

소목 추출물의 항산화 효과

임대관 · 최 웅 · 신동화
전북대학교 식품공학과

Antioxidative Activity of Some Solvent Extract from *Caesalpinia sappan* L.

Dae-Kwan Lim, Ung Choi and Dong-Hwa Shin

Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University

Abstract

Antioxidative activity of the extract from *Caesalpinia sappan* L. by various solvent was compared with several commercial antioxidants, using the Rancimat method. AI (antioxidative index; induction period of oil containing extract/induction period of control oil) of all extracts were higher than commercial antioxidants, such as BHA, δ -tocopherol and ascorbic acid. The ethanol extract was fractionated by liquid liquid extraction. Ethyl acetate fraction showed higher AI than the whole crude extract. When comparing POV and TBA value of palm oil and lard containing different level of each fraction, the oxidative stability of ethyl acetate fraction at 200 ppm level on palm oil and lard were similar to that of BHT at 200 ppm level, and better than BHA, δ -tocopherol and control.

Key words: antioxidants, *Caesalpinia sappan* L., Rancimat method, POV, TBA

서 론

유지나 유지함유 식품이 산화되면 off-flavor, 변색, 영양 손실 등⁽¹⁾이 발생하는데, 항산화제는 특정 비타민류와 필수아미노산의 산화에 의한 손상을 최소화하며 유지식품의 산화에 의한 산패를 지연 또는 방지한다⁽²⁾. 항산화제는 그 반응 기작에 따라서 butylated hydroxytoluene(BHT), butylated hydroxyanisole(BHA), tertiary butylhydroquinone(TBHQ), propyl gallate(PG), tocopherol과 같은 free radical terminator, ascorbyl palmitate, ascorbic acid, glucose oxidase, sulfites와 같은 reducing agents 또는 oxygen scavengers, citric acid, EDTA와 같은 chelating agent 등으로 분류⁽³⁾한다. 일반적으로 BHA, BHT, PG, TBHQ 등의 합성항산화제는 천연항산화제 보다 그 항산화력이 우수하여 상업적으로 많이 사용되고 있으나, 이들 합성항산화제는 소비자들의 의식 향상과 합성 첨가물의 안전성^(4,5)에 대한 염려로 그 선호도가 감소하고 있다. 따라서 적은 양으로도 항산화 효과를 발휘하고, 대상 식품에 잘 녹으며 이취나 색을 주지 않고 가공조건에 안정적인 그리고

안전성이 확보된⁽⁶⁾ 새로운 천연항산화제의 개발이 요구된다. 산화속도는 불포화 지방산 함량이 높아짐에 따라 증가⁽⁷⁾하게 되는데, 일반적으로 식물성유지가 동물성유지에 비해서 불포화도가 큰데도 불구하고 산화 안정성이 우수한 것은 식물성유지에 천연항산화제가 더 많이 존재하기 때문이다.

지금까지 천연물로부터 항산화제를 얻고자 하는 연구가 많이 진행되었는데⁽⁸⁻¹¹⁾, 오리가노 에탄올 추출물의 에칠 에테르층이 BHT와 비슷한 항산화 효과를 나타냈으며 주된 항산화 성분이 flavonoids⁽¹²⁾인 것으로 밝혀졌다. 왕겨에 있는 flavonoid substances의 일종인 isovitexin은 α -tocopherol과 같은 수준의 항산화 활성을 가지며⁽¹³⁾, 그밖에도 붉나무^(9,14), propolis⁽¹⁵⁾, 녹차와 목단피⁽¹⁶⁾, 황금⁽¹⁷⁾ 등의 항산화 효과도 보고 되었다.

한약재로 이용되는 소목(蘇木)⁽¹⁸⁾은 蘇方木, 蘇枋, 多邦, 紅柴 등으로 불리우는데, 콩과에 속한 落葉灌木 혹은 小喬木인 소방목의 心材이며 行血祛瘀, 消腫止痛에 효과가 있다고 알려져 있다. 예비실험으로 상당수의 생약류를 에탄올로 추출하여 Rancimat method로 항산화성을 비교한 결과, 소목 추출물이 다른 생약류에 비하여 항산화력이 월등히 높아서 새로운 천연 항산화제로의 사용 가능성을 검토하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

Corresponding author: Dong-Hwa Shin, Department of Food Science & Technology, Chonbuk National University, Dukjin-dong, Chonju, Chonbuk 560-756, Korea

재료 및 방법

실험재료 및 시약

소목은 1994년 여름에 전북 전주시 소재 한약방에서 구입하여 사용하였으며 실험용 유지는 항산화제가 첨가되지 않은 팜유(농심에서 분양받음)와 돈지(롯데삼강 제품)를 냉장보관하며 사용하였다. 표준시약인 δ-tocopherol, ascorbic acid, BHA, BHT는 모두 Sigma 사 제품을 사용하였다. 추출용매는 각각 1급 시약을 사용하였다.

