

## 용매별 정향 추출물의 항산화효과

동 석<sup>1</sup> · 정승현<sup>2</sup> · 문주수<sup>1</sup> · 이성갑<sup>1</sup> · 손종연<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>국립환경대학교 식품생물공학과 식품생물산업연구소

<sup>2</sup>오뚜기중앙연구소

## Antioxidant Activities of Clove by Extraction Solvent

Suk Dong<sup>1</sup>, Seung-Hyeon Jung<sup>2</sup>, Joo-Soo Moon<sup>1</sup>, Seong-Kap Rhee<sup>1</sup> and Jong-Youn Son<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>Institute of Food Industry and Biotechnology, Department of Food and Biotechnology

Hankyong National University, Gyeonggi 456-749, Korea

<sup>2</sup>Ottogi Research Center, Gyeonggi 431-070, Korea

### Abstract

This study was investigated on antioxidant activities of water, methanol and ether extracts of clove. The extraction yields of water, methanol and ether extracts were 34.7, 21.4 and 17.0%, respectively. Total phenolic contents of water, methanol and ether extracts were 23.1, 55.7 and 34.9%, respectively. Eugenol contents were 6.1 and 8.1% in methanol and ether extracts, but it was not detected in water extract. Electron donating abilities of water, methanol and ether extract were 36.1, 30.9 and 29.7%, respectively. In linoleic acid system, the ether extract showed more high antioxidant activity than water and methanol extracts. The antioxidant activity of ether extract was almost equal that of  $\alpha$ -tocopherol, but weaker than that of BHT. In linoleic acid emulsion system, the water extract showed higher or stronger antioxidant activity than methanol and ether extracts. Antioxidant activities in linoleic acid emulsion substrates were in order of BHT > water extract > methanol extract > ether extract >  $\alpha$ -tocopherol.

**Key words:** antioxidant activity, clove, extraction solvent

### 서 론

향신료는 식품에 향기부여, 냄새제거, 식욕증진, 치약효과를 주목적으로 하여 이용되고 있지만 이외에 방부작용 특히, 항산화작용이 있어 옛날부터 각종 유지식품에 널리 이용되어 왔다. 향신료는 분말, 용매로 추출한 oleoresin, 수증기증류로 얻어진 정유 등 여러 형태로 이용되고 있으며, 이들의 항산화작용은 추출 용매조건이나 저장조건에 따라 현저한 차이를 나타내기도 한다(1). 마늘과 양파 치즈액은 첨가농도에 따라 다르지만 분명한 항산화효과를 나타내어 수용성 플라보노이드, 페놀성 화합물, 방향족 아민 등에 의한 효과로 추정되고 있다(2-5). 또한 수용성 성분이외에 정향(clove)의 주요 항산화 성분으로 알려진 정유성분인 eugenol, 타임(thyme)의 thymol, carvarol 등의 효과가 보고되어 있다(6). Chipault 등(7)에 의하면 향신료는 분말상태, 석유에테르 추출물 또는 에탄올 추출물의 항산화효과가 다르고, 분말에서 oleoresin형태로 첨가하면 효과가 약해지는 경우도 있다고 보고하였다.

향신료의 일종인 정향은 서구문화의 급속한 유입으로 인

한 식생활의 변화로 그 사용이 계속 증가하고 있는 추세이며, 항산화 작용 이외에 다양한 기능성으로 식품, 약품, 방부제 등에 쓰이거나, 발작증을 비롯하여 치과에서 진통제 등으로 사용되고 있다(8,9). Lee와 Yoon(10)은 clove, nutmeg, rosemary, sage의 비휘발성 및 휘발성 정유성분의 항산화효과를 조사한 결과, 휘발성성분에서는 항산화효과가 없으며, 비휘발성성분을 0.1% 첨가했을 때 현저한 항산화효과가 나타났다고 보고하였다. Ahn 등(11)은 18종의 향신료를 각각 메탄올, 에틸아세테이트 및 헥산으로 추출하여 그 항산화효과를 조사한 결과, clove와 nutmeg의 항산화 효과가 그다지 없음을 보고하였다.

이와 같이 정향의 항산화 효과는 추출방법, 추출조건, O/W 형 에멀젼 기질 등의 저장조건에 따라 다소 다른 결과를 보이고 있기 때문에 이에 대한 체계적인 연구와 유효성분의 검증이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 추출용매(물, 메탄올 및 에테르)에 따른 정향추출물의 항산화효과를 리놀레인산기질 및 리놀레인산 에멀젼기질에서 각각 비교, 조사하고자 하였다.

