KOREAN J. SOC. FOOD SCI.
Vol. 12, No. 4, December, 1996

에탄올-물과 메탄올-물 혼합 용매를 이용한 대두 추출물의 항산화 효과

김지영 · 맹영선 · 이기영* · 이성택**
고려대학교 자연자원대학 식품공학과, *호서대학교 식품영양학과
**한국과학기술원 생물과학과

Antioxidant Activity of Soybean Extracts by Mixed Solvents Ethanol-Water and Methanol-Water

Jee Young Kim, Young Sun Maeng, Ki Young Lee* and Sung Taek Lee**
*Department of Food Technology, Korea University, *Department of Food & Nutrition, Hoseo University*
***Department of Biological Science, Korea Advanced Institute of Science & Technology*

Abstract

The effective extraction of antioxidative substances from soybeans was studied by the mixed solvents of methanol or ethanol with water at 30°C and 85°C. At accelerated peroxidation condition, POV (peroxide value) of soybean oil and TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) value of egg yolk liposome with extracts added, were applied for the evaluation of antioxidative activity of the extracts. In the peroxidation of soybean oil, antioxidative substance of soybeans was extracted more effectively by methanol and at higher temperature 85°C, and the deffated and roasted soybean extract (DRS) showed higher antioxidative activity. But in the peroxidation of egg yolk liposome, methanol extract from the roasted soybeans (ROS) showed higher activity.

Key words: soybean, antioxidative substances, effective extraction

I. 서 론

최근, 우리 나라는 식생활의 서구화로 인하여 육류를 비롯한 instant 식품과 fastfood의 소비 증가로 지방질 식품의 섭취가 급증하고 있다. 이들 지방질을 함유한 식품은 가공, 저장 중 지방질의 산패에 의한 품질 저하가 일어나 불쾌한 맛이나 냄새를 갖게 되며, 필수 지방산이나 지용성 비타민의 파괴를 일으켜 영양가의 감소를 초래한다. 또한, 경우에 따라서는 산화 생성물들에 의해 DNA가 손상되거나 체내의 효소를 불활성화시켜 대사 이상을 유발하거나, 암을 발생시키거나, 노화를 촉진시키기도 한다[1].

이러한 유지 식품의 산패를 방지하기 위하여 식품 첨가물의 하나인 항산화제를 첨가하는데, 주로 화학 합성 항산화제인 BHT, BHA, PG 및 TBHQ 등이 사용되고 있다. 그러나, 이들 합성 항산화제의 독성이나[2], 합성 화학물질의 사용에 대한 소비자들의 거부 반응으로 그 사용량은 감소하는 추세이며, 가식성 천연물에서 추출한 무독성 자연 항산화제의 이용에 관심이 증가되고 있다[3].

식물체들은 대부분 강력한 태양의 자외선에 의한 산화로부터 스스로를 보호하기 위하여, 또는 저장중의 유지를 자동산화로부터 보호하기 위하여, 자체적으로 polyphenol 계통의 항산화제들을 세포내에 함유하고 있으며, 이들은 세포 내에서 호흡 등에 의하여 생성된 free radical인 superoxide, hydroxyl radical, hydroperoxide들을 불활성화시켜, mitochondrial membrane 등 생체막 산화에 의한 세포 기능의 파괴도 억제해 준다[4]. 또한, 인체에서는 섭취시 항산화 작용에 의한 항암, 항염, 항위궤양, 항류마치스효과, 항갈색화 및 노화 억제 등의 다양한 생리적 효과를 보여주므로, 최근에는 화장품이나 건강식품으로의 이용이 늘고 있다[5,6].

