

찰수수 및 메수수가루 첨가에 따른 머핀의 이화학적 특성

김현영 · 서혜인 · 고지연 · 송석보 · 김정인 · 이재생 · 정태욱 · 김기영 · 곽도연 ·
오인석 · 김창순* · 정현상** · †우관식

농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부, *창원대학교 식품영양학과, **충북대학교 식품공학과

Physicochemical Characteristics of the Muffin Added Glutinous and Non-glutinous Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Powder

Hyun Young Kim, Hye In Seo, Jee Yeon Ko, Seuk Bo Song, Jung In Kim, Jae Saeng Lee, Tae Wook Jung, Ki Young Kim, Do Yeon Kwak, In Seok Oh, Chang-Soon Kim*, Heon Sang Jeong** and †Koan Sik Woo

Dept. of Functional Crop, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Gyeongnam 627-803, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Gyeongnam 641-773, Korea

**Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the appearance, sensory and physicochemical characteristics of muffin added glutinous(GSP) and non-glutinous sorghum powder(NGSP). As increasing the amounts of sorghum powder, proximate (moisture, ash and protein) and minerals composition(K, Ca, Mg and Na) of muffin were significant difference. The weight, volume, height, lightness(L-value) and yellowness(b-value) were decreased as increasing the amounts of sorghum powder. In the results of sensory evaluation, appearance, color, flavor, taste, texture and overall quality of untreated muffin were 1.4, 1.6, 1.4, 1.0, 1.1 and 0.9, and muffin added 10% GSP and NGSP were scored relatively high. Antioxidant compounds contents of muffin added sorghum powder were increased as increasing the amounts of sorghum powder. DPPH and ABTS free radical scavenging activities on methanolic extracts of untreated muffin were 0.74 and 1.31 mg TE/g ER, respectively. DPPH and ABTS free radical scavenging activities of 100% GSP muffin were 9.40 and 19.14 mg TE/g ER, and 100% NGSP muffin were 10.59 and 18.78 mg TE/g ER, respectively. The results of this study show that notable antioxidant compounds and antioxidant activity on muffin added sorghum powder are considered to have significant health benefits.

Key word: muffin, sorghum(*Sorghum bicolor* L. Moench), glutinous, non-glutinous, physicochemical characteristic

서론

최근 경제수준의 향상으로 사회구조가 발달하면서 식생활 형태가 서구적으로 변화하고 있으며, 식생활의 간편화, 단순화, 외식화가 이루어지고 있다(Jeon 등 2003). 식생활 패턴의 변화, 운동 부족, 스트레스 및 유전적인 요인 등으로 인해 비만, 심순환계 질환과 암의 발병률이 해마다 증가하고 있는 실정이다(Lee 등 2010). 이로 인해 이들 질환의 예방과 치료에

도움을 줄 수 있는 생리활성물질의 개발과 이를 첨가한 다양한 기능성 식품의 개발이 현대 식품산업의 주요 과제로 인식되고 있다(Jeon 등 2002).

오늘날 우리의 식생활 형태가 변화함에 따라 우리나라에서도 다양한 형태의 과자나 빵이 어린이, 성인 남녀, 노인 등의 주된 간식으로 소비되고, 더 나아가서는 건강식품 및 성인병 예방 식품에 대한 관심이 더욱 높아져 천연 기능성 물질을 첨가한 다양한 제과 및 제빵 관련 기능성 제품에 대한 연구가

† Corresponding author: Koan Sik Woo, Dept. of Functional Crop, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Gyeongnam 627-803, Korea. Tel: +82-55-350-1269, Fax: +82-55-352-3059, E-mail: wooks@korea.kr

진행되고 있다(Shin 등 1999). 특히 머핀(muffin)은 주원료인 우유, 달걀 등을 혼합하여 구워내기 때문에 영양가가 우수하며 비교적 만들기 쉬워 아침식사 및 간식대용으로 많이 이용되고 있는 일반적인 빵 종류의 하나로서(Ahn & Yuh 2004), 제빵 시 필요로 하는 글루텐 함량에 식빵만큼 큰 영향을 받지 않으며, 제조 시 다른 재료의 첨가가 비교적 용이한 점 등으로 제품의 다양화가 쉬운 편이다(Jung 등 1997). 이러한 이유에서 기능성 머핀 개발에 관한 연구가 많이 이루어지고 있으며, 곡물, 너트, 치즈, 과일 등의 첨가 재료에 따라 다양한 머핀으로 제조가 용이하기 때문이다(Kim 등 2008; Lee 등 2010). 머핀에 곡물을 첨가한 연구로는 쥐눈이콩가루(Lee & Joo 2008), 보리도정겨(Kim & Lee 2004), 현미분말(Jung & Cho 2011), corn bran fiber(Jung 등 2005), 찹쌀가루(Johnson 1990), 저항전분(Baixaui 등 2008) 등을 첨가하여 제조한 연구가 보고되었으나, 찰수수와 메수수를 첨가하여 제조한 머핀의 품질과 생리활성에 관한 연구는 이루어져 있지 않는 실정이다.

수수(Sorghum, *Sorghum bicolor* L. Moench)는 외떡잎식물 벼목 화본과의 한해살이풀(Kim 등 2006)로 쌀, 보리, 밀, 옥수수에 이어 중요한 잡곡의 하나이며, 주로 식용으로 소비되고 있다(Woo 등 2009). 열대아프리카가 원산지인 건조지대에서 가장 많이 재배되고(Chang & Park 2005), 식이섬유, phenolic compounds 등의 유효성분이 다량 함유되어 있다(Chae & Hong 2006). Phenolic compounds의 플라보노이드, 탄닌, 페놀산 등으로 구성되어 있고, 대부분 플라보노이드로 알려져 있으며(Kim 등 2006), 최근 수수의 생리적 기능성에 관한 연구들이 보고되고 있다. 수수에 함유되어 있는 페놀화합물은 강한 항돌연변이원성의 활성(Grimmer 등 1992)이 있는 것으로 보고되고 있으며, 수수 추출물은 강력한 항산화활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Ha 등 1996). 그 외에 수수의 기능성에 대한 연구로는 25종의 수수를 메탄올 추출하여 순차적 용매 분획한 후 항산화 및 항균활성을 검정한 연구(Kil 등 2009), 수수 안토시아닌의 항산화활성을 측정하는 연구(Awika 등 2004), 수수에 함유되어 있는 페놀산, 플라보노이드, 탄닌 등의 페놀성분에 대한 연구보고(Dykes & Rooney 2006)가 있다.

