



## 모델시스템과 가열우육에서 옷나무 추출물의 항산화 효과

양성운<sup>1</sup> · 강선문 · 김용선<sup>2</sup> · 이성기\*

강원대학교 축산식품과학과, <sup>1</sup>중국 연변대학교 농학원, <sup>2</sup>강원대학교 동물자원공동연구소

### Antioxidant Activity of *Rhus verniciflua* Stokes Extract in Model Systems and Cooked Beef

Cheng Yun Liang<sup>1</sup>, Sun Moon Kang, Yong Sun Kim<sup>2</sup>, and Sung Ki Lee\*

Dept. of Food Science and Technology in Animal Resources, Kangwon National University

<sup>1</sup>College of Agriculture, Yanbian University, China

<sup>2</sup>Institute of Animal Resources, Kangwon National University

#### Abstract

This study was carried out to investigate the antioxidant effect of *Rhus verniciflua* Stokes (RVS) extracts. The antioxidant activity of ethanol and water extract from RVS was examined on model systems and cooked beef, respectively. As concentration of RVS ethanol extract increased (1, 10, 100, and 1,000 ppm), the reductive activity of DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) was significantly increased (14.79, 75.08, 82.02, and 83.97%, respectively) ( $p < 0.05$ ). The RVS ethanol extract (10 ppm) was showed higher antioxidant activity than control in liposome and meat homogenate ( $p < 0.05$ ). It had more antioxidative effect in 10 ppm RVS ethanol extract with 2 ppm  $\alpha$ -tocopherol treatment. The maximum antioxidant activity appeared at pH 6.0 in meat homogenate and at pH 5.0~6.0 in liposome. Cooked beef mixed with *Rhus verniciflua* Stokes water extract showed significantly lower TBARS value, POV during storage for 4 days at 4°C ( $p < 0.05$ ). And the RVS water extract also showed strong antioxidant activity in cooked beef which accelerated NaCl-catalyzed oxidation. Therefore, the results suggest that RVS extract may be used in commercial meat products as natural antioxidant in the near future.

**Key words** : *Rhus verniciflua* Stokes, antioxidant activity, extract, liposome, meat homogenate

#### 서 론

최근 산업체에서 식품 가공 중에 항균제, 항산화, 표백제 등 각종 첨가물을 사용하고 있기 때문에 건강을 염려하는 일부 소비자들이 가공식품을 불신하는 경향이 있다. 따라서 건강을 최우선으로 하여 삶의 질을 추구하는 것에 관심을 가지게 되었다. 이로 인해 천연 생약재로부터 기능성 물질을 이용한 육제품 개발에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

옷나무(*Rhus verniciflua* Stokes)는 옷나무과(Anacardiaceae)에 속하는 낙엽 활엽소 교목으로 칠공예와 옷담과 같은 건강

보조 식품으로 이용되어 왔다(구, 1990; 김, 1996). 한국에서는 주로 옷나무(*Rhus verniciflua* Stokes), 개옷나무(*Rhus trichocarpa* MIQ), 붉나무(*Rhus javanica* L.), 검양옷나무(*Rhus succedanea* L.), 덩굴옷나무(*Rhus ambigua* Leville), 산검양옷나무(*Rhus sylvestris* S. et Z.) 등의 6종이 재배되고 있다(김, 1996). 옷나무와 칠액에 대한 화학적 구조와 생리활성 물질에 대한 연구는 19세기 후반 일본에서 최초로 이루어졌고(Tsujimoto, 1931) 그 후 옷액의 주성분 규명이나 약리, 항산화 작용에 관한 본격적인 연구가 이루어지기 시작하였다. 옷나무에 다량 함유하고 있는 flavonoid는 일반식물에서도 존재하여 생체 내에서 각종 생리활성 물질로서 작용을 하며, 특히 지방산화와 암세포 성장을 유효하게 억제시키는 작용을 한다고 하였다(Lee et al., 2001). 옷나무의 flavonoids 화합물로서 목질부에 fisetin과 fustin으로 존재하며(Buckkingham,

\* Corresponding author : Sung Ki Lee, Dept. of Food Science and Technology in Animal Resources, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea. Tel: 82-33-250-8646, Fax: 82-33- 244-2198, E-mail: skilee@kangwon.ac.kr

