

## 육두구의 생리활성에 관한 연구

손종연\* · 복진홍<sup>1</sup> · 竹田保之<sup>2</sup> · 安藤功<sup>1,2</sup>

한경대학교 식품생물공학과 · 식품생물산업연구소, 신라명과<sup>1</sup>  
낙농학원대학 식품과학과<sup>2</sup>

### Functional Properties of Nutmeg

Jong-Youn Son\*, Bok-Jin Heung<sup>1</sup>, Yasutuki Takeda<sup>2</sup>, Kouichi Ando<sup>2</sup>

Department of Food and Biotechnology & Institute of Food Industry and Biotechnology, Hankyong National University,  
<sup>1</sup>Shilla Myunggua, <sup>2</sup>Department of Food Science, Rakuno Gakuen University, Japan

#### Abstract

This study investigated the antioxidative and antimicrobial activities of nutmeg (water, ethanol extract and essential oil). The total phenol contents of water, ethanol extract and essential oil were 3.4%, 16.9% and 3.2%, respectively. Hydrogen donating abilities of water, ethanol extract and essential oil at 1,000 ppm were 4.9%, 41.8% and 6.8%, respectively. The antioxidative activities in linoleic acid substrates were in the order of BHT > ethanol extract >  $\alpha$ -tocopherol > essential oil > water extract.

The antioxidative activities in linoleic acid emulsion substrates were in the order of BHT > water extract > essential oil > ethanol extract >  $\alpha$ -tocopherol. In antimicrobial activity, ethanol extract showed growth inhibition effect against *Micrococcus luteus*, *Bacillus cereus* and *Salmonella enteritidis*, and the essential oil showed growth inhibition effect against *Micrococcus luteus*. However, no antimicrobial activity of water extract was observed. The nitrite-scavenging abilities of water, ethanol extract and essential oil at 1,000 ppm were 4.5%, 28.8% and 98.8%, respectively, and the ACE inhibitory activities were 0.2%, 11.0% and 10.0%, respectively.

Key words : nutmeg, antioxidant activity, antimicrobial activity, nitrite-scavenging ability, ACE inhibitory activity

#### 1. 서 론

육두구(nutmeg)는 육두구과의 상록활엽교목의 종자를 건조시킨 방향족 향신료로 카레를 비롯하여 애플파이, 크림류 등 다양하게 이용되고, 특히 육류 요리나 스투(stew), 이태리 요리의 대표적인 소스인 베샤멜라 소스에 꼭 필요한 향신료 중의 하나이다. 또한 육두구

는 식욕증진, 소화촉진, 설사치료 등의 약리작용 이외에 항균 및 항산화작용이 있는 것으로 알려져 있다 (Beuchat LR와 Golden DA 1989, Zaika LL 1988, Del Campo J 등 2000, Curvelier ME 등 1996).

일반적으로 향신료는 분말상태, 수증기증류로 얻어지는 정유(essential oil) 또는 용매로 추출한 oleoresin의 형태로 이용되고 있으며, 이들 이용형태에 따라 항산화효과 등의 생리활성이 각각 다르게 나타난다(Vinson JA와 Hontz BA 1995). 정유는 방향성 휘발성물질로서 수증기증류나 저극성 용매에 의한 추출로 분리되며, 식품, 의약, 향료 및 도료 등 여러 산업에서 주로 향기 성분으로 첨가되는 물질이다. Oreoresin은 대부분 비휘발성 물질로서 에탄올 등과 같은 용매에 의해 추출된다.

Corresponding author : Jong-Youn Son, Department of Food and Biotechnology & Institute of Food Industry and Biotechnology, Hankyong National University 67, Sukgung-dong, Ansung-si, Gyeonggi-do 456-749, Korea  
Tel : 82-31-670-5155  
Fax : 82-31-677-0990  
E-mail : nawin98@chol.com

향신료의 생리활성은 일반적으로 alcohol, aldehyde, ester, terpene 및 유기산 등의 화합물을 포함하는 정유 성분에 조성에 기인하는 것으로 알려져 있으나, 향신료의 종류, 추출방법 및 첨가기질에 따라 다소 다른 생리활성을 보이고 있다(Chaibi A 등 1997, Wan J 등 1998).