대두는 전세계적으로 사료뿐만 아니라 식용유의 중요한 원료로서 이용되고 있으며, 대두유 산업의 부산물로 얻어지는 고단백 탈지 대두분은 여러 형태의 단백식품의 extrudate, 혹은 대체물 및 보완식으로 이용되고 있다[7]. 한편, 대두의 항산화 효과는 많은 연구자들에 의해 보고 되었고, 주로 isoflavonoid 화합물과 polyphenol 화합물들로서 chlorogenic acid, iso-

chlorogenic acid, caffeic acid가 상당한 항산화 효과를 갖는 것으로 보고 되었다. 이외에도 대두의 펩타이드 및 아미노산, 인지질 등도 항산화 효과에 기여하는 것으로 알려져 있다[8-10]. 전보에서[11] 우리는 다양한 항산화성 물질들을 함유하고 있는 대두와 대두유 생산후 부산물로 생산되는 탈지 대두박으로부터 효과적으로 항산화성 물질을 추출하기 위하여 여러가지의 다양한 용매들을 이용하여 추출효율 및 항산화성을 살펴 본 결과, 추출 용매로서 메탄올과 에탄올이 가장 우수한 용매임을 확인하여 보고하였다. 따라서, 본 연구에서는 대두로부터 가장 효과적으로 항산화성 물질을 추출하기 위하여 메탄올과 에탄올에 물을 혼합할 경우 가장 효과적인 혼합비를 찾고, 대두 및 탈지대두박을 그대로 이용하거나 또는 볶아서 항산화성 물질을 추출하여 대두유나 난황레시틴에 첨가, 자동산화시켜 그 항산화 효과를 비교하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서 시료로 사용한 대두는 강원도 홍천군 서석에서 1992년에 수확한 것을 구입하여 사용하였다. 구입한 대두는 각각 날대두(RAS, raw soybean), 탈지대두(DES, defatted soybean), 볶은 대두(ROS, roasted soybean) 및 탈지 볶은 대두(DRS, defatted-roasted soybean)군으로 나누어 처리한 후 처리된 각 시료 대두는 분쇄하여 밀봉한 후 냉동고(-18°C)에 저장하면서 시료로 사용하였다.

2. 실험방법

(1) 에탄올-물과 메탄올-물 혼합 용매에 의한 대두로부터의 항산화성 물질의 추출

에탄올 및 메탄올에 물을 각각 10%, 30%, 50%. 70% 및 90% 혼합한 혼합용매 20 ml를 각 시료군의 대두 1 g에 가하여 30°C에서 24시간 동안 상온 추출(Room) 및 85°C에서 3시간동안 환류 추출(Reflux)을 행한 후 여과지(Whatman 41)로 여과하여 시료로 사용하였다.

(2) 추출물의 항산화 효과 측정

추출물의 항산화 효과는 대두유 및 난황 레시틴 리포좀의 과산화에 대한 억제정도로서 평가하였다. 대두유 산화에 대한 추출물의 항산화 효과는 추출물들을 각각 대두유에 첨가하여 105°C에서 10시간 동안 산화시킨 후 과산화물가(POV, peroxide value)를 측정하여 평가하였으며, 과산화물가는 AOCS 공정법[12]을 사용하여 측정하였다.

추출물의 난황 레시틴 리포좀의 과산화에 대한 항산화 효과는 추출물들을 각각 레시틴 리포좀에 첨가하여 난황레시틴이 과산화되는 동안 생성되는 TBARS (thiobarbituric acid reactive substances)의 양을 측정하여 평가하였으며, TBARS는 Fukuzawa 등[13]의 방법을 이용하여 측정하였다.

추출물이 첨가된 각 시료의 과산화물가와 TBARS 값을 대조구의 값과 비교하여 상대적 항산화 효과 값(Relative Antioxidant Effectiveness, RAE)을 다음과 같은 식으로 산출하여 항산화 효과를 비교하였다.

$$\text{RAE} = \frac{\text{POV or TBARS of the control}}{\text{POV or TBARS of the substrate with extract}}$$

III. 실험결과 및 고찰

1. 용매추출물의 고형분 수율

에탄올-물과 메탄올-물의 혼합용매에 의한 대두 추출물의 추출 수율은 Table 1과 같았다. 전체적으로 물의 비율이 높은 경우 추출물의 수율도 높았으며, 탈지대두의 추출물은 비탈지 대두군보다 수율이 비슷하거나 약간 높게 나타났다.

