

단기숙성 청고추장의 항산화 성분 및 항산화 활성

신경은¹ · 최수근^{1*} · 김동석² · 김하윤³

¹경희대학교 조리·외식경영학과, ²서원대학교 외식산업학과, ³농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Antioxidant Compounds and Activities of Short-term Green *Gochujang*

Kyung-Eun Shin¹, Soo-Keun Choi^{1*}, Dong-Seok Kim² and Ha-Yun Kim³

¹Dept. of Culinary & Food Service Management, Kyung Hee University, Seoul 134-727, Korea

²Dept. of Food Service Industry, Seowon University, Cheongju 361-742, Korea

³Dept. of Agrofood Resources, NAAS, RDA, Suwon 441-853, Korea

Abstract

The purpose of this study was to improve the quality of Korean traditional sauce products by producing short-term green *gochujang* with *cheongyang* pepper powder. To determine its antioxidant compounds and activities, we examined vitamin C, capsaicinoid, total phenolic, and total flavonoid contents, as well as electron-donating, SOD-like, ferrous ion-chelating, and nitrite-scavenging activities. Vitamin C content of short-term green *gochujang* was higher in CON-M than in the sample, whereas capsaicinoid content increased as the amount of *cheongyang* pepper powder increased. Total phenolic content, total flavonoid content, electron-donating activity, and nitrite-scavenging activity were higher in the sample than in CON-M, and the contents increased as the amount of *meju* powder increased. Green *gochujang* containing the highest amount of *cheongyang* pepper powder showed the highest SOD-like, and ferrous-ion chelating activities as well as superior nutrient contents, compared to red *gochujang*.

Key words : *Gochujang*, green *gochujang*, *soksungjang*, *chengyang* pepper, antioxidant compounds, antioxidant activities.

서 론

최근 건강 기능성이 우수한 과실에 대한 소비자의 수요가 증가하고 있으며, 다양한 과수의 생리활성 연구가 활발하게 진행되고 있다(Heo *et al* 2010, Park *et al* 2008, Kim *et al* 2009). 인간에게 건강 기능성 효과를 주는 식물의 2차 대사산물은 식물이 스트레스로부터 스스로를 보호하기 위하여 생산하는 물질로써(Verpoorte *et al* 2002), 대표적으로 폴리페놀은 항산화, 항암, 항알러지 등 다양한 생리활성 효과를 보이는 것으로 보고되어 있다(Hasimoto *et al* 1989).

이렇게 기능성이 우수한 식물 중 고추(*Capsicum annuum*. L)는 가지과에 속하는 다년생 초본식물로 남미 아마존강 유역이 원산지로서 온대에서 열대지방에 걸쳐 널리 재배되고 있으며(Cho *et al* 2000), 풋(청)고추의 경우 생채용, 국·탕용 다데기 등 양념용으로 소비되거나 수확 후 건 고추 및 고춧가루로 김치, 고추장 및 각종 양념용으로 광범위하게 연중 이용되어 한국인의 식생활에 중요한 위치를 차지하고 있다(Jeong *et al* 2005).

고추에는 ascorbic acid를 비롯한 vitamin A₁, B₁, B₂, E 및 나이아신 등이 풍부하며, 단백질, 무기질, 섬유소 등의 영양 성분을 고루 갖춘 우수한 식재료이다(RDA 2006). 또한, 색소성분인 carotenoids, 매운맛 성분인 capsaicinoids, phenolic 화합물 등 유용성분이 함유되어 있어 항산화, 항암, 항비만, 콜레스테롤 저하 및 식욕증진 효과를 보이는 것으로 보고되어 있다(Howard *et al* 1994, Kim *et al* 2006, Materska *et al* 2003). 고추의 매운맛 성분인 capsaicin은 지용성이고 무색이며(Huffman *et al* 1978), capsaicinoid류의 동족체는 capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin, homocapsaicin, homodihydrocapsaicin 등인 것으로 보고되었다(Lee *et al* 1976, Yoo *et al* 2009).

특히, 청양은 '70년대 말~80년대 초 경북지방에 적합한 품종을 만들고자 중앙종묘에서 열대지방 재래종과 국내 재래종을 교잡한 것으로 청송의 "청"자와 영양의 "양"자를 따서 1983년 "청양고추"로 명명하여 등록된 종으로, 매운맛이 강하고 재배량이 많은 것이 특징이다(Yoon TI 2000). 이런 고추를 이용한 선행 연구로는 고추를 첨가한 술(Park *et al* 2009), 식초(Park *et al* 2010), 청 고춧가루를 이용한 김치(Jeong *et al* 2007), 생청고추 페이스트(Jeong JH 1998), 청양 고춧가루

* Corresponding author : Soo-Keun Choi Tel : +82-10-5207-6785, E-mail : skchoi52@hanmail.net

를 이용한 개량식 청고추장(Shin *et al* 2011) 등의 제품이 개발되고 있다. 이처럼 고추의 다양한 기능이 밝혀지면서 고추에 대한 수요는 증가하는 추세이고, 식생활 개선에 따른 소비자의 식품에 대한 기능성, 다양화 및 고급화 요구가 증대되고 있다(Hwang IG 2011).

고추를 이용한 제품 중 고추장은 예로부터 우리 가정에서 된장 및 간장과 함께 사용되어 온 우리나라 고유의 전통 발효 식품으로 된장, 간장에 비하여 그 역사가 그리 길지 않음에도 우리 식탁에서 매우 중요한 조미료로 사용되어 왔다(Choo & Shin 2000). 근래에 들어 고추장이 건강식, 자연식으로 인기를 끌고 있어, 고추장을 선택하는 소비자들의 선택 기준 또한 시대의 변화와 더불어 달라졌는데 맛, 색, 그리고 향기와 같은 관능적 특성과 식품의 기능성을 중요시하는 경향으로 바뀌고 있다(Kim JS 2005). 또한 사회적인 변천에 따라 장류의 제조법과 소비 형태도 변화하여(Kim & Kim 2009), 편이화를 추구하면서 전래되어 오던 각종 장류와 그 제조법이 간소화되고, 단기간에 제조·발효하여 먹는 속성장이 대두되고 있다. 속성장이란 대두를 주원료로 제조한 메주를 다른 방법으로 띄우거나, 부재료를 섞거나 혹은 특별한 재료로 만든 장으로 단기장을 의미한다(Choi *et al* 2011).