1994), 생체 내에서 항암, 간 보호, 혈압강하, 항균 및 항산화 작용 등이 알려져 있다(Yoshimoto et al., 1983). 옷나무 목질 부에서 분리된 flavonoids는 알레르기 작용을 일으키지 않는 동시에 강력한 항산화 활성을 가지므로 건강음료, 강장, 강정 등의 기능성 식음료로 이용될 수 있다고 하였다(Park et al., 2000). 그러므로 본 연구는 모델시스템과 가열우육에서 옷나무 추출물의 항산화 효과를 구명하고, 나아가 상업용 육제품에 이용 가능성을 검토하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 시약

본 시험에 사용된 Hepes, sodium phosphate, phosphatidylcholine(PC), cholesterol, dicetylphosphate, DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl),  $\alpha$ -tocopherol은 씨그마 알드리치사로부터 구입하였다.  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , ethanol 등은 특급 시약으로 사용하였다.

### 실험방법

#### 1) 옷나무 추출물의 제조

옷나무 추출물은 실험 내용에 따라 옷나무 에탄올 추출물과 옷나무 열수 추출물로 나누어 제조하였다. 강원도 원주지역에서 재배한 8년생 옷나무를 절단하여 자연 건조시킨 후 목재칩 제조기(풍림기계)에 약  $11 \times 1 \times 0.2$  cm 크기로 파쇄하였다. 목재칩 100 g에 1.0 L 에탄올을 넣고  $40^\circ\text{C}$ 로 조절된 초음파 분쇄기(8210, Bransonic, USA)에서 3시간 동안 추출한 다음 상등액을 여과지(Whatman No. 1)로 여과시켰다. 이 과정을 3회 반복하여 실시한 후 진공 농축기(NE-1, EYELA Co., Japan)로 추출 농축물 6.0 g을 얻었다. 옷나무 열수 추출물은 목재칩 100 g에 증류수 2.0 L를 넣고 원적외선 추출기(홍삼마스터, HS-777, Hansscience, Korea)에서 48시간동안 추출한 후 여과지(Whatman No. 1)로 여과를 거쳐 실험에 이용하였다.

#### 2) 모델 시스템의 제조

Liposome의 제조는 Yin과 Faustman(1993)의 방법에 준하여 실시하였는데, 추출용 수기에 phosphatidylcholine(30 mg), cholesterol(12 mg), diacetylphosphate(3 mg), 옷나무 추출물(1 mL)을 혼합하여 최종 5 mL로 조절하였다. 육균질물의 제조는 Han과 Lee(2000)의 방법에 준하여 전용 시험관에 지방과 결체조직을 제거한 쇠고기 10 g과 50 mM Hepes buffer 40 mL를 함께 막균질기(HOM, Iuchi, Japan)로 균질시켰다.

#### 3) 모델 시스템에서 항산화 시험

Liposome과 육균질물에서 pH 5, 6, 7, 8에 따른 옷나무 에탄올 추출물과  $\alpha$ -tocopherol과 항산화 효과를 구명하기 위해 대조구(에탄올), 옷나무 에탄올 추출물 첨가구(10 ppm),  $\alpha$ -tocopherol 첨가구(2 ppm), 혼합구(10 ppm 옷나무 에탄올 추출물+2 ppm  $\alpha$ -tocopherol) 등 4처리구를  $37^\circ\text{C}$ 에서 12시간동안 산화를 촉진시켰다.

10 ppm의 에탄올 추출물이 함유된 liposome과 육균질물에서 금속이온별 산화 촉진 환경에서 항산화 능력 비교 시험을 실시하였다. 모델시스템 내에  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 가 각각  $30 \mu\text{M}$ 이 되도록 제조하였다.

#### 4) DPPH의 소거력

옷나무 에탄올 추출물을 1, 10, 100, 1,000 ppm로 나누어 DPPH(2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 소거력 시험을 실시하였다. Blois(1958)의 방법에 따라 0.1 mM DPPH 에탄올 용액 2 mL에 옷나무 에탄올 추출물을 2 mL 첨가하여  $37^\circ\text{C}$ 에서 30분 동안 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하여 다음식에 의해 소거력을 산출하였다.

$$\text{Reduction of DPPH(\%)} = \{ [1 - (\text{Absorbance of compounds} / \text{Absorbance of control})] \times 100 \}$$

#### 5) 가열육에서 항산화 시험

미리 제조해 둔 옷나무 열수 추출물(목재칩 100 g/증류수 2.0 L)과 2% NaCl 용액에 우육을 넣어 가열한 후 저장 중 산화 정도를 비교하였다. 즉, 정형된 우둔 육과 100 g을 시험 처리구에 따라 증류수, 2% NaCl 용액, 옷나무 열수 추출물, 2% NaCl 용액 + 옷나무 열수 추출물 200 mL에 각각 넣고  $75^\circ\text{C}$  water bath에서 40분간 가열하였다. 가열된 고기를 상온에서 30분간 탈수 및 냉각시킨 다음 합기포장하여  $4^\circ\text{C}$ 에서 4일간 저장시험을 실시하였다.