에탄올-물 혼합용매에 의한 상온 추출의 경우, 탈지 후 수율이 일정한 경향을 보이지는 않았으나, 날 대두군(RAS)과 볶은 대두군(ROS)에서 에탄올 함량이 90%일때 수율이 급격히 감소되었다. 에탄올-물 혼합용매에 대한 85°C 환류추출의 경우, 에탄올 함량 70%까지는 에탄올 함량 증가에 따라 수율이 차차 감소하였으나, 에탄올 함량이 90% 보다는 100%인 경우가 더 큰 수율을 나타냈고, 특히 비탈지 대두군은 두배 가까운 수율을 보여주었다. 메탄올-물 혼합용매에 의한 상온 추출의 경우, 탈지시킨 시료의 추출 수율이 조금씩 높아 졌으며 메탄올 함량의 증가에 비례하여 수율은 감소하는 경향을 나타냈다. 메탄올-물 혼합용매에 대한 85°C 환류 추출의 경우, 상온 추출의 경우와 마찬가지로 탈지시료의 수율이 높았으며 탈지 볶은 대두군(DRS)에서 다른 시료군 보다 상대적으로 높은 수율을 나타냈다.

2. 대두 추출물들의 대두유의 산화에 대한 항산화성

에탄올-물 혼합용매로 추출한 대두 추출물을 대두유에 첨가한 후, 대두유를 산화시켜 과산화물가로 측정한 대두 추출물의 상대적 항산화 효과는 Fig. 1과 같았다.

Table 1. Yields of estracts from the processed soybeans by using ethanol, methanol and acetone and their mixture with water (%)

		Cold extraction				Reflux extraction			
		RAS	DES	ROS	DRS	RAS	DES	ROS	DRS
Water		17.1	17.7	20.5	13.7	38.7	44.3	20.8	22.8
Ethanol	10%	38.6	40.2	20.3	21.2	26.7	21.1	22.7	23.4
	30	13.2	17.4	22.0	21.7	15.9	14.7	22.6	21.3
	50	14.6	17.0	18.5	19.1	13.7	17.9	20.6	18.7
	70	12.8	10.0	12.5	14.1	12.5	12.1	15.0	19.3
	90	7.2	11.8	8.9	10.4	10.5	8.4	11.1	6.6
	100	17.2	6.2	17.4	3.2	19.5	9.2	21.5	7.6
Methanol	10%	37.2	40.0	19.6	20.0	24.4	34.3	21.1	31.2
	30	17.6	18.0	18.8	20.1	10.2	23.6	21.7	31.5
	50	14.2	16.0	17.4	20.0	16.0	21.7	19.7	27.9
	70	14.4	14.4	14.3	17.7	14.0	20.1	14.6	26.4
	90	11.8	14.2	12.1	13.4	12.9	14.9	14.1	19.0
	100	12.8	13.2	10.7	14.4	11.0	9.6	6.2	16.8

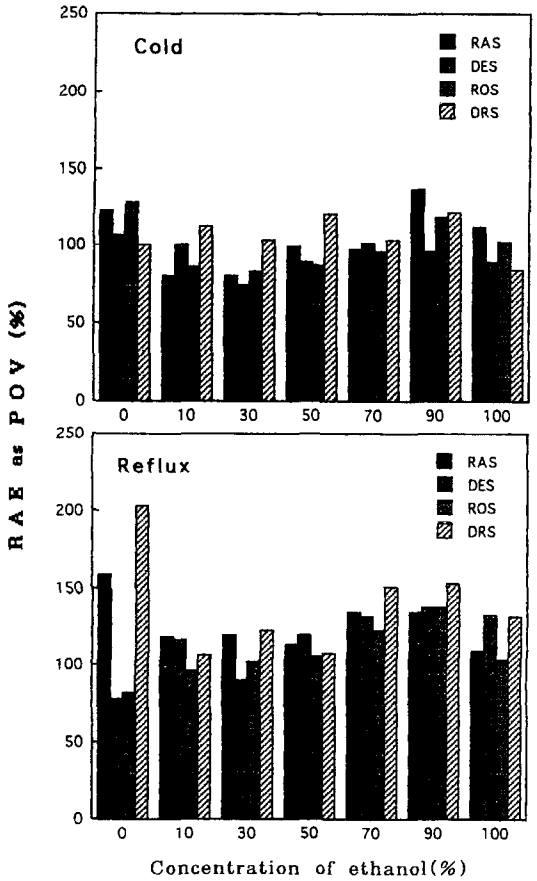

Fig. 1. Relative antioxidative effectiveness (RAE) as POV of soybean extracts by mixture of ethanol and water.

