

솔잎 및 녹차추출물의 항산화성 및 아질산염 소거작용

김수민 · 조영석* · 성삼경* · 이일구** · 이신호*** · 김대곤****

경산대학교 생명자원공학부, *영남대학교 식품가공학과, **국방품질관리연구소,
대구가톨릭대학교 식품공학과, *대구산업정보대학 식품영양과

Antioxidative and Nitrite Scavenging Activity of Pine Needle and Green Tea Extracts

Soo-Min Kim, Young-Suk Cho*, Sam-Kyung Sung*, Il-Gu Lee**, Shin-Ho Lee***
and Dae-Gon Kim****

Faculty of Life Resources Engineering, Kyung-San University

**Dept. of Food Science and Technology, Yeung-nam University*

***Defense Quality Assurance Agency*

****Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu*

*****Dept. of Food Science and Nutrition, Taegu Polytechnic College*

Abstract

The natural sources extracted from green tea and pine needle were utilized to investigate the effects of extracts on free radical reaction, lipid oxidation and nitrite scavenging ability. The degree of lipid oxidation is very sensitive to kinds of oil emulsion reacted with iron sources and oxygen species. The antioxidants of extracts from green tea and pine needle were different depending on concentration of extracts, which were a lower TBARS value in 0.3% extracts concentration, compared to 0.1% extracts concentration. And also, the binding ability on iron sources was superior in hot water extracts, but oxygen scavenging ability was the lowest TBARS values in ethanol extracts. The hydroxyl radical scavenging ability of green tea and pine needle extracts had a little low TBARS value in 0.1% and 0.3% extracts concentration in deoxyribose. The ethanol extracts of pine needle were higher than those of hot water extracts on the basis of Fe²⁺ ion content. The ascorbic acid content of green tea showed 14.3 mg/100 g in hot water extracts and 16.7 mg/100 g in ethanol extracts. Electron donating ability of extracts showed difference depending on extracts concentration, which were higher in ethanol extracts than those of hot water extracts. The nitrite scavenging effects were tended to be different depending on pH value, however they were decreased overall as pH value was increased. Especially, the nitrite scavenging ability of 0.3% extracts from green tea and pine needle were the most effective in pH 1.2 and pH 3.0, which were showed 95% nitrite scavenging ability.

Key words : green tea, pine needle, antioxidants, nitrite scavenging ability

서론

최근에는 식품분야에서 효소는 아니지만 활성산소의 반응성을 감소 또는 무력화할 수 있는 물질의 발굴과 이용에 관한 연구가 커다란 관심이 되고 있다(Halliwell et al., 1995;

Thomas, 1995). 유지의 지방산화에서 알 수 있듯이 어느 산화방지제가 모든 종류의 유지류에 같은 산화방지 효과를 나타내지는 못한다. 즉, 특정 물질이 생체의 산화반응 또는 radical 반응 전반에 걸쳐 반응성을 억제하지는 못하는 것으로 이해되며 활성산소의 종류, radical source 및 반응기작에 따라 반응성을 억제할 수 있는 항산화 물질의 연구가 필요하다. 유지의 산화에 의한 산패는 free radical chain reaction에 의한 자동산화 반응과 lipoxygenase 등에 의한 효소적 산화로

Corresponding Author : Soo-Min Kim, Faculty of Life Resource & Engineering, Kyungsan University, Kyungsan 712-240, Korea. E-mail: kimsm@kyungsan.ac.kr

만들어진 일중항산소(singlet oxygen)가 불포화지방산과 반응하여 생성된 nonconjugated diene 화합물에 의한 산패로 구분할 수 있다(King et al., 1993). 이러한, 식용유지에 대한 항산화 연구로 팜유(Lim et al., 1996), 돈지(Lim et al., 1996), 참기름(Han et al., 1997), 어유(Jeong et al., 1995), 대두유(Lee et al., 1994), 면실유(Lee et al., 1994), 우지(Yang et al., 1988) 등에 관한 연구가 진행되어 왔으며, 지방의 산화방지에 사용되는 항산화제로는 항산화성이 강하고 가격이 저렴한 butylated hydroxyanisole이나 butylated hydroxytoluene 등이 있으나, 인체에 미치는 독성이 크기 때문에 사용이 제한되고 있다(Branen, 1975). 따라서, 항산화능이 높고 보다 더 안전한 항산화제를 개발하고자 하는 연구가 활발히 진행되어 왔다(Hiroe and Nobuji, 1989). 따라서, 본 연구는 식품의 가공 및 저장에서 일어나는 각종 위해요인을 제거할 수 있는 천연물 탐색의 일환으로 육제품 제조시 첨가되는 잔존 아질산염의 함량을 낮추고자 식물체로서 그 효능을 높이 평가받고 있는 솔잎과 녹차 추출물이 지질산화반응과 free radical에 미치는 영향을 검토하고, 각종 항산화제들과 항산화력을 비교, 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