#### 6) 산화 측정 시험

Liposome과 육균질물에서 지방 산화도는 McDonald와 Hultin(1987)의 방법에 의해 측정하였고 옷나무 에탄올 추출물 첨가에 따른 산화 억제율은 아래와 같은 계산 방법으로 산출하였다.

$$\text{Inhibition rate(\%)} = \{ [1 - (\text{Absorbance of compounds} / \text{Absorbance of control})] \times 100 \}$$

가열육에서 TBARS(thiobarbituric acid reactive substance)는 Sinnhuber와 Yu(1977), POV(peroxide value)는 Shantha와 Decker(1994)의 방법에 의해 실시하였다.

7) 통계처리

통계처리는 SAS(1995) program의 GLM(General Linear Model)에 따라 처리되었으며 각 처리구간에 유의성 검증을 위해 분산분석을 실시한 후 Duncan, s multiple range test로 유의성 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

DPPH의 소거력

Table 1은 옷나무 에탄올 추출물의 DPPH(2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 소거력(%)을 나타낸 것이다. 농축시킨 옷나무 추출물을 1, 10, 100, 1000 ppm의 농도로 첨가하였을 때 DPPH 소거력은 14.79, 75.08, 82.02, 83.97%로 나타내어 첨가 농도의 증가에 따라 항산화 활성도 증가하였다(p<0.05). 식물 추출물의 항산화 물질은 다수가 polyphenol 화합물이고 그들의 항산화 기작은 free radical(DPPH) 소거력에 의한 것이다(Kim et al., 1981). 또한 옷나무의 항산화 활성 물질은 carbonyl기를 함유하고 있는 flavanone이나 flavone계 화합물로 추정된다(Kim et al., 1999). 정(1998)의 실험 결과에서도 flavonoids의 첨가 농도의 증가에 따라 DPPH 소거력(%)도 상승 추세를 보여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였다. Park 등(1995)은 뽕나무 데탄올 추출물인 flavonoids 화합물을 이용한 *in vitro* 실험에서 지방 산화의 억제율은 첨가 농도의 증가에 따라 상승하였다고 보고하였다. Lee 등(2001)은 flavonoids의 항산화 활성은 함량보다 그들의 구성성분이 더욱 영향을 준다고 하였다. 옷나무 추출물의 flavonoids는 목질부에 존재하는 fisetin과 fustin이 대부분이라고 하였다(Buckkingham, 1994).

모델시스템에서 옷나무 추출물과 α-Tocopherol의 항산화 효과

Table 2는 liposome과 육균질물에서 옷나무 에탄올 추출물과 α-tocopherol의 항산화 효과를 나타낸 것이다. Liposome에서 저장시간이 길어짐에 따라 모든 첨가구의 TBARS(O.D.)

는 유의적으로 증가하였으나(p<0.05) 옷나무 에탄올 추출물 첨가구는 저장 0시간부터 12시간까지 0.083, 0.141, 0.189, 0.229로 0.096, 0.559, 0.964, 1.123인 대조구보다 낮은 수준을 유지하여(p<0.05) 항산화 효과가 있는 것으로 확인되었다. 또한 옷나무 추출물과 α-tocopherol과 병용할 경우 0.080, 0.092, 0.095, 0.097로 측정되어 0.081, 0.095, 0.099, 0.114인 α-tocopherol 단독 사용 시보다 인지질의 산화 억제에 대한 효과가 더 높게 나타났다(p<0.05). 육균질물에서도 옷나무 추출물 첨가구가 저장 0시간부터 12시간까지 0.178, 0.281, 0.297, 0.333으로 0.195, 0.404, 0.513, 0.558인 대조구보다 현저히 낮은 TBARS(O.D.)를 나타내었고(p<0.05), α-tocopherol과 병용 시 0.155, 0.185, 0.194, 0.219로 측정되어 그 효과가 더욱 우수하게 나타났다(p<0.05). 옷나무 추출물과 α-tocopherol의 첨가 농도가 달라서 직접적으로 비교하기는 어렵지만, 본 실험의 모델시스템에서 항산화 효과는 옷나무 에탄올 추출물+α-tocopherol>α-tocopherol>옷나무 에탄올 추출물>대조구순으로 높게 나타났다. 옷나무 추출물을 비롯하여 식물에서 얻어진 항산화성 추출물이 단독 사용보다는 토코페롤과 함께 상용하면 효과가 더 높다는 보고가 있다. Kim 등