따라서 본 연구에서는 높은 항산화활성을 지닌 수수가루를 머핀에 첨가하여 머핀의 건강기능성을 증진시키고, 혼반용 이외의 뚜렷한 소비처가 없는 수수의 새로운 소비수요를 개발하고자 수수분말을 첨가하여 건강기능성 머핀을 제조하고, 그에 대한 이화학적 특성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 시험재료 및 이화학적 특성 분석

본 연구에 사용된 수수는 국립식량과학원 기능성작물부에

서 2011년 생산된 황금찰수수와 메수수(수수 밀양3호)를 사용하였다. 시료는 도정하지 않은 상태로 이물질을 제거하고, Pin-type Mill(DK201, Sejung Tech, Daegu, Korea)을 이용하여 4,600 rpm으로 분쇄하였으며, 원료 및 제조된 머핀의 수분 함량은 105°C 상압가열건조법으로 측정하였고, 회분함량은 550°C 직접회화법으로 측정하였다. 시료의 조단백질과 무기성분 함량은 습식분해법을 이용하여 측정하였다. 분해액은 70% perchloric acid 1.8 l 에 황산 0.2 l 와 증류수 1 l 를 혼합하여 사용하였다. 시료 0.5 g을 취하여 분해액 10 ml를 가하여 온도를 서서히 높여가며 분해하였다. 분해가 끝나면 냉각하여 여과지(Whatman No. 6, Whatman International Ltd., Oxon, UK)를 사용하여 뜨거운 증류수로 분해관 기벽을 잘 닦으면서 여과한 후 100 ml로 정용하였고, 조단백질함량은 Kjeldahl 분석기(2300 Kjeltac Analyzer Unit, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 이용하여 정량하였으며, 무기성분은 ICP(Inductively Coupled Plasma, Optima-3300DV, Perkin-Elmer, Norwalk, CT, USA)로 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 등을 분석하였다.

2. 수수가루 첨가 머핀의 제조

수수가루를 첨가하지 않은 일반적인 머핀의 제조는 상온에서 버터 200 g을 반죽기(Hand mixer, LW-2003G, Luxel, Seoul, Korea)로 크림화하고 설탕(200 g)과 소금(1.2 g)을 첨가하였다. 여기에 계란 200 g을 3~4회 나누어 넣고 혼합한 후 체친 박력분(400 g), 베이킹파우더(15 g)를 넣어 혼합하고 우유(200 g)를 첨가하여 고루 혼합하였다. 첨가되는 수수가루의 양은 밀가루 양에 대해 수수가루를 10, 20, 30 및 50%를 대체하였으며, 수수가루 만을 이용한 머핀 반죽도 제조하였다. 완성된 반죽을 60 g씩 머핀 틀에 넣어 180°C로 예열된 오븐에서 30분간 구워낸 후 꺼내어 상온에서 1시간 냉각하여 분석용 시료로 사용하였다(Ryu 등 2008).

3. 수수가루 첨가 머핀의 품질특성 분석

찰수수와 메수수 가루를 첨가하여 제조된 머핀의 부피는 구운 후 실온에서 1시간 방치한 후에 종자 치환법으로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 머핀의 무게는 굽기 전의 무게와 구운 후의 무게를 비교하였다. 머핀 단면의 높이는 머핀을 위에서 아래로 정확히 반으로 자르고 자른 단면의 최고 높이를 버니어캘리퍼스로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 색도는 머핀의 겉과 속으로 구분하여 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)로 측정하였으며, 명암도를 나타내는 L값(lightness), 적색도의 정도를 나타내는 a값(red-ness), 황색도의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내었으며(Bae 등 2001), 이때 사용된 표준 백판의 L값은 98.9, a값은 -0.1, b값은 -0.36이었다. 모든 값은 3회 반복 측정하

였으며, mean±standard deviation(S.D.)로 나타내었다.

4. 수수가루 첨가 머핀의 관능특성 평가

찰수수와 메수수 가루 첨가하여 제조된 머핀에 대한 관능검사는 Choi 등(2006)의 방법에 의해 훈련된 패널 30명을 대상으로 실시하였다. 관능검사는 9점 기호척도법을 이용하여 매우 좋다는 4점, 매우 나쁘다는 -4점으로 채점하여 외관, 색, 향, 맛, 조직감, 전체적인 기호도 등의 항목에 대해 관능평가를 실시하였다.

5. 수수가루 첨가 머핀의 메탄올 추출물 제조

수수가루 첨가 머핀의 항산화성분 및 항산화활성 분석을 위하여 동결건조한 시료 일정량을 취하여 80% 메탄올로 상온에서 24시간 동안 3회 진탕추출(WiseCube WIS-RL010, Daihan Scientific Co., Ltd., Seoul, Korea)한 다음 여과하여 감압농축(Eyela N-1000, Tokyo, Japan) 및 동결건조(FDT-8612, Operon, Kimpo, Korea)하여 추출수율을 측정하였으며, -20℃ 냉동고에 보관하면서 시료로 사용하였다. 분석 전에 시료를 DMSO(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)로 용해하여 항산화성분 및 항산화활성 분석용 시료로 사용하였다.