Chipault JR 등(1952)은 돈지에 향신료의 분말, 석유 에테르 추출물 또는 에탄올 추출물의 항산화효과가 다르고, 또한 분말에서 유효한 것이 정유추출물에서는 그 효과가 약해지는 향신료도 있다고 보고하였다. Cha WS 등(2006)은 각종의 육두구 추출물의 *Hericobacter pylori*에 대한 항균성을 측정한 결과, 물추출물에서는 항균효과가 보이지 않았으나 60% 에탄올추출물에서는 항균력을 보였다고 하였고, Chung CK 등(1990)은 향신료의 항균성을 조사한 결과, clove, cumin, nutmeg, oregano, rosemary 등의 정유성분이 좋은 항균효과를 나타내는 것으로 보고하였다. 또한 Ahn CK 등(2000)은 18종의 향신료를 각각 메탄올, 에틸아세테이트 및 헥산추출물을 미강유에 첨가하여 항산화효과를 조사한 결과, clove와 nutmeg의 항산화 효과가 그다지 없음을 보고하여 nutmeg의 생리활성은 추출방법이나 조건에 따라 다른 결과를 보이고 있어 이에 대한 체계적인 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 육두구(nutmeg)의 물추출물, 에탄올 추출물 및 수증기 증류로 얻어진 정유의 항산화효과, 항균성, 아질산염 소거능 및 ACE활성 등의 생리활성을 비교, 검토하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

본 실험에 사용된 육두구는 인도네시아에서 수입된 것으로 (주)오뚜기로부터 제공받아 사용하였고, 육두구는 40~50 mesh로 분쇄하여 육두구 추출물 제조에 사용하였다. 추출에 사용한 시약은 1급을 나머지 시약은 특급을 사용하였으며, 배지는 Difco사의 제품을 사용하였다.

### 2. 시료의 제조

육두구의 정유(Jang HJ 등 1989)는 Nickerson과 Liken이 고안한 SDE(simultaneous distillation extraction)

장치를 이용하여 dichloromethane으로 6시간 수증기 증류하여 분리하였으며, 물 및 에탄올 추출물은 분쇄된 육두구 분말 20 g에 10배의 물 및 에탄올을 각각 첨가한 후 환류 냉각장치를 이용하여 물은 99±1℃, 에탄올은 85±1℃에서 4시간동안 추출하였다. 각각의 추출물은 여과지(Whatman No. 2)로 여과하고 남은 잔사에 다시 용매를 가하여 위와 동일한 방법으로 추출하여 제조하였다. 이 추출물을 40℃에서 감압농축(Rotary evaporator N-1000, EYELA)하여 용매가 완전히 제거된 상태에서 증량법으로 추출률을 측정하였다. 추출률은 추출전의 육두구 건조물의 무게에 대한 추출물의 무게 백분율로 계산하였으며 냉동 보관(-40℃)하여 시료로 사용하였다.

### 3. 총페놀 함량 측정

육두구 추출물의 총페놀 함량은 Folin-Denis법(Folin O와 Denis W 1912)에 의해 행하였다. 즉, 100 ml 메스 플라스크에 75 ml의 증류수와 적당한 농도로 희석한 시료액 1 ml을 넣고 잘 혼합한 후, Folin-Denis 시약 5 ml와 탄산나트륨 포화용액 10 ml을 넣은 후 증류수로 100 ml 용량으로 채운 후, 이것으로 잘 혼합하여 실온에서 30분간 방치시킨 후 spectrophotometer(UV-1201, Shimadzu, Japan)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총페놀 함량은 표준물질 tannic acid(Sigma co., St. Louis, USA)를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 % tannic acid 당량으로 환산하였다.

### 4. 총 flavonoid 함량 측정

총 flavonoid 함량(Teresa-Satue M 등 1995)은 육두구 추출물을 일정량 취한 후 50% methanol용액 5 mL로 정용한 시료 용액 1 mL과 diethylene glycol 10 mL를 혼합하고 여기에 1 N-NaOH용액 1 mL 가하여 잘 혼합한 후 37℃에서 1시간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 naringin(Sigma co., St. Louis, USA)을 이용하여 작성하였다.

### 5. 수소공여능(hydrogen donating ability, HDA) 측정

육두구 추출물의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma Co., St. Louis, USA) radical에 대한 소거활성의 측정은 Blois방법(Blois MS 1958)을 사용하였다. 0.15

mM DPPH solution 4 mL과 시료 0.4 mL 혼합하여 실온에서 30분간 방치한 다음 520 nm에서 흡광도를 측정하여, DPPH radical 소거활성을 다음 식에 의하여 측정하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능(\%)} = (1 - \frac{SA}{CA}) \times 100$$

SA : Sample absorbance  
CA : Control absorbance

### 6. 리놀레산기질에서의 항산화효과

육두구 추출물을 소량의 메탄올에 녹인 후 리놀레산(Sigma Co. Ltd., U.S.A.)에 0.02% 농도로 첨가된 기질을 각각 100 mL의 비이커에 50 g씩 분취하여 40±1℃를 유지하는 항온기에 저장하면서 일정간격으로 과산화물가(AOCS Official Method Cd 8-53)를 3반복하여 측정하였다. 또한 기존 항산화제 중 α-tocopherol(Sigma Co., St. Louis, USA) 및 BHT(Sigma Co., St. Louis, USA)의 항산화효과도 위와 동일한 방법을 사용하여 비교, 조사하였다.

