

탈지들깨박 중 페놀산의 대두유에 대한 항산화 효과(I)

조희숙 · 안명수*

목포대학교 식품영양학과, *성신여자대학교 식품영양학과

Antioxidative Effect of Phenolic Acids in Defatted Perilla Flour on Soybean Oil

Hee Sook Cho and Myung Soo Ahn*

Department of Food and Nutrition, Mokpo National University

*Department of Food and Nutrition, Sungshin Woman's University

Abstract

Free phenolic acid, soluble phenolic acid ester and insoluble bound phenolic acid were extracted from defatted perilla flour. Their antioxidative effects were compared with those of BHA, AP and TBHQ for soybean oils by measuring acid and peroxide values at 60°C for 25 days. The patterns of these extracts were compared by using gas chromatography. Free phenolic acid and soluble phenolic acid ester extracts showed a higher antioxidative effects than BHA and AP. Among phenolic extracts, free phenolic acid showed the most effective antioxidant activity in soybean oil. Six types of free phenolic acid, 3 types of soluble phenolic acid ester, and 2 types of insoluble phenolic acid were found in the extract.

Key words: defatted perilla flour, antioxidative effects, phenolic acids

I. 서 론

식용유지는 저장 및 조리가공시 산패되어 과산화물의 생성과 중합체의 형성 및 필수지방산의 감소, 불쾌한 냄새의 형성 등 여러 가지 이화학적 변화에 의해 품질이 저하되므로 각종 천연 및 합성 항산화제를 사용하여 산패를 억제시키고 있다^{1,2)}. 그러나 이들 합성항산화제는 그 자체가 독성을 나타낼 뿐 아니라³⁾ 고농도의 BHA(butylated hydroxyanisole), BHT(butylated hydroxytoluene), TBHQ(tertiarybutyl hydroxyquinone)을 경구적으로 투여할 때에는 간비대증이 유발되고 발암효과가 있으며 특히 BHT는 간의 microsomal enzyme activity를 증가시킨다는 보고들^{4,7)}이 있다. 또한 쥐에 BHT를 식이 처방한 경우 녹말, 복강, 부고환, 췌장 등에서 치명적인 출혈이 발생되고, 쥐갑상선, DNA 합성 자극, 효소의 감응이 변화되었다는 보고⁸⁾가 있으며 여러 동물실험에서 체중 증가 억제, 각 장기의 병리조직의 변화, 간의 비대 등 유해한 증상들이 발생되고 있어^{9,10)} 합성 항산화제의 안전성 문제와 합성 식품첨가물에 의한 소비자들의 거부반응 때문에 이들의 법적 규제가 더욱 강화되고 있다. 따라서 유지의 안전

성과 관능에 우수한 효과가 있는 항산화제 개발을 위하여 많은 연구가 이루어져 왔다. 연구초기에는 주로 천연향신료에 대한 연구가 많아 rosemary, sage, thyme 등이 다른 향신료에 비해 높은 항산화 활성^{11,12)}을 갖는 것으로 보고되어 왔고, oregano에 존재하는 flavonoids 물질은 BHT와 비슷한 항산화 효과¹³⁾를 나타낸다고 하였다. 또한 식용물질^{14,15)}을 비롯한 생약제 등에서 안전하고 효력이 강한 천연 항산화 물질을 추출¹⁶⁻¹⁸⁾하였음을 보고하였다. 한편 유지를 많이 함유하고 있는 식물종자에는 일반적으로 항산화 물질이 함유되어 있다고 알려져 이에 대한 연구도 계속되고 있다. 들깨유는 우리나라에서 옛날부터 많이 이용해 오고있는 식용유 중의 하나이다.