녹차는 경산시장내 농협에서 구입하여 사용하였으며, 솔잎은 경산대학교 인근 야산에서 채취하여 사용하였다. 실험에 사용된 시약은 특급시약이며, 항산화제(α -tocopherol, carnosine, tyrosine, glutathione), Trichloroacetic acid(TCA), Griess reagent (sulfanilic acid, naphthylamine) 등은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO)에서 구입하였고, ascorbic acid는 Fisher Scientific에서 구입하였으며, 2-thiobarbituric acid (TBA)는 Eastern Organic Chemicals(Rochester, NY)에서 구입하여 사용하였다.

실험방법

1) 시료조제

열수추출물은 솔잎과 녹차 각각 20g에 증류수 100mL를 가하여 85°C에서 3시간 동안 2회 반복 추출하고, 에탄올 추출물은 솔잎과 녹차 각각 20g에 200mL를 넣고 상온에서 24시간 정지시켰다. 그런 다음 열수와 에탄올 추출물을 각각 whatman No. 1에 여과한 후 경산대학교 공동기기센터 동결건조기(FD5510SPT, Ilshin Co., Korea)를 사용하여 Temp. -60°C, vac. 10mm Torr 조건하에서 동결건조하여 시료로 사용하였다.

2) Oil emulsion 조제

Oil emulsion은 사용하기 전에 만들고 pH 6.5로 보정한 0.1M maleic acid buffer, 8mL를 넣은 다음 50 μ L의 tween-20과 0.5mL 정도의 fish oil을 넣고 15분간 교반한 후 KOH 2~3 조각을 넣고 교반하면서 0.1N HCl로 pH 6.5가 되도록 제조하여 사용하였다.

3) Thiobarbituric Acid Reactive Substances(TBARS) 측정

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)는 Buege와 Aust의 방법(1978)에 따라 측정하였다. 1 mL 반응 혼합물이 채워진 시험관을 37°C water bath에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝나자마자 50 μ L dibutylhydroxytoluene(BHT) 7.2%를 시료에 가하여 산화반응을 정지시켰다. 반응혼합물을 잘 섞은 다음 2mL TCA/TBA 시약을 가하고 다시 혼합 후 끓는 물에서 15분간 가열시켰다. 가열 후 찬물에서 식힌 후 2,000 \times g의 속도로 15분간 원심분리 시켰다. 상등액을 흡광도(HITACHI UV-2001) 531nm에서 측정하였고, 공시료는 시료대신에 증류수를 가하여 같은 방법으로 측정하였다. TBARS값은 L 반응혼합물에 대해서 mg malondialdehyde (MDA)로 표시하였다.

4) Hydroxyl Radical(\cdot OH)의 생성 측정

Hydroxyl radical(\cdot OH)의 생성 측정은 Gutteridge(1984)의 방법에 의해 측정하였다. Oil emulsion 대신에 deoxyribose를 사용하여 1mL 반응 혼합물이 채운 시험관을 37°C water bath에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 직후 2mL TCA/TBA 시약을 가하고, 혼합하여 끓는 물에서 15분간 가열시킨 후 찬물에서 냉각시켜 2,000 \times g의 속도로 15분간 원심분리시켰다. 상등액을 흡광도 531nm에서 측정하였다.

5) Nonheme Iron(비헴철) 측정

Nonheme iron(비헴철) 측정은 Ferrozine iron 분석방법(Carter, 1971)을 약간 수정하여 측정하였다. Total iron 분석을 위해서 1mL시료를 사용하였고, 여기에 2% ascorbic acid (w/v) 0.1mL를 가하여 혼합한 다음, 실온에서 5분간 반응시켰다. 반응 후 11.3% TCA(w/v) 1mL를 가하고 섞은 다음 반응물을 3,000 \times g에서 15분간 원심분리 시켰다. 상등액 2mL를 시험관에 옮기고 0.8mL의 10% ammonium acetate와 0.2mL의 ferrozine color reagent(75mg ferrozine+75mg neocuproine+HCl 1drop)를 가하여 섞은 다음 시료를 3,000 \times g에서 15분간 원심분리시킨 다음 5분 후 562nm에서 흡광도를 측정하였다. Ferrous iron(Fe^{2+})분석도 단지 0.1mL ascorbate 대신에 0.1mL TCA를 가한 후 위의 방법과 같이 측정하였다.