### 7. 리놀레산 에멀전기질에서의 항산화효과

리놀레산 에멀전 기질은 리놀레산 1.3 mL를 99.5% ethanol 100 mL에 용해시킨 후 10 mL씩 conical tube에 넣고 각각의 시료 농도가 50 ppm이 되도록 첨가하였다. 그 후 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0)를 10 mL 첨가한 뒤 증류수 4.5 mL 넣은 후 40±1℃ 항온기에 저장하면서 하루 간격으로 항산화 효과를 측정하였다(Fukuda Y 등 1996). 리놀레산 에멀전 기질에서의 항산화 효과는 thiocyanate method를 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 넣고 500 nm에서 UV/Vis spectrophotometer(TU-1800, U.S.A)로 흡광도를 측정하여 각 시료의 과산화물 함량의 지표로 삼았다.

### 8. 항균활성 측정

육두구 추출물의 항균효과 검색은 paper disc법(Kim MS 등 2000)으로 측정하였다. 각 시험균주를 해당 액체 배지에 24시간 전배양하였고, 평판배지의 조제는 각각의 생육배지로 멸균된 1.5% agar를 petridish에 20 mL씩 분주하여 응고시킨 후 각 시험균액을 0.1 mL씩

첨가하여 멸균된 유리봉으로 배지위에 고르게 퍼지도록 도포하여 사용하였다. 육두구 추출물은 에탄올에 일정농도로 주입한 paper disc(8 mm, Toyo Roshi Kaicha, Ltd. Japan)를 평판배지 위에 흡착시켜 멸균수 30 µL를 주입 후 37℃에서 24시간 배양하여 paper disc 주변의 inhibition clear zone의 직경(mm)을 측정하였다. 대조구는 육두구 추출물이 들어있지 않은 에탄올을 실험군과 동일한 방법으로 흡착시켜 측정하였다. 항균성 실험에 사용된 균주 및 배지는 Table 1과 같았다.

### 9. 아질산염 소거능 측정

아질산염 소거작용은 Gray와 Dugan의 방법(Gray JI 와 Dugan JLR 1975)에 의하여 측정하였다. 즉 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액 1 mL에 일정농도의 시료 1 mL를 가하고 0.1N HCl(pH 1.2)을 사용하여 반응용액의 pH를 1.2로 조정하여 다음 총량을 10 mL로 하였다. 이 용액을 37℃에서 1시간반응 시킨 후 각 반응액을 1 mL씩 취하여 2% 초산용액 5 mL, Griess 시약 0.4 mL 가하여 잘 혼합시킨 다음 실온에서 15분간 방치시킨 후 분광 광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염을 구하였다. 또한 아질산염 소거능이 있는 것으로 알려져 있는 ascorbic acid(Sigma Co., St. Louis, USA) 및 BHT 기존 항산화제 중 α-tocopherol 및 BHT의 아질산염의 소거능도 위와 동일한 방법을 사용하여 비교, 조사하였다

$$N(\%) = (1 - \frac{a - c}{b}) \times 100$$

N : 아질산염 소거율  
a : 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액에 시료를 첨가하여 1시간 방치시킨 후의 흡광도  
b : 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액의 흡광도  
c : 시료의 흡광도

### 10. ACE 저해효과

ACE 저해효과는 Chsuman와 Cheung의 방법(1971)에

Table 1. List of strains and media used for antimicrobial experiment.

Microorganisms tested	Media used	Temp (°C)
<i>Bacillus cereus</i>	KCCM 40935 Nutrient agar	30
<i>Escherichia coli</i>	KCCM 11234 Nutrient agar	37
<i>Salmonella enteritidis</i>	KCCM 12021 Nutrient agar	37
<i>Micrococcus luteus</i>	KCCM 11326 MRS	37

의하여 측정하였다. 즉, Angiotensin-I 전환효소(Sigma Co., St. Louis, USA)는 토끼의 허파에서 아세트 분말로 정제한 1 g에 400 mM sodium borate buffer(pH 8.3) 10.0 mL를 가한 다음 5℃에서 24시간 교반한 후 원심 분리(8,000×g, 30 min, Hitachi-CR21, Japan)하여 얻은 상등액을 ACE 조효소액으로 사용하였다. 시료 50 µL에 ACE 조효소액 50 µL 및 0.1 M sodium borate buffer(pH 8.3) 100 µL를 가한 다음 37℃에서 5분간 preincubation시켰다. 여기에 기질로써 0.5 mM His-His-Leu(2.14 mg/mL) 50 µL를 첨가하여 37℃에서 30분간 반응시킨 후 1N HCl 250 µL를 가하여 반응을 정지시켰다. 여기에 ethyl acetate 1.5 mL를 가하여 15초간 교반한 후 10,000×g에서 5분간 원심분리시켜 상등액 1.0 mL를 취하였다. 이 상등액을 완전히 건조시킨 뒤 증류수 3.0 mL를 가하여 용해한 다음 228 nm에서 흡광도를 측정하여 다음 계산식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{ACE inhibition (\%)} = \left(1 - \frac{S - SC}{C - CC}\right) \times 100$$

S : 시료의 흡광도    SC : 시료 대조구의 흡광도  
C : 대조구의 흡광도    CC : 대조구 대조구의 흡광도

### 11. 통계처리

실험결과는 SAS package(release 8.010를 이용하여 평균±표준편차로 표시하였고, 평균값의 통계적 유의성은 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다.