들깨(*perilla frutescens* var. *japonica* Hara)는 꿀풀과에 속하는 일년초로서 동남아시아가 원산지이며 비옥하지 않은 토질에서도 잘 자라 우리나라 농가에서 증산을 기대할 수 있는 유지 작물이며¹⁹⁾ 그 씨의 모양은 둥글고 크기는 2.5 mm × 2.3 mm 내외이며 종류에 따라 여러 가지 색이 있으나 흑색종이 많다²⁰⁾. 들깨종자는 유지의 함량이 매우 높아 유지식품으로서는 물론 강장효과도 있어 식품적, 영양적인 의의가 크다. 우리

나라에서의 재배량은 꾸준히 증가되어 연간 6000톤 정도가 생산되고 있는 실정으로²¹⁾ 이러한 추세는 영양 지식이 향상됨에 따라 동물성 지방의 섭취율이 낮아지고 불포화지방산의 함량이 큰 식물성유지의 섭취량이 증가하는 것에 기인하는 것으로 보인다. 또한 들깨유는 혈압저하, 혈전증 개선, 암세포증식 억제 등의 효과가 발표됨에 따라 들깨유에 대한 영양학적 평가가 새로워지고 있으나²²⁾ 착유된 들깨유는 고도불포화지방산인 리놀레닌산의 함량이 높아 쉽게 산패되어 이용이 제한되어 왔다. 들깨종자나 들깨강정은 산패가 빠르지 않는 것으로 보아 들깨박에는 항산화물질이 존재하리라고 추정되어 김 등²³⁾은 들깨박 중 alcohol 추출물이 대두유-물 에멀전 시스템에서 항산화효과가 있고, 최 등²⁴⁾은 들깨분쇄물은 들기름보다 산패가 억제되고 200°C까지 열처리하여도 항산화 작용이 있음을 밝혔다. 이²⁵⁾는 들깨박 추출물의 식용 대두유 항산화 효과는 0.02%의 BHT와 비슷하였음을 보고하였고, 윤 등²⁶⁾은 들깨박 ethanol 추출물이 옥배유, 라이드 및 들기름에 대해 0.02%의 BHA나 BHT 및 tocopherol 보다 효과적인 항산화작용이 있음을 밝혔다. 또한 이 등²⁷⁾은 들깨박 75% 에탄올 추출물을 든지에 δ -tocopherol과 함께 첨가했을 때 항산화 효과가 뚜렷이 향상됨을 보고하였다. 본 연구에서는 탈지들깨박 중에 존재하는 항산화물질을 methanol로 추출하여 함량을 측정하고 이들 추출물을 대두유에 첨가하여 항산화 저장하면서 항산화효과를 BHA, AP(Ascorbyl Palmitate) 및 TBHQ와 비교하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 및 시약

들깨는 전남 나주산(1996년 6월경 수확)을 1996년 10월에 구입하여 시료로 사용하였으며, 실험용유지는 항산화제를 첨가하지 않은 대두유(서울 하인즈 주식회사)를 구입 사용하였다. 표준시약인 BHA, AP, TBHQ는 Sigma사 제품을 사용하였고, 추출용매는 모두 특급 시약을 사용하였다.

2. 실험 방법

(1) 일반성분분석

들깨의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량은 A.O.A.C.²⁸⁾ 방법에 따라 실시하였다. 즉 수분은 상압 가열건조법, 조단백질은 Micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 조회분은 550°C 직접회화법에 준하여 분석하였다.

(2) 탈지 시료의 제조

들깨를 선별한 다음 분쇄기(한일 후드믹서 FM-700)로 분쇄하여 45°C 건조기에서 하룻동안 건조시킨 후 다시 분쇄하였다. 여기에 n-hexane을 첨가하여 waring blender로 5분간 균질화시킨 다음 5회 반복하여 지질을 제거하였다. 용액과 잔사를 분리한 다음 n-hexane으로 1회 더 추출한 후 분리하여 상온에서 24시간 풍건한 것을 탈지 들깨박 시료로 하였다.

