합한 파운드 케익 crumb 색도는 Table 8과 같이 L 값은 대조군에 비해 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌고($p<0.01$), a 값은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아졌으며($p<0.01$), b 값은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다($p<0.01$).

밀기울, 펙틴을 첨가한 파운드 케익 crumb의 L 값이 다소 감소한다는 보고와 본 연구 결과도 유사한 경향을 나타내었다(Kang 등 1990; Shin 등 2005).

Table 7. Effect on the color measurements crust of pound cakes prepared with different additions of job's tear chunggukjang powder and wheat bran powder

Hunter value	Job's tears chunggukjang powder & wheat bran powder contents(%)				F value
	0	20	25	30	
L	52.67±0.10 ^a	39.32±0.10 ^b	41.31±0.19 ^c	34.15±0.02 ^a	12,830.680**
a	18.72±0.03 ^c	19.78±0.02 ^d	19.66±0.02 ^a	20.02±0.02 ^b	15,744.67**
b	41.29±0.02 ^a	32.01±0.02 ^b	36.44±0.19 ^c	28.41±0.02 ^a	9,601.814**

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

Different superscripts(a~d) 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 job's tear chungkukjang powder and wheat bran powder

Hunter value	Job's tears chungkukjang powder & wheat bran powder contents(%)				F value
	0	20	25	30	
L	82.54±0.02 ^d	65.33±0.02 ^c	60.68±0.02 ^b	57.41±0.02 ^a	608,116.0**
a	1.23±0.03 ^a	7.48±0.02 ^b	8.32±0.02 ^c	8.96±0.02 ^d	89,736.523**
b	33.68±0.02 ^d	32.12±0.02 ^b	32.04±0.19 ^b	30.80±0.02 ^a	3,638.287**

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

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

3) 파운드 케익의 조직감

울무 청국장 분말과 밀겨 분말을 혼합한 파운드 케익의 조직감을 texture analyzer로 측정한 결과는 Table 9와 같다. 파운드 케익 샘플들의 경도(hardness)는 대조군에 비해 울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌고($p<0.01$), 응집성(cohesiveness)은 대조군에 비해 약간은 증가하는 경향을 보였으나 유의적이지 않았고, 씹힘성(chewiness)는 대조군에 비해 울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다($p<0.01$). Gumminess는 대조군에 비해 울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아지는 경향을 나타내었다($p<0.01$). 위와 같은 결과는 1등급 밀가루에 2%의 밀겨와 pectin을 첨가한 케익에서 hardening rate를 감소시켰다는 보고와 유사한 경향이 있었다(Kang 등 1990). 케익류 제조에서 설탕은 수분 보유력으로 전분 결정화를 감소시키고, 글루텐 구조의 건조를 방지하여 hardness를 낮게 하는 것으로 Lee 등(2008)은 보고하여, 설탕 함량이 높으면 hardness가 낮아진다고 한다.

동결 방지 역할의 당알콜류도 첨가량 의존적으로 hardness가 낮아짐을 보고했으나(Kang & Lee 2007), 설탕의 함량이 높을 것으로 예상되는 단호박 푸레, 밀감 분말, 버찌 분말은 첨가량에 따라 hardness가 증가함을 보고하였다(Park ID 2008; Park

& Shin 2008; Kim 등 2009).

또한 수분 함량이 높은 식이섬유소 성분들의 미강은 첨가량에 따라 hardness가 유의적으로 낮아짐을 보고했으나(Jang 등 2010), 미역과 다시마 가루(Ahn & Song 1999), β -glucan 첨가 파운드 케익에서 hardness는 증가함을 보고하였다(Shin 등 2005).

식물성 기름을 혼합하여도 hardness가 대조군에 비해 감소하였고(Chung 등 2006), nut류 분말을 사용한 파운드 케익에서도 hardness가 높은 결과를 보고하였다(Choi & Chung 2006; Choi & Chung 2010).

위와 같이 파운드 케익 hardness에 영향을 주는 주요 인자는 설탕의 함량인 것 같으나, 당의 함량이 높은 푸레 첨가에서는 반대 결과를 보고하고, 식이 섬유소도 조직감을 낮게 하는 원인으로 보이나, β -glucan 첨가에서는 다른 결과를 보고하여 앞으로 연구되어야 할 과제로 생각된다.