최근 이렇게 소비자의 요구에 부응하여 메밀을 이용한 속성장(Choi *et al* 2011), 기능성 식재료를 이용한 개량식 고추장(Choi & Lee 2003)의 연구 등이 진행되고 있으며, 청 고춧가루와 메주가루를 이용한 속성장(Shin & Choi 2011)의 연구에서는 청색의 고추장이 기존의 붉은 고추장과 비교 시 외관과 향의 기호도는 낮게 평가되었으나 맛, 질감, 전체적인 기호도에서는 높은 평가를 받아 이를 이용한 고추장 소스의 제조가 밝을 것으로 보였다. 하지만 기존의 연구는 홍고추장 위주로 이루어졌으며, 이에 따라 영양성 및 생리활성도 홍고추장 위주로 이루어졌다. 그러나 소비자들은 다양한 색과 맛, 형태를 지닌 식품 소재를 요구하고 있으며, 이와 같은 새로운 식품소재는 한국식품의 세계화에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 본 연구는 영양학적으로 우수하고 항산화 성분을 지니고 있는 청양고추를 이용하여 제조한 단기속성 청고추장의 항산화 성분 및 항산화 활성을 알아보고, 전 세계적으로 건강 자연식으로 인기를 끌고 있는 우리의 전통 발효 식품인 고추장의 이용성 확대와 고추장을 대체할 수 있는 새로운 고추장 대체 소스를 개발하고자 하였다. 이를 통해 전통 발효식품인 고추장의 다양성 추구하고 이용성 확대를 도모하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

청양 고춧가루를 이용한 청고추장을 제조하기 위하여 청

양고추는 경남 나주산(2010년)을 서울친환경유통센터를 통해 구입하였고, 홍 고춧가루(2010년 경북 영양산, 장류용 보통 매운맛, 영양농협 고춧가루 가공공장), 소금(천일염), 조청 쌀엿(오뚜기), 메주가루(국내산, 자인농업협동조합), 물(삼다수, 농심)을 2011년 5월 초순 월곡동 소재 농협에서 구입하여 재료로 사용하였다.

2. 청양 고춧가루의 제조

청양 고춧가루의 제조공정은 Sung *et al*(2010)의 선행 연구를 참고로 하여 청양고추를 3회 세척한 후 체에 받쳐 30분간 수분을 제거하였다. 이것을 길이로 2절한 후 72시간 동결 건조하였다. 그 후 블랜더를 이용하여 1분간 중속으로 분쇄한 후 20 mesh체에 내려 진공포장한 뒤 -20℃에서 저장하면서 시료로 사용하였다.

3. 청양 고춧가루를 이용한 청고추장의 제조

본 연구의 청양 고춧가루를 이용한 청고추장의 제조는 콩가루를 첨가한 고추장(Choi *et al* 2010)의 제조 방법을 토대로 하여 수차례의 예비 실험을 거쳐 Table 1과 같이 설정하였다.

청양 고춧가루를 이용하여 제조한 고추장은 계량한 소금

Table 1. Formulas for preparation of short-term green gochujang

Ingredients(g)	Sample				
	CON-M ¹⁾	M1	M2	M3	M4
Red pepper powder	250	-	-	-	-
Cheongyang green pepper powder	-	250	200	150	100
Meju powder	100	100	150	200	250
Starch syrup	600	600	600	600	600
Water	500	500	500	500	500
Salt	75	75	75	75	75
Yield	1,525	1,525	1,525	1,525	1,525

¹⁾ CON-M : Red pepper powder 250 g, Meju power 100 g, Starch syrup 600 g, Water 500 g, Salt 75 g.

M1 : Cheongyang Green pepper powder 250 g, Meju powder 100 g, Starch syrup 600 g, Water 500 g, Salt 75 g.

M2 : Cheongyang Green pepper powder 200 g, Meju powder 150 g, Starch syrup 600 g, Water 500 g, Salt 75 g.

M3 : Cheongyang Green pepper powder 150 g, Meju powder 200 g, Starch syrup 600 g, Water 500 g, Salt 75 g.

M4 : Cheongyang Green pepper powder 100 g, Meju powder 250 g, Starch syrup 600 g, Water 500 g, Salt 75 g.

과 물을 두께 0.5 cm의 스테레스 스틸 소재 3중 냄비에 넣고 소금이 녹을 정도로 가열 가정용 가스렌지(G-109D, LG, Korea)에 넣고 가열한 후, 조청짬뽀를 넣고 6분간 교반, 가열한 후 50°C로 냉각시켰다. 여기에 1회 체에 친 고춧가루와 메주가루를 넣고 멍울이 지지 않을 정도로 교반하여 완성시켰다. 완성된 고추장은 상온(평균 25±3°C)에서 7일간 숙성시킨 후 시료로 사용하였다.

4. 실험 방법

1) 단기속성 청고추장의 Vitamin C(ascorbic acid) 정량

Vitamin C 정량은 2,6-dichlorophenol indophenol법(K.F.N. 2000)을 사용하여 다음과 같이 정량하였다. 즉, ascorbic acid 표준용액(40 µL/mL)과 indophenol 용액(10 µL/mL)의 농도 검증을 하였으며, 시료 용액의 제조는 시료 1 g에 따라 5% 메타인산 2 mL와 물 2 mL를 가한 후 침전시키고, 그 상층액을 여과지(Whatman No. 2)로 여과하여 사용하였다. 여과한 시료용액을 micro buret에 넣고 시험관에 1 mL indophenol 용액을 취하여 적정후 vitamin C의 함량을 측정하였다.

$$\text{Ascorbic acid (mg\%)} = b \times \frac{m}{n} \times v$$

b : Ascorbic acid 용액의 농도(mg/100 g)

m : 색소액에 대한 ascorbic acid 용액의 적정치(mL)

n : 색소액에 대한 시료용액의 적정치(mL)

v : 희석배수

2) 단기속성 청고추장의 Capsaicinoids

Capsaicinoids 함량은 Vincent & Ken(1987)의 방법에 따라 분석하였다. 고추장 시료 1 g을 15 mL falcon tube에 넣고 acetonitrile 5 mL를 가한 뒤 vortex mixer(MS-2, IKA, Germany)로 2분간 추출하였다. 고추장 추출액 1 mL를 취해 증류수 9 mL를 가하고 잘 섞은 후, 미리 acetonitrile 5 mL와 water 5 mL를 차례로 통과시켜 미리 활성화시킨 C₁₈ Sep-pak(Waters, Milford, USA)에 통과시켰다. C₁₈ Sep-pak에 흡착된 capsaicinoids를 탈착시키기 위해 acetonitrile 4 mL와 1% acetic acid를 함유한 acetonitrile 1 mL로 용출시켰다. 분석 조건은 HPLC (PU-980, Jasco, Japan)를 이용, column은 µ-Bondapak C₁₈(Waters, USA, 3.9×300 mm, 10 µm)을 사용하였고, eluent의 조성은 methanol/water=70:30(v/v)이었다. 유속은 1.0 mL/min이었다.