(3) Phenol성 물질의 추출

Phenol성 성분의 추출은 Krygier 등²⁹⁾과 Kozlowaka 등³⁰⁾의 방법에 준하여 실시하였다. 즉 50 g의 탈지 시료를 methanol 200 ml로 5회 추출하고 6,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상등액과 잔사로 분리하였다. 이 상등액을 200 ml로 감압 농축한 후 유리페놀산 및 에스터 페놀산의 분리에 사용하였으며, 잔사는 불용성 결합형 페놀산의 추출에 사용하였다. 위의 농축액을 6 N-HCl로 pH를 조절한 다음 6,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 부유물을 제거하였고, n-hexane으로 3회 추출하여 지질을 제거하였다. 수층은 diethyl ether와 ethyl acetate(DE/EA, 1:1) 혼합액으로 6회 추출하였으며, sodium sulfate anhydrous로 잔여수분을 제거하고 용매를 증발시켜 유리페놀산을 얻었다. 한편 에스터 페놀산의 추출을 위해서는 수층을 200 ml의 4 N NaOH로 가수분해하고 pH 2로 조절하여 원심분리한 다음 상등액을 DE/EA 혼합액으로 위와 동일한 방법으로 추출, 농축하여 에스터 페놀산을 얻었다. 불용성 결합형 페놀산의 추출을 위하여 methanol로 추출한 잔사를 알칼리 가수분해하고 pH 2로 산성화시켜 원심분리한 상등액을 n-hexane으로 3회 추출하여 지질을 제거하였다. 수층을 DE/EA 혼합액으로 위와 같은 방법으로 농축하여 불용성 결합형 페놀산을 얻었으며, 이상의 phenol성 성분들은 15 ml로 조절하여 보관·사용하였다.

(4) 페놀산 함량 측정

탈지 들깨박의 페놀산 함량은 gas chromatography (GC: Model 5710A/30A, Hewlett Packard, USA)로 실시하였으며 페놀성물질은 휘발이 잘 되지 않으므로 trimethylsilyl 유도체를 만들어 GC로 분석하였다. trimethylsilyl 유도체는 먼저 페놀산 1 ml를 질소 충전 하에서 용매를 증발시키고 pyridine 0.1 ml에 녹여 N, O-bis(trimethylsilyl) acetamide 1 μ l를 첨가하여 60°C에서 20분간 반응시킨 후 그 중 1 μ l를 취하여 분석하였다. 또한 표준물질도 동일한 방법으로 trimethylsilyl화 시켰으며 페놀산의 분석조건은 Table 1과 같았다.

Table 1. Operating condition for the phenolic acid determination by capillary gas chromatography

Instrument	Hewlett packard Model 5710A/30A GC
Detector	Flame Ionization Detector
Column	Chromosorb W(HP) 10% SE30 glass column 1.5 m×4 mm
Injection temperature	260°C
Detector temperature	270°C
Column temperature	Initial temp. 130°C, Final temp. 230°C Temp. program 10°C/min
Carrier gas, flow rate	N ₂ , (30 ml/min)
Chart speed	5 mm/min

(5) 항산화 효과 측정

탈지 들깨박에서 얻어진 유리페놀산, 에스터 페놀산 및 불용성 결합형 페놀산 추출물을 기질인 대두유 200 ml에 각각 0.05% 농도로 첨가하여 완전히 혼합한 뒤 항온수조에서 가온하여 용매를 제거하였다. 합성 시판 항산화제도 메탄올에 녹여 0.02% 농도로 200 ml의 대두유에 첨가, 혼합한 후 같은 방법으로 용매를 제거하였다. 각 시료를 30 g씩 뚜껑있는 플라스틱 병에 담아 60±3°C의 항온기내에서 25일간 저장하면서 5일 간격으로 시료를 채취하여 유지의 자동산화에 대한 항산화효과를 관찰하였다. 항온저장시 각 시료유의 산패도를 알기 위하여 산가(Acid value)와 과산화물가(Peroxide value)를 측정하였다. 산가는 표준유지 분석시험법³¹⁾으로 측정하였고, 과산화물가는 AOCS official method 8-58³²⁾으로 측정하였으며 meq/kg oil로 표시하였다. 한편 유도기간은 각 기질의 저장 중의 과산화물가가 20 meq/kg oil에 도달할 때 까지의 시간으로 임의적으로 정한다음 각 시료유에 따른 상대적 항산화 효과(Relative Antioxidant Effectiveness, RAE)³³⁻³⁴⁾를 산출하였다.