6) Ascorbic Acid 측정

Ascorbic acid 측정은 Sikic 등(1977)의 방법에 따라 시료를 10분 동안 10,000×g에서 원심분리시키고, 상등액 0.5mL를 취하여 5% TCA 2mL로 단백질을 침전시켰다. 다시, 4℃에서 10분 동안 15,000×g에서 원심분리시키고, 상등액 0.5mL를 취하여 85% orthophosphoric acid 0.05mL, 8% α, α'-dipyridyl 0.05mL, 3% aqueous ferric chloride 0.05mL를 가한 후, 1시간 동안 ferrous dipyrldyl chromophore 물질이 생성되도록 실온에 방치한 후 525nm에서 흡광도를 측정하였다.

7) 전자공여능 측정

전자공여능은 Blois(1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 시료 2mL에 2×10⁻⁴ M DPPH(1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 1.0mL를 넣고 vortex한 후 30분 동안 방치한 다음 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 100-[(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)×100]으로 나타내었다.

8) 아질산염 소거작용 측정

아질산염 소거작용 측정은 Kato 등(1987)의 방법으로 1mM NaNO₂ 용액 2mL에 각 시료 1mL를 가하고, 0.1N HCl(pH 1.2), 0.2M 구연산 완충액(pH 3.0, pH 6.0)으로 각각 pH 1.2, 3.0, 6.0으로 보정한 다음 반응용액의 부피를 10mL로 하였

다. 이 용액을 37℃에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액 1mL를 취하여 2% 초산용액 2mL와 30% 초산용액으로 용해한 griess reagent(1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine = 1 : 1) 0.4mL를 가한 후 vortex하여 실온에서 15분간 방치 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 griess reagent 대신 증류수를 가하여 측정하였으며, 아질산염 소거능은 100-[(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)×100]으로 나타내었다.

9) 통계처리

통계처리는 각각의 시료에 대해 평균±표준오차로 나타내었으며, 각 군에 따른 유의차 검정은 분산분석을 한 후 α = 0.05 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

농도별 술잎과 녹차추출물이 지방산화에 미치는 영향
 식물체 추출물들의 지방산화 촉진인자인 iron sources와 활성산소종 지방산화를 일으키는데 주요한 역할을 하는 hydroxyl radical(·OH)에 대한 각 추출물들의 농도별 영향을 Table 1에 나타내었다. 농도별 술잎과 녹차 추출물의 지방산화는 0.1%보다 0.3%가 전반적으로 낮은 TBARS값을 나타내어 농도 증가에 따른 항산화력이 증가하는 경향이였다. 이러한 농도별 항산화력 증가 경향은 Cheigh 등(1990)이 보고한

Table 1. The comparison of antioxidant ability of plant hot water and ethanol extracts with various antioxidants depending on concentration(0.1%, 0.3%) in oil emulsion

	Concentration(%)					
	0.1			0.3		
	Fe ²⁺	Hb	·OH	Fe ²⁺	Hb	·OH
	-----TBARS(mg MDA/L reaction mixture)-----					
CON ²⁾	2.69±0.072 ^b	5.00±0.076 ^a	0.47±0.059 ^d	2.69±0.072 ^b	5.00±0.076 ^a	0.47±0.059 ^c
PW	0.36±0.027 ^{ef}	0.39±0.005 ^e	0.52±0.017 ^c	0.20±0.006 ^f	0.23±0.010 ^g	0.28±0.017 ^d
PE	0.61±0.029 ^e	0.30±0.116 ^c	0.31±0.005 ^{efg}	0.48±0.013 ^e	0.98±0.031 ^f	0.28±0.009 ^d
GW	0.26±0.008 ^f	0.21±0.006 ^e	0.36±0.066 ^{def}	0.13±0.012 ^{fg}	0.21±0.006 ^g	0.13±0.014 ^f
GE	0.17±0.007 ^f	0.19±0.009 ^e	0.21±0.005 ^{fg}	0.15±0.002 ^{fg}	0.18±0.003 ^g	0.20±0.006 ^{def}
VC	2.22±0.211 ^c	2.41±0.027 ^d	2.72±0.138 ^a	0.76±0.087 ^d	2.16±0.082 ^d	0.73±0.025 ^b
VE	1.77±0.015 ^d	4.24±0.156 ^b	0.30±0.040 ^{efg}	1.18±0.061 ^c	4.16±0.087 ^b	0.25±0.014 ^{de}
CA	0.30±0.034 ^f	2.88±0.025 ^c	0.39±0.034 ^{de}	0.10±0.005 ^{fg}	1.32±0.058 ^e	0.19±0.016 ^{ef}
TY	0.26±0.002 ^f	3.02±0.064 ^c	0.18±0.027 ^g	0.07±0.008 ^g	2.58±0.123 ^c	0.16±0.006 ^f
GSH	5.67±0.221 ^a	2.32±0.409 ^d	0.87±0.057 ^b	5.53±0.059 ^a	4.01±0.085 ^d	0.98±0.016 ^a

1) Fe²⁺: 5ppm, Hb: 4mM, ·OH: 5ppm Fe²⁺+4mM H₂O₂(final concentration).