Table 2. Effect of *Rhus verniciflua* Stokes ethanol extract and α-tocopherol on TBARS (O.D.)<sup>1)</sup> value in liposome and meat homogenate during storage at 37°C

Model types <sup>2)</sup>	Treatments	Storage time (hour)			
		0	6	9	12
Liposome	Control	0.096 <sup>dA</sup>	0.559 <sup>cA</sup>	0.964 <sup>bA</sup>	1.123 <sup>aA</sup>
	RVS-E <sup>3)</sup>	0.083 <sup>dB</sup>	0.141 <sup>cB</sup>	0.189 <sup>bB</sup>	0.229 <sup>aB</sup>
	Toco <sup>4)</sup>	0.081 <sup>dBc</sup>	0.095 <sup>cC</sup>	0.099 <sup>bC</sup>	0.114 <sup>aC</sup>
	RVS-E+Toco <sup>5)</sup>	0.080 <sup>cC</sup>	0.092 <sup>bC</sup>	0.095 <sup>bC</sup>	0.097 <sup>aD</sup>
Homogenate	Control	0.195 <sup>dA</sup>	0.404 <sup>cA</sup>	0.513 <sup>bA</sup>	0.558 <sup>aA</sup>
	RVS-E <sup>3)</sup>	0.178 <sup>dB</sup>	0.281 <sup>cB</sup>	0.297 <sup>bB</sup>	0.333 <sup>aB</sup>
	Toco <sup>4)</sup>	0.162 <sup>dC</sup>	0.196 <sup>cC</sup>	0.207 <sup>bC</sup>	0.229 <sup>aC</sup>
	RVS-E+Toco <sup>5)</sup>	0.155 <sup>dC</sup>	0.185 <sup>cD</sup>	0.194 <sup>bD</sup>	0.219 <sup>aD</sup>

1) TBARS (O.D.): Thiobarbituric acid reactive substance.  
 2) Liposome and homogenate contained 100 μM ascorbic acid and 30 μM FeCl<sub>3</sub>.  
 3) RVS-E: 10 ppm *Rhus verniciflua* Stokes ethanol extract.  
 4) Toco: 2 ppm α-tocopherol.  
 5) RVS-E+Toco: 10 ppm *Rhus verniciflua* Stokes ethanol extract+ 2 ppm α-tocopherol.  
<sup>a-d</sup> Means in the same row with different superscripts are significantly different (p<0.05).  
<sup>A-D</sup> Means in the same column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

Table 1. Effect of *Rhus verniciflua* Stokes ethanol extract on reduction of DPPH

Item	Concentration of <i>Rhus verniciflua</i> Stokes (ppm)			
	1	10	100	1000
Reduction of DPPH <sup>1)</sup> (%)	14.79 <sup>c</sup>	75.08 <sup>b</sup>	82.02 <sup>a</sup>	83.97 <sup>a</sup>

1) DPPH: 0.1 mM DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl).  
<sup>a-c</sup> Means in the same row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

(1999)은 liposome에서 옷나무 추출물의 강한 항산화 효과를 확인하였으며  $\alpha$ -tocopherol(2 ppm, 20 ppm)과 병용하였을 때 그 효과가 더욱 높았다고 보고하였다. Shin 등(1992)은 saponin의 항산화 효과는  $\alpha$ -tocopherol과 병용 시 더 높았다고 하였다. 또한 동식물 유지에 붉나무 추출물을 단독으로 사용했을 때보다  $\alpha$ -tocopherol과 병용하였을 때 항산화 효과가 더욱 높았다고 보고한 바 있다(Jung et al., 1994; Kim et al., 1999; Shin et al., 1992). 본 실험에서 옷나무 추출물은 모델 시스템에서 높은 항산화 효과를 나타내는 동시에  $\alpha$ -tocopherol과 병용효과도 있기 때문에 앞으로 육제품에 사용할 경우 지방산화를 더욱 효과적으로 억제시킬 수 있으리라 기대된다.

