

감마선 조사가 칩의 생리 활성과 색상 변화에 미치는 영향

전태욱 · 박지혜 · 변명우*

한국원자력연구소 방사선식품생명공학기술 개발팀

Effect of Gamma Irradiation on the Biological Activity and Color Change of *Puerariae radix*

Tae-woog Jeon, Ji-Hye Park and Myung-Woo Byun*

Team for Radiation Food Science and Biotechnology,
Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-600, Korea

Abstract

This study was carried out to determine the effect of gamma irradiated *Puerariae radix* extract on color removal, antioxidative, DPPH radical scavenging and antimicrobial effects. *Puerariae radix* were extracted with methanol and acetone and irradiated 10, 20 and 30 kGy with gamma ray. Hunter color L-value increased by irradiation in a dose dependent manner, resulting in brighter color. But a and b values decreased by irradiation in a dose dependent manner. Antioxidant activities of the *Puerariae radix* extract in soybean oil emulsion were higher in methanol extract than acetone extract. Scavenging effect of *Puerariae radix* extracts on DPPH radical with methanol was not changed by irradiation but acetone decreased. Acetone extract from *Puerariae radix* showed antimicrobial activities in *B. subtilis*, *B. natto*, *B. megaterium*, *S. aureus*, *Sal. typhimurium* and *E. coli*, methanol extract also had the antimicrobial activities but weaker for *Sal. typhimurium* and *E. coli*. Results suggested that *Puerariae radix* extracts have a potential as a natural food preservatives and cosmetic raw material.

Key words : Gamma Irradiation, *Puerariae radix*, antioxidant, antimicrobial activity

서 론

국민 소득의 증가로 생활수준이 높아짐에 따라 식생활도 서구화로 변하면서 발생하는 당뇨병, 고혈압, 동맥경화증 등의 성인병이 급증하고 있다. 따라서 학계에서는 기능성 식품소재 개발을 통한 국민 건강 증진 및 질병예방을 위해 많은 연구가 진행되고 있다(1, 2). 이제까지 보고된 기능성 소재는 녹차에서 압과 심장질환 같은 질병에 대한 방어 효과인 생리활성 기능 함유(3), 쑥에서 추출한 flavonoid의 항산화 효과(4), tyrosine 활성을 저해하는 식물체(5), 다류 원료 식물류 물 추출물의 항산화 효과(6), 그리고 은행잎에 함유된 생리활성물질의 동정(7)등 많은 연구가 보고되었다.

칩(*Pueraria thunbergina* B.)은 식물 분류학상으로 콩과에 속하는 다년생 덩굴식물로서 동부 아시아, 남아메리카, 멕시코 및 미국의 일부에서 야생하는 등 온대 및 열대 지방에 광범위하게 분포되어 있으며(8), 특히 우리나라에서는 전지역적으

로 산야에 분포되어 있다. 이러한 칩은 예로부터 한방과 민간 요법의 약재로 많이 사용되는 식물이다. 이제까지 알려진 칩 성분 중에는 해열, 해독 등과 같은 간장병에 관련된 약리 작용이 있는 것으로 전해지고 있다. 칩의 기능적 효과에 관한 연구는 칩에서 추출한 조 카테킨의 항산화 효과(9), 식용유지에 대한 칩 추출물의 효과(10)와 칩뿌리의 항산화 성분(11)등이 보고되었을 뿐, 그 외 칩의 기능적 효능에 관한 연구는 미비한 실정이다. 특히 최근 연구에 의하면 식물류에 널리 분포되어 있는 폴리페놀성 화합물이 천연 항산화제로서 항산화 뿐만아니라 항암, 항세균, 항알레르기, 충치방지, 심장질환, 당뇨병 예방등에 효과가 있다고 보고되었다(12, 13).