6. 수수가루 첨가 머핀의 항산화성분 및 항산화활성 분석

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과, 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(Dewanto 등 2002). 각 추출물 50 μ l에 2% Na₂CO₃ 용액 1 ml를 가한 후 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich) 50 μ l를 가하였다. 30분 후, 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였고, 표준물질인 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였고, 추출물 g 중의 mg gallic acid equivalent(GAE, dry basis)로 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 Dewanto 등(2002)의 방법에 따라 추출물 250 μ l에 증류수 1 ml와 5% NaNO₂ 75 μ l를 가한 다음, 5분 후 10% AlCl₃·6H₂O 150 μ l를 가하여 6분 방치하고 1 N NaOH 500 μ l를 가하였다. 11분 후, 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질인 (+)-catechin(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였고, 추출물 g 중의 mg catechin equivalent(CE, dry basis)로 나타내었다. 총 tannin 함량은 Duval & Shetty(2001)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 시료 용액 1 ml에 95% ethanol 1 ml와 증류수 1 ml를 가하여 잘 흔들어 주고 5% Na₂CO₃ 용액 1 ml와 1 N Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich) 0.5 ml를 가한 후 실온에서 60분간 발색시킨 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며, tannic acid(Sigma-Aldrich)로 표준물질로 검량선을 작성하여 추출물 g 중의 mg tannic acid equivalent(TAE, dry basis)

로 나타내었다.

추출물에 대한 항산화활성은 ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) 및 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) radical의 소거활성을 측정하였다(Choi 등 2006). ABTS radical의 소거활성은 ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하룻동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 물 흡광계수($\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)를 이용하여 메탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS용액 1 ml에 추출액 50 μ l를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. DPPH radical의 소거활성은 0.2 mM DPPH용액(99.9% ethanol에 용해) 0.8 ml에 시료 0.2 ml를 첨가한 후 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정한다. ABTS 및 DPPH radical의 소거활성은 mg TE(Trolox equivalent antioxidant capacity)/g extract residue(ER)로 표현하였다.

7. 통계분석

모든 데이터는 3회 반복 측정하였으며, mean±S.D.로 표현하였다. 통계분석은 SAS version 9.2(statistical analysis system, SAS Institute, Cary, NC, USA) program을 이용하여 각 처리군의 평균과 표준편차를 산출하고, Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 수수가루 첨가 머핀의 일반성분 및 무기성분 함량

찰수수와 메수수 가루 첨가에 따라 제조한 머핀의 수분, 회분, 단백질 등의 일반성분과 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 등의 무기성분 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같이 나타났다. 무처리 머핀의 수분, 회분 및 단백질 함량은 각각 27.11, 1.17 및 7.31 g/100 g으로 나타났으며, 수분의 경우 100% 메수수를 이용하여 제조한 머핀이 22.87 g/100 g으로 가장 적은 값을 보였고, 수수가루 첨가량에 따라 유의적인 차이를 거의 보이지 않는 것으로 나타났다. 회분은 찰수수와 메수수에서 각각 1.17~1.55 및 1.06~1.38 g/100 g으로 찰수수가 약간 높았으며, 단백질은 각각 6.69~7.72 및 6.75~7.41 g/100 g으로 유의적인 차이를 보였으나 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 등의 무기성분 함량은 전체적으로 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났으며, 무처리 머핀의 무기성분 함량은 각각 72.21, 36.76, 12.32 및 189.61 mg/100 g으로 나타났다. 칼륨과 마그네슘 함량의 경우, 수수 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며, 칼슘과 나트륨 함량은 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 100% 찰수수와 메수수로 제조한 머핀의 칼륨 함량은 각각 141.41

Table 1. Proximate and minerals composition on muffin added glutinous and non-glutinous sorghum powder

Muffin	Proximate composition (g/100 g)			Minerals composition (mg/100 g)			
	Moisture	Ash	Protein	K	Ca	Mg	Na
Control	27.11±0.27 ^{1)ab2)}	1.17±0.04 ^{dc}	7.31±0.53 ^{ab}	72.21±1.08 ^{fg}	36.76±1.68 ^a	12.32±0.07 ⁱ	189.61±8.11 ^a
Added glutinous sorghum powder	10%	24.29±0.93 ^{ab}	1.19±0.01 ^{cdc}	7.19±0.35 ^{ab}	80.78±1.40 ^c	36.11±1.75 ^{ab}	16.76±0.20 ^g
	20%	27.74±1.34 ^a	1.17±0.03 ^{dc}	7.50±0.62 ^{ab}	80.17±1.07 ^c	32.20±0.34 ^{cd}	20.18±0.29 ^f
	30%	25.80±2.58 ^{ab}	1.25±0.03 ^{cd}	6.69±0.18 ^b	93.62±1.89 ^d	33.01±3.19 ^{bc}	26.39±0.89 ^e
	50%	26.10±0.06 ^{ab}	1.28±0.01 ^{bc}	7.28±0.13 ^{ab}	105.17±5.12 ^c	31.65±2.14 ^{cd}	34.32±1.47 ^c
	100%	27.01±2.70 ^a	1.55±0.06 ^a	7.72±0.13 ^a	141.41±1.11 ^a	30.46±1.14 ^{cde}	56.56±0.22 ^a
Added non-glutinous sorghum powder	10%	25.13±1.53 ^{ab}	1.11±0.03 ^{ef}	6.75±0.00 ^b	71.20±1.35 ^g	30.50±0.15 ^{cde}	14.59±0.00 ^h
	20%	25.66±0.96 ^{ab}	1.06±0.05 ^f	6.88±0.44 ^{ab}	76.69±1.30 ^{efg}	31.09±0.67 ^{cde}	17.84±0.20 ^g
	30%	24.87±1.18 ^{ab}	1.10±0.02 ^{ef}	6.75±0.44 ^b	77.91±6.26 ^{ef}	29.20±1.44 ^{de}	20.96±1.63 ^f
	50%	27.74±0.74 ^a	1.14±0.04 ^{ef}	7.25±0.27 ^{ab}	93.12±0.44 ^d	29.41±0.12 ^{cde}	28.55±0.12 ^d
	100%	22.87±0.00 ^b	1.38±0.09 ^b	7.41±0.04 ^{ab}	119.76±1.56 ^b	27.91±0.64 ^c	45.53±0.65 ^b

1) Each value is mean±S.D.(n=3),

2) Any means in the same column followed by the same letter are not significantly($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

및 119.76 mg/100 g으로 나타났고, 마그네슘 함량은 각각 56.56 및 45.53 mg/100 g으로 나타났다. 칼슘 함량은 밀가루 10%를 찰수수로 대체한 머핀에서 36.11 mg/100 g의 함량을 보였다.