모델시스템에서 pH에 따른 옷나무 추출물과  $\alpha$ -Tocopherol의 항산화 효과

Table 3은 liposome과 육균질물에서 pH에 따른 옷나무 에탄올 추출물과  $\alpha$ -tocopherol의 지방 산화 억제율을 나타낸 것이다. pH에 따른 liposome의 산화 억제율을 보면 옷 첨가구는 62.92~73.93%,  $\alpha$ -tocopherol구는 70.61~88.08%, 혼합구는 74.35~89.76%로 나타났다. 그리고 옷나무 추출물은 pH 6과 7, 토코페롤과 혼합구에서는 pH 5.0에서 억제율이 높았다 ( $p < 0.05$ ). 따라서 염기성보다 산성 또는 중성 조건에서 더 높

Table 3. Effect of pH value on inhibition rate of lipid oxidation by *Rhus verniciflua* Stokes ethanol extract in liposome and meat homogenate during storage at 37°C for 20 hours

Model systems <sup>1)</sup>	Treatments	Inhibition rate (%)			
		pH 5	pH 6	pH 7	pH 8
Liposome	RVS-E <sup>2)</sup>	69.48 <sup>bb</sup>	73.93 <sup>ac</sup>	73.35 <sup>ac</sup>	62.92 <sup>cc</sup>
	Toco <sup>3)</sup>	88.08 <sup>aa</sup>	85.66 <sup>bb</sup>	79.94 <sup>cb</sup>	70.61 <sup>db</sup>
	RVS-E+Toco <sup>4)</sup>	89.76 <sup>aa</sup>	87.24 <sup>ba</sup>	82.27 <sup>ca</sup>	74.35 <sup>da</sup>
Homogenate	RVS-E <sup>2)</sup>	40.87 <sup>bc</sup>	52.68 <sup>ac</sup>	41.75 <sup>bc</sup>	37.45 <sup>cb</sup>
	Toco <sup>3)</sup>	42.37 <sup>cb</sup>	55.79 <sup>ab</sup>	46.88 <sup>bb</sup>	38.21 <sup>db</sup>
	RVS-E+Toco <sup>4)</sup>	51.20 <sup>ba</sup>	58.20 <sup>aa</sup>	52.30 <sup>ba</sup>	44.57 <sup>ca</sup>

<sup>1)</sup> Liposome and homogenate contained 100  $\mu$ M ascorbic acid and 30  $\mu$ M FeCl<sub>3</sub>.

<sup>2)</sup> RVS-E: 10 ppm *Rhus verniciflua* Stokes ethanol extract.

<sup>3)</sup> Toco: 2 ppm  $\alpha$ -tocopherol.

<sup>4)</sup> RVS-E+Toco: 10 ppm *Rhus verniciflua* Stokes ethanol extract + 2 ppm  $\alpha$ -tocopherol.

<sup>a-d</sup> Means in the same row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>A-C</sup> Means in the same column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

은 산화 억제율을 나타냈다. 그리고 옷나무 에탄올 추출물을 단독으로 사용했을 때보다  $\alpha$ -tocopherol과 혼합하여 사용했을 때 지방 산화 억제율이 현저히 증가하였다( $p < 0.05$ ).

육균질물에서도 liposome의 결과와 유사한 경향을 보였으나 낮은 산화 억제율(37.45~58.20%)을 나타내었다. 이와 같은 결과는 flavonoids가 lipid system에서 효과적인 항산화제로 작용하나(최와 황, 1997) 육균질물은 자체 내 각종 항산화 체계에 영향을 받고 있어 대조구나 첨가구 모든 산화 진행이 늦기 때문인 것으로 추측된다. 육균질물에서는 모든 첨가구가 pH 6에서 높은 산화 억제율을 보였다( $p < 0.05$ ). 이와 같이 약산성 영역에서 최고의 억제율을 보이는 이유는 flavonoids가 알칼리 조건에서 가열할 경우 쉽게 파괴되지만 중성 또는 산성 조건에서는 가열하더라도 파괴되지 않다는 이와 Shin(1994)의 보고에서 뒷받침해 준다. 또한 liposome에서 phosvitin의 산화 억제율은 pH에 따라 상이하게 나타났다는 Han과 Lee(2000)의 보고를 미루어 보아 모든 항산화제는 최적 pH의 범위가 다를 수 있다. 그러므로 옷나무 추출물을 육제품이나 지방 함유 식품에 첨가할 경우 항산화 효과를 높이기 위해 pH 6 전후로 조절하는 것이 바람직하다고 생각된다.