\*Corresponding author. E-mail: nawin98@chol.com  
Phone: 82-31-670-5155, Fax: 82-31-677-0990

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 정향은 인도네시아산으로 (주)오뚜기 중앙연구소(안양, 한국)로부터 제공받아 사용하였고, 정향건조물(수분함량 13.7%)을 약 20~30 mesh로 분쇄(IKA M20, IKA, Germany)하여 정향 추출물 제조에 사용하였다.

### 시료의 제조 및 수율측정

조분쇄된 정향분말 150 g을 정확히 치량하여 추출용기에 옮겨 450 mL의 물, 메탄올 및 에테르를 각각 첨가한 후 3시간 동안 물 99±1°C, 메탄올 70±2°C, 에테르 60±2°C에서 환류냉각하에서 추출한 후 여과(Whatman No. 2, Maidstone, England)하여 남은 잔사에 다시 2배의 용매를 가하여 위와 동일한 방법으로 추출하였다. 이 추출물을 40°C에서 감압농축하여 용매가 완전히 제거된 상태에서 중량법으로 추출율을 측정하였다. 추출율은 추출전의 정향 건조물의 무게에 대한 추출물의 무게백분율로 계산하였으며 냉동 보관(-40°C)하여 시료로 사용하였다.

### 총페놀 함량

총페놀 함량은 Folin-Dennis법(12)에 의하여 분석하였다. 즉, 캡투브에 증류수 7 mL씩 넣고 DMSO(dimethylsulfoxide)에 녹인 시료를 1 mL 넣은 후 Folin-Dennis 시약을 0.5 mL를 첨가 후 정확히 3분 후에 sodium carbonate anhydrous 포화용액 1 mL를 넣는다. 그리고 증류수 0.5 mL를 넣은 후 UV/Visible spectrophotometer(Beckman DU-65, USA) 725 nm에서 흡광도를 측정하여 표준용액과 비교하여 총페놀 함량을 구하였다. 표준용액으로는 tannic acid(Sigma Co., USA)를 사용하였다.

### HPLC를 이용한 eugenol 분석

물, 메탄올 및 에테르로 추출한 정향의 정유성분인 eugenol의 HPLC(Younglin M 720, Younglin, Korea) 분석은 Myint 등(13)에 의한 방법에 따라 분석하였으며 사용한 HPLC의 분석조건은 Table 1과 같았다. Eugenol(Sigma Co., USA) 표준물질 50 μL를 메탄올 10 mL에 녹여 10, 20, 40배 회석하고 추출물 50 mg을 각각 10 mL의 메탄올에 녹여 2배 회석하여 0.2 μm membrane filter(Millipore, France)로 여과 후 시료로 사용하였다.

### 리놀레인산 기질에서의 항산화효과 측정

정향의 물, 메탄올 및 에테르추출물을 linoleic acid(Sigma

Co., USA)에 200 ppm의 농도로 각각 첨가하였다. 또한 기존 항산화제 중  $\alpha$ -tccopherol(Aldrich chemical Co., USA) 및 BHT(Sigma Co., USA)도 위와 동일한 방법을 사용하여 비교, 조사하였다. 이와 같이 각각의 정향 추출물 및 항산화제가 200 ppm 농도로 첨가된 linoleic acid를 100 mL 비이커에 50 g씩 분취하여 40°C로 유지되는 항온기에 저장하면서 일정 저장기간별로 과산화물가(14)를 측정하였다. 즉 일정량의 시료를 chloroform/acetic acid 용액(20 : 30%, v/v) 30 mL에 녹인 후 KI(potassium iodide)를 가하여  $I_2$ 를 유리시켜  $I_2$ 의 농도를 알고 있는 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 표준 용액으로 적정한 후 과산화물가의 양을 다음 식에 의하여 산출하였다. 저장 중 과산화물가의 변화에 따른 유도기간 설정은 과산화물가가 50 meq/kg oil에 도달하는데 걸리는 시간(일)으로 하였다.

$$\text{POV (meq/kg oil)} = \frac{(A - B) \times F \times N}{S} \times 100$$

A: 본 실험의 0.01 N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 표준 용액의 소비량 적정치 (mL)