추출방법 및 가용성 고형분 함량 측정

임 등⁽¹⁵⁾의 방법에 따랐다. 즉, 추출시료 중량의 5배 용매를 넣고 75°C 수욕상에서 3시간 추출, 여과, 농축하여 항산화 실험 시료로 하였고 농축물에 함유된 고형분은 105°C 건조법으로 측정하였다.

추출물의 분획

Fig. 1과 같은 방법으로 분획하였다. 즉, 75% 에탄올 추출물을 chloroform, ethyl acetate, butanol로 순차 분획하고 잔여물을 물층으로 하였다.

항산화력 비교

임 등의 방법⁽¹⁵⁾에 준하였으며 AI(Antioxidant index; 각 항산화제를 첨가한 실험구의 유도기간을 무첨가구

의 유도기간으로 나눈 값)로 항산화력을 비교하였다.

유지 저장시험

POV는 I.U.P.A.C. 방법⁽¹⁶⁾, TBA value는 Sidwell의 방법⁽²⁰⁾으로 측정하였다.

결과 및 고찰

소목의 용매별 추출 수율

소목의 용매별 추출 수율은 Table 1과 같으며, 75% ethyl alcohol (EtOH)에 의한 추출수율은 13.2%로 가장 높았고 ethyl acetate (EtOAc) 조추출물은 5.0%로 가장 낮았다. 그러나 소목 75% EtOH 추출물의 EtOAc 분획물은 Fig. 1과 같이 수율이 11.66%로 EtOAc 조추출물의 추출수율 5.0% 보다 2배이상 높았다.

추출 용매별 항산화 효과

소목의 각 용매별 추출물 일정량씩을 팜유에 첨가한 후 그 항산화력을 120°C의 Rancimat 조건에서⁽¹⁴⁾ 각종 상업용 항산화제와 비교한 결과는 Table 2와 같은데, 팜유에 대한 소목 추출물의 항산화력은 EtOAc > MeOH > 99% EtOH > 75% EtOH 조추출물 순이었다. 모든 추출물들은 첨가량의 증가에 따라 항산화력이 상

Table 1. Extraction yield of *Caesalpinia sappan* L. by various solvents

Solvents	Extraction yield (% weight/weight)
75% Ethanol	13.2 ¹⁾
99% Ethanol	10.2
Methanol	12.3
Ethyl acetate	5.0

¹⁾Mean value of duplicate

Table 2. Antioxidative activity of each solvent extract of *Caesalpinia sappan* L. and commercial antioxidants on palm oil

		Concentration (ppm)		
		200	400	600
Extract	75% Ethanol	1.26 ¹⁾	1.37	1.81
	99% Ethanol	1.38	1.46	1.86
	Methanol	1.42	1.47	1.90
	Ethyl acetate	1.43	1.67	2.06
Antioxidant	Ascorbic acid	1.43	1.47	1.63
	BHA	1.07	1.03	0.95
	BHT	1.10	1.02	1.13
	δ-Tocopherol	1.20	1.23	1.49

¹⁾Antioxidative index (AI: Induction period of oil containing plant extracts/induction period of control oil)

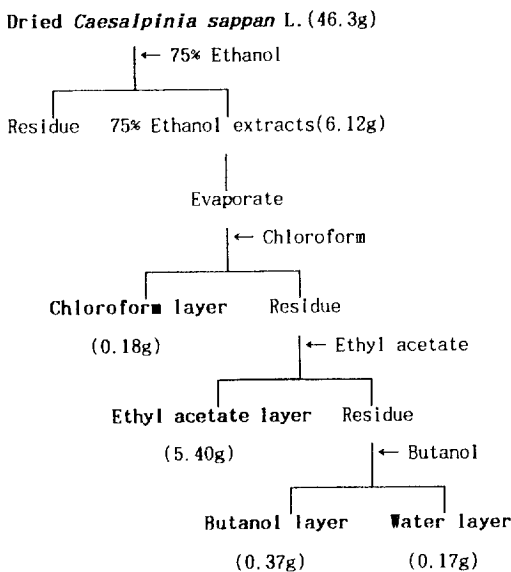


Fig. 1. Fractionation flow chart of *Caesalpinia sappan* L. extract

Table 3. Antioxidative activity of each solvent extract of *Caesalpinia sappan* L. and commercial antioxidants on lard