모델 시스템에서 금속이온 종류에 따른 옷나무 추출물의 항산화 효과

Table 4는 liposome과 육균질물에서 금속 이온 종류에 따른 옷나무 에탄올 추출물의 지방 산화 억제율을 나타낸 것이다. Liposome에서의 옷나무 에탄올 추출물의 산화 억제율은 CuSO<sub>4</sub>와 MgSO<sub>4</sub> 첨가구보다 철 화합물(FeCl<sub>3</sub>, FeCl<sub>2</sub>, FeSO<sub>4</sub>) 첨가구에서 더 높았으나( $p < 0.05$ ), 철 화합물간에는 유의성이 인정되지 않았다. 또한 육균질물에서 옷나무 에탄올 추출물의 산화 억제율은 FeCl<sub>2</sub>>FeSO<sub>4</sub>>FeCl<sub>3</sub>>CuSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub> 순

Table 4. Effect of metal ion type on inhibition rate of lipid oxidation by *Rhus verniciflua* Stokes ethanol extract in liposome and meat homogenate during storage at 37°C for 9 hours

Item	Model Systems <sup>2)</sup>	Metal type <sup>1)</sup>				
		FeCl <sub>3</sub>	FeCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O
Inhibition rate (%)	Liposome	73.46 <sup>a</sup>	74.57 <sup>a</sup>	73.52 <sup>a</sup>	69.11 <sup>b</sup>	69.71 <sup>b</sup>
	Homogenate	41.25 <sup>c</sup>	49.08 <sup>a</sup>	46.30 <sup>b</sup>	29.20 <sup>d</sup>	29.56 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> Each model system contained 30  $\mu$ M metal ion.

<sup>2)</sup> Liposome and homogenate contained 100  $\mu$ M ascorbic acid and 10 ppm *Rhus verniciflua* Stokes ethanol extract.

<sup>a-d</sup> Means in the same row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

으로 높게 나타났으며( $p < 0.05$ ),  $Fe^{3+}$  첨가구보다  $Fe^{2+}$  첨가구에서 높은 억제율을 나타내었다( $p < 0.05$ ). Igene 등(1979)은 저분자량 복합체의 철이 고분자량 철보다 더 강한 산화력을 나타낸다고 보고하였다. 육균질물에서 옷나무 에탄올 추출물의 지방 산화 억제율은 29.56~49.08%로 liposome에서의 69.71~73.46%보다 낮게 나타났는데, 이와 같은 이유는 고기 조직 내에 존재하는 항산화 체계 물질들에 의해 산화 진행 속도가 상대적으로 늦은 것으로 생각된다. 옷나무 추출물의 항산화 효과는 flavonoids에 의한 활성 산소종과 금속이온에 대한 봉쇄성에 기인하는 것으로 판단된다.

**가열육에서 소금 첨가에 따른 옷나무 추출물의 항산화 효과**

가열육에서 소금 첨가에 따른 옷나무 열수 추출물의 항산화 효과를 Table 5에 나타내었다. TBARS는 모든 첨가구에서 저장기간이 길어짐에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 저장 일에 따른 처리구간에 산화 정도를 비교하면  $NaCl$  첨가구 > 대조구 > 옷나무 열수 추출물 +  $NaCl$  첨가구 > 옷나무 열수 추출물 첨가구 순으로 높게 나타내었다( $p < 0.05$ ). 시험 처리구간 POV도 저장 중 TBARS의 경향과 동일한 결과를 나타내었다. 본 시험 결과 저장 4일 동안 지방 산화가 급격히 진행되는 이유는 가열육이기 때문이다. Igene 등(1979)은 식육을 가열하면 근육의 구조가 파괴되고 단백질이 변성되면서

ferrous ion이 급속히 증가하여 지방 산화가 촉진된다고 보고하였다. 그렇지만 옷나무 열수 추출물이 가열에 의한 지방 산화를 억제하는 것은 가열 시 유리된 철 이온을 옷나무 추출물의 주성분인 flavonoids가 봉쇄하기 때문인 것으로 여겨진다.

소금을 첨가한 가열우육은 대조구보다 더 빨리 지방산화가 촉진되었다. 고기에서 소금의  $Na^+$  이온이 고기의 heme 철을 유리시키고  $Cl^-$  이온이  $Fe^{2+}$  이온과 결합하여 활성이 상승되면서 free radical로 전환되기 때문이다(Kanner et al., 1991). 본 실험의 결과는 식육에  $NaCl$ 와 철 이온을 첨가 후 가열하면 지방 산화가 더욱 촉진된다는 보고(Ahn et al., 1993)와 일치하였다. 그러나 소금과 함께 옷나무 열수 추출물을 첨가한 구는  $NaCl$  첨가구보다 TBARS와 POV의 값이 저장기간 동안 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 따라서 옷나무 열수 추출물은 저장기간 동안 가열육의 지방 산화뿐만 아니라  $NaCl$ 에 의한 지방 산화를 효과적으로 억제시킴을 확인할 수 있었다.