2. 수수가루 첨가 머핀의 형태적 특성

찰수수와 메수수 가루 첨가에 따라 제조한 머핀의 형태는 Fig. 1과 같이 나타났으며, 무게, 부피 및 높이 등 형태적 특성을 평가한 결과는 Table 2와 같이 수수가루 첨가량에 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다. 수수가루 무첨가 머핀의 무게, 부피 및 높이는 각각 52.29 g, 141.33 cm³ 및 57.24 cm로 나타났으며, 전체적으로 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으나, 100% 찰수수로 제조한 머핀은 각각 53.77 g, 99.33 cm³ 및 48.82 cm로 낮은 수치를 보이는 것으로 나타났다. 이는 찰수수의 특성상 굽는 과정에서 찰기에 의해 물을

많이 보유하기 때문에 무게는 무겁고, 부피는 작게 나온 것으로 보인다. 100% 찰수수의 경우, 각각 53.77 g, 99.33 cm³ 및 48.82 cm로 낮은 값을 보이는 것으로 나타났으며, 100% 메수수의 경우 각각 50.74 g, 98.00 cm³ 및 47.80 cm로 가장 낮은 수치를 보이는 것으로 나타났다. 전체적으로 수수가루를 10 또는 20% 대체한 머핀이 형태적으로 무첨가 머핀과 유사한 경향을 보였으며, 메수수에 비해 찰수수의 부피가 큰 것으로 나타났다.

찰수수와 메수수 가루 첨가에 따라 제조한 머핀의 겉과 속의 색도를 측정된 결과는 Table 3과 같이 무첨가군 겉의 명도(L-value), 적색도(a-value) 및 황색도(b-value)는 각각 73.92, 10.19 및 43.52로 나타났으며, 수수가루를 첨가한 머핀의 경우 표면의 색도는 첨가량이 증가함에 따라 명도와 황색도는 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 적색도는 10% 찰수수

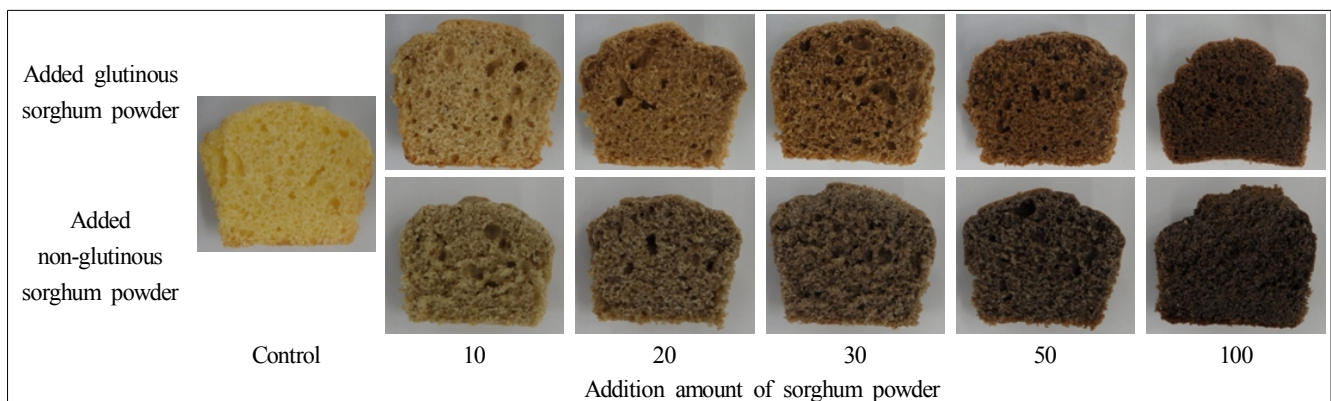


Fig. 1. The picture of cross section on muffin added glutinous and non-glutinous sorghum powder.

Table 2. Appearance characteristic on muffin added glutinous and non-glutinous sorghum powder

Muffin	Appearance characteristic			
	Weight (g)	Volume (cm ³)	Height (cm)	
Control	52.29±0.82 ^{1) b2)}	141.33±5.03 ^a	57.24±0.67 ^a	
Added glutinous sorghum powder	10%	50.70±0.46 ^c	134.67±2.31 ^{ab}	55.44±1.94 ^{ab}
	20%	51.69±1.45 ^{bc}	128.67±4.16 ^c	54.14±1.67 ^{bc}
	30%	51.41±0.22 ^{bc}	127.33±4.62 ^{bc}	51.95±1.22 ^c
	50%	51.33±0.12 ^{bc}	121.33±8.08 ^{cd}	51.83±0.81 ^c
	100%	53.77±0.96 ^a	99.33±6.43 ^e	48.82±1.02 ^d
Added non-glutinous sorghum powder	10%	51.00±0.46 ^{bc}	121.33±2.31 ^{dc}	53.09±2.21 ^{bc}
	20%	50.97±0.94 ^{bc}	113.33±3.06 ^d	54.38±0.87 ^{bc}
	30%	50.57±0.44 ^c	112.00±3.46 ^d	54.73±1.65 ^b
	50%	50.53±0.73 ^c	114.00±6.00 ^d	54.67±1.49 ^b
	100%	50.74±0.69 ^c	98.00±5.29 ^e	47.80±0.75 ^d

¹⁾ Each value is mean±S.D.(n=3×3),

²⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

Table 3. Hunter color value on muffin added glutinous and non-glutinous sorghum powder