		Concentration (ppm)		
		200	400	600
Extract	75% Ethanol	2.50 ¹⁾	3.74	6.24
	99% Ethanol	—	3.66	6.76
	Methanol	3.17	4.33	6.80
	Ethyl acetate	3.27	5.52	7.40
	Antioxidant	Ascorbic acid	1.12	1.06
	BHA	2.57	3.14	3.54
	BHT	1.52	1.62	1.74
	δ-Tocopherol	3.16	4.23	5.03

¹⁾Refer to the foot note of Table 2

승하였고, 각 추출물의 AI는 대부분 상업용 항산화제보다 높았으며 EtOAc 추출물 600 ppm 첨가시 팜유의 유효기간은 무첨가구보다 2.06배 연장되었다. 또 팜유에 대한 각종 상업용 항산화제의 항산화효과는 ascorbic acid > δ-tocopherol > BHT > BHA 순이었다.

Table 2와 같은 방법으로 소목 추출물 및 항산화제를 돈지에 첨가하여 항산화력을 비교한 결과는 Table 3과 같은데, 각 추출물들의 항산화력의 비교 순서는 팜유의 경우와 같았다. 각 추출물들의 항산화력은 팜유에 비하여 월등히 상승하였고 AI값도 각종 상업용 항산화제 보다 높았다. 또 붉나무 MeOH 추출물 600 ppm 첨가시 유효기간이 4.40배⁽⁴⁴⁾ 연장된 결과와 비교할 때 소목 유기용매 추출물은 모두 붉나무보다 항산화력이 높았으며, 특히 소목 EtOAc 추출물 600 ppm 첨가시는 무첨가구보다 7.40배 산화지연 효과가 있었다. 돈지에 대한 상업용 항산화제의 항산화 효과는 δ-tocopherol > BHA > BHT > ascorbic acid 순이었다. BHA와 BHT 첨가시 AI는 다른 첨가구에 비하여 낮았고 첨가량이 증가한다 하더라도 항산화 효과의 상승 폭은 낮았다. Ascorbic acid는 효과가 떨어지는 경향을 보였다.

순차 분획물의 항산화 효과 비교

소목 75% EtOH 추출물을 감압 농축한 후 chloroform, ethyl acetate, butanol, water 순으로 순차 분획하여 이들 분획물을 농도별로 팜유에 각각 첨가해 항산화 효과를 비교한 결과는 Table 4와 같다. Table 4에서 보면 EtOAc 분획물의 AI는 600 ppm 첨가시 2.07로 조추출물보다 증가되었는데, 이것은 붉나무 EtOAc 분획물 600 ppm의 AI가 1.60⁽²¹⁾, propolis의 EtOAc 분획물이 1.81⁽⁴⁵⁾로 보고된 것보다 높았다. 또한 소목의 chloroform 분획물도 상당히 높은 항산화 효과를 나타

Table 4. Antioxidative activity of different solvent fraction from ethanol extract of *Caesalpinia sappan* L. on palm oil

		Concentration (ppm)		
		200	400	600
Solvent fraction				
Crude extract		1.26 ¹⁾	1.37	1.81
Chloroform		1.11	1.30	1.68
Ethyl acetate		1.21	1.66	2.07
Butanol		1.01	1.01	1.22
Water		1.12	1.10	1.11

¹⁾Refer to the foot note of Table 2

Table 5. Antioxidative activity of different solvent fraction from ethanol extract of *Caesalpinia sappan* L. on lard

		Concentration (ppm)		
		200	400	600
Solvent fraction				
Crude extract		2.50 ¹⁾	3.74	6.24
Chloroform		2.64	3.70	4.79
Ethyl acetate		3.83	5.15	7.26
Butanol		1.08	1.13	1.95
Water		1.05	1.03	1.27

¹⁾Refer to the foot note of Table 2

냈으며 600 ppm 첨가시의 AI는 1.68이었다.