2) CON: control, PW: pine needle hot water extract, PE: pine needle ethanol extract, GW: green tea hot water extract, GE: green tea ethanol extract, VC: vitamin C, VE: vitamin E, CA: carnosine, TY: tyrosine, GSH: glutathione. ^{a-g} Means in the same column bearing different superscript are significantly different(p<0.05).

Table 2. The comparison of antioxidant ability of plant extracts with various antioxidants reacted with hydroxyl radical depending on concentration(0.1%, 0.3%) in deoxyribose

	Concentration(%)	
	0.1	0.3
	----TBARS(mg MDA/L reaction mixture)----	
CON	1.81 ± 0.024 ^b	1.81 ± 0.024 ^b
PW	2.09 ± 0.029 ^a	2.09 ± 0.049 ^a
PE	1.76 ± 0.060 ^b	1.12 ± 0.058 ^{fg}
GW	2.06 ± 0.055 ^a	2.01 ± 0.030 ^a
GE	1.61 ± 0.024 ^c	1.03 ± 0.033 ^g
VC	1.73 ± 0.019 ^b	1.68 ± 0.056 ^c
VE	1.53 ± 0.044 ^{cd}	1.23 ± 0.053 ^{ef}
CA	1.28 ± 0.032 ^e	1.20 ± 0.040 ^{ef}
TY	1.45 ± 0.017 ^d	1.36 ± 0.006 ^d
GSH	1.50 ± 0.031 ^d	1.25 ± 0.026 ^{de}

Symbols are the same as Table 1. ^{a-g} Means in the same column bearing different superscript are significantly different(p<0.05).

연구결과와 일치하는 것이다. 이러한 술잎과 녹차추출물의 항산화력을 농도별로 각종 항산화제와 비교하였다. 그 결과 Table 1과 같이 지방산화 촉진제인 iron sources와 활성산소 중에서 Hb첨가구가 가장 높은 TBARS값을 나타내었으며, 술잎과 녹차추출물은 전반적으로 지방산화 촉진제인 iron sources와 활성산소에 대한 항산화력을 나타내었다. 또한, Fe²⁺과 Cu²⁺이온 binding 능력은 술잎추출물보다 녹차추출물이 낮은 TBARS값을 나타내었으며, 이는 vitamin C, vitamin E 보다도 더 낮은 값을 나타내었다. Hb에 대한 항산화력은 술잎과 녹차 추출물 모두 각 항산화제보다도 낮은 TBARS값을 나타내었다. 술잎과 녹차추출물의 활성산소종에 대한 항산화력은 미미하였으며, ·OH에 대한 지방산화 억제정도는 술잎과 녹차 에탄올 추출물이 우수하였으며, 특히, 녹차 에탄올 추출물은 각 항산화제보다도 낮은 TBARS값을 나타내었다. 이러한 ·OH의 포집능력을 좀더 자세히 알아보기 위하여 deoxyribose상에서 검토한 결과 Table 2와 같이 농도가 증가함에 따라 ·OH 포집능력은 증가하였으며, 0.3%의 술잎과 녹차 에탄올 추출물이 deoxyribose상에서도 역시 각 항산화제보다 낮은 TBARS값을 나타내었다. 이것은 술잎과 녹차 에탄올 추출물은 산소포집능을 어느 정도 가지고 있다는 것을 나타내는 것이다.

Iron 함량

철분은 자연계에 존재하는 필수 미량 원소중에서 가장 풍부한 원소의 하나이며 70Kg의 체중을 가진 정상성인의 경우

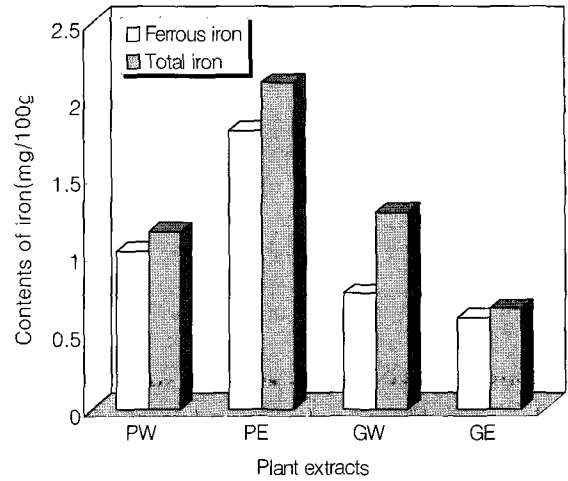


Fig. 1. Contents of Fe²⁺ and total iron in plant extracts. PW: pine needle hot water extract, PE: pine needle ethanol extract, GW: green tea hot water extract, GE: green tea ethanol extract.