B: 바탕 실험의 0.01 N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 표준 용액의 소비량 적정치 (mL)

F: 0.01 N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 표준 용액의 농도 계수

S: 시료 체취량 (g)

N: Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 표준 용액의 규정 농도

### 리놀레인산 에멀젼 기질에서의 항산화효과 측정

리놀레인산 에멀젼을 제조하는 방법은 리놀레인산 1.3 mL를 99.5% ethanol 100 mL에 용해시킨 후 10 mL씩 conical tube에 넣고 정향 추출물 및 항산화제를 200 ppm 농도가 되도록 첨가하였다. 그리고 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0)를 10 mL 첨가한 뒤 증류수 4.5 mL 넣은 후 40±1°C 항온기에 저장하면서 하루 간격으로 항산화효과를 측정하였다. 항산화 효과는 thiocyanate method(15)를 사용하여 측정하였다. 즉 75% ethanol 4.7 mL에 각 시료 0.1 mL와 30% ammonium thiocyanate 0.1 mL를 넣고, 정확히 3분 후 20 mM iron(II) chloride(in 3.5% HCl) 0.1 mL를 넣어 500 nM에서 UV/Visible spectrophotometer로 흡광도를 측정하여 각 시료의 과산화물 함량의 지표로 삼았다.

### 수소공여능(hydrogen donating ability, HDA)의 측정

정향 추출물의 수소공여능은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)의 환원성을 이용하여 516 nm에서 UV/Visible spectrophotometer로 측정하였다(16). 즉, 정향 추출물 0.15 mL와 0.035% DPPH용액( $6.25 \times 10^{-5}$  M) 3 mL을 시험관에서 5초동안 vortex mixer로 혼합한 후 30분 후의 대조구에 대한 흡광도의 감소비율로서 수소공여능을 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 용매별 추출수율

제조된 정향 추출물의 물, 메탄올 및 에테르 추출수율은

Table 1. HPLC analytical condition

Requester	Condition
Instrument	Younglin M 720
Column	3.9×300 mm $\mu$ Bondapak C <sub>18</sub>
Mobile phase	Methanol : Water = 80 : 20
Injection volume	10 $\mu$ L
Flow rate	0.7 mL/min
Detector	UV 210 nm

각각 34.7%, 21.4% 및 17.0%로 물추출물이 가장 높은 추출수율을 보였으며, 메탄올 및 에테르 추출물보다 각각 1.6배 및 2.1배 높은 것으로 나타났다. 용매에 따른 카레 향신료 추출물의 항산화 효과와 혼합효과를 연구한 Ahn 등(11)은 정향을 메탄올, 에틸아세테이트 및 헥산으로 추출하였을 때 각각의 추출수율은 메탄올이 42.9%, 에틸아세테이트 22.6%, 헥산 17.0%로 추출용매에 따라 수율의 차이가 있고 극성이 높아 질수록 수율이 증가하였다고 보고하여 본 연구 결과와 비슷한 경향을 나타냈다. 추출용매의 극성이 높아질수록 용출되는 가용성 고형분의 양이 증가하는 것은 식물체에 널리 존재하는 수용성 폴리페놀 화합물이외에 방향족 아민류 등의 수용성 물질들이 비극성 용매보다 용이하게 용출되기 때문인 것으로 생각된다. 한편 본 실험에서의 메탄올추출수율(21.4%)은 Ahn 등(11)의 결과(추출수율 42.9%)보다 낮은 것으로 나타났는데 이는 본 실험에서 사용한 추출온도( $70^{\circ}\text{C}$ ), 추출용매의 첨가량 등의 실험조건 차이에 의한 것으로 사료된다.

**정향 추출물의 총페놀, eugenol 함량 및 수소공여능**  
물, 메탄올 및 에테르 추출물의 총페놀함량을 측정한 결과(Table 2), 각각 23.1%, 42.8% 및 34.9%(W/W)로 모든 추출물에 페놀성 화합물이 존재하고 있으며, 이들 페놀성 화합물은 메탄올추출물에서 가장 많은 함량을 보였다. 한편 eugenol 함량은 메탄올과 에테르 추출물에서 각각 6.1% 및 8.1%로 에테르추출물에서 가장 높은 함량을 보였다. 그러나 물추출물에서는 eugenol이 확인되지 않았다.