소목의 각 분획물들을 돈지에 첨가하여 항산화력을 비교한 결과는 Table 5와 같다. 소목 EtOH 추출물의 EtOAc 분획물은 팜유의 경우와 마찬가지로 조추출물보다 AI값이 높았으며 600 ppm 첨가시 무첨가구보다 항산화력이 7.26배 연장되었다. 이들 결과를 종합적으로 보면, 소목 EtOAc 조추출물 600 ppm 첨가수준에서 팜유에 대한 AI는 2.06 (Table 2)이고 75% EtOH 추출물의 EtOAc 분획물은 AI 2.07 (Table 4)로 서로 비슷하였다. 돈지에 대해서도 EtOAc 조추출물 600 ppm 첨가시의 AI 7.40 (Table 3)와 EtOH 추출물의 EtOAc 분획물은 AI 7.26 (Table 5)으로 서로 비슷한 항산화 효과를 보여 항산화 원인 물질이 EtOAc에 잘 용해되는 것으로 추정된다.

소목 추출물 및 분획물의 synergist 효과

Rancimat method에서 ascorbic acid (AA)의 팜유에 대한 산화 지연효과가 가장 높게 나타나므로⁽⁴⁴⁾, 소목의 여러 용매 추출물 및 75% EtOH 추출물의 EtOAc 분획물 600 ppm에 AA 200 ppm을 각각 팜유에 혼합하여 AI를 측정된 결과는 Table 6과 같다. 소목 EtOAc 조추출물과 EtOH 추출물의 EtOAc 분획물에 AA를 각각 첨가했을 때 AI는 각각 2.46, 2.42로 항산화 효과가 상승되었으나, AA 첨가에 의한 상승효과는

Table 6. Synergistic effects of various solvent extracts and ethyl acetate fraction of *Caesalpinia sappan* L. ethanol extract on palm oil

Extract	Concentration	
	Extract (600 ppm)	Extract (600 ppm) + AA (200 ppm)
75% Ethanol extract	1.81 ¹⁾	2.00
99% Ethanol extract	1.86	2.19
Ethyl acetate extract	2.06	2.46
MeOH extract	1.90	2.31
EF ²⁾	2.07	2.42

¹⁾Refer to the foot note of Table 2

²⁾Ethyl acetate fraction of 75% ethanol extract

Table 7. Synergistic effects of various solvent extracts and ethyl acetate fraction of *Caesalpinia sappan* L. ethanol extract on lard

Extract	Concentration	
	Extract (600 ppm)	Extract (600 ppm) + AA (200 ppm)
75% ethanol extract	6.24 ¹⁾	7.95
99% ethanol extract	6.76	8.62
Ethyl acetate extract	7.40	9.90
MeOH extract	6.80	9.18
EF ²⁾	7.26	9.95

^{1,2)} Refer to the foot note of Table 6

그렇게 높지 않았다.

또, Rancimat을 이용한 lard의 유도기간 측정에서 δ -tocopherol(TO)의 산화 지연효과가 다른 항산화제에 비하여 높게 나타나므로, 소목 조추출물 및 EtOAc 분획물에 TO 200 ppm을 각각 첨가하여 synergistic effect를 비교한 결과는 Table 7과 같다. Table 7에서 보면 팜유와 마찬가지로, EtOAc 조추출물과 EtOH 추출물의 EtOAc 분획물 600 ppm에 TO를 첨가했을 때의 AI는 각각 9.90, 9.95로 항산화 물질 무첨가구보다 유도기간이 약 10배정도 증가했으나 TO 첨가에 의한 상승효과는 그렇게 높지 않았다.

EtOAc 분획물을 첨가한 팜유와 돈지의 oven test

Rancimat method에 의한 소목 추출물과 75% EtOH 추출물의 EtOAc 분획물의 항산화 효과는 매우 높았으나 상대적으로 열에 약한 BHA, BHT와 같은 합성항산화제⁽²³⁾의 경우 항산화효과가 정확히 비교되지 않은 것으로 추정되어 소목 추출물의 항산화력을 상업용 항산화제와 비교하는 것이 어려웠다. 따라서 소목 75% EtOH 추출물의 EtOAc분획물 일정량과 상업용 항산화제 일정량을 각각 팜유 및 돈지에 첨가한 후 60°C oven에 저장하면서 POV와 TBA 변화를 측정하였다.