날 대두군(RAS)에서 추출한 상온 추출물의 항산화 효과는 대체로 에탄올 함량이 증가함에 따라 증가되었으며, 온도를 상승시켜 환류 추출한 경우의 항산화 효과는 전체적으로 약간 상승하였으나 상온추출시와 비슷한 경향을 보였다. 특히 에탄올의 함량이 90%와 100%인 경우에는, 온도 상승에 의한 효과를 거의 기대할 수 없었다. 탈지 대두군(DES) 추출물의 경우 대두유 산화시 별다른 항산화 효과를 나타내지 않아, 물과의 혼합용매로써 탈지 대두로부터 항산화 물질을 추출하는 것은 비효율적인 방법으로 사료되었다. 탈지대두군(DES)은 온도를 상승시켜 추출해도 추출물의 항산화 효과는 뚜렷하게 증가되지 않았다. 볶은 대두군(ROS)에서 추출한 추출물의 경우, 날 대두군(RAS)에서 추출한 추출물의 경우보다 온도 변화와 에탄올 함량의 증가로 인한 효과가 뚜렷하게 관찰되었으며, 에탄올 100% 보다는 70%와 90% 에탄올에 의한 추출물의 항산화 효과가 더 좋은 것으로 나타났다. 탈지 볶은 대두군(DRS) 추출물의 경우 항산화 효과는 상온 추출과 환류추출 모두 비슷한 경향을 나타냈으며, 에탄올 함량이 증가할수록 항산화 효과는 커졌다. 특히, 날 대두군(RAS)과 마찬가지로 에탄올 함량이 90%인 경우 가장 효과가 좋은 것으로 나타났다. 그러나 가장 큰 항산화 효과는 탈지 볶은 대두(DRS)를 순수한 물로 추출한 시료에서 나타났다.

메탄올-물 혼합용매를 이용하여 추출한 대두 추출물을 대두유에 첨가한 후, 가속 산화시켜 과산화물가로 측정한 대두 추출물의 상대적 항산화 효과는 Fig. 2와 같았다.

날 대두군(RAS)에서는 상온 추출시 메탄올에 물을 혼합한 용매로 추출하면 에탄올의 경우와는 달리 순수한 메탄올을 이용한 경우보다 추출물의 항산화 효과가 오히려 감소되었으며, 환류 추출물도 비슷한 결과를 보였다. 상온 추출 및 85°C 환류 추출 모두 메탄올 함량이 증가할수록 항산화 효과 역시 증가되어, 항산화 물질의 추출 경향은 온도에 크게 좌우되지 않는 것으로 나타났다. 탈지 대두(DES)의 상온 추출물은 메탄올 함량이 증가될수록 항산화 효과는 증가되는 경향을 나타냈고, 85°C 환류추출물은 50% 메탄올 추출물이 가장 큰 항산화력을 보였다. 볶은 대두 추출물(ROS)은 상온 추출시 별다른 향산화 효과를 나타내지 못했고 환류 추출시엔 메탄올 함량이 클수록 항산화 효과도 높았다. 탈지 볶은 대두군(DRS)에서 상온 추출물은 70% 메탄올 추출물이 가장 항산화 효과가 좋은 것으로 나타났으며, 오히려 메탄올 100%보다 효과가 좋았다. 85°C 환류 추출의 경우엔, 메탄올 함량에 의한 영향은 감소하는 것으로 나타났으나, 항산화 효과는 다른 추출물 시료에 비해 전반적으로 가장 높았다.