4) 파운드 케익의 일반성분

울무 청국장 분말과 밀겨 분말 혼합 파운드 케익의 일반 성분은 Table 10과 같다. 즉, 울무 청국장 분말과 밀겨 분말 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 높았다. 단백질 함량은 대조군이 8.40%이었고, 울무 청국장 분말과 밀겨 분말 첨가량이 가장 높은 30% 혼합군은 대조군에 비해 12% 높게 나타났

Table 9. Texture characteristics of pound cakes prepared with different additions of job's tears chungkukjang powder and wheat bran powder

Items	Job's tears chungkukjang powder & wheat bran powder contents(%)				F value
	0	20	25	30	
Hardness(g/s)	4,705.57±229.25 ^{1)b}	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	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	1,253.69±26.79 ^a	1,472.6±469.02 ^a	1,937.85±143.92 ^b	198.850**
Adhesiveness	-0.31±0.17 ^a	0.33±0.35 ^a	0.23±0.23 ^a	-0.03±0.15 ^a	23.324
Springiness	0.87±0.02 ^a	1.17±0.33 ^a	0.99±0.25 ^a	0.98±0.14 ^a	1.175
Cohesiveness	0.45±0.09 ^a	0.58±0.05 ^a	0.47±0.05 ^a	0.55±0.09 ^a	11.324

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

Different superscripts(a~d) in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test, Refer to Table 6.

Table 10. Proximate composition of pound cake according to mixing ratio job's tears chungkukjang & wheat bran powder

Composition (%)	Job's tears chungkukjang powder & wheat bran powder contents(%)			
	0	20	25	30
Moisture	19.14	19.28	20.41	20.16
Crude protein	8.40	9.01	9.16	9.54
Crude lipid	26.07	25.69	25.46	25.72
Carbohydrate	46.39	45.93	44.97	44.58
Ash	1.79	1.97	1.66	1.96

는데, 이 또한 울무 청국장의 단백질 함량이 높은 것이 원인으로 사료된다. 조지방 함량은 대조군에 비해 약간 감소하는 경향으로 분석되었다.

5) 파운드 케익의 관능적 특성

울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 파운드 케익의 관능적 특성 평가 결과는 Table 11과 같다. Appearance 항목에서 대조군과 첨가량 증가에 따른 샘플들의 평가는 유사한 결과로, 이는 울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 혼합이 파운드 케익 성형에는 영향을 주지 않는 것으로 유추할 수 있었다. 조직감 항목에서도 대조군과 유사한 평가를 받아, 이들 재료가 파운드 케익의 조직감에도 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 맛의 항목에서는 울무 청국장 분말과 밀겨 분말이 혼합된 파운드 케익에서 유의적으로 높은 평가를 받았고($p<0.05$), flavor 항목에서도 밀겨 분말과 울무 청국장 분말을 첨가한 파운드 케익 샘플들이 유의적으로 높게 평가되었는데($p<0.05$), 이는 파운드 케익 제조시 버터, 설탕을 넣고 높은 온도에서의 제조 과정에서 청국장의 냄새 성분의 변화에서 기인된 것으로 유추된다. 색의 항목에서는 대조군에 비해 울무 청국장 분말과 밀겨 분말 첨가량이 높을수록

갈색도가 높아지는 유의적으로 평가하였다($p<0.05$). 전체적인 기호도 항목에서도 울무 청국장과 밀겨 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높은 평가를 받았다($p<0.01$). Kang 등 (1990)의 밀기울 첨가한 파운드 케익의 실험에서 색, 조직감, 맛, 전체적인 기호도에서 유의차가 없어 섬유소 물질을 첨가하였을 때 관능적 품질의 열화가 문제 되지 않는다는 결과와도 유사한 결과로 생각할 수 있다. 결과적으로 울무 청국장 분말과 밀겨 분말을 각각 10%에서 15%까지 혼합하여 파운드 케익 제조에서는 대조군에 비해 flavor, color, 종합적인 기호도 면에서는 높은 평가를 하였으나, 그 외의 외관을 비롯한 대부분의 항목에서 큰 차이가 없어 울무 청국장 분말과 밀겨 분말을 혼합한 케익 제품 개발은 건강에 유익한 제품으로 개발 가능성을 제시할 수 있겠다.