Muffin	Surface			Interior			
	L-value	a-value	b-value	L-value	a-value	b-value	
Control	73.92±0.45 ^{1) a2)}	10.19±0.49 ^b	43.52±1.01 ^a	78.07±0.09 ^a	3.64±0.37 ^b	38.93±1.29 ^a	
Added glutinous sorghum powder	10%	57.08±1.91 ^c	13.24±0.32 ^a	32.52±0.59 ^b	62.02±0.12 ^b	6.78±0.17 ^d	26.73±0.48 ^b
	20%	54.27±0.88 ^{cd}	9.96±0.66 ^b	23.90±1.68 ^c	49.35±0.19 ^d	9.33±0.20 ^{bc}	23.84±0.16 ^c
	30%	46.78±1.65 ^{fg}	10.61±0.02 ^b	20.83±0.98 ^{de}	41.70±0.03 ^e	9.88±0.18 ^{ab}	21.59±0.48 ^d
	50%	43.62±2.94 ^g	10.75±0.39 ^b	19.52±1.21 ^{ef}	35.78±0.28 ^f	10.26±0.06 ^a	19.38±0.44 ^e
	100%	38.06±0.99 ^h	10.06±0.11 ^b	13.97±0.01 ^g	26.20±0.86 ^h	8.90±0.24 ^c	12.72±0.57 ^g
Added non-glutinous sorghum powder	10%	62.21±1.10 ^b	5.42±0.08 ^e	22.56±0.40 ^{cd}	54.35±1.43 ^c	4.86±0.73 ^f	20.26±1.23 ^{de}
	20%	52.49±0.05 ^{de}	6.71±0.07 ^d	18.42±0.27 ^f	48.73±2.27 ^d	6.69±0.18 ^d	18.86±0.99 ^e
	30%	50.20±0.36 ^{ef}	6.73±0.23 ^d	18.24±0.93 ^f	42.89±0.36 ^c	6.47±0.07 ^d	16.57±0.06 ^f
	50%	44.55±0.75 ^g	8.41±0.81 ^c	18.16±1.52 ^f	36.83±0.06 ^f	6.18±0.07 ^{de}	12.78±0.07 ^g
	100%	34.08±2.78 ⁱ	7.39±0.08 ^d	11.35±0.42 ^h	29.62±1.07 ^g	5.71±0.19 ^e	9.73±0.19 ^h

¹⁾ Each value is mean±S.D.(n=3×3),

²⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

를 첨가한 머핀이 13.24로 높게 나타났으며, 20~100%에서는 유의적인 차이가 없었다. 10~50% 메수수를 첨가한 머핀은 5.42~8.41로 유의적으로 증가하는 것으로 나타났고, 100% 메수수 첨가 머핀은 7.39로 약간 감소하는 경향을 보였다. 머핀 속의 색도는 명도, 적색도 및 황색도가 각각 78.07, 3.64 및 38.93으로 나타났으며, 수수가루 첨가량이 증가함에 따라 명도와 황색도는 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 적색도는 찰수수 첨가 머핀은 10~50% 첨가군에서 6.78~10.26으로 유의적으로 증가하는 경향을 보였고, 100% 찰수수 머핀은

8.90으로 약간 감소하였으며, 20 및 30% 메수수 첨가 머핀에서 각각 6.69 및 6.47로 높은 값을 나타내었다.

3. 수수가루 첨가 머핀의 관능적 특성

찰수수와 메수수 가루 첨가에 따라 제조한 머핀의 외관(appearance), 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture) 및 전반적인 기호도(overall quality) 등 관능적 특성을 평가한 결과는 Table 4와 같이 나타났다. 수수가루 무첨가 머핀의 관능 평가 결과는 각각 1.4, 1.6, 1.4, 1.0, 1.1 및 0.9점으로 평가되었으

Table 4. Results of sensory evaluation on muffin added glutinous and non-glutinous sorghum powder

Muffin	Appearance	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall quality	
Control	1.4±1.48 ^{1)ab2)}	1.6±1.57 ^a	1.4±1.50 ^a	1.0±1.32 ^a	1.1±1.36 ^a	0.9±1.51 ^{ab}	
Added glutinous sorghum powder	10%	1.6±1.55 ^{ab}	1.1±1.76 ^a	1.0±1.14 ^a	1.4±1.23 ^a	1.3±1.58 ^a	1.0±1.20 ^a
	20%	1.5±1.26 ^a	1.2±1.44 ^a	1.1±1.01 ^a	1.3±1.35 ^a	1.2±1.45 ^a	0.9±1.40 ^a
	30%	0.8±1.32 ^{ab}	1.1±1.46 ^a	1.0±1.19 ^a	1.1±1.61 ^a	0.9±1.37 ^a	0.9±1.35 ^a
	50%	1.1±1.56 ^b	0.9±1.48 ^a	1.1±1.23 ^a	1.1±1.30 ^a	0.9±1.38 ^a	0.7±1.42 ^b
	100%	-0.1±1.69 ^b	0.1±1.98 ^a	0.5±1.07 ^a	-0.1±1.88 ^a	0.2±1.81 ^a	-0.5±1.84 ^{ab}
Added non-glutinous sorghum powder	10%	0.2±1.83 ^b	-0.5±1.92 ^b	0.4±1.40 ^a	0.9±1.46 ^a	0.9±1.46 ^a	0.6±1.52 ^a
	20%	0.3±1.46 ^{ab}	0.0±1.30 ^a	0.5±1.25 ^a	0.5±1.36 ^a	0.5±1.48 ^a	0.5±1.17 ^{ab}
	30%	0.6±1.54 ^{ab}	0.2±1.30 ^a	0.5±1.41 ^a	0.7±1.40 ^a	0.5±1.68 ^a	0.3±1.40 ^{ab}
	50%	0.6±1.87 ^{ab}	0.9±1.35 ^a	0.4±1.38 ^a	0.4±1.30 ^a	0.1±1.57 ^a	0.4±1.43 ^{ab}
	100%	0.3±2.34 ^b	0.8±2.14 ^a	0.0±1.35 ^a	-1.1±1.69 ^b	-1.5±1.85 ^b	-1.1±1.36 ^c

¹⁾ Each value is mean±S.D.(n=3×3),

²⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

며, 10% 찰수수를 첨가한 수수머핀의 결과는 각각 1.6, 1.1, 1.0, 1.4, 1.3 및 1.0으로 높은 점수를 획득하였다. 메수수를 첨가한 머핀에서는 10% 대체 머핀이 각각 0.2, -0.5, 0.4, 0.9, 0.9 및 0.6으로 비교적 높은 점수를 얻었다. 반면, 100% 찰수수를 첨가한 머핀은 각각 -0.1, 0.1, 0.5, -0.1, 0.2 및 -0.5 점, 메수수는 각각 0.3, 0.8, 0.0, -1.1, -1.5 및 -1.1점으로 낮은 점수로 평가되었다. 수수가루를 첨가한 머핀의 전반적인 기호도가 높게 나타난 처리는 찰수수 10~30%와 메수수 10%로 나타나 메수수에 비해 찰수수를 첨가한 머핀이 관능적으로 높은 평가를 받는 것으로 나타났다. 전체적으로 수수가루 첨가 머핀의 관능적 특성은 수수가루의 첨가량에 많은 영향을 받는 것으로 나타났으며, 수수가루 첨가량이 증가할수록 머핀의 외관, 색, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도 등 관능적 특성이 감소하는 경향을 나타내었다.