3. 대두 추출물들의 난황레시틴리포좀 산화에 대한 항산화성

에탄올-물 혼합용매를 사용한 추출물을 첨가하여 제조한 난황 레시틴 리포좀의 과산화 억제 작용을 TBARS값으로 측정하였으며, 측정한 TBARS값에 의한 대두 추출물의 상대적 항산화 효과는 Fig. 3과 같았다.

날 대두군(RAS)의 상온 추출의 경우, 70%의 에탄올-물 혼합용매를 제외하고는 별다른 항산화 효과를 나타내지 않았다. 85°C 환류추출의 경우, 70% 에탄올 추출물을 제외하고 모든 추출 용매에서 고른 항산화 효과를 나타냈다. 탈지 대두군(DES)의 상온 추출의 경우, 물의 비율이 클 수록 항산화 효과가 오히려 크

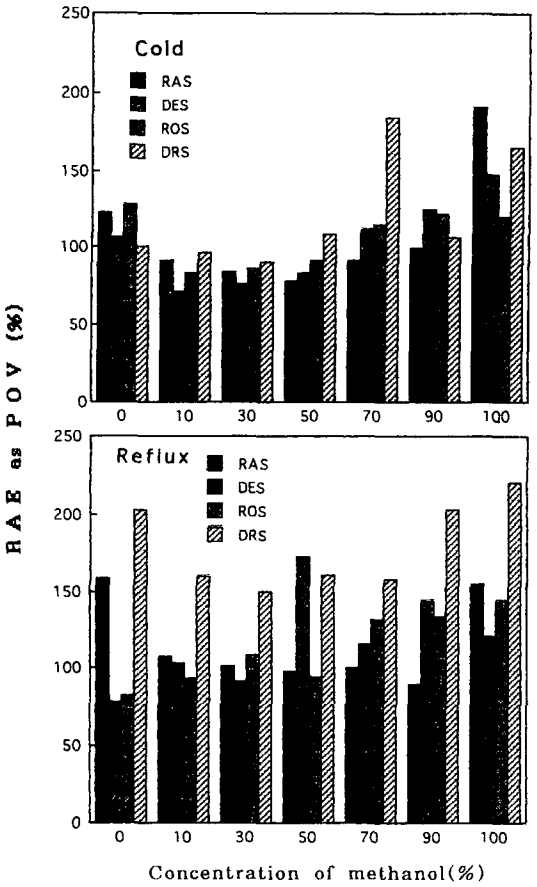

Fig. 2. Relative antioxidative effectiveness (RAE) as POV of soybean extracts by mixture of methanol and water.

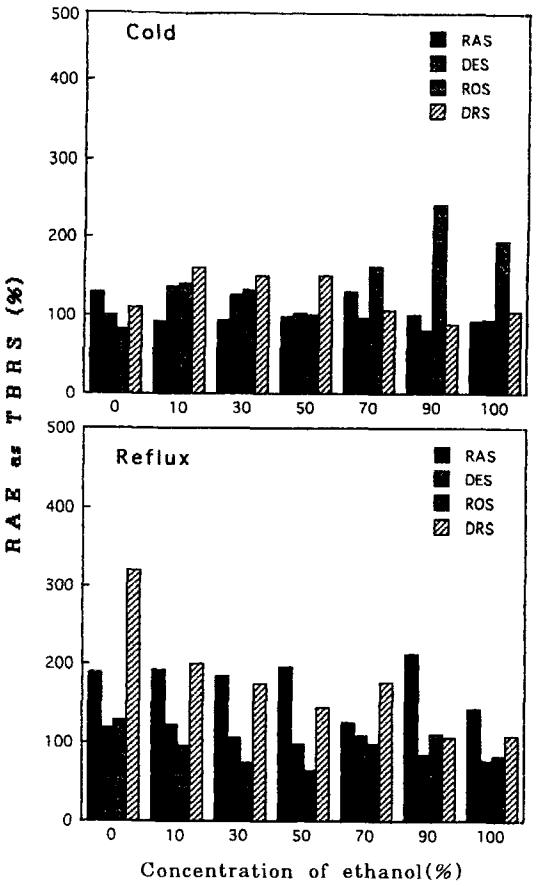

Fig. 3. Relative antioxidative effectiveness (RAE) as TBRS of soybean extracts by mixture of ethanol and water.