요약 및 결론

건강에 유익한 성분이 풍부한 식품으로 주식 대용할 수 있는 케익을 개발하고자 밀겨 분말과 울무 청국장 분말을 각각 10%, 12.5%, 15% 혼합하여 파운드 케익을 제조하여 항산화 활성 및 파운드 케익의 이화학적 특성을 분석하였다. 울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 총 페놀 함량은 울무 청국장 분말>대두 청국장 분말>울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 혼합물>밀겨 분말>대두 청국장 분말의 순이었고, 밀겨 분말과 울무 청국장 분말을 혼합한 파운드 케익 시료들은 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 총 페놀 함량이 증가하였다($p<0.01$). 플라보노이드 함량에서는 울무 청국장 분말>밀겨 분말과 울무 청국장 분말 혼합물>밀겨>대두 청국장 분말의 순으로 첨가량에 따라 유의적으로 플라보노이드 함량이 증가하였다($p<0.01$).

DPPH 유리 라디칼 소거능은 울무 청국장 분말>대두청국장 분말>울무 청국장 분말과 밀겨 분말 혼합물>밀겨 분말의 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.01$).

Table 11. The result of sensory evaluation for acceptance test of pound cake prepared with different job's tears chungkukjang powder & wheat bran powder

Characteristics	Job's tears chungkukjang powder & wheat bran powder contents(%)				F-value
	0	20	25	30	
Appearance	3.85±0.85 ^{1a}	3.57±0.83 ^a	3.84±0.99 ^a	3.75±0.64 ^a	22.115
Texture	3.03±0.90 ^a	3.05±0.85 ^a	3.13±0.95 ^a	3.25±0.85 ^a	15.654
Taste	3.75±0.81 ^a	3.17±0.65 ^b	3.83±0.75 ^{ab}	3.65±0.85 ^a	14.585*
Flavor	3.78±1.20 ^a	3.97±0.68 ^b	3.75±1.21 ^b	3.88±0.94 ^{ab}	21.067*
Color	3.22±0.55 ^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	3.30±0.85 ^b	3.59±1.02 ^a	3.67±0.73 ^{ab}	23.09**

¹⁾ Values are mean±standard deviation, ** $p<0.01$, * $p<0.05$, Refer to Table 7

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

DPPH 유리기 소거능과 총 페놀 함량과 플라보노이드 함량은 항산화 활성에 영향을 미치는 것으로 나타났다($r=0.9671$, $p<0.001$, $r=0.8335$, $p<0.001$).

울무 청국장 분말과 밀겨 분말 혼합 파운드 케익의 품질 특성 중 부피는 대조군에 비해 첨가군들이 유의적으로 증가하였고($p<0.01$), 비용적도 첨가량 증가에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.01$). 파운드 케익 crust 색도 중 L 값은 대조군에 비해 유의적으로 낮아졌고($p<0.01$), b 값은 유의적으로 감소하였다($p<0.01$). 또한 파운드 케익 crumb의 L 값 유의적으로 낮아졌고($p<0.01$), a 값은 첨가량 증가에 따라 유의적으로 높아졌고($p<0.01$), b 값은 유의적으로 낮아졌다($p<0.01$). 파운드 케익의 hardness는 울무 청국장 분말과 밀겨 분말의 첨가량 증가에 따라 유의적으로 낮아졌다($p<0.01$).

울무 청국장 분말과 밀겨 분말을 혼합한 파운드 케익의 일반 성분은 첨가량 증가에 따라 조단백의 양은 증가하였고, 조지방의 양은 감소하는 경향으로 분석되었다.