감마선은 물질 투과시 원자, 원자단, 분자에 이온을 생성하게 하는 전리 방사선 중의 하나로서 그 투과력이 강하여 농산물의 발아 및 발근 억제, 멸균, 숙도 지연, 식품 물성 개선, 식품 첨가물, 향신료의 위생화, 화장품 및 의료 산업에 많이 쓰이고 있다(14). 감마선의 고에너지로 인하여 물분자의 산소 수소 결합을 분해하여 수산 라디칼을 생산하고 단백질의 저 분자화를 유도한다고 보고(15)하였으며 저에너지 감마선은 식물 유지의 항산화능을 증가시킨다고 보고하였다(16). 또한 감마선 조사기술은 가공 공정 및 기능성 향상(17-19)까지 이용범위가 확대되고 있는 추세이며 앞으로도

Corresponding author : Myung-Woo Byun, Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-600, Korea
E-mail: mwbyun@kaeri.re.kr

식품 산업의 여러 분야에 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 칩 속에 다량 함유되어 있는 것으로 알려진 폴리페놀성 화합물을 methanol과 acetone 용매로 추출·농축하여 추출액을 획득하였으며, 칩 추출물의 산업적 이용 범위를 확대하기 위한 일환으로 감마선 조사가 칩 추출물의 색상 변화, 생리 활성에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 생 칩은 서울 경동시장에서 구입하여 사용하였다.

추출

세절한 칩 50 g에 70% methanol과 70% acetone을 각각 500 mL 씩 가하여 실온에서 120 rpm으로 24시간 동안 진탕 추출하여 획득하였다. 추출물은 구조토 여과를 한 후, 여과선량으로 감마선 조사하였다. 조사한 추출물은 30°C에서 1/9로 감압 농축하여 추출 원액으로 사용하였다.

감마선 조사

감마선 조사는 한국원자력연구소 소재 선원 10만 Ci, Co-60 감마선 조사 시설을 이용하여 실온에서 시간당 2.5 kGy의 선량율로 0, 10, 20 및 30 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다. 흡수선량의 확인은 ceric cerous dosimeter을 사용하였으며, 총 흡수선량의 오차는 ± 0.2 kGy이었다.

색도 측정

칩 추출액의 감마선 조사에 의한 색도 변화를 측정하기 위하여 color difference meter(Spectrophotometer CM-3500d, Minolta Co., Ltd. Osaka, Japan)를 이용하여 illuminant D65 10° 광원에서 측정하여 Hunter color L값(lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)을 구하였다.

TBA가 측정에 의한 항산화성 시험

항산화력 실험은 oil-emulsion을 제조하여 사용하였으며, oil-emulsion은 2 mL soybean oil, 18 mL 증류수 그리고 100 μ L Triton X-100을 가한 후 그 유화된 혼합액을 제조하였다. 혼합액에 추출물을 첨가하여 반응시키면서 24시간마다 thiobarbituric acid(TBA) value를 측정하였다. TBA가 측정은 반응액 2 mL와 증류수 6 mL를 가하고 7.2% BHA를 50 μ L을 가해 산화력을 억제하고 균질화하였다. 균질화된 반응액 1 mL에 TBA/TCA 용액을 2 mL를 첨가한 후 90°C에서 15분

동안 반응시켰고, 반응 종료후 10분동안 냉각하였다. 냉각 후 2,400 rpm에서 15분 동안 원심 분리하여 상등액을 532 nm로 측정하였다.

전자 공여능 측정

칩 추출물 전자 공여능은 Blois(20)의 방법을 변형하여 DPPH(1, 1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl)법에 의해 측정하였다. 각 시료 1 mL에 2×10^{-4} M DPPH 1.0 mL를 넣고 교반한 후 30분동안 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{전자 공여능} = 100 - [(\text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도}) \times 100]$$

항균효과 측정

본 실험에 사용한 균주는 Table 1과 같이 gram(+), gram(-)을 선택하여 각각의 액체배지에 계대 배양한 후 실험에 사용하였다. 항균 활성 시험은 증식 배지를 사용하여 hard agar plate를 제조한 후 0.4% soft agar에 배양한 시험균주 1%를 접종하여 중층하였다. 그리고 멸균된 paper disc(ϕ 8 mm, Whatman)를 사용하여 시료를 첨가하고 24시간동안 37°C에서 배양한 후, 형성된 clear zone (mm)으로 항균활성을 비교하였다.