RAE (%)=IG/IC×100

IC=Induction period of control

IG=Induction period of sample incubated with antioxidant

III. 결과 및 고찰

1. 들깨의 일반성분

들깨와 탈지 들깨박 중의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 들깨의 조지방 함량은 45.3%, 조단백질 함량은 28.5%로 유지 자원 및 단백질 자원으로 도 우수한 것으로 나타났다. 탈지 들깨박의 경우에는 조단백질 함량이 매우 증가되어 47.1%로 높게 나타났다. 이러한 결과는 김 등³⁵⁾의 발아된 유채의 조단백질 함량이 26%인 것과 신³⁶⁾의 발아된 대두 조단백질 함량이 30%인 결과보다 더 높은 값이었다.

2. 탈지들깨박 중의 페놀산 함량

탈지 들깨박에서 추출한 세가지 형태의 페놀산 화합물에 함유된 각종 페놀산의 함량을 GC에 의하여 측정된 결과는 Table 3과 같았다. 유리형 페놀산의 추출물로는 vanillin, protocatechuic acid, chlorogenic acid 및 caffeic acid 가 각각 45.1, 42.3, 47.2, 50.3 mg/100 g 함

Table 2. Proximate compositions of whole perilla and defatted perilla flour (%)

	Whole perilla	Defatted perilla
Moisture	7.3	4.6
Total ash	3.6	6.3
Crude protein	28.5	47.1
Crude fat	45.3	0.5
Carbohydrate		
Saccharide	10	25.5
Fiber	53	16

Table 3. The content of phenolic acids in the extract from defatted perilla seed flour (mg/100 g defatted flour)

Phenolic acids	Free phenolic acids	Soluble phenolic acids	Insoluble phenolic acids	Total	Phenolic acids/total phenolics (%)
Catechol	12.4			12.4	2.85
Vanillin	45.1	46.2		91.3	21
Umbelliferone					
Protocatechuic acid	42.3		40.3	82.6	19
Syringic acid		38.2		38.2	8.8
Gallic acid	15.7			15.7	3.6
Chlorogenic acid	47.2			47.2	10.8
Ferulic acid					
Caffeic acid	50.3	48.7	49.1	148.1	34
Total	213	133.1	89.4	435.5	
phenolic acids/total phenolics (%)	48.9	30.6	20.5		100

유되어 있어 caffeic acid가 가장 많으나 거의 유사한 양이 함유되어 있었으며 gallic acid와 catechol은 각각 15.7, 12.4 mg/100 g으로 적은 양이 함유되어 있었다. 특히 catechol, gallic acid 및 chlorogenic acid는 에스터형과 불용성 결합형에는 함유되어 있지 않고 유리형에만 함유되어 있었으며 chlorogenic acid는 훨씬 많은 양이 함유되어 있었다.

에스터형 페놀산의 추출물에서는 vanillin, syringic acid, caffeic acid가 각각 46.2, 38.2, 48.7 mg/100 g 함유되어 caffeic acid의 함량이 가장 높았으며 유리형 페놀산과 불용성 결합형 페놀산에 함유되어 있지 않는 syringic acid가 상당히 많은 양 함유되어 있었다.