**요 약**

본 연구는 모델시스템과 가열우육에서 옷나무 추출물의 항산화 효과를 구명함으로써 육제품에 이용 가능성을 검토하고자 실시하였다. DPPH에 대한 소거력(%)은 옷나무 에탄올 추출물을 1, 10, 100, 1,000 ppm으로 증가시킴에 따라

**Table 5. The antioxidant activity of *Rhus verniciflua* Stokes water extract on TBARS value and POV of cooked beef during storage at 4°C**

Items	Treatments	Storage days				
		0	1	2	3	4
TBARS <sup>1)</sup>	Control	0.88 <sup>dB</sup>	2.36 <sup>dB</sup>	4.88 <sup>dB</sup>	8.36 <sup>dB</sup>	9.48 <sup>dB</sup>
	RVS-W <sup>3)</sup>	0.74 <sup>dB</sup>	0.86 <sup>dB</sup>	1.26 <sup>dB</sup>	3.58 <sup>dB</sup>	4.70 <sup>dB</sup>
	$NaCl$ <sup>4)</sup>	1.17 <sup>dB</sup>	2.51 <sup>dB</sup>	6.04 <sup>dB</sup>	11.03 <sup>dB</sup>	12.75 <sup>dB</sup>
	$NaCl$ +RVS-W <sup>5)</sup>	0.83 <sup>dB</sup>	1.10 <sup>dB</sup>	1.70 <sup>dB</sup>	5.40 <sup>dB</sup>	5.75 <sup>dB</sup>
POV <sup>2)</sup>	Control	0.09 <sup>dB</sup>	0.18 <sup>dB</sup>	0.36 <sup>dB</sup>	0.52 <sup>dB</sup>	0.65 <sup>dB</sup>
	RVS-W <sup>3)</sup>	0.08 <sup>dB</sup>	0.10 <sup>dB</sup>	0.11 <sup>dB</sup>	0.11 <sup>dB</sup>	0.12 <sup>dB</sup>
	$NaCl$ <sup>4)</sup>	0.13 <sup>dB</sup>	0.30 <sup>dB</sup>	0.53 <sup>dB</sup>	0.77 <sup>dB</sup>	0.86 <sup>dB</sup>
	$NaCl$ +RVS-W <sup>5)</sup>	0.09 <sup>dB</sup>	0.11 <sup>dB</sup>	0.13 <sup>dB</sup>	0.13 <sup>dB</sup>	0.13 <sup>dB</sup>

1) TBARS: Thiobarbituric acid reactive substance (mg malonaldehyde/kg sample).  
 2) POV: Peroxide value (meq/kg sample).  
 3) RVS-W: prepared from 100 g of *Rhus verniciflua* Stokes sawdust and 2.0 L of distilled water for 48 hours.  
 4)  $NaCl$ : 2%  $NaCl$ .  
 5)  $NaCl$ +RVS-W: 2%  $NaCl$ +*Rhus verniciflua* Stokes water extract.  
<sup>a-d</sup> Means in the same row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).  
<sup>A-C</sup> Means in the same column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

14.79, 75.08, 82.02, 83.97%로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 옷나무 에탄올 추출물(10 ppm)을 liposome과 육균질물에 첨가하면 대조구보다 높은 항산화 효과를 나타냈으며, 단독 첨가보다  $\alpha$ -tocopherol(2 ppm) 혼용 첨가가 억제율이 증가되었다. 육균질물은 pH 6.0에서, liposome은 pH 5.0~6.0에서 최대 산화 억제율을 보였다. 또한 옷나무 열수 추출물의 첨가로 인해 가열 우육의 냉장저장 중 TBARS와 POV가 대조구보다 낮은 수준으로 유지되었으며( $p < 0.05$ ), 소금을 첨가하여 산화를 촉진시켰어도 강력한 항산화 효과를 나타내었다. 따라서 육제품 제조 시 옷나무 추출물이 천연 항산화제로서 이용 가능성이 있다고 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 2003년도 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 연구과제(KRF-03-005-F00004)로 수행된 연구결과의 일부이며 이에 감사를 드립니다.