4. 수수가루 첨가 머핀의 형태적 특성과 관능적 특성의 상관관계

찰수수와 메수수가루 첨가에 따라 제조한 머핀의 형태적 특성 및 관능적 특성에 대한 상관관계를 분석한 결과는 Table 5와 같이 전체적으로 형태적 특성과 관능적 특성 간에 유의적인 경향을 보이는 것으로 나타났다. 수수가루 첨가 머핀의 부피는 높이($r=0.7690$, $p<0.01$)와 관능적 특성의 외관($r=0.8395$, $p<0.01$), 향($r=0.8534$, $p<0.001$), 맛($r=0.8619$, $p<0.001$), 조직감($r=0.8087$, $p<0.01$) 및 전체적인 기호도($r=0.8839$, $p<0.001$)와 높은 상관성이 있는 것으로 나타났으며, 높이는 외관($r=0.6161$, $p<0.05$), 맛($r=0.7299$, $p<0.05$), 조직감($r=0.6968$, $p<0.05$), 전체적인 기호도($r=0.8092$, $p<0.01$)와 상관성이 있는 것으로 나타났다. 관능적 특성의 외관은 색($r=0.7815$, $p<0.01$), 향($r=0.8244$, $p<0.01$), 맛($r=0.6991$, $p<0.05$), 조직감($r=0.5887$, $p<0.05$), 전체

Table 5. Correlation coefficients among appearance characteristic and organoleptic properties of muffins added glutinous and non-glutinous sorghum powder

Factor	Volume	Height	Appearance	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall quality
Weight	-0.0719	-0.2763	-0.1704	0.0441	0.2915	-0.1310	0.1313	-0.1310
Volume	1.0000	0.7690**	0.8395**	0.5285	0.8534***	0.8619***	0.8087**	0.8839***
Height		1.0000	0.6161*	0.2825	0.5453	0.7299*	0.6968*	0.8092**
Appearance			1.0000	0.7815**	0.8244**	0.6991*	0.5887*	0.6739*
Color				1.0000	0.6384*	0.2282	0.1506	0.2635
Flavor					1.0000	0.7733**	0.7970**	0.7688**
Taste						1.0000	0.9563***	0.9754***
Texture							1.0000	0.9394***

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

적인 기호도($r=0.6739$, $p<0.05$)와 상관성이 있었으며, 색은 향($r=0.6384$, $p<0.05$)과 상관성이 있는 것으로 나타났다. 향의 경우 맛($r=0.7733$, $p<0.01$), 조식감($r=0.7970$, $p<0.01$), 전체적인 기호도($r=0.7688$, $p<0.01$)와 상관성이 있었고, 맛은 조식감($r=0.9563$, $p<0.001$), 전체적인 기호도($r=0.9754$, $p<0.001$)와 높은 상관성이 있었으며, 조식감은 전체적인 기호도($r=0.9394$, $p<0.001$)와 높은 상관성이 있는 것으로 나타났다.

5. 수수가루 첨가 머핀의 항산화성분 및 항산화활성

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 물질로 다양한 구조와 분자량을 가지며, 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl 기가 단백질과 같은 거대분자와의 결합을 통해 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다(Rice-Evans 등 1997). 곡류에 함유되어 있는 항산화 물질 중 polyphenolic 화합물들은 우수한 항산화력을 가지는 것으로 알려져 있으며, 이는 free radical을 안정화시킬 수 있는 phenolic ring의 존재 때문인 것으로 보고되어져 있다(Middleton & Kandaswami 1994). 찰수수와 메수수 가루 첨가에 따라 제조한 머핀의 총 폴리페놀, 플라보노이드 및 탄닌 등의 항산화성분 함량에 대한 정량분석 결과, Table 6과 같이 수수가루 첨가량이 증가할수록 농도의존적으로 증가하는 것으로 나타났다. 수수가루 무첨가 머핀 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 4.67 mg GAE/g ER로 나타났고, 수수가루 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 100% 찰수수와 메수수로 제조한 머핀

메탄올 추출물은 각각 9.96 및 9.89 mg GAE/g ER로 높은 함량을 나타내었다. 총 플라보노이드 및 탄닌 함량은 수수가루 무첨가 머핀 메탄올 추출물에서 0.73 mg CE/g ER 및 0.49 mg TAE/g ER로 나타났고, 100% 찰수수와 메수수로 제조한 머핀 메탄올 추출물에서 총 플라보노이드 함량은 각각 4.91 및 4.90 mg CE/g ER, 총 탄닌 함량은 각각 3.80 및 3.61 mg TAE/g ER로 높은 함량을 보이는 것으로 나타났다.