Table 1. Microorganisms tested for antimicrobial activity of *Puerariae radix* extract

Organisms	Medium	Incubation temperature(°C)
<i>Bacillus subtilis</i> KCMC 11314	NB ¹⁾	37
Gram(+) <i>Bacillus natto</i> M-1002	NB	37
<i>Bacillus megaterium</i> KCCM 35409	NB	37
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 65389	NB	37
Gram(-) <i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 13311	NB	37
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	NB	37

¹⁾ NB: Nutrient Broth.

통계처리

통계 처리는 SAS software를 이용하여 분산분석(ANOVA)하고, Duncan's multiple test법을 이용하여 각 평균값에 대한 유의차를 조사하였다. 유의수준은 5% 이내로 하였으며, 각 실험치의 평균값과 표준오차(standard errors of the mean)로 나타내었다.

결과 및 고찰

감마선 조사에 의한 색도 변화

칩 추출물을 감마선 조사한 직후 색차계를 이용하여 측정 한 결과 Table 1에서 보는 바와 같다. 70% methanol을 이용하여 추출한 추출물의 L값의 경우 88.13에서 조사선량에 따라 차츰 증가하여 30 kGy의 감마선을 조사한 경우 98.96으로 나타나 밝은 색을 확인하였고, 적색도를 나타내는 a값의 경우, 비조사구는 0.92에서 20 kGy일때 -3.41로 떨어졌으며 황색도를 나타내는 b값의 경우에도 41.61에서 17.57로 감소하는 것으로 나타났다. 또한 70% acetone 용매를 이용하여 추출한 경우에는 methanol 용매를 이용하여 추출할 때와 마찬가지로 L값은 91.29에서 98.15로 밝은색을 확인하였으며, a값의 경우에는 -0.42에서 -6.26으로 감소하였고 b값도 42.99에서 38.70으로 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 통계 분석 결과, methanol과 acetone 추출물 모두 유의적 (p<0.05) 차이가 있었음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 Son 등(21)이 감마선 조사에 의해서 녹차내 chlorophyll과 flavonoid 계 색소가 파괴되어 밝은 색을 나타낸다는 보고와 일치하였으며, 총 색차(ΔE)에서도 수치적으로 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 Song 등(22)도 감마선 조사한 간장의 갈색도와 감마선에 의해서 유지중의 chlorophyll이 파괴되었다고 보고(23)하였다.

따라서 감마선 조사에 의해서 색소가 제거된 칩 추출물은 식품, 화장품 그리고 의약품 등 산업적 이용 가치면에서도 광범위하게 이용될 수 있으며, 다량 첨가할 수 있어 칩의 기능성을 최대한 활용하여 고부가가치 원료로 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

Table 2. Effect of gamma irradiation on Hunter color value of *Puerariae radix* extract with different solvents¹⁾

Solvent	Hunter color value	Irradiation dose (kGy)				SEM ²⁾
		0	10	20	30	
Methanol	L	88.13 ^d	95.41 ^c	97.02 ^b	98.96 ^a	0.0082
	a	0.92 ^a	-3.02 ^c	-3.41 ^d	-2.77 ^b	0.0074
	b	41.61 ^a	34.99 ^b	29.40 ^c	17.57 ^d	0.0163
	ΔE ³⁾	0.00	10.60	15.71	26.62	
Acetone	L	91.26 ^d	95.84 ^c	97.44 ^b	98.15 ^a	0.0112
	a	-0.42 ^a	-4.21 ^b	-6.04 ^c	-6.26 ^d	0.0066
	b	42.99 ^b	44.55 ^a	42.76 ^c	38.7 ^d	0.0096
	ΔE	0.00	6.14	8.35	10.00	

¹⁾Different letters(a-d)within the same row differ significantly (p<0.05)

²⁾SEM=Standard errors of the mean(n=12)

³⁾ΔE= Overall color difference($\sqrt{((\Delta L)^2+(\Delta a)^2+(\Delta b)^2)}$).