### 참고문헌

- Ahn, D. U., Ajuyah, A., Wolfe, F. H., and Sim, J. S. (1993) Oxygen availability affects prooxidant catalyzed lipid oxidation of cooked turkey patties. *J. Food Sci.* **58**, 278-282.
- Blois, M. S. (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* **181**, pp. 1199.
- Buckingham, J. (1994) Dictionary of natural products. Chapman and Hall, 7, pp. 761.
- Han, J. H. and Lee, S. K. (2000) Inhibition of lipid oxidation by egg phosphatidylcholine in model system. *Korean J. Anim. Sci. & Technol.* **42**, 685-692.
- Igene, J. O., King, J. A., Pearson, A. M., and Gray, J. I. (1979) Influence of heme pigments, nitrite and non-heme iron on development of warmed over flavor in cooked meats. *J. Agric. Food Chem.* **27**, 838-842.
- Jung, D. Y., Kwon, M. N., Hong, J. H., and Byun, D. S. (1994) Effects of flavonoids and  $\alpha$ -tocopherol on the oxidation of n-3 polyunsaturated fatty acids. 1. Inhibition of fish oil oxidation by heating and during storage. *Bull. Korean Fish. Soc.* **27**, 155-165.
- Kanner, J., Harel, S., and Jaffe, R. (1991) Lipid peroxidation of muscle food as affected by NaCl. *J. Agric. Food Chem.* **39**, 1017-1021.
- Kim, I. W., Shin, D. H., and Baek, N. I. (1999) Identification of antioxidative components from ethanol extract of *Rhus verniciflua* Stokes. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 1654-1660.
- Kim, S. D., Do, J. H., and Hoon, I. H. (1981) Antioxidant activity of *Panax ginseng* browning products. *J. Korean Agricultural Chemical Society* **24**, 161-166.
- Lee, J. M., Son, E. S., Oh, S. S., and Han, D. S. (2001) Contents of total flavonoid and biological activities of edible plants. *Korean J. Dietary Culture* **16**, 504-514.
- McDonald, R. E. and Hultin, H. O. (1987) Some characteristics of the enzyme lipid peroxidation systems in microsomal fraction of Hounder muscle. *J. Food Sci.* **52**, 15-21.
- Park, H. J., Kwon, S. H., Kim, G. T., Lee, K. T., Choi, J. H., Choi, J. W., and Park, K. Y. (2000) Physicochemical and biological characteristics of flavonoids isolated from the heartwoods of *Rhus verniciflua*. *Kor. J. Pharmacogn.* **31**, 345-350.
- Park, J. C., Choi, J. S., and Choi, J. W. (1995) Effects of the fractions from the leaves, fruits, stems and roots of *Cudrania tricuspidata* and flavonoids on lipid peroxidation. *Kor. J. Pharmacogn.* **26**, 377-384.
- SAS (1995) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Shantha, N. C. and Decker, E. A. (1994) Rapid, sensitive, iron-based spectrometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *J. AOAC International* **77**, 421-424.
- Shin, D. H., Lee, Y. J., Chang, Y. S., and Kang, W. S. (1992) Stability of some fried foods prepared with oils containing *Rhus javanica* Linne ethanol extract with several synergists. *Korean J. Food Sci. Technol.* **24**, 547-551.
- Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oils. *J. Jap. Soc. Fish. Sci.* **26**, 259-267.
- Tsujimoto, M. (1931) On the dibasic acids in Japan wax. *Bull. Chem.* **6**, 325-337.
- Yin, M. C. and Faustman, C. (1993) Influence of temperature, pH, and phospholipid composition upon the stability of myoglobin and phospholipid: A liposome model. *J. Agric. Food Chem.* **41**, 853-857.
- Yoshimoto, T., Furukawa, M., Yamamoto, S., Horie, T., and Watanabekohno, S. (1983) Flavonoids: potent inhibition

- tors of arachidonate 5-lipoxygenase. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **116**, 612-618.
21. 구본홍 (1990) 한글 동의보감. 민중서적, 서울. pp. 1444.
  22. 김태정 (1996) 한국의 자원식물 II. 서울대학교 출판부 pp. 294.
  23. 이서래, 신호선 (1994) 최신식품화학. 2판, 신광출판사 pp. 122.
  24. 정남철 (1998) 옷나무의 Urushiol과 Flavonoids의 생리활성. 전남대학교 대학원 박사학위논문.
  25. 최홍식, 황정희 (1997) 식용유지 산업의 최근동향/식품지방질의 과산화반응 억제와 천연항산화제의 활용. *식품과학과 산업* **30**, 18-30.
- 
- (2005. 2. 7. 접수 ; 2005. 4. 30. 채택)