약 3~4g 정도가 체내에 함유되어 있으며(Keneko, 1980), 그 중에서 약 65%는 hemoglobin에, 3% 가량은 myoglobin에, 그리고 30% 가량은 ferritin과 hemosiderin 등 유기 결합체인 저장형으로 존재하고 있다(Martin et al., 1983). 생체내에서의 과량의 철분은 ferric(Fe³⁺)의 형태로 저장되거나 일부 배설된다. 이들 저장형의 철분은 생체내에서 지방질을 산화시켜 세포막을 구성하는 인지질(Deluca, 1978) 및 vitamin E(Rose and Gyorgy, 1950)의 감소를 초래하게 되어 적혈구의 노화 및 취약성이 증가함으로 용혈성 빈혈을 일으키게 된다(Oski and Barnes, 1967). 이러한 각 추출물들의 iron 함량중 Fe²⁺ 이온의 함량은 녹차 추출물에 비하여 술잎 열수와 에탄올 추출물이 각각 1.02 mg/100g, 1.80 mg/100g을 나타내었으며, total iron 함량의 경우도 술잎 추출물이 높은 함량을 나타내었다(Fig. 1). 따라서, Fe는 Haber-weiss반응에서 체내 free radical의 생성을 증가시키는 전구체로서 작용을 하나(Rief, 1992; Braugher et al., 1986), 본 실험에서는 Ando (1974)의 ascorbate 존재시 ferrous와 ferric iron은 시험용액에서 nitrite 함량을 감소시켰다는 보고와 Lee 등(1981)도 이와 유사한 meat system 실험에서 ferrous와 ferric iron 첨가구가 대조구에 비해 상당히 낮은 nitrite함량을 나타내었다는 보고를 근거로 볼 때 추출물 자체의 iron 함량이 육제품 속에서 nitrite를 소거시킬 수 있다고 판단된다. 따라서, 육제품 속에서의 nitrite 소거작용은 녹차 추출물보다 iron함량이 높은 술잎 추출물의 소거작용이 우수할 것으로 사료된다.

Ascorbic Acid 함량

생체내에서의 항산화제는 그 작용기전에 따라 free radical의 발생을 미연에 막는 system I과 이미 생성된 free radical

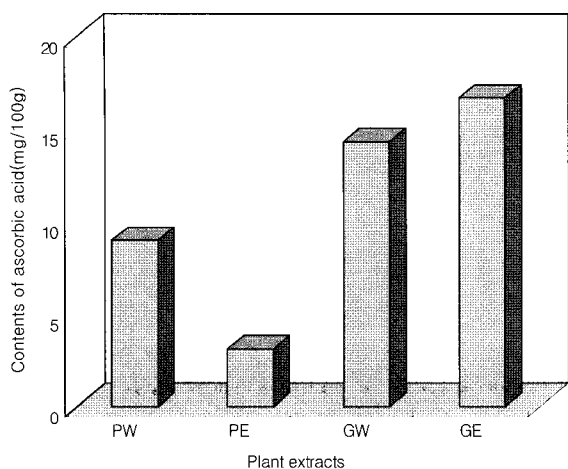


Fig. 2. Contents of ascorbic acid in plant extracts. PW: pine needle hot water extract, PE: pine needle ethanol extract, GW: green tea hot water extract, GE: green tea ethanol extract.

을 포착 제거하는 system II가 있으며, 경우에 따라서는 효소적 항산화제와 비효소적 항산화제로 나누기도 한다(정, 19-91). 지질과산화물이나 과산화수소로부터 지질과산화를 유도하는 free radical의 생성을 막아주는 system I의 항산화제로서는 ceruloplasmin, lactoferrin, transferrin, glutathione peroxidase, catalase 등이 있으며, vitamin E, vitamin C, uric acid, superoxide dismutase 등은 지질과산화의 유도반응을 저해하거나 지질과산화의 증폭반응을 정지시켜 일종의 radical 소거제로 작용하는 system II의 항산화제이다(Tappel, 1980). 이러한 system II에 속하는 ascorbic acid 함량은 Fig. 2에서 보는바와 같이 술잎 추출물에 비하여 녹차 추출물이 높았으며, 특히 녹차 에탄올 추출물이 16.71mg/100g으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 이는 Nha와 Yang(1996)의 보고에서 밤 21.8mg/100g, Kim(1998)의 고추잎 25.7mg/100g과 Kim 등(1992)의 명일엽 전초 20.2mg/100g 보다는 전반적으로 낮은 수치를 나타내었으며, Park 등(1995)의 감잎 13.1mg/100g보다는 높은 값을 나타내었다.