일반적으로 하나 이상의 수산기로 치환된 방향족 환을 가지고 있는 식물성분을 페놀(phenol)성 물질이라고 하는데 보통 phenol성 물질은 에테르결합에 의하여 당(糖)이나 단백질과 결합하여 배당체로서 존재하는 경우가 많아 극성용매에 잘 녹는다(17). 본 실험의 결과에서 정향의 총페놀 함량은 페놀성 물질의 일반적인 특징과 본 연구의 추출수율을 고려해 볼 때, 총페놀의 함량은 물 추출물에서 가장 높게 나타나리라는 예상과는 달리 물에 비해 비극성용매인 메탄올이나 에테르에서 높은 함량을 보였다. 이와 같은 이유는 정향의 주 항산화 물질로 알려진 eugenol이 phenylpropene의 일종으로 정향유 중에 대부분 함유되어 있어(6) 극성 용매인 물보다는 비극성 용매인 에테르나 메탄올에 용이하게 용출되었을 것으로 사료된다. 하지만 정향에는 eugenol외에 극성용매에 용출되는 페놀성 물질도 존재하는 것으로 나타나 에테르보다는 극성쪽에 가까운 메탄올에서 총페놀 함량이

Table 2. Total phenolic and eugenol contents and electron donating ability of clove extracts

	Total phenol content (%)	Eugenol content (%)	Electron donating ability (%)
Water extract	23.1	- <sup>1)</sup>	36.1
Methanol extract	42.8	6.1	30.9
Ether extract	34.9	8.1	29.7

<sup>1)</sup>Not detected.

높게 나타난 것으로 생각되었다.

또한 DPPH의 라디칼 소거능을 측정한 결과, 물, 메탄올 및 에테르 추출물이 각각 36.1, 30.9 및 29.7%로 총페놀 함량이 가장 낮은 물추출물에서 라디칼소거능의 활성이 강한 것으로 나타나 총페놀 함량과 DPPH 소거능, 즉 라디칼 소거능과의 상관관계를 보이지 않았다.

#### 리놀레인산 기질에서의 항산화효과

정향의 물, 메탄올 및 에테르 추출물을 각각 첨가한 리놀레인산 기질의 과산화물이 변화를 측정한 결과(Fig. 1), 저장 6일째 68.5 meq/kg oil, 65.5 meq/kg oil 및 56.8 meq/kg oil로 모든 추출물에서 대조구 86.1 meq/kg oil보다 낮게 나타나 정향 추출물 모두에서 항산화 효과가 확인되었으며, 그 효과는 에테르 추출물에서 가장 강한 것으로 나타났다.

Byun 등(18)은 80% 메탄올, 헥산, 물로 추출한 생강추출물의 항산화효과를 비교한 결과, 모든 추출물에서 그 효과가 확인되었으며 물 추출물에서 가장 강하였다고 보고하였다. 본 실험에서도 추출용매에 따라 그 항산화효과도 달라짐을 알 수 있었다. 저장 중 과산화물가가 50 meq/kg oil에 도달하는데 걸리는 시간(일)으로 설정한 유도기간을 계산한 결과(Fig. 2), 대조구, 물, 메탄올 및 에테르추출물 첨가구의 유도기간은 각각 4.23일, 4.84일, 5.09일 및 5.56일로, 대조구에 비해 물추출물은 1.14배, 메탄올추출물은 1.20배, 에테르 추출물은 1.31배의 유도기간 연장효과를 보였다. 이는 정향 추출물에 함유된 대표적인 항산화성분은 주로 정유성분에 기인되며, 이외에 eugenol, chavicol,  $\beta$ -caryophyllene, kaempferol, quercetin의 7번 위치가 메틸화된 rhamnetin등의 flavonoid류와 eugenin, 1-desgalloyleugenin 등의 tannin류가 알려져 있다(19).

한편 시판 항산화제인 BHT와  $\alpha$ -tocopherol을 각각 첨가한 linoleic acid의 과산화물가(Fig. 3)는 저장 6일째 50.7 meq/kg oil 및 63.9 meq/kg oil로 나타났으며, 이들 BHT 및  $\alpha$ -tocopherol의 유도기간은 각각 5.95일 및 5.43일로 각각