3) 청고추장의 메탄올 추출물의 제조

동결건조한 청고추장 시료 10 g을 정확히 칭량하여 10배의 메탄올을 첨가한 후, 환류 냉각 장치를 이용하여 5시간 동

안 추출하였다. 추출물은 여과지(Whatman No. 2)로 여과한 후 감압 회전 증발기로 40±1°C에서 농축 건조한 후 다시 동결 건조하여 측정 시료로 사용하였다. 추출 수율의 측정은 추출에 사용한 시료의 건물에 대한 추출물의 총 고형분 함량의 백분비로 하였다. 제조된 청고추장 추출물들은 냉동실(-40°C)에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

4) 단기속성 청고추장의 총 폴리페놀 화합물 및 총 플라보노이드 함량

청고추장 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 화합물 함량은 Folin-Dennis법(Folin & Dennis 1912)을 이용하였다. 실험방법으로는 캡튜브에 증류수 7 mL와 메탄올에 100 ppm 농도로 제조한 각각의 시료를 1 mL씩 넣은 후 Folin-Dennis 시약 0.5 mL를 첨가하여, 정확히 3분 후에 sodium carbonate anhydrous 포화용액 1 mL와 증류수 0.5 mL를 넣고 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준검량곡선은 탄닌산(tannic acid, Sigma Co., USA)을 사용하여 작성하였으며, 표준곡선식은 $y=2.495x+0.045$, $R^2=0.997$ 이었다.

총 플라보노이드 함량(Kang *et al* 1996)은 100 ppm 농도의 시료 용액 1 mL와 diethylene glycol 10 mL를 혼합하고, 여기에 1 N NaOH 용액 1 mL를 가하여 잘 혼합한 후 37°C에서 1시간 반응시켜 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 quercetin(Sigma Co., USA)을 사용하여 작성하였으며, 표준곡선식은 $y=4.12x+0.060$, $R^2=0.997$ 이었다.

5) 단기속성 청고추장의 DPPH에 의한 전자공여능 측정

전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Blois MS 방법(1958)을 응용하여 각 시료의 DPPH(1,1-diphenyl- 2-picrylhydrazyl) radical 소거 활성을 측정하였다. 시험관에 0.0035% DPPH 용액 3 mL와 메탄올에 녹인 시료(0.1 mg/mL, 0.5 mg/mL 및 1.0 mg/mL) 0.15 mL를 넣고 잘 혼합한 후 실온에서 30분간 방치한 다음 516 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 따로 blank 시험을 하여 대조구의 흡광도를 같은 조건에서 측정하였다. 이들 측정값을 다음 식에 대입하여 DPPH radical 소거 활성을 계산하였다. 한편, 항산화제인 BHT와 ascorbic acid를 동일한 농도로 첨가하여 비교, 측정하였다.

$$\text{EDA (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}}\right) \times 100$$

6) 단기속성 청고추장의 Ferrous ion chelating 효과 측정

고추장 메탄올 추출물 1 mL(0.1 mg/mL, 0.5 mg/mL 및 1.0 mg/mL), 2 mM FeCl₂·4H₂O(Sigma Co., USA) 용액 0.1 mL를 넣은 후 30분간 실온에서 반응시킨 후, 5 mM ferrozine

[3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid, Sigma Co., USA] 용액 0.1 mL를 첨가한 다음 혼합하여 실온에서 10분간 반응시켰으며, 562 nm에서 흡광도를 측정하였다(Marcocci *et al* 1994). 추출물의 chelating 효과는 아래의 수식에 따라 산출한 후, 대조구로는 대표적인 chelating agent 인 EDTA(0.1 mg/mL)를 사용하였다.

$$\text{Chelating activity (\%)} = (1 - A/B) \times 100$$

A: 시료 첨가군의 흡광도, B: 용매 첨가군의 흡광도

7) 단기속성 청고추장의 SOD 유사활성 측정

SOD 유사활성은 Marklund & Marklund 방법(1974)에 의하여 측정하였다. 즉, 각 시료(1 mg/1 mL, 2 mg/mL, 5 mg/mL) 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 tris-HCl buffer(50 mM tris+10 mM EDTA) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하고, 실온에서 10분간 방치한 후, 1N HCl 1 mL를 첨가하여 반응을 정지시킨 후, 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성은 {1-(시료 첨가구의 흡광도/시료 무첨가구의 흡광도)}×100으로 나타냈으며, ascorbic acid와 BHT를 동일한 농도로 첨가하여 비교, 측정하였다.

8) 단기속성 청고추장의 아질산염 소거능 측정

청고추장 고추장 메탄올 추출물의 아질산염 소거작용은 Gray & Dugan의 방법(1975)에 의하여 측정하였다. 즉, 1 mM NaNO₂ 용액 1 mL에 일정 농도의 시료 1 mL를 가하고 0.1 N HCl로 반응 용액의 pH를 1.2, 3.0 및 6.0으로 조정한 후 총량을 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액을 1 mL씩 취하여 2% 초산 용액 5 mL와 Griess 시약(30% acetic acid로 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것, 사용 직전에 조제) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합하였다. 이 혼합액을 실온에서 15분간 방치한 후 UV/Vis spectrophotometer(TU-1800, PGENERAL, U.S.A)를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정, 잔존하는 아질산량을 구하였다. Blank 시험은 Griess 시약 대신 증류수를 0.4 mL 가하여 상기

와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거 작용은 시료를 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 아질산염 백분율로 나타내었다.

$$N(\%) = 1 - \frac{A - C}{B} \times 100$$

N : Nitrite scavenging ability

A : Absorbance of 1 mM NaNO₂ added sample after standing for 1 hour

B : Absorbance of 1 mM NaNO₂

C : Absorbance of control

9) 단기속성 청고추장의 통계 처리 방법

단기속성 청고추장의 모든 실험은 3회 반복 측정하여 결과를 SPSS 18.0을 이용하여 분석하였다. 시료간의 유의성 검정은 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였으며, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan의 다범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 각 시료간의 통계적 유의성을 검증하였다.