천연물의 항산화활성은 활성 radical에 전자를 공여하고 식품 중의 지방질 산화를 억제하는 특성을 가지고 있고, 인체 내에서는 활성 radical에 의한 노화를 억제시키는 역할을 하고 있으며, radical 소거작용은 인체의 질병과 노화를 방지하는데 대단히 중요한 역할을 한다(Kim 등 2001). Ascorbic acid, tocopherol, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민 등에 의해서 환원되어 짙은 자색이 탈색됨으로써 항산화 물질의 전자공여능을 측정할 때 사용되고 있는 DPPH radical 소거활성법(Nieva 등 2000)과 혈장에서 ABTS radical의 흡광도가 항산화제에 의해 억제되는 것에 기초하여 개발된 ABTS radical 소거활성법(Kim 등 2009)을 표준물질인 Trolox와 비교하여 mg TE(Trolox equivalent antioxidant capacity)/g extract residue(ER)로 나타낸 결과는 Table 6과 같이 나타났다. 수수가루 무첨가 머핀 메탄올 추출물의 DPPH와 ABTS radical 소거활성은 각각 0.74 및 1.31 mg TE/g ER로 나타났고 100% 찰수수로 제조한 머핀 메탄올 추출물은 각각 9.40 및 19.14 mg TE/g ER, 100% 메수수로 제조한 머핀 메탄올 추출물은 각각 10.59 및

Table 6. Antioxidant compounds contents and free radical scavenging activity on methanolic extracts of muffin added glutinous and non-glutinous sorghum powder

Muffin	Antioxidant compounds contents			Free radical scavenging activity ⁴⁾		
	Polyphenol ¹⁾	Flavonoid ²⁾	Tannin ³⁾	DPPH	ABTS	
Control	4.67±0.16 ^{5)g6)}	0.73±0.13 ^f	0.49±0.02 ^h	0.74±0.35 ^c	1.31±0.20 ^h	
Added glutinous sorghum powder	10%	4.86±0.21 ^{fg}	1.10±0.15 ^{ef}	0.81±0.01 ^g	1.74±1.26 ^{de}	3.10±0.18 ^g
	20%	5.25±0.17 ^{ef}	1.83±0.43 ^{cd}	1.02±0.01 ^f	2.18±1.08 ^{de}	4.26±0.16 ^f
	30%	5.70±0.23 ^{cde}	2.15±0.23 ^c	1.39±0.07 ^e	2.83±0.91 ^{cd}	5.79±0.09 ^d
	50%	7.23±0.20 ^b	3.24±0.13 ^b	2.34±0.22 ^c	4.84±0.76 ^b	10.27±0.13 ^b
	100%	9.96±0.61 ^a	4.91±0.10 ^a	3.80±0.11 ^a	9.40±0.19 ^a	19.14±0.42 ^a
Added non-glutinous sorghum powder	10%	4.99±0.10 ^{fg}	1.23±0.01 ^e	0.80±0.00 ^g	1.65±0.39 ^{de}	2.90±0.14 ^g
	20%	5.46±0.13 ^{de}	1.55±0.02 ^{de}	1.03±0.05 ^f	1.75±1.69 ^{de}	4.08±0.13 ^f
	30%	5.78±0.21 ^{cd}	1.77±0.01 ^{cd}	1.33±0.03 ^e	2.80±1.18 ^{cd}	5.27±0.12 ^e
	50%	6.10±0.16 ^c	2.17±0.12 ^c	1.86±0.03 ^d	4.29±1.35 ^{bc}	7.60±0.13 ^c
	100%	9.89±0.30 ^a	4.90±0.39 ^a	3.61±0.00 ^b	10.59±1.24 ^a	18.78±0.42 ^a

¹⁾ mg gallic acid equivalent per gram extract residue, ²⁾ mg catechin equivalent per gram extract residue,

³⁾ mg tannic acid equivalent per gram extract residue, ⁴⁾ mg Trolox equivalent antioxidant capacity per gram extract residue,

⁵⁾ Each value is mean±S.D.(n=3),

⁶⁾ Any means in the same column followed by the same letter are not significantly($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

18.78 mg TE/g ER로 높은 radical 소거활성을 보이는 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 총 폴리페놀, 플라보노이드 및 탄닌 등의 항산화성분과 DPPH 및 ABTS radical 소거활성과 높은 연관성을 보고한 연구(Choi 등 2007)와 같이 본 연구에서 수수를 많이 첨가한 머핀에서 높은 활성을 보였다. 머핀 제조 시 열에 안정적인 항산화활성을 지닌 수수가루의 첨가는 효과적으로 머핀의 항산화력을 증진시킴으로써 건강기능성 머핀의 제조가 가능한 것으로 판단되었다.

요 약

항산화활성이 높은 수수를 머핀에 첨가하여 제조한 머핀의 형태적, 관능적 및 이화학적 특성을 검토하였다. 제조된 머핀의 수분, 회분 및 단백질 등 일반성분 함량은 수수가루 첨가에 따라 유의적인 차이를 보였으나 큰 차이가 없었으며, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 등의 무기성분 함량은 전체적으로 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다. 수수가루 첨가에 따라 제조한 머핀의 무게, 부피 및 높이는 수수가루 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 명도와 황색도는 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 수수가루 무첨가 머핀의 관능평가 결과 외관, 색, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도는 각각 1.4, 1.6, 1.4, 1.0, 1.1 및 0.9점으로 평가되었으며, 10% 찰수수 및 메수수를 첨가한 머핀이 비교적 높은 점수를 얻었다. 수수가루 첨가 머핀 메탄올 추출물의 총 폴리페놀, 플라보노이드 및 탄닌 등의 항산화성분 함량은 수수가루 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 수수가루 무첨가 머핀 메탄올 추출물의 DPPH와 ABTS radical 소거활성은 각각 0.74 및 1.31 mg TE/g ER로 나타났고, 100% 찰수수로 제조한 머핀 메탄올 추출물은 각각 9.40 및 19.14 mg TE/g ER, 100% 메수수로 제조한 머핀 메탄올 추출물은 각각 10.59 및 18.78 mg TE/g ER로 높은 radical 소거활성을 보이는 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 수수가루 머핀은 항산화력을 증진시킴으로써 건강기능성 머핀의 제조가 가능한 것으로 판단되었다.