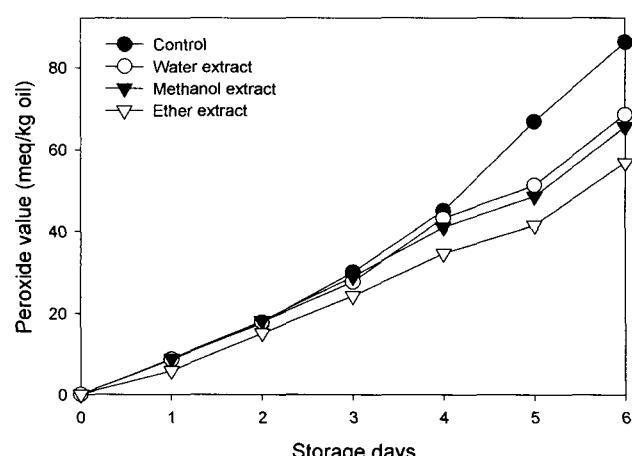


Fig. 1. Change of peroxide values of the linoleic acid substrate containing clove extract at  $40^{\circ}\text{C}$ .

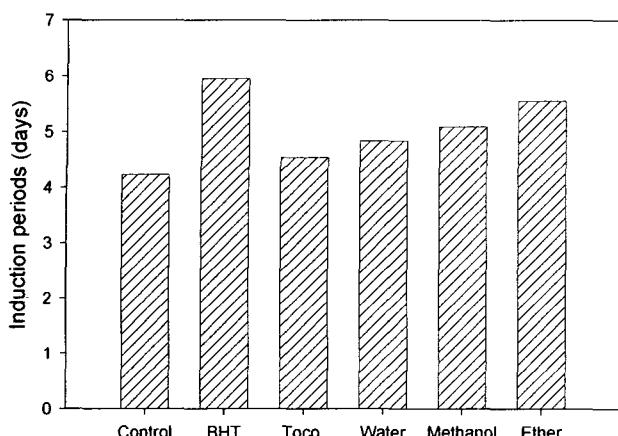


Fig. 2. Induction periods of linoleic acid substrate containing clove extract.

Toco:  $\alpha$ -tocopherol, Water: clove water extract, Methanol: clove methanol extract, Ether: clove ether extract.

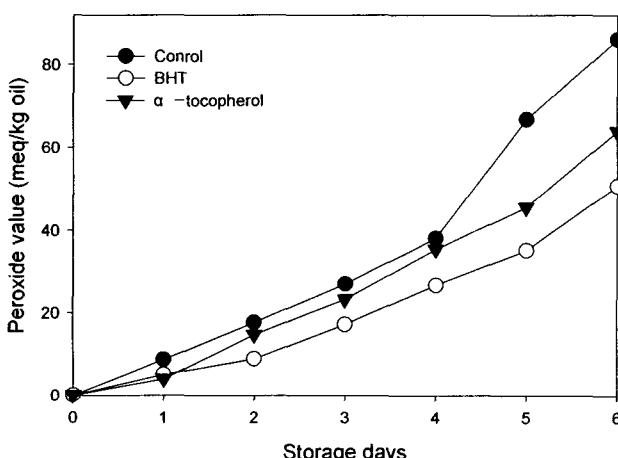


Fig. 3. Change of peroxide values of the linoleic acid substrate containing BHT and  $\alpha$ -tocopherol at 40°C.

1.41배 및 1.28배 연장효과를 보였다. 이들 결과에서 에테르 추출물은  $\alpha$ -tocopherol보다 항산화효과가 우수하였으나 BHT보다는 약한 것으로 확인되었다. 그러나 메탄올 추출물이나 물추출물은  $\alpha$ -tocopherol보다 낮은 효과를 보였다.

#### 리놀레인산 에멀젼기질에서의 항산화효과

물, 메탄올 및 에테르 추출물을 첨가한 리놀레인산 에멀젼 기질에서의 항산화효과를 측정한 결과(Fig. 4), 저장 9일째 대조구, 물, 메탄올 및 에테르 추출물은 1.165, 0.153, 0.167 및 0.181로 나타나 추출용매에 관계없이 모든 추출물에서 항산화효과를 보였다. 정향의 주요 항산화물질은 eugenol로 알려지고 있으나 본 실험에서 나타난 리놀레인산 에멀젼기질에서는 eugenol이 검출되지 않은 물추출물에서 가장 강한 항산화효과가 큰 것으로 나타나 에테르추출물이 가장 강한 항산화효과를 나타낸 리놀레인산 기질에서의 결과와 다르게 나타났다.