결론 및 고찰

1. 단기속성 청고추장의 Vitamin C

단기속성 청고추장의 vitamin C 측정 결과는 Table 2와 같다. 흥 고춧가루로 제조한 대조군(CON-M)에서 21.02 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 보였고, 실험군은 4.69~12.39 mg/100 g으로 청양 고춧가루 첨가량이 많을수록 vitamin C 함량이 높아지는 것을 알 수 있었다. 그러나 실험군보다는 대조군(CON-M)에서 더 높은 함량을 보였는데, 이는 Park MS(2004)의 '한국산 고추의 품종별 아스코르빈산에 관한 연구'에서와 같이 흥고추의 과육은 100 g당 191.70 mg의 아스코르빈산을 함유하고 있으며, 청양고추에서는 이보다 낮은 103.80 mg 함유하고 있기 때문인 것으로 사료된다.

2. 단기속성 청고추장의 Capsaicinoid

고추의 매운맛은 capsaicinoids계 물질에 기인하는 것으로

Table 2. Ascorbic acid and capsaicin contents of short-term green gochujang

(mg/100 g)

Sample	CON-M ¹⁾	M1	M2	M3	M4	F-value
Ascorbic acid	21.02±0.22 ^{2)a3)}	12.39±0.23 ^{b)}	8.35±0.12 ^{c)}	6.74±0.13 ^{d)}	4.69±0.13 ^{e)}	4,180.52 ^{***4)}
Capsaicin	1.43±0.22 ^{cd)}	3.55±0.44 ^{a)}	2.68±0.31 ^{b)}	1.81±0.22 ^{c)}	0.96±0.11 ^{d)}	40.18 ^{***)}

¹⁾ Refer to the legend in Table 1.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ a~e Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ *** $p < 0.001$.

알려져 있고, capsaicin과 dihydrocapsaicin이 매운맛 성분의 80~90%를 차지하고 있으며, 고추 품종, 재배 방식 및 환경적 요인 등에 따라 함량 범위가 광범위하다(Chiang GH 1986). Yoon *et al*(2010)은 재배 방식에 따른 11종의 품종에 대한 capsaicin과 dihydrocapsaicin 함량은 각각 0.0~268.3 mg/100 g 및 0.0~55.1 mg/100 g이었으며, 청양품종이 가장 높은 함량을 나타냈다고 보고하였다.

이런 capsaicinoid는 지방합성에 관련된 전사인자들과 효소들의 유전자를 억제함으로써 지방의 생성을 억제하는 것으로 밝혀져(Ahn IS 2007) 최근 비만예방을 위해 매운맛을 기피하는 사람들도 매운맛 음식을 즐겨 먹는다(Matsumoy *et al* 2000). 특히 청양고추는 capsaicinoid의 함량이 높은 매운맛 고추로서 안동고추 및 녹황고추와 비교하여 지방의 분해 효과와 지방의 생성을 억제하는 효과가 큰 것으로 보고되었다(Ahn IS 2007).

본 연구에서 청양 고춧가루를 이용하여 제조한 단기숙성 청고추장의 capsaicinoid의 함량은 0.96~3.55 mg/100 g으로 청양 고춧가루가 가장 많이 첨가된 M1이 3.55 mg/100 g으로 매운맛 성분이 가장 높았고, 그 다음은 M2(2.68) > M3(1.81) > M4(0.96) 순서로, 청양 고춧가루 첨가량이 감소할수록 capsaicinoid 함량이 낮아지는 것을 알 수 있었다(Table 2). 이는 청양고추즙 첨가 생면(Hwang *et al* 2011)의 연구에서와 같이 청양고추즙의 첨가량이 많을수록 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 함량이 높아진다는 결과와 일치하는 경향을 보였다. 또한 Ku *et al*(2001)의 연구에서 capsaicin 함량을 달리하여 제조한 김치의 매운맛 특성을 검토한 결과, capsaicinoid 함량 1.74 mg%로 제조한 김치의 경우 확실히 맵다고 평가되었으며, 0.87 mg% 및 0.43 mg%로 제조한 김치의 경우 유의적인 차이 없이 중간 매운맛으로 평가되었다. 본 연구에서 제조된 청고추장은 보통 이상의 매운맛을 보일 것으로 생각된다.

3. 단기숙성 청고추장의 총 폴리페놀 화합물 및 총 플라보노이드 함량

식물에 존재하는 많은 phytochemical 중 폴리페놀 화합물이나 플라보노이드류는 여러 가지 식품에 널리 분포되어 있으며, 천연 항산화제로써 작용할 수 있다는 연구들이 행해져왔다(Sato *et al* 1996). 단기숙성 청고추장의 총 폴리페놀 화합물 및 총 플라보노이드 함량 측정 결과는 Fig. 1과 같다.

총 폴리페놀 화합물은 대조군(CON-M)이 2.98%로 가장 낮았고, 실험군은 이보다 높은 3.14~3.92% 범위를 보여, 홍고춧가루로 제조한 일반적인 고추장인 대조군(CON-M)보다는 청양 고춧가루로 제조한 실험군에서 총 폴리페놀 화합물의 함량이 더 높음을 알 수 있었다. 그러나 실험군에서 메주 가루 첨가량이 증가 시 총 폴리페놀 화합물의 함량이 높아졌

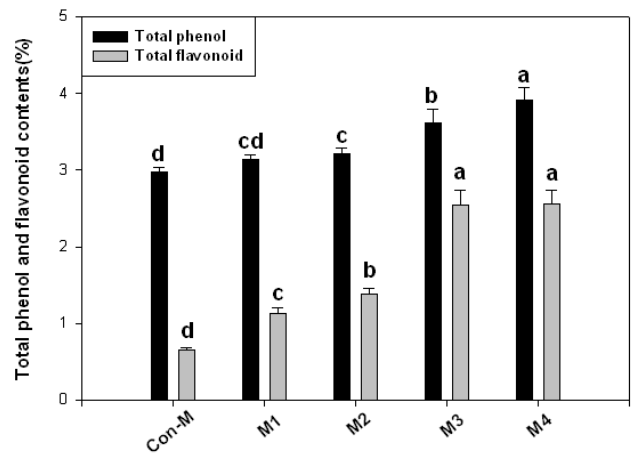


Fig. 1. Total phenol and flavonoid contents of the MeOH extracts short-term green gochujang.