게 나타났으며, 온도를 상승시킨 경우도 비슷한 경향을 보여주었다. 볶은 대두군(ROS)의 상온 추출의 경우, 모든 추출물에서 항산화 효과가 나타나지는 않았으나 에탄올 70%와 90%를 이용한 추출물의 항산화 효과는 높아서, 100% 에탄올을 이용한 추출물의 효과보다 더 높았다. 날 대두군(RAS)과 비교하여 볼 때, 상온 추출의 경우, 물의 비율이 크거나 혹은 에탄올의 비율이 클 경우가 물과 에탄올의 비율이 비슷한 경우보다 훨씬 더 항산화 효과의 증가를 기대할 수 있었다. 전체적으로 온도를 상승시킬 경우 70% 에탄올-물 혼합용매를 제외하고는 오히려 항산화 효과가 감소하는 경향을 나타냈다. 탈지 볶은 대두군(DRS)의 상온 추출, 혹은 85°C 환류 추출의 경우 모두 물의 비율을 높인 용매를 사용했을때 항산화 효과가 크게 나타났다. 85°C 환류 추출의 경우, 에탄올 함량이 낮을 수록 추출물의 항산화 효과가 크게 나타났다.

메탄올-물 혼합용매를 사용한 추출물을 첨가하여 제조한 난황레시틴리포좀의 과산화 억제 작용을 TBARS 값으로 측정하였으며, 측정한 TBARS값에 의한 대두 추출물의 상대적 항산화 효과는 Fig. 4와 같았다.

날 대두군(RAS)의 상온 추출의 경우, 메탄올 90% 및 100%를 이용한 추출물을 제외한 모든 추출물들이 항산화 효과를 나타냈다. 환류 추출물의 경우, 상온 추출물과 유사한 경향을 나타내었으나 항산화 효과가 더 증진되었고, 온도 증가에 의한 효과는 메탄올 10%와 메탄올 90%를 이용하여 추출한 경우가 특히 좋게 나타났으나 메탄올 100%를 이용한 추출물에서는 거의 효과를 기대할 수 없었다. 탈지 대두군(DES)의 상온 추출의 경우, 물의 비율이 많은 용매를 사용한 추출물의 항산화 효과가 좋은 것으로 나타났으며, 85°C 환류 추출물의 경우에는 이와 같은 경향이 감소하였다. 볶은 대두군(ROS)의 상온 추출물의 항산화 효과는 모두 좋게 나타났으며, 다른 경우와는 달리 메탄올 90%와 100%를 이용한 추출물의 효과가 특히 좋았다. 환류 추출물은, 물의 비율이 많은 경우에는 별다른 효과가 없었으나, 메탄올 70%와 메탄올 100%를 이용한 추출물은 추출 온도의 상승에 의하여 항산화 효과가 현저히 증가되었다. 탈지 볶은 대두군(DRS)의 상온 추출의 경우, 메탄올 함량이 10%인 경우와 70%인 용매를 사용한 추출물들이 항산화 효과를 나타냈다. 환류 추출의 경우, 메탄올 100%를 이용한 추출물을 제외하고는 모두 항산화 효과를 나타냈고, 효과 역시 비슷한 경향을 보여주었으나 순수한 물에 의한 추출물이 매우 높은 항산화 효과를 나타났다.