항산화제와의 전자공여능 비교

항산화 특성의 중요한 요인은 oxidative free radical과의 반응성에 기초를 둔 것으로 아미노산, 토코페롤, BHA, 갈변물질등 여러 가지 항산화 물질에 대하여 보고되고 있는(Kim et al., 1981; Lee, 1989) 전자공여능을 술잎, 녹차 추출물과 각종 항산화제와의 DPPH(1,1-diphenyl-1-picryl-hydrazyl)에 대하여 살펴본 결과 농도가 증가함에 따라 다소 높은 활성을 나타내었으며, 술잎과 녹차 추출물은 추출방법에 관계없이 50% 이상의 높은 활성을 나타내었다. 식물체 에탄올 추출물은 열수 추출물보다 전자공여능이 높게 나타났으며, 특히

Table 3. The comparison of electron donating ability of plant extracts with various antioxidants depending on concentration (0.1%, 0.3%)

	Concentration(%)	
	0.1	0.3
	-----Electron donating ability(%)-----	
PW	55.2±2.30 ^c	58.5±0.82 ^c
PE	84.4±0.69 ^a	86.7±0.55 ^a
GW	53.2±2.46 ^e	57.7±0.56 ^e
GE	74.9±0.87 ^b	76.4±0.66 ^b
VC	67.0±1.10 ^c	68.7±0.72 ^c
VE	10.7±0.66 ^g	11.2±0.45 ^h
CA	48.0±1.47 ^f	48.2±1.00 ^f
TY	4.1±0.42 ^h	14.5±0.81 ^g
GSH	60.1±1.33 ^d	61.9±0.92 ^d

Symbols are the same as Table 1.

^{a-g} Means in the same column bearing different superscript are significantly different(p<0.05).

0.1%의 술잎과 녹차 에탄올 추출물은 각각 84.4%, 74.9%로 각종 항산화제보다도 높은 활성도를 나타내었다. 이는 Kang 등(1995)의 술잎 열수추출물과 70% acetone 추출물의 전자공여능이 80.9%, 82.6%로 보고된 값과 유사하였으며, Lee 등(1997)의 diethylether로 추출한 양송이버섯이 33.8%, 표고버섯 38.4%의 전자공여능 보다는 높은 활성을 나타내었다(Table 3).

pH별 항산화제와의 아질산염 소거작용 비교

식물체 추출물과 항산화제와의 아질산염 소거작용을 비교한 결과 Fig. 3과 같이 pH의 감소에 따라 높은 소거능을 나타내었다. 전반적으로 에탄올 추출물보다는 열수 추출물이 아질산염 소거작용이 높게 나타났으며, pH 1.2에서 0.3% 농도의 술잎과 녹차 열수 추출물이 95.9%, 96.7%의 소거작용을 나타내었다. 항산화제 중에서 환원제로 작용하는 ascorbic acid와 glutathione은 pH에 관계없이 80% 이상의 소거능을 나타내었으며, 농도의 증가에 따른 식물체 추출물들의 아질산염 소거작용은 미미하게 증가하였다. 또한, 술잎과 녹차 열수추출물은 pH 3.0까지 아질산염의 소거인자인 ascorbic acid와 유사한 값을 나타내어, 아질산염 소거작용을 목적으로 첨가되는 ascorbic acid의 대체물질로서의 이용 가능성을 시사하고 있다.

이상의 결과 술잎과 녹차추출물은 이미 알려진 각종 항산화제와의 항산화력 비교에서도 우수한 결과를 나타내었을 뿐만 아니라, 아질산염 소거작용에서도 우수한 작용을 나타낸 것으로 보아 인체에 안전한 천연물로서 식품첨가물이나