불용성 결합형 페놀산의 추출물에서는 protocatechuic acid, caffeic acid가 각각 40.3, 49.1 mg/100 g으로 가장 많은 양이 함유되어 있었으며 동정되지 않는 물질들도 많았다. 한편 탈지들깨박에 함유되어 있는 페놀산 형태 중 caffeic acid는 유리형 페놀산, 에스터형 페놀산 및 불용성 결합형 페놀산 추출물 모두에 함유되어 있어 148.1 mg/100 g(34%)으로 가장 많았다. 다음으로 vanillin, protocatechuic acid, syringic acid가 각각 91.3, 82.6, 47.2, 38.2 mg/100 g 함유되어 있었으며 catechol과 gallic acid는 각각 12.4, 15.7 mg/100 g으로 적은 양이 함유되어 있었다. 이들의 총페놀산에 대한 각각의 비율은 21, 19, 10.8, 8.8, 2.9, 3.6%였다. 이²⁹⁾는 탈지 들깨박 추출물 중의 유리페놀산, 페놀산 에스터 및 불용성 결합형 페놀산의 탈지 들깨박에 대한 함량은 chlorogenic acid를 표준 페놀화합물로서 비색법으로 측정시 총 페놀산에 대한 각각의 비율은 87.5, 7.5, 5.0%로 유리 페놀산의 함량이 페놀산 에스터와 불용성 페놀산보다 훨씬 높았다고 보고 하였다. 또한 김³⁷⁾은 무수 대두유와 대두유-물 에멀전 시스템에서 페놀화합물의 항산화 효과를 비교한 결과 caffeic acid, chlorogenic acid, gentisic acid에 강한 항산화 효과가 있음을 보고 하였다. 항산화 효과가 있는 한방재나 식품 중에는 catechol, vanillin, syringic acid, caffeic acid 등과 같은 페놀성 물질 등이 많이 함유되어 있음을 알 수 있었는데^{38,39)} 본 실험의 들깨박에도 항산화 효력이 강한 성분들이 많이 존재하고 있으므로 식물성유 기질에서 높은 항산화 효과를 나타낼 것으로 생각되었다. 한편 탈지들깨박 중의 유리형 페놀산, 에스터 페놀산 및 불용성 페놀산의 함량은 각각 213, 133.1 및 89.4 ml/100 g이었고 총 페놀산에 대한 각각의 비율은 48.9, 30.6, 20.5%로 유리형이 에스터 페놀산 함량의 1.6배, 불용성 페놀산 함량의 약 2.4배 정도 더 많이 함유되어 있었다.

따라서 탈지들깨박 중의 페놀산은 주로 유리형으로 존재하고 있었으며 불용성 결합형으로는 가장 적은 양이었다.

3. 페놀산 추출물의 항산화 효과

(1) 산가의 변화

탈지들깨박 페놀산 추출물을 첨가한 대두유의 항산화 저장시 산가의 변화를 0.02% BHA, AP 및 TBHQ를 첨가한 경우와 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. 저장 초기 대두유 시료의 산가는 0.04였으나 저장 후 20일 경과시 TBHQ 첨가 시료의 산가가 0.26으로 나타났고, control, BHA, 불용성 페놀산, AP, 에스터 페놀산, 유리형 페놀산 첨가시료들은 각각 1.13, 0.51, 0.43, 0.37, 0.35, 0.32로 나타나 유리형 및 에스터형 페놀산 첨가 시료의 산가가 BHA나 AP보다 낮음을 알 수 있었고 유리지방산의 생성 억제 효과가 있음을 보여주었다. 이러한 경향은 25일 저장 후에도 비슷하게 나타났고 에스터형 페놀산 보다는 유리형 페놀산 첨가시료의 유리지방산가 억제효과가 더 크게 나타났는데 이는 유리형 페놀산 group의 종류와 함량이 더 많았기 때문인 것으로 생각된다.

(2) 과산화물가의 변화

탈지들깨박 페놀산 추출물을 첨가한 대두유의 항산화 저장시 과산화물가의 변화는 Fig. 2에 나타난 바와 같았다. 항산화제 무첨가 시료인 control은 저장 초기의 과산화물가가 0.17 meq/kg oil이던 것이 저장 기간이 길어질수록 급격하게 증가하여 저장 20일에는 70.13 meq/kg oil, 25일 후에는 185.2 meq/kg oil까지 증가하였다. 반면 유리형과 에스터형 페놀산 첨가시료는 저

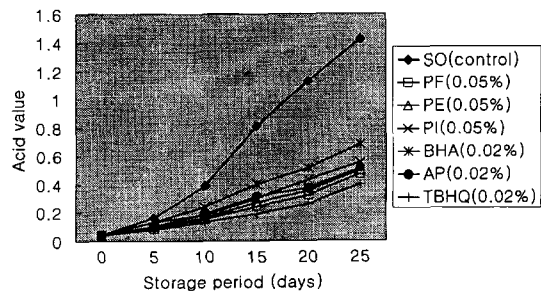


Fig. 1. Changes of acid value in soybean oil containing each type of phenolic acid from defatted perilla flour or synthetic antioxidant during storage at 60°C.