이상의 결과를 고찰해보면 대두유 산화에 대한 항산화력의 크기는 대체로 메탄올-물 혼합용매 추출물이 에탄올-물 혼합용매 추출물보다 효과적이었으며 메탄올의 농도가 높은 50~100% 메탄올에서 항산화성 물질의 추출이 가장 잘 이루어짐을 확인할 수 있었다. 에탄올-물 혼합용매의 경우에는 날 대두(RAS)와 탈지 볶은 대두(DRS)를 제외하고는 항산화 효과를 관찰할 수 없었다. 85°C 환류 추출은 상온 추출보다 에탄올이나 메탄올 농도가 높은 경우 항산화 효과가 약간 증가함을 볼 수 있었고 특히 탈지 볶은 대두(DRS)의 메탄올 추출물은 추출온도의 상승에 의해 항산화성 물질의 추출율이 크게 높아지는 것을 보여주었다. 난황레시틴리포좀 산화에 대한 항산화력의 크기도 대체로 메탄올-물 혼합용매 추출물이 에탄올-물 혼합용매 추출물보다 컸으나 에탄올 농도증가는 별 효과가 없었고 오히려 85°C 환류 추출물은 감소 효과를 보여주었

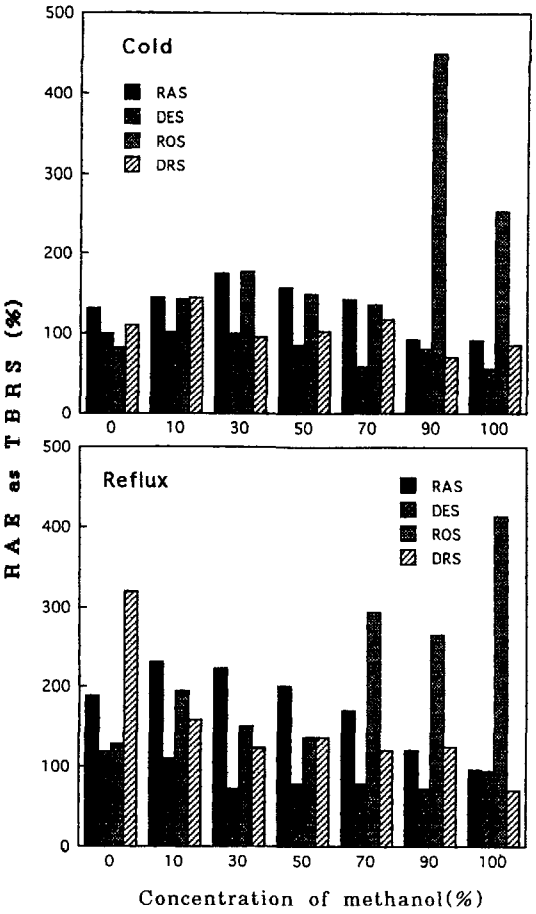

Fig. 4. Relative antioxidative effectiveness (RAE) as TBRS of soybean extracts by mixture of methanol and water.

다. 메탄올-물 혼합용매 추출물의 경우, 상온 추출물은 볶은 대두 추출물(ROS)을 제외하면 중간 농도인 30, 50%에서 약간 높은 항산화력을 나타냈고, 환류 추출시에는 메탄올 농도가 높아지면서 항산화력이 오히려 감소하였으나 볶은대두 추출물(ROS)만은 70, 90, 100% 농도에서 상대적 항산화 효과값(RAS)이 270~420 사이의 가장 큰 항산화 효과를 보여주었다.

대두유의 산화와 난황레시틴리포좀의 산화시 각 추출물들의 항산화 효과가 동일한 경향을 보이지 않는것은 산화기작이 서로 다르기 때문에 참여하는 항산화성 물질들의 빈도차이에 기인된 것으로 사료된다. 그러나 두 경우 모두 대두를 볶을 경우 항산화 효과가 높아진 것은 마이얄형 갈색화 반응 생성물의 항산화성이 추가적으로 작용한데 기인된 것으로 생각되었다[14].