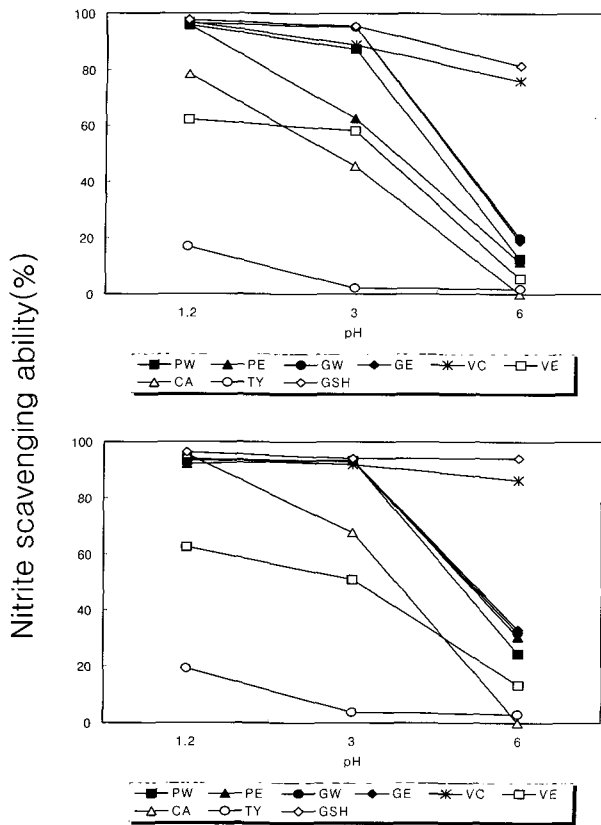


Fig. 3. Nitrite scavenging ability of plant extracts and various antioxidants at 0.1% and 0.3%. PW: pine needle hot water extract, PE: pine needle ethanol extract, GW: green tea hot water extract, GE: green tea ethanol extract, VC: vitamin C, VE: vitamin E, CA: camosine, TY: tyrosine, GSH: glutathione.

식품보존제로서의 이용이 가능할 것으로 판단되며, 육제품 제조시 첨가되는 아질산염의 소거제로서의 사용도 가능할 것으로 판단된다.

요 약

솔잎과 녹차의 열수와 에탄올 추출물을 이용하여 free radical 반응 및 지방산화에 미치는 영향과 아질산염 소거작용을 검토하였다. 각종 항산화제와 항산화력 비교에서 추출물 농도별 지방산화 억제능력은 0.1%보다는 0.3%가 낮은 TBARS값을 나타내었고, iron sources에 대한 binding 능력은 열수추출물이 우수하였다. Deoxyribose상에서의 hydroxyl radical 포집능력은 솔잎과 녹차 에탄올추출물이 대조구 보다 낮은 TBARS값을 나타내었다. 추출물의 iron 함량은 솔잎 에탄올 추출물이 가장 높은 함량을 나타내었으며, ascorbic acid 함량은 녹차의 열수와 에탄올 추출물에서 높은 값을 나타내었다. 전자공여능은 열수추출보다는 에탄올 추출물이 높은

활성을 나타내었다. 또한 솔잎과 녹차추출물은 각종 항산화제에 비하여 높은 전자공여능을 나타내었다. 아질산염 소거작용은 pH의 감소에 따라 높게 나타났으며, 0.3%의 솔잎과 녹차 추출물은 pH 1.2와 pH 3.0에서 95% 이상의 소거능을 나타내었으며, ascorbic acid 자체보다도 높은 소거능을 나타내었다. 이상의 결과로 보아 솔잎과 녹차추출물은 각종 육제품 제조시 첨가물로서 산화방지 효과 및 아질산염 소거제로서의 사용을 시사하는 것이다.

참고문헌

1. Ando, N. (1974) "Some compounds influencing color formation." Korl, B. and Tinbergen, J.(Ed.), p.149. Proc. Int. Symp. Nitrite Meat Prod. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
2. Blois, M. S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, **26**, 1198.
3. Branen, A. I. (1975) Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy anisole and butylated hydroxy toluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **52**, 59.
4. Braughler, J. M., Duncan, L. A. and Chase, R. L. (1986) The involvement of iron in lipid peroxidation. *Biochem.*, **261**, 10282.
5. Buege, J. A. and Aust, S. D. (1978) Microsomal lipid peroxidation. *Method in enzymol*, **105**, 302.
6. Carter, P. (1971) Spectrophotometric determination of serum iron at the submicrogram level with a new reagent(ferrozine). *Anal. Biochem.*, **40**, 450.
7. Cheigh, H. S., Lee, J. S., Moon, G. S. and Park, K. Y. (1990) Antioxidative characteristics of fermented soybean sauce on the oxidation of fatty acid mixture. *Korean Food Sci. Technol.*, **22**(3), 332.
8. Deluca, H. F. (1978) Handbook of lipid research. 2. The fat-soluble vitamins, Plenum press, New York, p.141.
9. Gutteridge, J. M. C. (1984) Reactivity of hydroxyl and hydroxyl-like radicals discriminated by release of thiobarbituric acid-reactive material from deoxy sugars, nucleosides and benzoate. *Biochem. J.*, **224**, 761.
10. Halliwell, B., Murcia, M. A., Chirico, S. and Aruoma, O. I. (1995) Free radicals and antioxidants in food and in vivo: Wath they do and how they work. *CRC Rev. Food Sci. Nutr.*, **35**(1&2), p.7.
11. Han, J. S., Moon, S. Y. and Ahn, S. Y. (1997) Effect of oil refining processes on oxidative stability and antioxidative substances of sesame oil. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**(1), 15.
12. Hiroe, K. and Nobuji, N. (1989) Structure of a new antioxidative phenolic acid from oregano. *Agric. Biol. Chem.*, **53**, 519.
13. Jeong, Y. S., Hong, J. H., Kim, I. S. and Byun, D. S. (1995) Effect of phospholipid extract from squid viscera on lipid oxidation of fish oil. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **24**(3), 378.
14. Kang, Y. H., Park, Y. K., Oh, S. R. and Moon, K. D. (1995) Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**(6), 978.
15. Kato, H., Lee, I. E., Chuyen, N. V., Kim, S. B. and Hayase, F. (1987) Inhibition of nitrosamine formmation by nondialyzable