한편 BHT와  $\alpha$ -tocopherol을 첨가한 경우(Fig. 5), 저장 8일째 0.131 및 0.339로 나타났다. 모든 추출물의 항산화효과

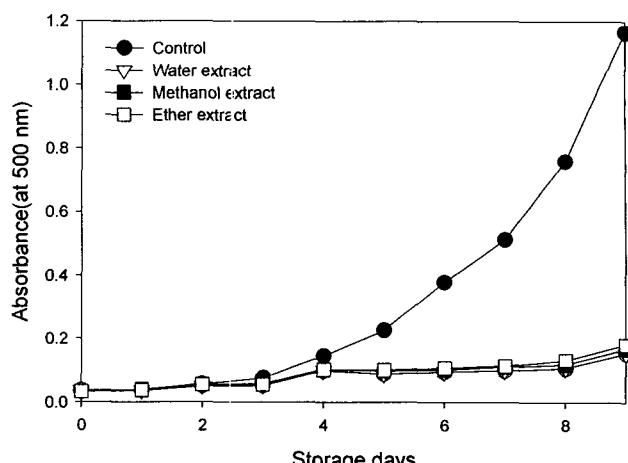


Fig. 4. Change of the peroxide content of the linoleic acid emulsion substrates containing clove extract at 40°C.

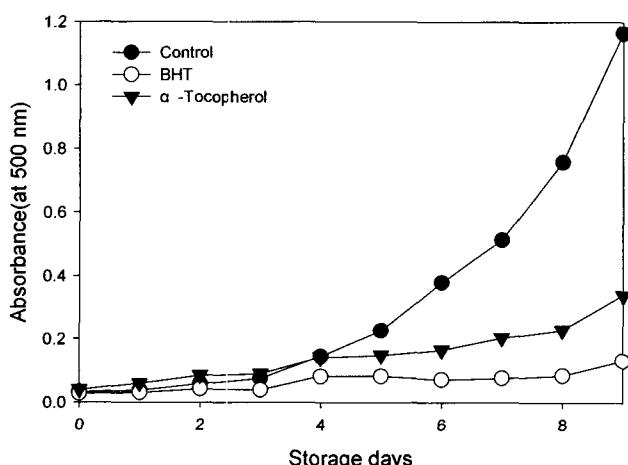


Fig. 5. Change of the peroxide content of the linoleic acid emulsion substrates containing BHT and  $\alpha$ -tocopherol at 40°C.

는  $\alpha$ -tocopherol보다 강하였으며, BHT보다는 약한 효과를 보였다. Chung 등(20)은 정향의 열수추출물의 항산화효과를 리놀레인산 에멀젼기질에 대하여 측정한 결과,  $\alpha$ -tocopherol보다는 강하고 BHT보다는 약하다고 보고하여 본 실험과 비슷한 결과를 나타냈다. Palitzch 등(21)은 라드를 이용한 항산화효과 실험 결과, rosemary > sage > nutmeg > white pepper > marjoram의 순으로 rosemary와 sage의 강한 항산화효과를 보였다고 보고하였다. 한편 Bishov 등(22)은 Oil-in-water-emulsion system에서 항산화효과를 측정한 결과, clove > allspice > cinnamon > nutmeg > ginger의 순으로 clove가 sage보다 강한 항산화효과를 나타내었다고 하여 기질에 따라 그 항산화효과가 달라짐을 알 수 있다.

본 실험에서도 정향추출물들의 항산화효과는 리놀레인산 기질에서는 에테르추출물이, 리놀레인산 에멀젼 기질에서는 물추출물이 우수한 것으로 나타나 기질에 따른 차이를 보였으며, 이는 기질에 대한 항산화물질의 용해도에 기인되는 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 정향추출물(물, 메탄올 및 에테르)의 항산화효과를 리놀레인산 기질 및 리놀레인산 에멀젼기질에서 비교, 검토하였다. 물, 메탄올 및 에테르용매에 따른 정향의 총페놀 함량은 23.1, 42.8, 34.9%로 메탄올 > 에테르 > 물 추출물 순이었다. Eugenol 함량은 메탄올 추출물의 경우 6.1%이었고 에테르 추출물 8.1%이었으며 물 추출물에서는 검출되지 않았다. 정향 추출물의 DPPH 소거효과는 물 추출물 경우 36.1%, 메탄올 추출물의 경우 30.9%, 에테르 추출물의 경우 29.7%로 나타났다. 리놀레인산 기질에서의 항산화효과는 BHT > 에테르 추출물 >  $\alpha$ -tocopherol > 메탄올 추출물 > 물 추출물의 순이었다. 리놀레인산 에멀젼 시스템에서의 항산화 효과는 BHT > 물 추출물 > 메탄올 추출물 > 에테르 추출물 >  $\alpha$ -tocopherol의 순이었다.