추출물의 항산화 효과

칩 추출물의 감마선 조사 및 용매별 추출에 따른 항산화력 효과를 검토하기 위해 70% methanol과 acetone을 이용하여 추출하였으며, 추출한 추출물의 감마선 조사는 10, 20 그

리고 30 kGy로 하였다. 감마선 조사한 추출액을 농축하여 각 용매 추출물 100 ppm의 농도로 oil emulsion에 첨가하여 60℃로 저장하면서 24시간마다 TBA가를 측정하였으며, 대조구로는 α-tocopherol과 BHA로 비교하였다. 그 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 acetone 추출물은 항산화력을 가지고 있었으며, 감마선 조사 선량이 증가함에 의해서 항산화력을 높아지는 것을 확인하였다. 그 이유는 acetone 추출물은 감마선 조사에 의해 free radical을 포착함으로써 자동 산화를 억제하거나 연쇄 반응에서 생성되는 과산화물을 분해하여 안정한 비라디칼성 생성물을 만들게 하여 항산화 억제 효과가 증가한 것으로 생각된다(24). 또한 methanol 추출물의 항산화력은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 비조사구 뿐만 아니라 조사구가 합성 항산화제인 BHA와 거의 비슷한 높은 항산화력을 나타내었다. 한편 α-tocopherol은 72시간까지는 항산화력 있었지만 그 이후에는 항산화력이 감소하는 것을 확인하였고, 칩에서 추출한 폴리페놀 화합물이 α-tocopherol보다 항산화력이 높았으며, 장기간동안 항산화력을 유지함으로써 항산화 효과의 지속성을 확인할 수 있었다. Oh 등(11)은 methanol을 용매로 사용하여 칩에서 추출한 항산화 물질인 daidzin과 puerain이 α-tocopherol보다 항산화력의 효과가 높고, 장기간동안 항산화력이 유지된다고 보고한 내용과 결과가 유사하였다. 또한 칩 추출물을 용매별로 비교해본 결과, 칩 추출물속의 항산화 물질은 acetone보다 methanol 추출이 항산화 효과가 높았으며 용매별로 항산화 효과가 상당한 차이가 나는 것은 용매의 극성도에 따른 것이 생각된다. 따라서 본 실험 결과로 볼 때, 칩 속의 폴리페놀 화합물중 다량 함유되어 있는 카테킨은 매우 강한 항산화제으로써 이용 가능성이 높으며 acetone보다는 methanol을 이용하여 추출함으로써 산업적 이용가치가 효과적일 것으로 기대된다.

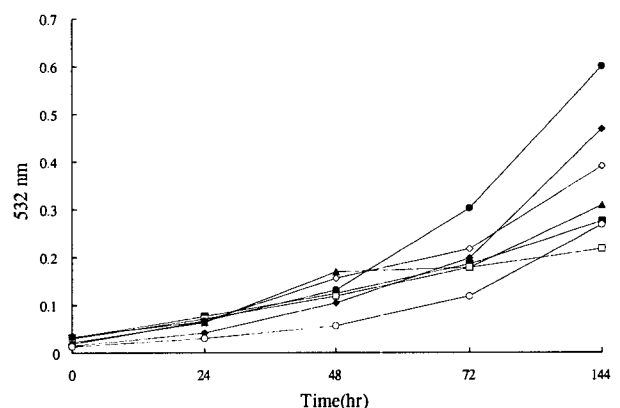


Fig. 1. 2-Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) value of oil emulsion containing *Puerariae radix* extract (100 ppm) by acetone during storage at 60℃.

-◇- 0 kGy, -■- 10 kGy, -▲- 20 kGy, -□- 30 kGy, -◆- α-tocopherol, -○- BHA, -●- Control(oil emulsion without any treatment).

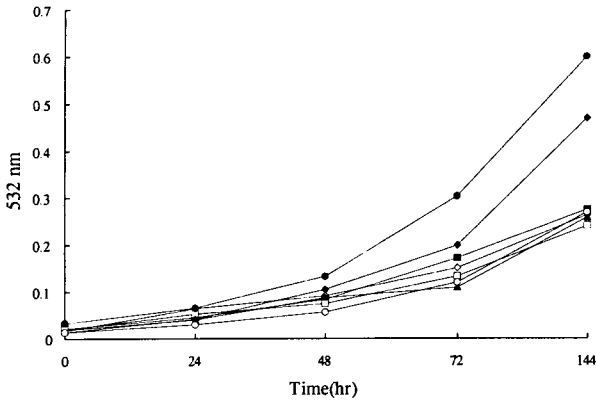


Fig. 2. 2-Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) value of oil emulsion containing *Puerariae radix* extract (100 ppm) by methanol during storage at 60°C.