^{a~d} Means with the different letters above the same bars between samples are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

는데, 이는 Kim *et al*(1994)의 선행 연구에서 메주나 메주를 이용한 발효식품인 된장, 간장, 고추장 중 된장이 42.2%에서 47.4%로, 메주가 32.6%에서 38.1%로 발효과정 중에 페놀화합물이 증가하여 이로 인해 발효식품의 항산화 효과가 높아지기(Kim *et al* 1994) 때문으로 사료된다.

총 플라보노이드 함량도 마찬가지로 대조군(CON-M)이 0.65%로 가장 낮았고, 그 다음은 M1(1.13) < M2(1.38) < M3(2.55) < M4(2.56) 순서로 나타나, 청고추장에서 그 함량이 더 높게 측정되었다. 페놀성 화합물은 연쇄반응 중 alkyl radical 또는 alkylperoxy radical에 수소를 공여하여 radical을 제거하므로 인체의 산화를 억제하는 효과가 있어(Labuza 1971), 일반적으로 식물에 함유된 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 등 페놀성 물질의 함량이 많을수록 항산화 활성이 증가되는 것으로 알려져 있다(Lee *et al* 2011).

4. 단기숙성 청고추장의 Ferrous ion chelating 효과 및 DPPH에 의한 전자공여능

체내에서 세포의 지질 및 단백질의 산화를 촉진하는 Fe^{2+} (Woo *et al* 1992)의 chelating 효과를 분석한 결과(Table 3), 100, 500, 1,000 ppm 농도 모두에서 청양 고춧가루가 가장 많이 첨가된 M1이 Fe^{2+} chelating 효과가 가장 우수하였고, 청양 고춧가루 첨가량이 적을수록 그 효과가 낮아져 청양 고춧가루에 대한 Fe^{2+} chelating 효과를 알 수 있었다. 하지만 청고추장의 원재료인 청양고추의 경우, Fe^{2+} chelating 효과가 36.7%(Noh JK 2009)로 매우 높았으나, 이를 이용하여 제조한 청고추장은 그 효과가 낮았는데, 이는 청고추장 제조 시 첨가되는 부재료의 영향 때문인 것으로 사료된다.

Table 3. Ferrous ion chelating effect of the MeOH extracts of short-term green gochujang

Sample	CON-M ¹⁾	M1	M2	M3	M4	EDTA	F-value
Ferrous ion chelating effect	100 ppm	7.05±0.33 ^{2) b3)}	7.67±0.35 ^b	5.71±0.25 ^{bc}	4.42±0.22 ^c	3.84±0.21 ^c	2,072.81 ^{***4)}
	500 ppm	16.60±0.25 ^{bc}	17.81±0.35 ^b	14.72±0.21 ^{cd}	12.64±0.23 ^d	12.39±0.25 ^d	94.45±3.32 ^a
	1,000 ppm	30.48±0.21 ^b	32.53±0.33 ^b	30.07±0.32 ^b	21.18±0.25 ^c	20.10±0.24 ^c	1,242.50 ^{***}

1) Refer to the legend in Table 1.

2) Mean±S.D.

3) a~d Means in a row by different superscripts are significantly different at 5% significance level by Duncan's multiple range test.

4) *** $p < 0.001$.

천연물의 항산화 활성은 활성 radical에 전자를 공여하고 식품 중의 지방질 산화를 억제하는 특성과 인체 내에서는 활성 radical에 의한 노화를 억제시키는 역할을 하고 있어, radical 소거작용은 인체의 질병과 노화를 방지하는데 대단히 중요한 역할을 한다(Kim *et al* 2001). 단기숙성 청고추장의 DPPH에 의한 전자 공여능을 알아본 결과는 Fig. 2와 같다.

대조군(CON-M)의 경우, 100 ppm에서 1.19%, 500 ppm에서 4.45%, 1,000 ppm에서 5.71%로 가장 낮은 값을 나타낸 반면, M4는 100 ppm에서 5.71%, 500 ppm에서 6.19%, 1,000 ppm에서 8.03%의 활성을 보였다. 그래서 실험군이 대조군(CON-M)보다 radical 소거활성이 더 강했으며, 전체적으로 실험군에서는 메주가루 첨가량이 증가할수록 전자공여능이 강한 것을 알 수 있었다. 이는 본 실험에서도 Fig. 1에 나타난 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량과 밀접한 상관관계를 나타낸 것으로, DPPH에 의한 전자공여능은 총 페놀류나 총 플라

보노이드 물질에 기인하여 항산화 활성을 나타내기 때문인 것으로 여겨진다(Kang *et al* 1996). 또한 Hwang *et al*(2011)의 선행 연구에서 청양고추 착즙액을 부재료 두부에서 DPPH에 의한 전자공여능이 4.14~10.50%의 활성을 나타낸 것과 유사한 경향을 보였다.

그러나 상기의 연구에서 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 가장 높게 나타난 M4에서 DPPH radical 소거능도 가장 우수하게 나타났으나, Fe²⁺ chelating 효과는 가장 낮았다. 이는 금속이온을 제거할 수 있는 물질과 radical을 제거할 수 있는 물질이 있기 때문으로 사료된다(Seo *et al* 2008).

5. 단기숙성 청고추장의 SOD 유사활성

생체 내 항산화 효소 중 하나인 SOD(superoxide dismutase)는 superoxide anion radical을 제거하여 hydrogen peroxide(H₂O₂)로 전환시키는 촉매 효소로 작용하며, 산소를 소비하는 모든 생물종에 존재하여 생체 내에서 활성 산소의 독성으로부터 방어 작용을 하는 중요한 효소이다(Kang *et al* 2003).

단기숙성 청고추장의 SOD 유사활성 측정 결과(Fig. 3), 5,000 ppm 농도에서 청고추장이 일반 홍고추장인 대조군(CON-M)에 비해서 높은 유사활성을 보였다. 또한 청양 고춧가루 첨가량이 많아질수록 SOD 유사활성이 증가하여 M1이 10.27%로 가장 높은 값을 나타냈고, 그 다음은 M2(8.93) > M3(8.48) > M4(4.02) 순서로 청양고춧가루 첨가량에 따라 SOD 유사활성이 높아지는 것을 알 수 있었다.