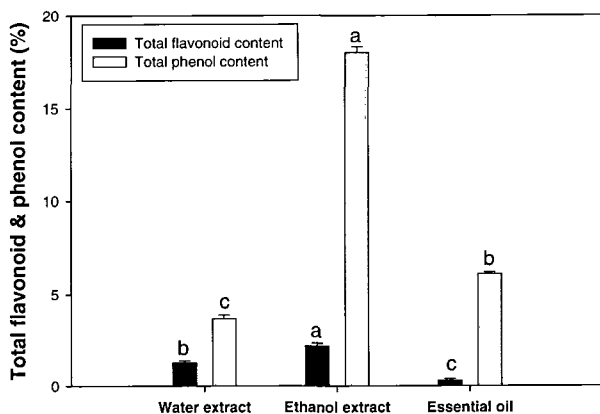


Fig. 1. Total flavonoid and phenol content of nutmeg extracts

<sup>a-c</sup>Means in the same column not sharing a common letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test

## III. 결과 및 고찰

### 1. 총페놀 및 총 flavonoid 함량

물추출물, 에탄올 추출물 및 정유의 총 페놀함량을 측정한 결과(Fig. 1), 물 추출물의 경우 3.7%, 에탄올 추출물의 경우 18.0%, 정유의 경우 6.1%이었다. 한편 총 flavonoid 함량(Fig. 1)은 물 추출물의 경우 1.3%, 에탄올 추출물의 경우 2.2%, 정유의 경우 0.3%이었다.

전체적으로 총페놀 및 총 flavonoid 함량은 모두 에탄올 추출물에서 가장 높은 것으로 나타났다. 또한 물 추출물, 에탄올추출물 및 정유의 추출수율은 각각 28.9%, 12.2% 및 13.0%으로 물추출물의 추출수율이 에탄올 추출물이나 정유보다 2배 이상 높게 나타났다.

### 2. 수소공여능(hydrogen donating ability, HDA)

수소공여능은 방향족 아민류에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는 정도를 나타내는 지표로 항산화능을 나타내는 척도가 된다고 알려져 있다.

육두구의 물추출물, 에탄올추출물 및 정유에 대한 수소공여능을 측정한 결과(Fig. 2), 각각 4.9%, 41.8% 및 8.2%로 에탄올 추출물에서 가장 높았으며, 물추출물의 경우 가장 낮았다. 이들 결과는 Fig. 1에 나타낸 총 페놀함량과 밀접한 상관관계를 나타내고 있어 이들의 수소공여능은 육두구 추출물 중에 함유되어 있는 페놀성 물질과 관련성이 있는 것으로 사료되었다.

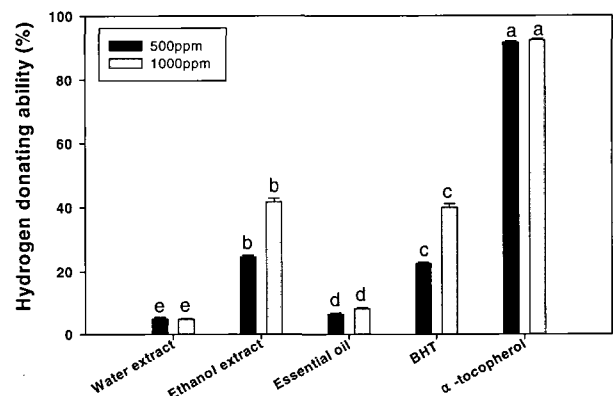


Fig. 2. Hydrogen donating abilities of nutmeg extracts

<sup>a-c</sup>Means in the same column not sharing a common letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test

육두구에 함유된 주요 페놀성 물질로는 phenylpropanoid 계 성분인 myristicin, safrole, macelignan 등의 lignan 이외에 flavonoids인 myricetin, myricitrin 성분 등이 보고되고 있다(Nadkarni 등 1976, Kim KJ와 Han YN 2002).

한편 BHT 및  $\alpha$ -tocopherol의 수소공여능을 측정한 결과,  $\alpha$ -tocopherol의 수소공여능은 93.2%로 상당히 높았으며, BHT는 36.9%로  $\alpha$ -tocopherol로 낮은 수소공여능을 보였다. 이상의 결과로부터, 육두구 추출물들의 수소공여능은 에탄올 추출물에서 가장 높았으며, 에탄올 추출물의 수소공여능은 천연 항산화제인  $\alpha$ -tocopherol 보다는 낮았으나 BHT보다는 높은 것을 알 수 있었다.