POV(meq/kg oil)

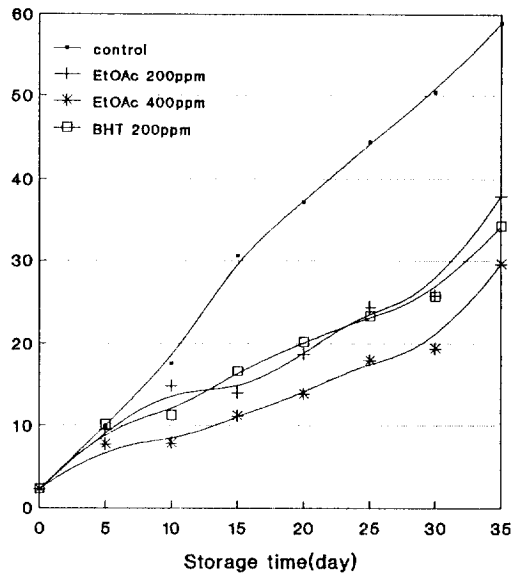


Fig. 2. POV of palm oil containing *Caesalpinia sappan* L. ethyl acetate fraction during storage at 60°C EtOAc : ethyl acetate fraction of *Caesalpinia sappan* L., BHT : Butylated hydroxytoluene

TBA(530 nm)

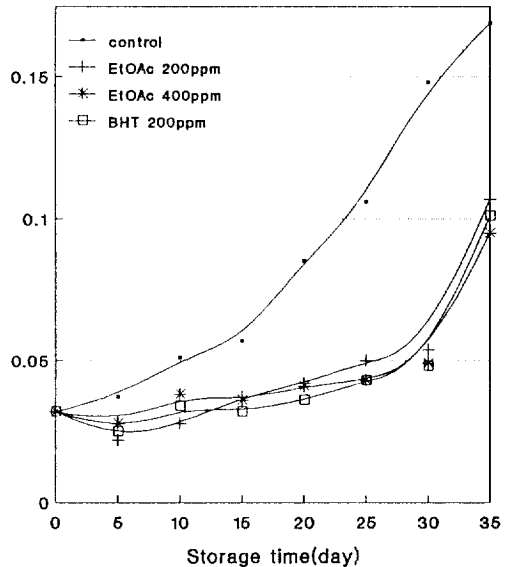


Fig. 3. TBA value of palm oil containing *Caesalpinia sappan* L. ethyl acetate fraction during storage at 60°C EtOAc : See the legend of Fig. 2

소목 75% EtOH 추출물의 EtOAc 분획물 일정량과 BHT 200 ppm을 팜유에 첨가 후 35일간 저장하면서 일정 간격으로 POV를 측정하여 항산화력을 비교한

결과는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 보면 소목 EtOAc 분획물 200 ppm의 산화 안정성은 무첨가구보다 높았고 BHT 200 ppm과 거의 같은 수준이었다. EtOAc분획물

400 ppm의 경우는 BHT 200 ppm보다 산화 안정성이 더 높았다.

Fig. 2와 같은 조건에서 TBA가로 팜유의 산화 안정성을 비교한 결과는 Fig. 3과 같은데, TBA가로 비교 시 소목 EtOAc 분획물 200 ppm은 BHT 200 ppm보다 산화 안정성이 낮았으나 EtOAc분획물 400 ppm의 경우는 BHT 200 ppm과 거의 유사한 수준이었다.

돈지의 산화 안정성을 비교하기 위하여 팜유에서와 같은 조건에서 oven test로 POV를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. BHA는 대두유의 산화 안정성을 증가시키고⁽²³⁾ TO의 항산화력의 크기는 $\delta > \beta > \gamma > \alpha$ 순이라고 보고⁽²⁴⁾한 바 있는데, 소목 EtOAc 분획물 200 ppm의 돈지에 대한 항산화력은 Fig. 4와 같이 POV로 비교했을 때 BHA, TO보다 월등히 높았고 BHT 200 ppm과는 유사한 수준이었다. 또 EtOAc분획물 500 ppm의 항산화력은 BHA, TO 및 BHT 200 ppm보다 높았다

소목 EtOAc 분획물의 돈지에 대한 산화 안정성을 TBA가로 비교한 결과는 Fig. 5와 같은데 이들 결과는 Fig. 4의 경우와 유사한 경향을 보였다. 즉, control은 저장 8일 이후에 TBA가가 급격히 증가했으나 소목 EtOAc 분획물을 200 ppm 첨가한 돈지의 TBA가는 BHA, TO 200 ppm보다 월등히 낮았고, EtOAc분획물 500 ppm의 TBA가는 BHT 200 ppm보다 낮았다. 따라서 소목은 좋은 천연 항산화제로의 이용 가능성이 매우 높다고 본다.