IV. 요약 및 제언

본 연구는 대두로부터 항산화성 물질의 효과적인 추출 방법을 모색하고자 수행되었다. 대두로부터 에탄올, 메탄올과 이들의 물과의 혼합용매로써 30°C에서 상온 추출 및 85°C에서 환류 추출을 행하여 추출된 각 추출물의 항산화효과를 대두유 산화시 과산화물가와 난황레시틴리포좀 산화시 형성된 TBARS를 측정하여 비교하였다. 추출물을 대두유에 첨가시켜 항산화 효과를 관찰한 경우 날 대두 추출물(RAS)이 탈지 대두 추출물(DES)보다 항산화 효과가 뛰어 나며, 볶은 과정을 거친 대두군에서는 탈지 대두 추출물(DES)이 항산화 효과가 높았다. 상온 추출물보다는 환류 추출물의 항산화효과가 높았으며, 이러한 경향은 대두유 산화뿐만 아니라 난황레시틴 현탁액의 과산화 반응에서도 역시 동일하였다. 여러가지 용매에 의한 추출물중에서 가장 큰 항산화 효과를 나타낸 것은 볶은 대두(ROS) 및 탈지 볶은 대두(DRS)의 메탄올 추출물이었으며, 메탄올 추출물은 전반적으로 항산화 효과가 높은 것으로 나타나 항산화 성분의 추출에 가장 좋은 용매로 생각되었으며, 난황레시틴리포좀의 과산화 억제 정도는 볶은 대두의 메탄올 추출물이 가장 효과적이었다. 결론적으로 대두로부터 항산화제를 추출해내는 방법으로는 전처리로 대두를 볶아주고 50~100% 메탄올용매로 추출하는 것이 바람직한 방법이고, 식용유생산 부산물인 탈지 대두박도 좋은 원료임을 확인할 수 있었다.

감사의 말

본 연구는 1992년도 산학협동재단과 두미상사의 연구비 지원에 의하여 이루어진 연구의 일부이므로 이 자리를 빌어 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Shahidi, F. and Wanasundara, P.: Phenolic antioxidants. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, **32**: 67 (1992).
2. Brannen, A.L.: Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy toluen and butylated hydroxy anisole, *J. Amer. Oil Chem. Soc.* **52**: 59 (1975).
3. 이기영: 탈지들깨박에서 분리한 페놀화합물의 항산화 효과, 한국식품과학회지. **25**: 9 (1993).
4. Yu, B.P.: Cellular defences against damage from reactive oxygene species, *Physiological Reviews*, **74**: 139 (1994).
5. Das, N.: Antioxidants for health and disease prevention, *J. Optimal Nutrition* **2**: 217 (1993).
6. Ho, C., T., Lee, C.Y. and Huang, M.T.: Phenolic compounds in food and their effects on health, ASC, 1991.
7. Snyder, H.E. and Kwon, T.W.: Soybean utilization, AVI, 130-142, 1987.
8. Hayes, R.E., Bookwalter, G.N. and Bagley, E.B.: Antioxidant activity of soybean flours and derivatives-A review. *J. Food Sci.*, **42**: 1527 (1977).
9. Naim, M.B., Gestetner, B., Zilkah, S. Birk, Y. and Bondi, A.: Soybean isoflavones. Characterization, determination and antifungal activity. *J. Agr. Food Chem.*, **22**: 806 (1974).
10. Sangor, M.R. and Pratt, D.E.: Lipid oxidation and fatty acid changes in beef combined with vegetables and textured vegetable protein. *J. Am. Diet. Assoc.*, **64**: 268 (1974).
11. 김지영, 맹영선, 이기영: 다양한 용매를 이용한 대두 추출물의 항산화효과, 한국식품과학회지 **27**: 635 (1995).
12. A.O.C.S.(American oil chemist society): AOCS Official and tentative method, 3rd ed. Method Cd 8-53, *Am. Oil Chem. Soc.*, Chicago, 1982.
13. Fukuzawa, K., Chida, H., Tokomura, A. and Tsukatani, H.: Antioxidant effect of alpha-tocopherol incorporation into lecithin liposomes on ascorbic acid-iron(2+)-induced lipid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.*, **206**: 173 (1981).
14. 원종태, 김동훈: 마이얄형 갈색화반응 혼합물로부터 추출된 다양한 용매추출물들의 항산화 효과, 한국식품과학회지 **12**: 235 (1980).

(1996년 9월 20일 접수)