(SO: Soybean oil, PF: Added with free phenolic acid of defatted perilla seed flour, PE: Added with soluble phenolic acid esters of defatted perilla seed flour, PI: Added with insoluble phenolic acid esters of defatted perilla seed flour).

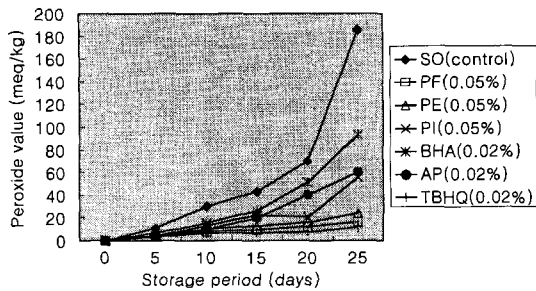


Fig. 2. Changes of peroxide value in soybean oil containing each type of phenolic acid from defatted perilla flour or synthetic antioxidant during storage at 60°C.

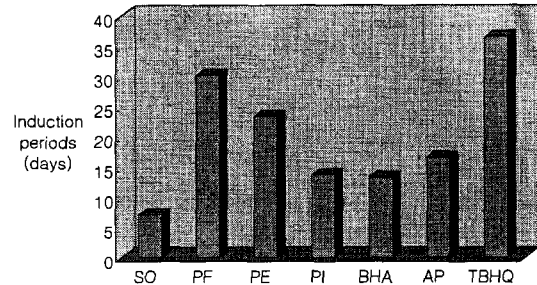


Fig. 3. Induction periods and relative antioxidant effectiveness (RAE) of soybean oil containing each type of phenolic acid from defatted perilla flour or synthetic antioxidant during storage at 60°C.

장기간 중에도 지속적으로 뚜렷한 항산화 효과를 보여주었고 저장 25일 경과 후에도 각각 16.2, 23.9 meq/kg oil을 나타내 유리형 및 에스터형 페놀산 첨가시료는 BHA, AP 첨가시료보다도 더 높은 항산화력을 나타내었다. 또한 불용성 페놀산 첨가시료도 저장 10일 이후부터는 BHA 첨가시료보다 더 낮은 과산화물가를 나타내어 항산화 효과가 있음을 보여주었다. 김²³⁾ 및 윤 등²⁶⁾은 탈지 들깨박의 에탄올 추출물이 0.02%의 BHT보다 항산화 효과가 컸다는 보고와 본 실험의 결과는 비슷하였다. 또한 신 등⁴⁰⁾은 볶음시간에 따라 들기름 에탄올 추출물의 항산화 효과를 측정하였는데 과산화물가의 경우 헥산 분획보다 메탄올 분획이 산화안정성이 더 높게 나타났다고 보고하였다.

(3) 유도기간과 상대적항산화 효과

유도기간과 상대적항산화 효과는 Table 4와 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 유도기간은 항산화제 무첨가 시료인 control 대두유가 7.05일, BHA 첨가시료가 13.26일, AP 첨가시료가 16.56일 인데 비하여 에스터형 페놀산, 유리형 페놀산 첨가시료는 각각 23.27일, 30.11일로 나타나 매우 안정함을 보여주었다. TBHQ 첨가시료는 control의 5배 이상 유도기간이 연장되었고 유리

형 페놀산 및 에스터형 페놀산 첨가시료는 4.2배, 3.3배를 나타내어 AP 첨가시료 2.3배, BHA 첨가시료 1.8배에 비하여 높은 산화지연 효과를 보여주었다.