참고문헌

Ahn CS, Yuh CS. 2004. Sensory evaluations of muffins with mulberry leaf powder and their chemical characteristics. *J East Asian Dietary Life* 14:576-581

Awika JM, Rooney LW, Waniska RD. 2004. Anthocyanins from black sorghum and their antioxidant properties. *Food Chem* 90:293-301

Bae SK, Lee YC, Kim HW. 2001. The browning reaction and

inhibition on apple concentrated juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:6-13

Baixauli R, Salvador A, Guillermo Hough, Fiszman SM. 2008. How information about fibre influences consumer acceptance of muffins. *Food Qual Preference* 19:628-635

Chae KY, Hong JS. 2006. Quality characteristics of Sulgidduk with different amounts of waxy sorghum flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22:363-369

Chang HG, Park YS. 2005. Effects of waxy and normal sorghum flours on sponge cake properties. *Food Engine Prog* 9: 199-207

Choi Y, Jeong HS, Lee J. 2007. Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. *Food Chem* 103:130-138

Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of shiitake(*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem* 99:381-387

Choi YH, Jeong EG, Choung JI, Kim DS, Kim SL, Kim JT, Lee CG, Son JR. 2006. Effects of moisture contents of rough rice and storage temperatures on rice grain quality. *Korean J Crop Sci* 51:12-20

Clark R, Hohnson S. 2002. Sensory acceptability of foods with added lupin(*Lupinus angustifolius*) kernel fiber using pre-set criteria. *J Food Sci* 76:356-362

Dewanto V, Xianzhong W, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50:4959-4964

Duval B, Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea(*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem* 25: 361-377

Dykes L, Rooney LW. 2006. Sorghum and millet phenols and antioxidants. *J Cereal Sci* 44:236-251

Grimmer HR, Parbhoo V, McGrath RM. 1992. Antimutagenicity of polyphenol-rich fraction from *Sorghum bicolor* grain. *J Sci Food Agric* 59:251-256

Ha TY, Cho IJ, Nam YJ. 1996. Screening of inhibitory activity against oxidative stress from several agricultural products. *The 57th annual meeting of the Korean Society of Food Science and Technology*, Seoul, Korea

Jeon SY, Jeong SH, Kim HC, Kim MR. 2002. Sensory characteristics of functional muffin prepared with ferulic acid and p-hydroxybenzoic acid. *Korean J Soc Food Cookery Sci*

- 18:476-481
- Jeon SY, Kim HC, Kim MR. 2003. Quality characteristics of functional muffins containing hesperetin. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19:324-327
- Johnson FCS. 1990. Characteristics of muffins containing various levels of waxy rice flour. *Cereal Chem* 67:114-119
- Jung HO, Lim SS, Jung BM. 1997. A study on the sensory and texture characteristics of bread with roasted soybean powder. *Korean J Soc Food Sci* 13:266-271
- Jung JY, Kim SA, Chung HJ. 2005. Quality characteristics of low-fat muffin containing corn bran fiber. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:694-699
- Jung KI, Cho EK. 2011. Effect of brown rice flour on muffin quality. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:986-992
- Kil HY, Seong ES, Ghimire BK, Chung IM, Kwon SS, Goh EJ, Heo K, Kim MJ, Lim JD, Lee D, Yu CY. 2009. Antioxidant and antimicrobial activities of crude *Sorghum* extract. *Food Chem* 115:1234-1239
- Kim E, Kim MS, Kim SY, Kim HA. 2008. Effect of *Ecklonia cava* on the blood glucose, lipids, and renal oxidative. *Korean J Food Cult* 23:812-819
- Kim JE, Joo SI, Seo JH, Lee SP. 2009. Antioxidant and α -glucosidase inhibitory effect of tartary buckwheat extract obtained by the treatment of different solvents and enzymes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:989-995
- Kim JH, Lee YT. 2004. Effects of barley bran on the quality of sugar-snap cookie and muffin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:1367-1372
- Kim KH, Hwang HR, Yoon MH, Jo JE, Kim MS, Yook HS. 2009. Quality characteristics of pound cakes prepared with flowering cherry(*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.) fruit powder during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:926-934
- Kim KO, Kim HS, Ryu HS. 2006. Effect of *Sorghum bicolor* L. Moench(sorghum, su-su) water extracts on mouse immune cell activation. *J Korean Diet Assoc* 12:82-88
- Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33:626-632
- Kong S, Choi Y, Kim Y, Kim DJ, Lee J. 2009. Antioxidant activity and antioxidant components in methanolic extract from Geumjong rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:807-811
- Lee CJ, Choi JS, Song EJ, Lee SY, Kim KBWR, Kim SJ, Y SY, Lee SJ, Park NB, Jung JY, Kwak JH, Kim TW, Park NH, Ahn DH. 2010. Effect of *Myagropsis myagroides* extracts on shelf-life and quality of bread. *Korean J Food Sci Technol* 42:50-55
- Lee SM, Joo NM. 2008. Optimization of muffin with dried *Rhynchosia molubilis* powder using response surface methodology. *Korean J Food Cookery Sci* 24:626-635
- Lee YJ, Woo KS, Jeong HS, Kim WJ. 2010. Quality characteristics of muffins with added dukeum(pan-fired) ramie leaf (*Boehmeria nivea*) powder using response surface methodology. *Korean J Food Cult* 25:810-819
- Middleton E, Kandaswami C. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol* 48:115-119
- Nieva MM, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-savenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71:109-114
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Sci* 2:152-159
- Ryu SY, Jung HS, Park SH, Shin JH, Jung HA, Joo MM. 2008. Optimization of muffins containing dried leek powder using response surface methodology. *J Korean Diet Assoc* 14:105-113
- Shin IY, Kim HI, Kim CS, Whang K. 1999. Characteristics of sugar cookies with replacement of sucrose with sugar alcohols (I) organoleptic characteristics of sugar alcohols cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:850-857
- Woo KS, Ko JY, Seo MC, Song SB, Oh BG, Lee JS, Kang JR, Nam MH. 2009. Physicochemical characteristics of the tofu (soybean curd) added sorghum(*Sorghum bicolor* L. Moench) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1746-1752
- Yoon MH, Kim KH, Kim NY, Byun MW, Yook HS. 2011. Quality characteristics of muffin prepared with freeze dried-perilla leaves(*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:581-585

접 수 : 2012년 7월 20일
 최종수정 : 2012년 8월 7일
 채 택 : 2012년 8월 8일