전체적인 수소공여능의 크기는  $\alpha$ -tocopherol > 에탄올추출물 > BHT > 정유 > 물추출물의 순이었다.

### 3. 과산화물가를 이용한 항산화효과 측정

리놀레산기질에 물, 에탄올 추출물 및 정유를 0.02% 농도로 각각 첨가한 후 과산화물가의 변화를 측정한 결과(Fig. 3), 대조구, 물, 에탄올 추출물 및 정유를 첨가한 기질의 6일째 과산화물가는 각각 79.2 meq/kg oil, 76.8 meq/kg oil, 54.7 meq/kg oil 및 75.0 meq/kg oil로 에탄올 추출물 첨가군에서 가장 좋은 항산화효과를 보였으며, 물 추출물이나 정유 첨가군에서는 약한 항산화효과를 보였다.

Lee YC와 Yoon JH(1993)은 clove, nutmeg, rosemary,

sage의 비휘발성 및 휘발성 정유성분의 항산화효과를 조사한 결과, 정유에서는 항산화효과가 없으며, 비휘발성 성분을 0.1% 첨가시 현저한 항산화 효과가 있다고 보고하여 본 실험과 유사하였다.

또한 BHT와  $\alpha$ -tocopherol첨가한 기질의 6일째 과산화물가는 각각 9.6 meq/kg oil 및 71.2 meq/kg oil로 대조구에 비해 낮게 나타났다.

이상의 결과에서, 에탄올추출물의 항산화효과는  $\alpha$ -tocopherol보다 강하였으나 BHT보다는 약한 것으로 나타났다.

### 4. 리놀레산 에멀전 기질에서의 항산화효과 측정

리놀레산 에멀전 기질에서 육두구 추출물의 항산화효과를 비교한 결과(Fig. 4), 저장기간 9일째 대조구의 흡광도는 2.154로 크게 상승한 반면, 물추출물, 에탄올 및 정유추출물 첨가구는 각각 0.300, 0.564 및 0.419로 흡광도의 증가폭이 매우 적은 것으로 나타나 육두구 추출물은 에멀전 시스템에서 항산화효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 리놀레산 기질에서 가장 약한 항산화효과를 보인 물 추출물은 에멀전 시스템에서 오히려 가장 큰 효과를 보여 육두구 추출물의 항산화효과는 첨가기질에 따라 다른 것으로 나타났다.

즉, 에탄올 추출물은 리놀레산 기질에서 가장 효과적인 항산화작용을, 물추출물은 리놀레산 에멀전기질

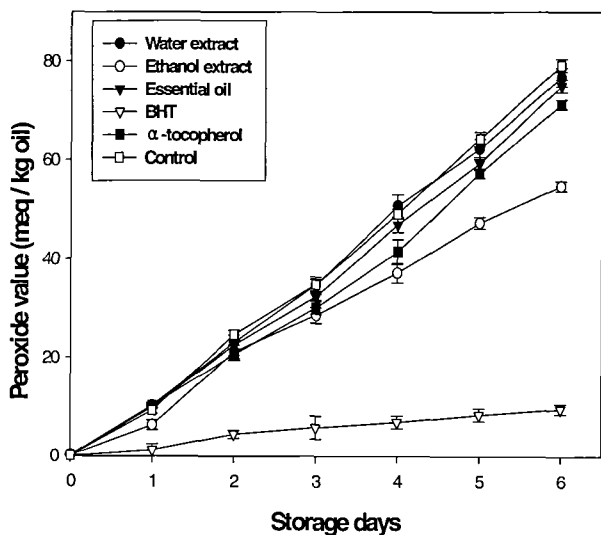


Fig. 3. Changes of the peroxide value of the linoleic acid substrates containing nutmeg extracts at 40°C

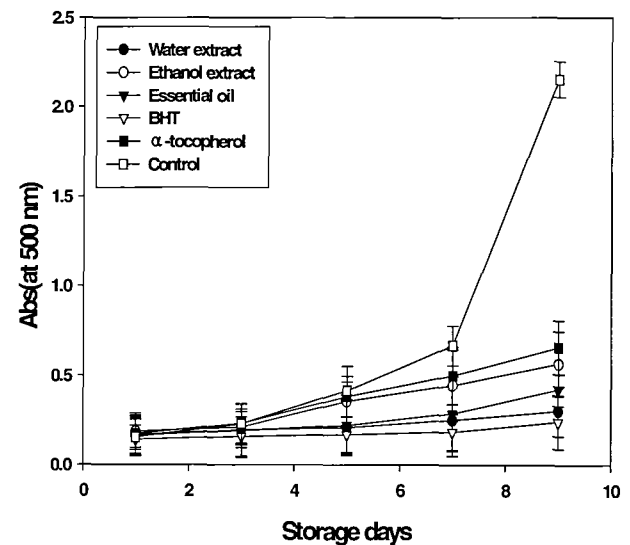


Fig. 4. Changes of the peroxide content of the linoleic acid emulsion substrates containing nutmeg extracts at 40°C