IV. 요약

탈지들깨박 methanol 추출물의 항산화 효과를 시판 합성항산화제인 BHA, AP, TBHQ와 비교하였다. 탈지들깨박 중 페놀산 추출물은 유리형, 에스터형, 불용성 페놀산이 각각 213, 133.1, 89.4 mg/100 g으로 유리형이 가장 높았으며, 유리형 페놀산에는 6종류의 페놀산이 다량 함유되어 있었고 에스터형과 불용성 페놀산에는 각각 3종류와 2종류의 페놀산이 함유되어 있었다. 탈지들깨박 중의 3가지 형태의 페놀산의 항산화력은 유리형이 가장 컸고 에스터형, 불용성 순으로 나타났는데 이것은 유리형 페놀산 group의 종류와 함량이 가장 많은 것에 기인하는 것으로 생각된다. 탈지들깨박 페놀산 추출물의 항산화 효과는 TBHQ 보다 약했으나 BHA나 AP(0.02%) 보다는 강한 것으로 나타났다.

참고문헌

Table 4. Induction periods and relative antioxidant effectiveness (RAE) of soybean oil containing each type of phenolic acid from defatted perilla flour or synthetic antioxidant during storage at 60°C

Samples	Induction periods (days)	RAE
SO	7.05	100
PF	30.11	427.09
PE	23.27	330.07
PI	13.65	193.62
BHA	13.26	188.08
AP	16.56	234.89
TBHQ	36.43	516.74

- Sims, R.P.M.: Oxidative polymerization in autoxidation and antioxidant. vol. II, Lunberg, w.o., inter science publishers, New York, 623(1962).
- 김동훈: 식품화학. 탐구당(1990).
- Demam, J.M.: Lipids in "Principles of Food Chemistry". 2nd Edition, 57(1990).
- Joint FAO/WHO Expert committee on food additive (1968).
- Gilbert, D. and Golerg, L.: Liver Response Test. III. Liver enlargement abd stimulation of microsome processing enzyme activity. *Food Cosmet, Toxicol.*(1965).