## 감사의 글

본 연구는 2003년도 오뚜기 장학재단의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과로서 이에 감사드립니다.

## 문 헌

- Vinson JA, Hontz BA. 1995. Phenol antioxidant index: comparative antioxidant effectiveness of red and white wines. *J Agric Food Chem* 43: 401-403.
- Abu-Amsha R, Croft KD, Puddey IB, Beilin LJ. 1996. Phenolic content of various beverages determines the extent of inhibition of human serum and low-density lipoprotein oxidation *in vitro*, identification and mechanism of action of some cinnamic acid derivatives from red wine. *Clin Sci* 91: 49-58.
- Gardner PT, Mcphail DB, Grozier A, Duthie GG. 1999. Electron spin resonance (ESR) spectroscopic assessment of the contribution of quercetin and other flavonols to the antioxidant capacity of red wines. *J Sci Food Agric* 79: 1011-1014.
- Heinonen IM, Lehtonen PJ, Hopia AI. 1998. Antioxidant activity of berry and fruit wines and liquors. *J Agric Food Chem* 46: 25-31.
- Galli C, Visioli F. 1999. Antioxidant and other activities of phenolics in olives/olive oil, typical components of the Mediterranean diet. *Lipids* 34: 23-26.
- Kramer SE. 1985. Antioxidants in clove. *J Am Oil Sci* 62:

111-113.

- Chipault JR, Mizuno GR, Hawkins JM, Lundberg WO. 1952. The antioxidant properties of natural spices. *Food Res* 17: 46-55.
- Kim YS, Kim MN, Kim JO, Lee JH. 1994. The effect of hot water extract and flavor compounds of mugwort on microbial growth. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 994-1000.
- Han JS, Shin DH. 1994. Antimicrobial effect of each solvent fraction of morus alba linne, sopora flavescens alton on *Listeria monocytogenes*. *Korean J Food Sci Technol* 26: 539-544.
- Lee YC, Yoon JH. 1993. Antioxidative effects of volatile oil and oleoresin extracted from rosemary, sage, clove and nutmeg. *Korean J Food Sci Technol* 25: 351-354.
- Ahn CK, Lee YC, Yeom CA. 2000. Antioxidant and mixture effects of curry spices extracts obtained by solvent extraction. *Korean J Food Sci Technol* 32: 491-499.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. p 703.
- Myint S, Ramli W, Daud W, Mohamad AB, Amir A, Kadhum H. 1995. Separation and identification of eugenol in ethanol extract of cloves by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *JAOCs* 72: 10-14.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. Cd 8-35.
- JOCS. 1984. Standard methods for the analysis of fats, oils and related materials. *Japan Oil Chemists' Society* 2.4. p 12-71.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1199-1200.
- Woo WS. 1995. Phenolic compound. In *Natural product chemistry method*. 2nd ed. Seoul National University, Seoul, Korea. p 61-157.
- Byun HS, Kim SB, Park YH. 1986. Antioxidative effect of ginger extracts on fish oil. *Bull Korean Fish Soc* 19: 327-332.
- Jung KH, Lee EB. 1992. Studies on the effect of the extract of eugenia flos on gastritis and gastric lesion. *Kor J Food Hygiene* 7: 83-89.
- Chung MS, Jung SH, Lee JS, Park JL. 2003. Physiological activities of commercial instant curry powders and individual apices. *Korean J Food Technol* 35: 125-131.
- Palitzsch A, Schulte H, Metzl F, Baas H. 1969. Effect of natural spices, spice extracts essential oils extraction residues, and synthetic antioxidants on the decomposition of pork fat and model lipids I. Effect of natural spices and spice extracts on pork fat. *Fleischwirtschaft* 49: 1349-1354.
- Bishov SJ, Masuoka Y, Kapsalis JG. 1977. Antioxidant effect of spices, herbs and protein hydrolyzates in freeze-dried model system: synergistic action with synthetic phenolic antioxidant. *J Food Process Preserv* 1: 153-166.

(2003년 11월 2일 접수; 2004년 3월 19일 채택)