에서 가장 효과적인 것으로 나타났다. 한편  $\alpha$ -tocopherol의 경우에는 저장기간 9일째의 흡광도가 0.655로 나타나, 리놀레산 에멀전기질에서의 육두구의 물추출물, 에탄올 및 정유추출물의 항산화 효과는  $\alpha$ -tocopherol보다 큰 것으로 나타났다.

전체적인 항산화효과의 크기는 BHT > 물추출물 > 정유 > 에탄올 추출물 >  $\alpha$ -tocopherol의 순이었다.

### 5. 아질산염 소거능

아질산염은 단백질 식품이나 의약품 및 잔류농약 등에 존재하는 2급 및 3급 amine과의 nitroso화 반응, 위장내의 낮은 산성조건에서 쉽게 일어나며 발암물질인 nitrosamine을 생성하여 체내에서 diazotalkane( $C_nH_{2n}N_2$ )으로 변화, 핵산이나 단백질 또는 세포내의 성분을 alkyl화함으로써 암을 유발하고(Kato H 등 1987), 아질산염 자신이 독성을 갖고 있기 때문에 일정한 농도 이상 계속 섭취시 혈액 중의 헤모글로빈을 산화시켜 메트헤모글로빈증(methemoglobinemia)을 유발한다(Gray JJ와 Dugan JLR 1975). 식품 중에서의 nitro화 반응은 ascorbic acid, phenolic guaiacol, resorbicicol 등의 phenol계 물질들에 의해 억제할 수 있다(Leaf CD 등 1987).

육두구 추출물들의 아질산염 소거능을 측정된 결과(Fig. 5), 100 ppm 농도에서는 매우 낮은 아질산염 소거능을 보였으나 농도가 증가함에 따라 아질산염 소거능이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 정유는 모든 첨가농도에서 가장 강한 아질산염 소거능을 보였다. 또한, 물, 에탄올 및 정유를 1,000 ppm 농도로 첨가하여

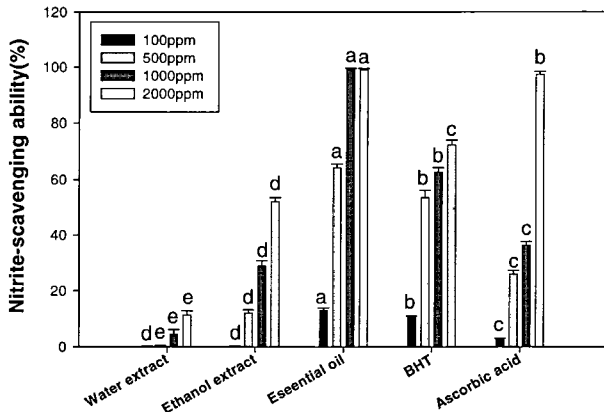


Fig. 5. Nitrite scavenging ability of nutmeg extracts  
<sup>a-e</sup>Means in the same column not sharing a common letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test

측정한 아질산염 소거능(Fig. 5)은 각각 4.5%, 28.8% 및 98.8%로 나타나 정유의 경우, 물추출물이나 에탄올 추출물에 비해 상당히 강한 아질산염 소거능을 갖는 것으로 나타났다.

한편 아질산염 소거능이 있는 것으로 알려져 있는 ascorbic acid 및 BHT의 아질산염 소거능은 각각 36.3% 및 62.7%로, 정유의 아질산염 소거능은 아스콜빈산이나 BHT보다 강한 것으로 나타났다.

일반적으로 수소공여능과 아질산염 소거능은 총 페놀 함량에 비례하는 것으로 알려져 있으나(Lee GD 등 1997) 본 실험에서는 정유의 경우, 총페놀 함량이 에탄올 추출물 보다 적음에도 불구하고 강한 아질산염 소거능을 나타냈다.