6. Omaye, S.T., Reddy, K.A. and Cross, C.E.: Effect of Butylated Hydroxytoluene and other antioxidants on mouse lung metabolism. *J. Toxicol. Environ. Health*, **56**: 189(1977).
7. Kerr, R., Lane, B. and Liever, C.S.: Liver growth induced by Butylated Hydroxytoluene. *Clin. Res.*, **36**: 152 (1996).
8. Takahashi, O. and Hiraga, K.: Dose-response study of hemorrhagic death by dietary Butylated Hydroxytoluene in male rats. *Toxicol. App. Pharmacol.*(1978).
9. Branen, A.L.: Toxicology and biochemistry of Butylated Hydroxyanisole and Butylated Hydroxytoluene. *JAOCS*, **55**: 123(1975).
10. Surak, J.G., Branen, A.L. and Shrago, E.: Effect of Butylated Hydroxyanisole on tetrahymena pyriformis. *Food Cosmet. Toxicol.*, **52**: 89(1976).
11. Farag, R.S., Badei, A.Z.M.A., Hawe, F.M. and Elbaroty, G.S.A.: Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. *JAOCS*, **66**: 792(1989).
12. Farag, R.S., et al.: Influence of thyme and clove essential oils on cottonseed oil oxidation. *JAOCS*, **66**: 800(1989).
13. Vekiaris, S.A., Oreopoulou, V., et al.: Oregano flavonoids as lipid antioxidants. *JAOCS*, **70**: 483(1993).
14. Larson, R.A.: The antioxidant of higher plants. *phytochemistry*, **27**: 969(1988).
15. Kasiga, A., Aoyagi, Y. and Sugahara, T.: Antioxidant activities of edible plants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **35**: 828(1938).
16. 김영언, 이영철, 김현구, 김철진: 몇 가지 생약재의 열수 추출물에 대한 Ethanol 분획물의 항산화 효과. *한국식품영양학회지*, **10**(2): 141(1997).
17. 김정숙, 이기동, 권중호, 윤형식: 산사 항산화성 물질의 분리 및 동정. *한국농화학회지*, **36**(3): 154(1993).
18. 김정숙, 이기동, 권중호, 윤형식: 산사 및 가자 에테르 추출물의 항산화 효과. *한국농화학회지*, **36**(3): 203 (1993).
19. 농촌진흥청: 약용식물도감. p. 121(1971).
20. 여경목, 최홍식: 들깨유의 영양학적 특성과 산업적 이용. *식품산업과 영양*, **3**(1)(1998).
21. 김미원: 들깨 혼합유의 이화학적 성질에 관한 연구. 성신여자대학교 석사학위논문(1992).
22. 이양자: 유지영양의 문제점과 개선방향. *식품과학과 산업* **23**(2) (1990).
23. Kim, E.H. and Kim, D.H.: Antioxidant activity of ethanol extracts of defatted soybean, sesame, and perilla flours in a soybean oil-water emulsion system. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **13**: 283(1981).
24. 최수임, 윤석권: 들기름의 산패억제에 관한 연구 1. 들깨의 온도처리 및 들깨박의 ethanol 추출물이 들기름의 산패에 미치는 영향. *동대논총*, **16**: 339(1986).
25. 이기영: 탈지들깨박에서 분리한 페놀화합물의 항산화 효과. *한국식품과학회지*, **25**(1): 9(1993).
26. 윤석권, 김정환, 김재욱: 탈지들깨박 ethanol 추출물의 항산화 효과. *한국식품과학회지*, **25**(2): 160(1993).
27. 이연재, 신동화, 장영상, 신재익: 폐모, 어성초, 쇠비름 및 들깨박 에탄올 추출물의 순차 용매 분획별 항산화 효과. *한국식품과학회지*, **25**(6): 683(1993).
28. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., p. 994(1990).
29. Krygier, K., Sosulski, F. and Hogge, J.: Free, esterified and insoluble bound phenolic acids. I. Extraction and purification procedure. *J. Agr. Food Chem.*, **30**: (1982).
30. Kozlowaka, H., Rotkiewicz, D.A., Zadernouski, R. and Sosulski, F.W.: Phenolic acids in rape seed and mustard. *JAOCS*, **60**: (1983).
31. 日本油化學協會: 標準油脂分析試驗法. 2.4.1-83, (1994).
32. AOCS: Method Cd 1-25. In: "AOCS Official and Tentative Methods". 4th edition. American Oil Chemists Society, Chicago(1990).
33. 안명수: Caramel형 갈색화 반응 중간 생성물의 항산화 효과에 미치는 반응온도와 유기산 및 그 염의 영향에 대하여. 고려대학교대학원 박사학위논문(1984).
34. 손종연: 마이알 반응 생성물의 항산화 작용에 미치는 카페인산의 효과. 고려대학교대학원 박사학위논문 (1992).
35. 김인숙, 권태봉, 오성기: 발아에 의한 유채의 일반성분, 지방산 및 무기질의 조성변화, *한국식품과학회지*, **20**(2): 188(1988).
36. 신효선: 대두 발아중 지질대사에 관한 연구, (제 1보) 조지방량 및 지질성분의 변화에 관하여, *한국농화학회지* **17**(4): 240(1974).
37. Kim, Y.H.: Antioxidant activity of various phenolic compounds in a soybean oil and a soybean oil-water emulsion system. M.S. thesis for the Degree of Master, Korea University, Seoul(1982).
38. 이기동, 김정숙, 배재오, 윤형식: 쪽(산쪽)의 물 추출물과 에테르 추출물의 항산화 효과. *한국영양식량학회지*, **21**(1): 17(1992).
39. 최규홍, 윤형식, 김정숙: 겨자 Methanol 추출물의 항산화 효과. *경북대농학지*, **7**(1989).
40. 신경아, 고영수, 이영철: 볶음시간에 따른 들기름 메탄올 추출물의 항산화 효과와 특성. *한국식품과학회지*, **30**(5): 1045(1998).

(1999년 1월 9일 접수)