관능 특성 평가에서 appearance와 조직감은 울무 청국장 분말과 밀겨 분말 혼합에 따라 크게 영향을 받지 않는 것으로 평가되었고, 맛, flavor, 색도 항목에서는 대조군에 비해 첨가군이 유의적으로 높은 평가를 받았다($p<0.05$). 종합적인 기호도도 밀겨 분말과 울무 청국장 분말을 혼합한 샘플들이 유의적으로 높은 평가를 받아($p<0.01$), 버터 첨가량이 밀가루 대비 약 50%, 설탕 첨가량이 40% 되는 빵류인 파운드 케익 제조에 울무 청국장 분말과 밀겨 분말을 혼용하는 것은 항산화 활성과 섬유소의 기능인 장운동 등에 유익할 수 있다. 품질 특성에서도 색도에서 명도가 낮은 점을 제외하고는 비용적도 대조군에 비해 크며, 조직감의 대표적인 물성인 hardness도 대조군에 비해 낮아 부드러운 물성을 가진 것으로 건강에 유익한 식품 가공으로 소개할 수 있을 것 같다.

참고문헌

- Adom KK, Mark E, Sorrells ME, Liu RH. 2005. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *J Agric Food Chem* 53:2297-2306
- 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
- Alvarez P, Alvarado C, Mathieu F, Jimenez L, Fuente M. 2006. Diet supplementation for 5 weeks with polyphenol-rich cereal improves several functions and the redox state of mouse leucocytes. *Eur J Nutr* 45:428-438
- Barnes S. 2010. The biochemistry, chemistry and physiology of the isoflavones in soybeans and their food products. *Lymphatic Research and Biology* 8:89-98
- Baublis AJ, Changrun Lu, Fergus M, Clydesdale, Decker C, Eric A. 2000. Potential of wheat-based breakfast cereals as a source of dietary antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition* 19:308S-311S
- Chang HC, Huang YC, Hung WC. 2003. Antiproliferative and chemopreventive effects of adlay seed on lung cancer *in vitro* and *in vivo*. *J Agric Food Chem* 51:3656-3660
- Chen HJ, Shih CK, Hsu HY, Chiang WC. 2010. Mast-cell dependent allergic responses are inhibited by ethanolic extract of adlay(*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) testa. *J Agric Food Chem* 58:2596-2601
- Chen YC, Sugiyama Y, Abe N, Kurutoniwa R, Akira Hirota A. 2005. DPPH radical-scavenging compounds from Dou-Chi, a soybean fermented food. *Biosci Biotechnol Biochem* 69:999-1006
- Choi C, Kang IK. 2006. Changes in cell wall components, and solubilization and depolymerization of pectin and neutral sugar polymers during softening of 'Tsugaru' apples. *Journal of Life Science* 16:834-839
- 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
- Chung NY, Choi SN. 2006. Quality characteristics of pound cake with vegetable oils. *Korean J Food Cookery Sci* 22:808-814
- Fan JF, Zhang Y, Chang X, Saito M, and Li. 2009. Changes in the radical scavenging activity of bacterial-type douchi, a traditional fermented soybean products, during the primary fermentation process. *Biosci Biotechnol Biochem* 73:2749-2753
- Huang DW, Kuo YH, Lin FY, Lin YL, Chiang WC. 2009a. Effect of adlay(*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) testa and its phenolic components on Cu^{2+} -treated low-density lipoprotein(LDL) oxidation and lipopolysaccharide(LPS)-induced