◇- 0 kGy, ■- 10 kGy, ▲- 20 kGy, □- 30 kGy, ◆- α-tocopherol, ○- BHA, ●- Control(oil emulsion without any treatment).

추출물의 전자 공여능

감마선 조사가 칩 용매별 추출물의 전자 공여능에 미치는 영향을 실험하였다. 전자 공여능 실험에는 칩 추출액을 100 배 희석하여 측정된 결과, Table 3에서 보는 바와같이 methanol과 acetone 용매 추출한 후 free radical 소거 활성을 비교한 결과 두 용매 모두 비조사구가 조사구보다 전자 공여능이 높았다. 감마선을 조사하지 않은 경우 methanol은 약 30%의 활성을 나타낸 반면 조사시에는 22~28%정도로 감소하였다. acetone의 경우에는 비조사구때 활성이 약 50%였던 것이 10과 20 kGy일때는 25%로 감소하여 활성이 50% 감소하였다.

Table 3. Scavenging effect of irradiated *Puerariae radix* extract on DPPH radical with different solvents (unit : %)

Solvent	Irradiation dose (kGy)			
	0	10	20	30
Methanol	30.49	22.50	27.97	25.34
Acetone	50.81	25.07	25.08	28.68

추출물의 항균 활성

칩 추출물의 항균력을 측정하기 위하여 methanol과 acetone 용매 추출 후 감마선 조사하여 농축 후, 항균 활성을 측정된 결과 Table 4에서 보는바와 같다. Ethanol 용매 추출한 경우에는 감마선 비 조사구와 조사구 항균 활성은 대체적으로 Gram(+)와 Gram(-) 모두 강한 항균력을 나타냈다. 특히 *B. subtilis*의 경우에는 clear zone이 비조사구일 때 3.2 ± 0.76에서 30 kGy 일 때 15.3 ± 0.58로 가장 높은 항균활성을 보여줬으며, *B. megaterium*도 3.5 ± 0.5에서 30 kGy 일 때

10.5 ± 0.5로 증가하였고, Gram(-) bacteria인 *Staph. aureus*와 *Sal. typhimurium*의 경우에도 항균 활성이 증가하였다. 또한 methanol의 경우에는 *B. subtilis*, *B. natto*, *B. megaterium*, *Staph. aureus*등 균주에서는 항균 활성이 증가하였으나 *Sal. typhimurium*과 *E. coli*의 경우에는 항균활성이 미약하거나 검출되지 않았다. 지금까지 식품 저장 기간을 연장하고자 식품 보존제로써 화학적 합성품을 사용하였다. 그러나 최근 많은 연구자들은 천연 추출물을 이용한 항균 활성은 향신료(25, 26), 생약제(27, 28) 그리고 천연 약용 식물 추출물의 항균효과(29)등을 보고하면서 저장성 향상과 안전성 확보을 위해 많은 연구가 진행되어 왔다.

본 실험 결과, 칩에서 추출한 폴리페놀 물질은 식품 보존제로서 사용할 수 있으며, 특히 감마선 조사별로 비교해볼 때 비조사구 보다 조사구가 항균 활성이 증가하는 것으로 나타났다. 그 이유는 칩 속에 포함되어 있는 성분 중 단백질이나 polyphenol중 다른 항균 물질이 감마선 조사에 의해서 활성을 일으킨 것으로 생각된다. 따라서 감마선 조사에 의해 생리 활성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료되며, 이에 대한 연구가 지속적으로 진행될 필요성이 있다고 생각된다.