### 6. 항균효과

육두구의 물추출물, 에탄올추출물 및 정유의 항균효과를 측정된 결과(Table 2), 에탄올추출물의 경우, *Micrococcus luteus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enteritidis*에서 항균력을 나타내었으며, 특히 *Micrococcus luteus*에서 가장 강한 항균력을 보였다. 정유의 경우에는 4,500  $\mu$ g/disc의 농도에서 *Micrococcus luteus*에 대해서만 약한 항균력

Table 2. Antimicrobial activities of Nutmeg extracts

Microorganisms tested	Conc. ( $\mu$ g/disc)	Water extract (mm)	Ethanol extract (mm)	Essential oil (mm)
<i>Bacillus cereus</i> KCCM 40935	4500	-	+	-
	3000	-	±	-
	1500	-	-	-
	1000	-	-	-
<i>Micrococcus luteus</i> KCCM 11326	4500	-	++	±
	3000	-	++	-
	1500	-	++	-
	1000	-	+	-
	500	-	±	-
<i>Escherichia coli</i> KCCM 11234	4500	-	-	-
	3000	-	-	-
	1500	-	-	-
	1000	-	-	-
<i>Salmonella enteritidis</i> KCCM 12021	4500	-	+	-
	3000	-	±	-
	1500	-	-	-
	1000	-	-	-

- No inhibition(8 mm)  
 ± Very slight inhibition(8~9 mm)  
 + slight inhibition(9~10 mm)  
 ++ Moderate inhibition(10~14 mm)

해 항균효과를 보이지 않았다.

전체적으로 유두구의 물추출물, 에탄올추출물 및 정유는 *E. coli*에 대해 항균성을 나타내지 않았다.

Chung CK 등(1990)은 향신료의 정유성분들의 억제 효과에서 그람 음성균인 *Salmomella typhimurium*과 *E. coli*보다 그람 양성균인 *Bacillus subtilis*와 *Staphylococcus aureus*에 대해 효과가 크다고 하였으며, 또한 Takikawa A 등(2002)은 유두구 추출물은 비병원성 *E. coli*에 대해 성육억제효과를 보이지 않았으나 *E. coli* O157에 대해서는 현저한 억제효과를 보였다고 하였으며, 또한 70% 에탄올에 의해 추출되는  $\beta$ -pinene이 *E. coli* O157에 대해 효과적임을 보고하였다.

총 페놀 함량이 높게 나타난 에탄올추출물에서 *Micrococcus luteus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enteritidis*에 대한 항균력이 가장 강한 것으로 나타난 결과로부터 유두구 추출물의 항균력은 페놀성 물질에 기인되는 것으로 사료된다.

### 7. ACE 저해효과

ACE(angiotensin I-converting enzyme)는 불활성 상태의 angiotensin I으로부터 혈관수축으로 강한 혈압상승 작용을 나타내는 angiotensin II를 생성하며, 또한 강한 혈관확장 작용을 갖는 bradykinin을 분해하여 혈압상승에 관여하는 효소이다. 유두구의 물 추출물, 에탄올 추출물 및 정유의 ACE 저해효과를 측정한 결과(Fig. 6), 1,000 ppm의 농도에서 각각 0.2%, 11.0%, 및 10.0%

로 나타나 에탄올 추출물에서 ACE 저해효과가 가장 높은 것으로 나타났으나 그 활성은 매우 약했다. 녹차의 주요 성분으로 알려진 EP(epi-cathechin)의 ACE 저해효과는 11.0%로 에탄올 추출물과 비슷한 것으로 나타났다.

## IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 유두구의 물 추출물, 에탄올 추출물 및 정유의 항산화, 항균효과, 아질산염 소거능 및 ACE 저해효과에 대하여 비교, 조사하였다. 유두구의 물 추출물, 에탄올 추출물 및 정유의 총 페놀 함량은 각각 3.4%, 16.9% 및 3.2%이었다. 1,000 ppm에서 이들 추출물들의 수소공여능은 각각 4.9, 41.8 및 6.8%이었다. 리놀레인산 기질에서의 항산화효과는 BHT > 에탄올 추출물 > 물 추출물 >  $\alpha$ -tocopherol의 순이었고 리놀레인산 에멀전 기질에서의 항산화효과는 BHT > 물추출물 > 증류 추출물 >  $\alpha$ -tocopherol 순이었다. 항균효과의 경우, 에탄올 추출물은 *Micrococcus luteus*, *Bacillus cereus* 및 *Salmonella enteritidis*에 대해서, 정유는 *Micrococcus luteus*에 대해서만 항균효과를 보였다. 물 추출물은 모든 균에 대하여 항균효과를 보이지 않았다. 아질산염 소거능은 1,000 ppm 농도에서 물 추출물 4.5%, 에탄올 추출물 28.8%, 정유 98.8%이었고, ACE 저해효과는 1,000 ppm의 농도에서 물 추출물 0.2% 에탄올 추출물 11.0%, 정유 10.0%으로 효과는 매우 약했다.