- inflammation in RAW264.7 macrophages. *J Agric Food Chem* 57:2259-2266
- Huang DW, Chung CP, Kuo YH, Lin YL, Wenchang Chiang WC. 2009b. Identification of compounds in adlay(*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) seed hull extracts that inhibit lipopolysaccharide-induced inflammation in RAW 264.7 macrophages. *J Agric Food Chem* 57:10651-10657
- Jacobs DR, Andersen LF, Blomhoff R. 2007. Whole-grain consumption is associated with a reduced risk of noncardiovascular, noncancer death attributed to inflammatory diseases in the Iowa women's health study. *Am J Clin Nutr* 85: 1606-1614
- 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
- Kang BS, Lee YC. 2007. Use of response surface methods to optimize the formula of non-frozen pound cake. *Korean J Food Preserv* 14:469-473
- Kang KC, Baek SB, Rhee KS. 1990. Effect of the addition of dietary fiber on satling of cakes. *Korean J Food Sci Technol* 22:19-25
- Kerckhoffs DAJM, Brouns F, Hornstra G, Mensink RP. 2002. Effects on the human serum lipoprotein profile of beta-glucan, soy protein and isoflavones, plant sterols and stanols, garlic and tocotrienols. *The Journal of Nutrition* 132: 2494-2505
- 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
- Kuo CC, Chang W, Liu HP, Chien YL, Chang JY, Lee CK, Lo JM, Huang SL, Shi MC, Kuo YH. 2002. 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical-scavenging active components from adlay (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) hulls. *J Agric Food Chem* 50:5850-5855
- Lee HJ, Pak HO, Jang JS, Kim SS, Han CK, Oh JB, Do WY. 2011. Antioxidant activity and quality characteristics of american cookies prepared with job's tears(*Coix lachryma-jobi* L.) *Chungkukjang* powder and wheat bran powder. *Korean J Food & Nutr* 24:85-93
- Lee IA, Kim HJ, Kang HJ and Kim JS. 2009. Effect of antioxidant activity of *cheongkukjang*. *Cancer Pres Res* 14: 171-176
- Lee JA, Park GS, Ahn SH. 2002. Comparative of physicochemical and sensory quality characteristics of cookies added with barleys and oatmeals. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 238-246
- Lee KH, Ryu SH, Lee YS, Kim YM, Moon GS. 2005. Changes of antioxidative activity and related compounds on the *chungkukjang* preparation by adding drained boiling water. *Korean J Food Cookery Sci* 21:163-170
- Lee KH. 1996. Sensory characteristics of pound cake baked from Korean wheat flour. *Korean J Food and Nutr* 9: 419- 423
- 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⁺-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
- Liu S, Stampfer MJ, Hu FB, Giovannucci E, Rimm E, Manson JE, Hennekens CH, Willett WC. 1999. Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: Result from the nurses's health study. *Am J Clin Nutr* 70:412-419
- Nystrom L, Makinen M, Lampi AM, Piironen V. 2005. Antioxidant activity of steryl ferulate extracts from rye and wheat bran. *J Agric Food Chem* 53:2503-2510
- Ou SY, Jackson GM, Jiao X, Chen J, Wu JZ, Huang XS. 2007. Protection against oxidative stress in diabetic rats by wheat bran feruloyl oligosaccharides. *J Agric Food Chem* 55: 3191-3195
- Park ID. 2008. Effects of *Cucurbita maxima* Duchesne puree on quality characteristics of pound and sponge cakes. *Korean J Food Culture* 23:748-754
- Park MK, Kim CH. 2009. Extraction of polyphenols from apple peel using cellulase and pectinase and estimation of antioxidant activity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:535-540
- Park TS, Lee HJ, Kim KT, Kim YJ, Jeong IH, Do NY, Lee HJ. 2009. Extracts of adlay, barley and rice bran have antioxidant activity and modulate fatty acid metabolism in adipocytes. *Korean J Food & Nutr* 22:456-462
- 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.
- 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
- Suzuki T, Hara H. 2011. Role of flavonoids in intestinal tight junction regulation. *Journal of Nutritional Biochemistry* 22: 401-408
- Tamura M, Nakagawa T, Hiraya K, Itoh K. 2007. Effect of pectin enhancement on plasma quercetin and fecal flora in rutin-supplemented mice. *Journal of Food Science* 72:S648-S6511
- Valencia RRC, Cruz AA, Alvarez JCI, Kallio H. 2009. Chemical and functional characterization of Kaniwa(*Chenopodium pallidicaule*) grain, extrudate and bran. *Plant Foods Hum Nutr* 64:94-101
- Zhou K, Yin JJ and Yu L. 2005. Phenolic acid, tocopherol and carotenoid compositions and antioxidant functions of hard red winter wheat bran. *J Agric Food Chem* 53:3916-3922
-
- 접 수 : 2011년 7월 4일
최종수정 : 2011년 8월 8일
채 택 : 2011년 8월 19일