6. 단기숙성 청고추장의 아질산염 소거능 측정

아질산염은 우리가 흔히 섭취하는 생선이나 육류 등에 발색, 풍미 증진, 항균 작용 및 산패 방지를 위해 첨가제로 많이 이용되고 있지만, 이러한 아질산염을 섭취했을 경우 동물이나 인체의 위 내에서 아민류와 반응하여 발암성 물질로 알려진 nitrosamine을 생성하게 되며(Lim *et al* 2007), 체내의 신체 기능 조절에 관여하여 염증을 유발하기도 한다(Lee *et al* 2003). 발암 원인 물질인 nitrosamine 생성의 원인 물질인 nitrite

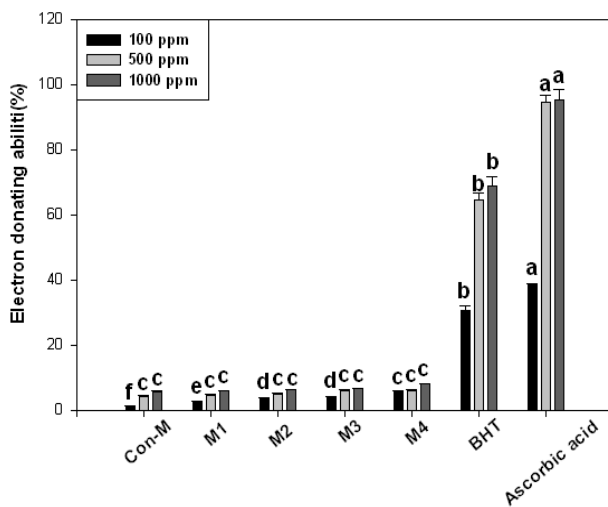


Fig. 2. Electron donating abilities of the MeOH extracts short-term green gochujang.

a~f Means with the different letters above the same bars between samples are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

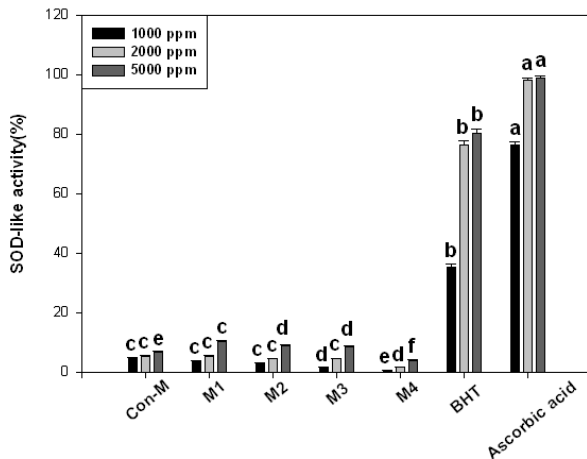


Fig. 3. SOD-like activities of the MeOH extracts short-term green gochujang.

^{a-f} Means with the different letters above the same bars between samples are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

제거 활성을 분석한 결과는 Fig. 4와 같다.

청고추장 메탄올 추출물의 아질산염 소거능을 pH 1.2, 3.0, 6.0에서 측정된 결과, pH 1.2에서 아질산염 소거능은 일반 홍고추장인 대조군(CON-M)보다 실험군에서 더 높게 나타났다. 또한 실험군에서는 M4가 48.39%로 가장 높았고, 그 다음은 M3(39.25) > M2(34.95) > M1(33.87) 순서로 M4가 다른 실험군에 비해 아질산염 소거 활성이 높았다. 또한 pH가 높을수록 아질산염 소거능은 감소하여 pH 6.0에서는 모든 실험군에서 6.58~8.68% 정도의 낮은 아질산염 소거능을 보였으며, 실험군간의 차이도 없는 것으로 나타났다. 일반적으로 아질산

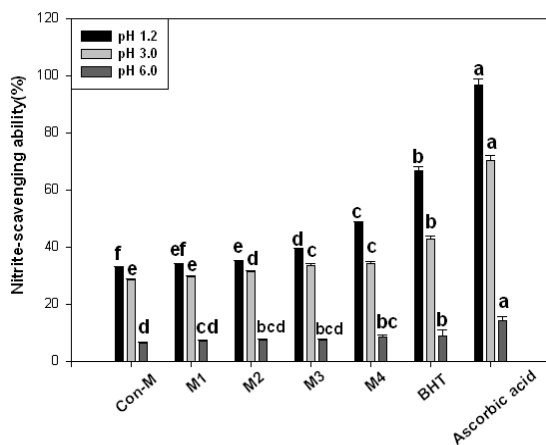


Fig. 4. Nitrite-scavenging abilities of the MeOH extracts of short-term green gochujang.

^{a-f} Means with the different letters above the same bars between samples are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

염 소거능은 폴리페놀 화합물을 다량 함유한 식품일수록 강한 것으로 알려져 있다(Lee *et al* 1997).

요약 및 결론

본 연구에서는 최근 소비자들이 다양한 색과 맛, 영양을 지닌 식품소재의 요구에 부응하기 위해 영양학적으로 우수한 식품소재인 청양 고춧가루를 이용하여 제조한 단기숙성 청고추장의 항산화 성분 및 항산화 활성을 알아보고 이를 통해 한국 장류와 한국 소스류의 우수성을 증명하고자 하였다. 그래서 청양 고춧가루를 이용하여 제조한 청고추장의 vitamin C 함량, capsaicinoid 함량 및 항산화 활성을 알아 볼 수 있는 총 페놀성 화합물과 총 플라보이드 함량, DPPH에 의한 전자공여능, SOD 유사활성, ferrous ion chelating 효과, 아질산염 소거능 등을 검사한 결과는 다음과 같다.

단기숙성 청고추장의 vitamin C 함량은 실험군보다 홍 고춧가루로 제조한 대조군(CON-M)에서 더 높은 함량을 나타냈는데, 이는 청양고추보다 홍고추에 100 g 당 vitamin C 함량이 더 높기 때문인 것으로 사료된다. 지방합성에 관련된 전사인자들과 효소들의 유전자를 억제함으로써 지방의 생성을 억제하는 것으로 알려진 capsaicinoid 함량은 0.96~3.55 mg/100 g으로 청양 고춧가루가 가장 많이 첨가된 M1 가장 높은 함량을 보였다.