요 약

소목을 여러가지 용매로 추출하여 추출물을 얻고, 75% 에탄올 추출물은 다시 용매 분획하여 Rancimat method로 항산화 효과를 비교하였으며 상업용 항산화제인 ascorbic acid, δ -tocopherol, BHA, BHT 등과도 항산화력을 비교하였다. Ethyl acetate (EtOAc) 조추출물 600 ppm을 팜유와 돈지에 첨가시 AI (Antioxidant index; 각 항산화제를 첨가한 실험구의 유도기간을 무첨가구의 유도기간으로 나눈 값)는 각각 2.06, 7.40으로 비교적 높았으며 돈지에 대한 항산화 효과가 뚜렷하였다. 75% 에탄올 추출물을 순차 분획하여 얻은 EtOAc 분획물의 항산화 효과는 다른 분획물들 및 조추출물보다 높았고 이 분획물 600 ppm을 팜유와 돈지에 첨가했을 때 AI는 각각 2.07, 7.26으로 EtOAc 조추출물의 항산화력과 거의 같은 수준이었으나 추출 수율은 EtOAc 분획물이 2배이상 더 높았다. 소목 75% 에탄올 추출물의 EtOAc 분획물과 상업용 항산화제 일정량을 팜유와 돈지에 첨가한후 60°C로 보관하면서

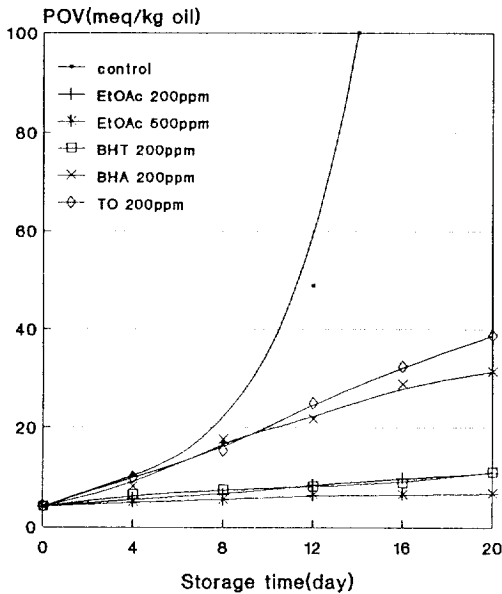


Fig. 4. POV of lard containing *Caesalpinia sappan* L. ethyl acetate fraction during storage at 60°C EtOAc, BHT: See the legend of Fig. 2, BHA: Butylated hydroxyanisole, TO: δ -Tocopherol)

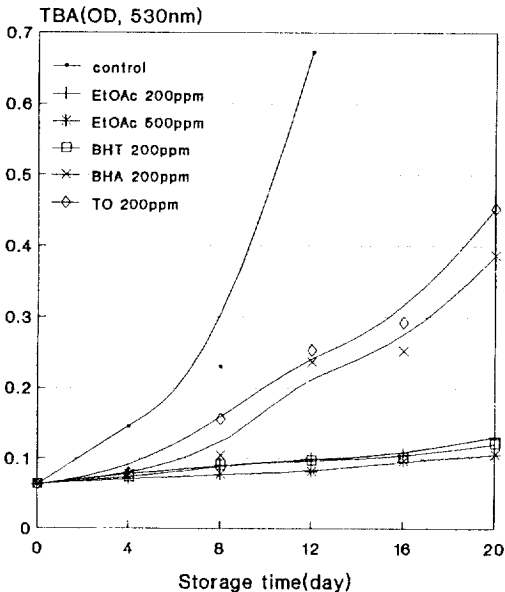


Fig. 5. TBA value of lard containing *Caesalpinia sappan* L. ethyl acetate fraction during storage at 60°C EtOAc, BHT, BHA, TO : See the legend of Fig. 4

POV와 TBA를 측정하여 항산화 효과를 비교한 결과, 분획물 200 ppm 첨가시의 항산화력은 BHA 및 TO 200 ppm보다 높았고 BHT 200 ppm과 거의 같은 수준이었다. EtOAc 분획물 500 ppm의 항산화력은 BHT 200 ppm보다 높았다.