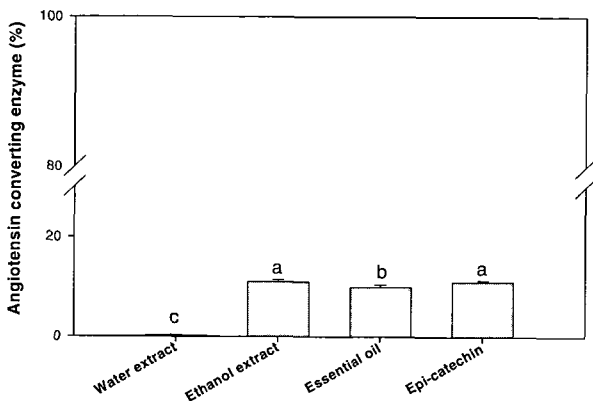


Fig. 6. ACE inhibitory activities of nutmeg extracts

<sup>a-c</sup>Means in the same column not sharing a common letter are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple test

### 감사의 글

본 연구는 2004년도 한경대학교 교비 해외파견 연구비의 지원에 의한 것임.

### 참고문헌

- 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(3):491-499
- AOCS. 1990. Official methods for the analysis of fats, oils and related materials. 4th ed. American Oil Chemists' Society, Cd 8-53
- Beuchat LR, Golden DA. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technology* 43(1):134-142
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable

- free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Cha WS, Kim JH, Lee KH, Kwon HJ, Yoon SJ, Chun SS, Choi, UK, Cho YJ. 2006. Antioxidative and inhibition activities on *Helicobacter pylori* of spice extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35(3): 315-320
- Chaibi A, Ababouch LH, Belasri K, Boucetta S, Busta FF. 1997. Inhibition of germination and vegetative growth of *Bacillus cereus* T and *Clostridium botulinum* 62A spores by essential oils. *Food Microbiol* 14(2):161-174
- Chipault JR, Mizuno GR, Hawkins JM, Lundberg WO. 1952. The antioxidant properties of natural spices. *Food Res* 17(1):46-55
- Chung CK, Park OK, Yoo IJ, Park KM, Choi CU. 1990. Antimicrobial activity of essential oils of curry spices. *Korean J Food Sci Technol* 22(6): 716-719
- Chushman DW, Cheung HS. 1971. Spectrophotometry assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem Pharmacol* 20:1673-1678
- Curvelier ME, Richard H, Berswt C. 1996. Antioxidative activity and phenolic composition of piot-plant and commercial extracts of sage and rosemary. *J Am Oil Chem Soc* 73(5): 646-652
- Del Campo J, Amoit MJ, Nguyen-The C. 2000. Antimicrobial effect of rosemary extracts. *J Food Protection* 63(10):1359-1368
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12(2):239-243
- Fukuda Y, Koizumi Y, Ito R, Namiki M. 1996. Synergistic action of the antioxidative components in roasted sesame seed oil. *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi* 43(12):1272-1277
- Gray JI, Dugan JLR. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. *J Food Sci* 40(5):981-984
- Jang HJ, Ra DY, Kim OC, Yang KK. 1989. Studies on the some physical and chemical characteristics of nutmeg oil by different extraction methods. *Korean J Food Sci Technol* 21(6):851-856
- Kato H, Lee IE, Chyune NY, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibitory of nitrosamineformation by nondilyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51(1):1333-1338
- Kim KJ, Han YN. 2002. Lignans from *Myristica fragrans*, *Yakhak Hoeji* 46(2):98-101
- Kim MS, Lee DC, Hong JE, Chang KS, Cho HY, Kwon YK, Kim HY. 2000. Antimicrobial effects of ethanol extracts from Korean and Indonesian plants. *Korean J Food Sci Technol* 32(5):949-958
- Leaf CD, Vecchio AJ, Roe DA, Hotchkiss JH. 1987. Influence of ascorbic acid dose on N-nitrosoproline formation in humans. *Carcinogenesis* 8(6):791-795
- Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and Nitrite-scavenging Activities of Edible Mushrooms. *Korean J Food Sci Technol* 29(3):432-436
- 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(4):351-354
- Nadkarni, K. M. 1976. *Indian Materia Medica*, vol. 1. Popular prakashan. Bombay, pp1465-1477
- Takikawa A, Abe K, Yamamoto M, Ishimaru S, Yasui M, Okubo Y, Yokoigawa K. 2002. Antimicrobial activity of nutmeg against *Escherichia coli* O157. *J Bioscience Bioengineering* 94(4):315-320
- Teresa-Satue M, Huang SW, Frankel EN. 1995. Effect of natural antioxidants in virgin olive oil on oxidative stability of refined, bleached and deodorized olive oil. *J Am Oil Chem Soc* 72(4):1131-1137
- Vinson JA, Hontz BA. 1995. Phenol antioxidant index: comparative antioxidant effectiveness of red and white wines. *J Agric Food Chem* 43(2):401-403
- Wan J, Wilcock A, Coventry ML. 1998. The effect of essential oils basil on the growth of *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas fluorescens*. *J Applied Microbiol* 84(2):152-158
- Zaika LL. 1988. Spices and herbs: their antinicrobial activity and its determination. *J Food Safety* 9(1):97-118

---

(2006년 11월 21일 접수, 2007년 2월 12일 채택)