단기숙성 청고추장의 총 페놀성 화합물 및 총 플라보이드 함량은 대조군(CON-M)보다 실험군에서 더 높은 함량을 보였으며, 실험군에서는 메주가루 첨가량이 증가할수록 총 페놀성 화합물 및 총 플라보이드 함량이 높아지는 경향을 보였다. 이로 인해 DPPH에 의한 전자공여능과 아질산염 소거능도 같은 결과를 나타냈다.

항산화 효소인 SOD 유사활성을 측정된 결과, 청양 고춧가루가 가장 많이 첨가된 청고추장에서 가장 높게 났고, 청양 고춧가루 첨가량이 많을수록 SOD 유사활성이 높게 나타나, 기존의 홍고추장에 비해 단기숙성 청고추장의 항산화 효소활성이 높은 것을 확인할 수 있었다. 또한 ferrous ion chelating 효과를 분석 결과도 마찬가지로, 청양 고춧가루 첨가량 증가 시 높아지는 경향을 보여 M1군이 7.67%로 ferrous ion chelating 효과가 가장 높은 것으로 나타났다. 그러나 청고추장의 원재료인 청양고추에 비해 그 효과가 미미한 것으로, 이는 청고추장 제조 시 청양 고춧가루 이외의 부재료 첨가로 인한 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 청양 고춧가루를 이용하여 제조한 단기숙성 청고추장은 기존의 고추장에 비해 높은 항산화 성분 및 항산화 활성이 있음을 알 수 있었고, 다양한 맛과 색의 고추장을 선보임으로 인해 소비자의 욕구에 부응할 수 있었다. 그래서 향후 단기숙성 청고추장을 이용한 한식

소스류의 제품화 가능성은 밝을 것으로 판단된다. 그러나 청고추장의 항산화 성분 및 항산화 활성에 있어 메주가루의 첨가량 또한 영향을 미치는 것으로 보아, 청고추장 및 이를 이용한 소스 제조 시 청양 고춧가루와 메주가루의 최적 첨가비율을 알아보는 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 전보 (Shin & Choi 2011)에서 청고추장의 관능평가 시 외관 및 향의 기호도가 기존의 고추장보다 낮게 평가된 것으로 보아, 청고추장의 색과 향의 개선도 필요할 것으로 여겨진다. 이와 같은 한계점을 극복하기 위해 추후의 연구는 계속 진행되어야 할 것이며, 이를 통해 한국의 전통 발효식품인 고추장과 이를 이용한 한식 소스 제품화 및 소비 시장 확대에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 농업과학기술개발연구사업의 지원에 의해 이루어진 것(PJ907018)으로 이에 감사드립니다.

문헌

- Park Mi Jin (2004) Research about ascorbid acid and capsaicin of red pepper from Korea. *MS Thesis* Yeungnam University, Gyeongsan. p 25.
- Ahn In Sook (2007) *In vitor* antiobesity effect of *kochujang* and isolation and identification of active compounds. *Ph D Dissertation* Pusan National University, Pusan. pp 119-129.
- 유종욱, 최원석, 이웅수 (2009) GC-MS 분석에 의한 고추 품종별 및 시판 고춧가루의 capsaicin 및 dihydrocapsaicin 함량조사. *Food Engineering Progress* 13: 38-43.
- 윤태인 (2000) 청양 풋고추의 시설재배 기술. 안동대학교 농업개발원. p 320.
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Chiang GH (1986) HPLC analysis of capsaicins and simultaneous determination of capsaicins and piperine by HPLC-ECD and UV. *J Food Sci* 51: 499-505.
- Cho YS, Cho MC, Suh HD (2000) Current status and projects of national hot pepper industry in Korea. *J Korean Capsicum Res Coop* 6: 1-27.
- Choi HS, Lee SY, Baek SY, Koo BS, Yoon HS, Park HY, Yeo SH (2011) Quality characteristics of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) *soksungjang*. *Korean J Food Sci Technol* 43: 77-82.
- Choo JJ, Shin HJ (2000) Sensory evaluation and changes in physicochemical properties and microflora and enzyme activities of pumpkin-added *kochujang*. *Korean J Food Sci Technol* 32: 851-859.
- Choi JY, Lee TS (2003) Characteristics of volatile flavor compounds in *kochujang* prepared with commercial enzyme during fermentation. *J Korea Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 207-213.
- Choi SK, Shin KE, Jung HA, Park MR (2010). Quality characteristics of *Kochujang* prepared with soy powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 759-768.
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-243.
- Gray JI, Dugan LR Jr (1975) Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J Food Sci* 40: 981-985
- Jeong EJ, Bang BH, Kim KP (2005) The characteristics of *kimchi* by the degree of hotness of powdered red pepper. *Korean J Food & Nutr* 18: 88-93.
- Jeong EJ, Seo JS, Bang BH (2007) A study on the *kimchi* made with green pepper powder. *Korean J Food & Nutr* 20: 63-67.
- Jeong JH (1998) Quality changes of fresh green pepper paste during storage. *Korean J Food & Nutr* 11: 216-220.
- Hwang IG, Kim HY, Hwang Y, Jeong HS, Yoo SM (2011) Quality characteristics of wet noodles combined with *cheongyang* hot pepper (*Capsicum annum* L.) juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 860-866.
- Hwang IG, Hwang Y, Kim HW, Lee JS, Jung HS, Yoo SM (2011) Quality characteristics of tofu (soybean curd) added with *cheongyang* hot pepper (*Capsicum annum* L.) juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 999-1005.
- Hasimoto F, Nonaka GI, Nishioka I (1989) Tannins and related compound from *oolong* tea. *Chem Pharm Bull* 37: 3255-3263.
- Heo JC, Lee KY, Lee BG, Choi SY, Lee SH, Lee SH (2010) Anti-allergic activities of ultra-fine powder from persimmon. *Kor J Food Preserv* 17: 145-150.
- Howard LR, Smith RT, Wagner AB, Villalon B, Burns EE (1994) Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annum* L.) and processed jalapenos. *J Food Sci* 59: 362-365.
- Huffman VL, Schadle ER, Villalon B, Burns. EE (1978) Volatile components and pungency in fresh and processed Jalapeno peppers. *J Food Sci* 4: 1809.
- Hwang IG, Kim HY, Hwang Y, Jung HS, Yoo SM (2011) Quality characteristics of wet noodles combined with *cheong-*