문 헌

1. Waslien, C.I. and Rehwoldt, R.E.: Micronutrients and antioxidants in processed foods-Analysis of data from 1987 food additives survey. *Nutrition Today*, July/August, 36 (1990)
2. Haumann, B.F.: Antioxidants. Firms seeking products they can label as 'natural,' *INFORM*, 1, 1002 (1990)
3. Dziezak, J.D.: Antioxidants. *Food Technology*, 40(9), 94 (1986)
4. Ito, N., Fukushima, S., Hasegawa, A., Shibata, M. and Ogiso, T.: Carcinogenicity of butylated hydroxyanisole in F 344 rats. *J. Natl. Cancer Inst.*, 70, 343 (1983)
5. Branen, A.L.: Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS*, 52, 59 (1975)
6. Hahm, T.S., King, D.L. and Min, D.B.: Food antioxidants. *Food Biotechnology*, 2, 1 (1993)
7. Cosgrove, J.P., Church, D.F. and Pryor, W.A.: The kinetics of the autoxidation of polyunsaturated fatty acids. *Lipids*, 22, 299 (1987)
8. Chipault, J.R., Mizuno, G.R., Hawkins, J.M. and Lundberg, W.O.: The antioxidant properties of natural spices. *Food Res.*, 17, 46 (1952)
9. 최웅, 신동화, 장영상, 신재익 : 식물성 천연 항산화 물질의 검색과 그 항산화력 비교. *한국식품과학회지*, 24, 142 (1992)
10. 박재한, 강규찬, 백상봉, 이윤형, 이규순 : 식용 해조류에서 항산화 물질의 분리. *한국식품과학회지*, 23, 256 (1991)
11. Kasuga, A., Aoyagi, Y. and Sugahara, T.: Antioxidant activity of edible plants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 35, 828 (1988)
12. Vekiar, S.A., Oreopoulou, V., Tzia, C. and Thomopoulos, C.D. : Oregano flavonoids as lipid antioxidants. *JAOCS*, 70, 483 (1993)
13. Ramarathnam, N., Osawa, T., Namiki, M. and Kawakishi, S.: Chemical studies on novel rice hull antioxidants. 2. Identification of isovitexin, a C-glycosyl flavonoid. *J. Agric. Food Chem.*, 37, 316 (1989)
14. 이연재, 신동화, 장영상, 강우석 : 불나무 순차 용매 추출물의 항산화 효과 비교. *한국식품과학회지*, 25, 677 (1993)
15. 임대관, 최웅, 신동화, 정용섭 : Propolis 추출물의 유지산화 억제 효과 비교. *한국식품과학회지*, 26, 622 (1994)
16. 부용출, 전제옥 : 녹차와 목단피의 항산화 성분. *한국농화학회지*, 36, 326 (1993)
17. 김현구, 김영언, 도정룡, 이영철, 이부용 : 국내산 생약추출물의 항산화 효과 및 생리활성. *한국식품과학회지*, 27, 80 (1995)
18. 신민교 : 원색 임상분초학. 남산당 (1986)
19. Paguot, C. and Hautfenne, A.: *Standard Method for the Analysis of Oils, Fats and Derivative* (7th revised). Blackwell Scientific Publication, London, p.199 (1987)
20. Sidwell, C.G., Salwin, H., Benca, M. and Mitchell Jr., J. H.: The use of thiobarbituric acid as a measure of fat oxidation. *JAOCS*, 31, 603 (1954)
21. 최웅, 신동화, 장영상, 신재익 : 식용유지에 대한 불나무 추출물의 항산화 효과. *한국식품과학회지*, 24, 320 (1992)
22. Liu, H.F., Booren, A.M., Gray, J.I. and Crackel, R.L.: Antioxidant efficiency of oleoresin rosemary and sodium tripolyphosphate on restructured pork steaks. *J. of Food Sci.*, 57, 803 (1992)
23. 김정숙, 이기동, 권중호, 윤형식 : 산사 및 가자 에테르 추출물의 항산화 효과. *한국농화학회지*, 36, 203 (1993)
24. Fennema, O.R.: *Food Chemistry*. Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A., p.203 (1985)

(1995년 8월 21일 접수)