Table 4. Antimicrobial activity of irradiated *Puerariae radix* extract with different solvents

Strains	Irradiation dose (kGy)	Clear zone on plate (mm)	
		Acetone	Methanol
<i>Bacillus subtilis</i> KCCM 11314	0	3.2 ± 0.76 ¹⁾	3.7 ± 0.58
	10	6.7 ± 0.58	6.3 ± 0.58
	20	10.7 ± 0.58	5.8 ± 0.76
	30	15.3 ± 0.58	6.5 ± 0.50
	0	4.5 ± 0.50	3.5 ± 0.50
Gram(+) <i>Bacillus natto</i> M-1002	10	3.5 ± 0.50	3.5 ± 0.50
	20	4.3 ± 0.58	4.5 ± 0.50
	30	6.0 ± 0.50	5.8 ± 0.29
<i>Bacillus megaterium</i> KCCM 35409	0	3.5 ± 0.50	3.8 ± 0.29
	10	6.2 ± 0.29	5.0 ± 0.00
	20	8.0 ± 0.50	6.3 ± 0.58
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 65389	30	10.5 ± 0.50	8.3 ± 0.58
	0	ND ²⁾	7.8 ± 0.29
	10	6.3 ± 1.53	7.0 ± 0.50
Gram(-) <i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 13311	20	11.3 ± 1.53	9.8 ± 0.29
	30	13.7 ± 1.15	10.3 ± 0.58
	0	2.3 ± 0.58	2.3 ± 0.58
<i>E. coli</i> ATCC 25922	10	3.8 ± 0.76	2.0 ± 0.00
	20	6.7 ± 0.58	2.3 ± 0.58
	30	9.3 ± 2.08	3.0 ± 1.00
	0	ND	ND
	10	ND	ND
	20	5.6 ± 1.53	ND
	30	6.8 ± 0.29	ND

¹⁾Mean ± Standard deviation(n=3)

²⁾Not detected

요 약

칩 추출물에 감마선을 조사하여 색상 개선, 항산화성 및 항균성에 미치는 영향을 검토하였다. 칩 추출물은 methanol 과 acetone으로 추출하였으며, 감마선은 10, 20 그리고 30 kGy로 조사하였다. 칩 추출물은 감마선 조사 선량이 증가할 수록 명도(Hunter color L-value)가 증가하였으며, 적색도(a값)와 황색도(b값)은 감소하는 경향을 보여줬다. 칩 추출물의 항산화력(TBARS)은 acetone 추출물보다 methanol 추출물이 더 높았다. 전자 공여능 측정 결과는 methanol 추출의 경우 비조사구와 조사구 모두 비슷한 활성을 보여줬으나 acetone 추출의 경우 감소하는 경향을 보여줬다. 칩 추출물의 용매 별 및 감마선 조사 선량에 따른 항균효과는 acetone 추출의 경우, *B. subtilis*, *B. natto*, *B. megaterium*, *S. aureus*, *Sal. typhimurium* and *E. coli*. 등 모든 균주에 대체적으로 높은 항균 활성을 나타냈으나, methanol 추출의 경우에는 *Sal. typhimurium*과 *E. coli*을 제외하고 항균 활성을 나타내었다. 또한 칩 추출물은 30 kGy까지 감마선을 조사했을 때, 추출물의 생리활성이 감소하는 경향은 나타나지 않았다. 따라서 칩 추출물을 감마선 조사 후, 식품 보존제 및 화장품 원료로서 가능성이 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구 개발 사업의 일환으로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