- yang hot pepper (*Capsicum annuum* L.) juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 860-866.
- Kang NJ, Kwon JK, Lee HC, Jeong HB, Kim HT (2003) Antioxidant enzymes as defense mechanism against oxidative stress induced by chilling in *Cucurbita ficifolia* leaves. *J Kor Soc Hort Sci* 44: 605-610.
- Kang, YH, Park YK, Lee GD (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
- Kim HS, Ku KM, Suh JK, Kang YH (2009) Quinone reductase inductive activity and growth inhibitory effect against hepatoma cell of oriental melon extract. *J Bio-Environm Cont* 18: 448-453.
- Kim JS (2005) Universalizing Korean food. *Korean J Food Culture* 20: 499-507.
- Kim KS, Park JB, Kim S (2007) Quality characteristics of *ko-chujang* prepared with Korean single-harvested pepper (*Capsicum annuum* L.) 36: 769-765.
- Kim MH, Im SS, Yoo YB, Kim GE, Lee JH (1994) Antioxidative materials in domestic *meju* and *doenjang* 4. Separation of phenolic compounds and their antioxidative activity. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 792-798.
- Kim MR, Kim HC (2009). A study on the consumption behaviors regarding red pepper paste according to the food-related lifestyles of housewives. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 1-8.
- Kim S, Kim KS, Park JB (2006) Changes of various chemical components by the difference of the degree of ripening and harvesting factors in two single-harvested peppers (*Capsicum annuum* L.). *Korean J Food Sci Technol* 38: 615-620.
- Kim S, Park JH, Wang IK (2002) Quality attributes of various varieties of Korean red pepper powders (*Capsicum annuum* L.) and color stability during sunlight exposure. *J Food Sci* 67: 2957-2961.
- 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.
- Ku KH, Kim NY, Park JB, Park WS (2001) Characteristics of color and pungency in the red pepper for *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 33: 231-237.
- Labuza TP (1971) Kinetics of lipid oxidation in foods. *CRC Crit Rev Food Technol* 2: 335-405.
- Lee CH, Shin SL, Kim NR, Hwang JK (2011) Comparison of antioxidant effects of different Korean pear species. *Korean J Plant Res* 24: 253-259.
- Lee GD, Chang HG, Kim HK (1997) Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J Food Sci Technol* 29: 432-436.
- Lee K, Suzuki T, Kobashi M, Hasegawa K, Lwai K (1976) Quantitative microanalysis of capsaicin, dihydrocapsaicin and nordihydrocapsaicin using mass fragmentography. *J Chromatogy*. 123: 119.
- Lee SH, Hong IJ, Park HG, Jew SS, Kim KT (2003) Functional characteristics from the barley leaves and its antioxidant mixture. *J Kor Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 333-337.
- Lim JA, Yun BW, Beak SH (2007) Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of methanol extract from *Salvia plebeia* R. Br. *Kor J Medicinal Crop Sci* 15: 183-188.
- Marcocci L, Maguire JJ, Droy-Lefaix MT, Packer L (1994) The nitric oxide scavenging property of *Ginkgo biloba* extract EGb 761. *Biochem Biophys Res Comm* 201: 748-755.
- Marklund S, Marklund G (1974) Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 468-474.
- Materska M, Piacente S, Stochmal A, Pizza C, Olezek W, Peruka I (2003) Isolation and structure elucidation of flavonoid and phenolic acid glycosides from pericarp of hot pepper fruit *Capsicum annuum* L. *Phytochemistry* 63: 893-898.
- Matsumoy T, Miyawaki C, Ue H, Yuasa T, Miyatsuji A, Moritani T (2000) Effects of capsaicin-containing yellow curry sauce on sympathetic nervous system activity. *J Nutr Sci Vitaminol* (Tokyo). 46: 309-315.
- National Rural Resources Development Institute, RDA (2006) Food composition table. 7th ed. National Rural Resources Development Institute, R.D.A, Suwon, Korea. 104-105.
- Park CS, Oh EH, Jeong HS, Yoon HS (2009) Quality characteristics of the germinated brown rice wine added with pepper. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1090-1096.
- Park CS, Kim KS, Noh JG, Rho CW, Yoon HS (2010) Quality characteristics of the germinated brown rice vinegar added red pepper. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 567-572.
- Park Y, Choi SH, Kim SH, Jang YS, Han J, Chung HG (2008) Functional composition and antioxidant activity from the fruits of *Rubus coreanus* according to cultivars. *Mokchae Konghak* 36: 102-109.
- Sato M, Ramarathnam N, Suzuki Y, Ohkubo T, Takeuchi M,

- Ochi H (1996) Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. *J Agric Food Chem* 44: 37-41.
- Seo SJ, Choi Y, Lee SM, Kong S, Lee J (2008) Antioxidant activities and antioxidant compounds of some specialty rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 129-135.
- Shin KE, Choi SK (2011) A study on the development of short-term green *gochujang* by using *chengyang* green pepper powder & *meju* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 844-852.
- Shin KE, Choi SK, Choi IS (2011) Quality characteristics of improvement green *gochujang* prepared from *chengyang* pepper powder and roasted soy powder. *The Korean Journal of Culinary Research* 17: 307-315.
- Sung JM, Han YS, Jung JW (2010) Quality characteristics of semi-dried red pepper during frozen storage. *Korean J Food Preserv* 17: 1-8.
- The Korean Society of Food Science and Nutrition (2000) Handbook of experiments of food science and nutrition. Hyoil Co., Seoul. p 257.
- Verpoorte RA, Contin J, Memelink (2002) Biotechnology for the production of plant secondary metabolites. *Phytochem Rev* 1: 13-25.
- Vincent KA, Ken AB (1987) Rapid sample preparation method for oleoresins. *J Agric Food Chem* 35: 777-779.
- Woo JH, Shin SL, Jung HS, Lee CH (2010) Antioxidant effect of extracts obtained from three *Chrysanthemum* species. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 631-636.
- Yoon J, Jun JJ, Lim SC, Lee KH, Kim HT, Jeong HS, Lee J (2010) Changes in selected components and antioxidant and antiproliferative activity of peppers depending on cultivation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 731-736.
-
- 접 수: 2012년 8월 20일
최종수정: 2012년 10월 4일
채 택: 2012년 10월 23일