- melanoidins. *Agric. Biol.Chem.*, **51**, 1333.
16. Keneko, J. J. (1980) Clinical biochemistry of domestic animals, 3rd ed, Academic Press. p.649.
 17. Kim, K. O. (1998) Rapid determination of ascorbic acid in red pepper leaves by near-infrared reflectance spectroscopic analysis. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**(3), 393.
 18. Kim, O. K., Kung, S. S., Park, W. B., Lee, M. W. and Ham, S. S. (1992) The national components of aerial whole plant and juice of *Angelica keiskei* Koidz. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**(6), 592.
 19. Kim, S. D., Do, J. H. and Oh, H. I. (1981) Antioxidant Activity of Panax Ginseng Browning Products. *J. Korean Agricultural Chem. Soc.*, **24**(3), 161-166.
 20. King, D. L., Hahm, T. S. and Min, D. B. (1993) Chemistry of antioxidants in relation to shelf life of foods. In "Shelf life studies of foods and beverages". Charalambous, G(ed), Elsevier, p.629.
 21. Lee, G. D., Chang, H. G. and Kim, H. K. (1997) Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**(3), 432.
 22. Lee, J. S. (1989) Studies on antioxidative activity of browning products fractionated from fermented soybean saue. M.S. thesis, Pusan Univ., Pusan, Korea.
 23. Lee, K. T., Park, S. M., Hwang, Y. G. and Kang, O. J. (1994) Relationship between physical and chemical properties of frying vegetable oils. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**(4), 654.
 24. Lee, M., Cassens, R. G. and Fennema, O. R. (1981) Effect of metal ions on residual nitrite. *J. Food Process. Preserv.*, **5**, 191.
 25. Lim, D. K., Choi, U. and Shin, D. H. (1996) Antioxidative activity of some solvent extracts from *Caesalpinia sappan* L. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**(1), 77.
 26. Martin, D. W., Mates, P. A. and Ridwell, V. W. (1983) Haper' s review of biochemistry, 18th ed., Lange Medical Pub., p.559.
 27. Nha, Y. A. and Yang, C. B. (1996) Changes of constituent components in chestnut during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**(6), 1164.
 28. Oski, F. A. and Barness, L. A. (1967) Vitamin E deficiency: A previously unrecognized cause of hemolytic anemia in the premature infant. *J. Ped.*, **70**, 211.
 29. Park, Y. J., Kang, M. H., Kim, J. I., Park, O. J., Lee, M. S. and Jang, H. D. (1995) Changes of vitamin C and superoxide dismutase (SOD)-like activity of persimmon leaf tea by processing method and extraction condition. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**(3), 281.
 30. Rief, D. W. (1992) Ferritin as a source of iron for oxidative damage. *Free Rad. Biol. Med.*, **12**, 417.
 31. Rose, C. S. and Gyorgy, P. (1950) Tocopherol requirements of rats by means of the hemolytic test. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **74**, 411.
 32. Sikic, B. I., Mimnaugh, E. G., Litterst, C. L., and Gram, T. E. (1977) The effects of ascorbic acid deficiency and repletion on pulmonary, renal and hepatic drug metabolism in the guinea pig. *Arch. Biochem. and Biophys.* **179**, 663.
 33. Tappel, A. L. (1980) Vitamin E and selenium protection from in vivo lipid peroxidation. *Ana, N.Y, Acad. Sci.*, **355**, 18.
 34. Thomas, M. J. (1995) The role of free radicals and antioxidants: How do you know that they are working? *CRC Rev. Food Sci. Nutr.*, **35**(1&2), p.21.
 35. Yang, J. H., Chang, Y. S. and Shin, H. S. (1988) Realtive effectiveness of some antioxidants on storage stability of instant noodle (Ramyon) fried by palm oil and beef tallow. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**(4), 569.
 36. 정혜영 (1991) 활성산소, 암, 노화. *의학총설*, **2**(4), 25.

(2001년 10월 22일)