1. Moon, S.J. (1996) Nutritional problems in korea(in korean). Korean J. Nutr., 29, 371-380
2. Lee, H.G. (1996) Nutritional problems in korean: Pattern of disease incidence and nutrition in korea (in Korean). Korean J. Nutr., 29, 381-383
3. Mukhtar, N. and Ahmad, M. (1999) Green tea in chemoprevention of cancer. J. Toxicol. Sci., 52, 111-117
4. Lee, S.J, Chung, H.Y., Lee, I.K. and Yoo, I.D. (1999) Isolation and identification of flavonoids from ethanol extracts of artemisia vulgaris and their antioxidant activity. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 815-822
5. Jung, S.W., Lee, N.K., Kim, S.J. and Han, D.S. (1995) Screening of tyrosinase inhibitor from plants. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 891-896
6. Kim, M.H., Kim, M.C., Park, J.S., Kim, J.W. and Lee, J.O. (2001) The antioxidative effects of the water-soluble extracts of plants used as tea materials. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 12-18
7. Nam, S.J., Kim, K.U., Shin, D.H. and Hwang, S.J. (1997) Identification of biologically active substances from *Ginkgo biloba* L. Korean J. Weed Sci., 17, 421-430
8. Kuhm, H., Chang, K.S., Jeoung, H.K., Yang, J.S. and Jang, Y.I. (2002) Effects of gamma irradiation on physicochemical properties of arrowroot starch. Food Engineering Progress., 6, 46-51
9. Kim, M.J., Cho, J.K. and Lee, C.H. (1997) Antioxidant effects of crude catechin extracted from *Puerariae* radix roots. Korean J. Food Sci. Ani. Resour., 17, 1-5
10. Oh, M.J., Son, H.Y., Kang, J.C. and Lee, K.S. (1990) Antioxidative effect of *Pueraria* root extract on edible oils and fats. J. Korean Soc. Food Nutr., 19, 448-456
11. Oh, M.J., Lee, K.S., Son, H.Y. and Kim, S.Y. (1990) Antioxidative components of *Pueraria* root. Korean J. Food Sci. Technol., 22, 793-798
12. Kim, S.M., Cho, Y.S. and Sung, S.K. (2001) The Antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 626-632
13. Lee, J.O., Kim, M.H., Kim, M.C., Park, J.S., Park, E.J., Kim, J.W., Song, K.H., Shin, D.W. and Mok, J.M. (1997) Studies on the phenolic compounds and the antioxidant properties of various plants used commercial teas. The Annual Report of KFDA., 1, 21-30
14. Byun, M.W.(1994) Application of irradiation techniques to food industry. Radioisotope News., 9, 32-37
15. Lim, S.I., Yuk, H.S., Yoon, H.H., Kim, Y.J. and Byun, M.W. (1998) Effect of gamma irradiation on egg white protein. J Korean Soc Food Sci Nutr., 27, 291-295
16. Farag, R.S. and Khawas, K.H. (1998) Influence of γ -irradiation and microwaves on the antioxidant property of some essential oils. Inter J Food Sci Nutr., 49, 109-115
17. Lee, J.W., Yook, H.S., Cho, K.H., Lee, S.Y. and Byun, M.W. (2001) The changes of allergenic and antigenic properties of egg white albumin(*Gal d1*) by gamma irradiation. J Korean Soc Food Sci Nutr., 30, 500-504
18. Son, J.H., Jo, C. and Byun, M.W. (2001) Processing of green tea leaves extract by gamma irradiation. J Korean Soc Food Sci Nutr., 30, 1305-1308
19. Jo, C., Lee, J.W. and Byun, M.W. (2001) Short communication of novel application of food irradiation. J Food Sci Nutr., 6, 253-256
20. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical, Nature., 181, 1199-1200

21. Son, J.H., Jo, C., Kim, M.R., Kim, J.O. and Byun, M.W. (2001) Effect of gamma irradiation on removal of undesirable color from green tea extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30, 1305-1308
22. Song, T.H., Kim, D.H., Park, B.J., Shin, M.G. and Byun, M.W. (2001) Changes in microbiological and general quality characteristics of gamma irradiated *Kanjang* and *Shoyu*. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 338-344
23. Byun, M.W., Jo, C., Lee, K.H. and Kim, K.S. (2002) Chlorophyll breakdown by gamma irradiation in model system containing linoleic acid. J. Am. Oil Chem. Soc., 79, 145-150
24. Ryu, S.N. and Lee, B.H. (1997) Antioxidative components in higher plants and their researches in Japan and USA. Kor. J. Intl. Agri., 10, 13-23
25. Tansey, M.R. and Appleton, J.A. (1978) Inhibition of fungal growth by garlic extract. Mycologia., 70, 397-401
26. Zaika, L.L. (1988) spices and herbs: Their antimicrobial activity and its determination. J. Food Safety., 9, 97-101
27. Chung, D.O. and Jung, J.H. (1992) Studies on antimicrobial substances of *canoderma lucidum*. Korean J. Food. Sci. Technol., 24, 552-557
28. Park, U.Y., Chang, D.S. and Cho, H.R. (1992) Antimicrobial effect of *lithospermum erythrorhizon* extract. J. Korean Soc. Food Nutr., 21, 97-100
29. Oh, D.H., Ham, S.S., Park, B.K., Ahn, C. and Yu, J.Y. (1998) Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or foodborne disease microorganisms. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 957-963

(접수 2002년 6월 9일)