

일당귀 에탄올 추출물의 항산화 효과

김아라 · 이재준 · 이명렬*

조선대학교 식품영양학과

Received December 9, 2008 / Accepted January 19, 2009

Antioxidative Effect of *Angelica acutiloba* Kitagawa Ethanol Extract. Ah Ra Kim, Jae Joon Lee and Myung Yul Lee*. Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea - This study was conducted to investigate the antioxidant effect of 80% ethanol extracts from *Angelica acutiloba* Kitagawa (*A. acutiloba* Kitagawa) *in vitro*. The extract was further fractionated subsequently by n-hexane, chloroform, ethylacetate, n-butanol and water. Antioxidative activities of different fractions were examined by 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH) radical generation, Rancimat test, thiobarbituric acid (TBA) value, nitrite scavenging activity, inhibition of lipid peroxidation and peroxide value (POV) in linoleic acid in comparison with the commercial antioxidant butylated hydroxytoluene (BHT). Antioxidant activities of n-hexane fraction of *Angelica acutiloba* Kitagawa ethanol extract were the highest among fractions and were a little less than that of BHT. Nitrite scavenging activity showed the most remarkable effect at pH 1.2. These results suggest that ethanol extracts of *A. acutiloba* Kitagawa can be used in natural antioxidant source.

Key words : *Angelica acutiloba* Kitagawa, antioxidant activity, nitrite scavenging activity

서 론

최근 식생활의 변화와 운동량이 부족한 도시인이 늘어남에 따라 질병의 양상이 각종 암, 고혈압 등 순환기계 질환, 간장 장애, 당뇨병 등 각종 퇴행성 질환의 발생률이 높아지는 추세에 있으며[6], 이러한 질환들의 원인이 활성 산소에 기인된 것이라는 산소유해설이 점차 인정받고 있다[23]. 활성 산소는 단백질, DNA 등에 작용하여 세포막의 구성 성분인 불포화지방산을 공격하여 지질의 과산화반응을 일으켜 세포막의 파괴, 세포의 노화 및 괴사 등을 일으켜 노화 촉진, 스트레스 호르몬이나 면역물질의 활성도가 감소하고 각종 암 등을 발생시킨다는 보고가 있으며, 질병의 약 90%가 활성 산소에 의해 발생한다고 한다[2,17].

대부분의 식물들은 이러한 활성 산소에 대한 방어기전으로 이를 제거할 수 있는 다양한 형태의 천연 항산화물질을 함유하고 있다. 식물 내에 항산화 활성을 나타내는 물질로는 flavonoids, anthocyanins, carotenoids, vitamin 및 essential oil 등으로 이런 천연 항산화물질이 유리 라디칼로 인해 유발되는 각종 암 및 노화 관련 질환의 예방에 효과가 있는 것으로 보고됨[10]에 따라, 예부터 인간이 안전하게 먹어왔던 천연물질이나 약용식물로부터 항산화물질을 분리하여 항산화력이 우수한 새로운 천연 항산화제의 개발 연구가 더욱 활발히 진행되고 있다[16,21,24,31].

한의학에서 보혈약으로 분류되어 중요하게 쓰이고 있는 당

귀는 미나리과에 속하는 다년생 초본으로[35] 한국당귀(*Angelica gigas* Nakai), 중국당귀(*Angelica sinensis*(Oliv.) Diels), 일당귀(*A. acutiloba* Kitagawa)로 구분하며, 그 중 일본 원산종을 일당귀라 하며 화학적 조성이나 효능의 차이가 있는 것으로 알려져 있다[8]. 일당귀의 주요성분으로는 phthalide류의 ligustilide, butylidenephthalide, butylphthalide, sedanoic acid lactone 등이며[27], 일당귀에 관한 연구로는 항종양 효과[34], 항균활성 효과[36], 중추억제 작용[5], 빈혈에 대한 조절 효과[7], 면역기능과 간기능 회복 효과, 돌연변이 유발 억제 효과 및 암세포 성장 저해 효과[9], 진통, 소염 효과 및 관절염에 미치는 효능 연구[20] 등이 보고되고 있다.

일당귀는 주로 뿌리를 약용으로 이용해 왔으나 최근 기능성 채소에 대한 관심이 높아지면서 새로운 쌈 채소로서 이용이 크게 증가하고 있으며, 일당귀 잎에는 상추에 비하여 칼슘과 인의 함량이 각각 2.8배와 4.5배 높고, 비타민 C도 8배 정도 높아 소규모이지만 재배하는 농가가 늘어나고 있다.

체내의 활성 산소를 조절할 수 있는 천연물 유래의 항산화물질에 대해 많은 연구가 진행 되어 왔지만, 항산화 효과가 탁월하면서 보다 안전하고 효능이 뛰어난 새로운 천연 항산화제의 개발이 매우 중요하다 할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 기존에 연구·개발 되어진 천연 항산화제보다 안전하고 우수한 활성을 나타내는 항산화제를 천연식물로부터 개발하기 위한 연구의 일환으로 일당귀의 항산화 활성을 평가하기 위하여 *in vitro*에서 일당귀 에탄올 추출물과 용매별 분획에 대한 DPPH radical 소거능, 항산화 지수, 아질산염 소거능, linoleic acid에 대한 항산화 효과, 지질과산화 억제 효과 등을 측정하여 일당귀의 항산화력을 검토하였다.

*Corresponding author

Tel : +82-62-230-7722, Fax : +82-62-225-7726

E-mail : mylee@mail.chosun.ac.kr

재료 및 방법

재료

일당귀는 국내에서 유통되는 것을 구입하여 수세하고 음건한 것을 Blender (Braun, MR 350, CA, USA)로 조분쇄 후 시료로 사용하였다.

용매 추출

건조된 일당귀는 시료 100 g을 80% 에탄올 500 ml에 넣어 65°C에서 환류냉각관을 부착한 65°C의 heating mantle에서 3시간 동안 3회 추출한 다음 Whatman filter paper (No. 2)로 여과하였다. 여액을 40°C 수욕 상에서 rotary vacuum evaporator로 용매를 제거하고 감압·농축한 후 동결 건조시키고 형물 함량을 산출한 다음[12], 시료의 산화방지를 위하여 -70°C에 냉동 보관하면서 사용하였다.

다용매 분획

80% 일당귀 에탄올 추출물을 Fig. 1과 같이 separating funnel에 의한 용매별 분획으로 n-hexane, chloroform, ethylacetate 및 n-butanol로 연속 추출[33]한 후 각 분획물을 rotary vacuum evaporator로 감압·농축한 다음 동결 건조시켜 항산화 활성 측정용 시료로 사용하였다.

DPPH radical 소거 활성

시료의 전자공여능 측정을 Blois의 방법[1]에 준하여, 일당

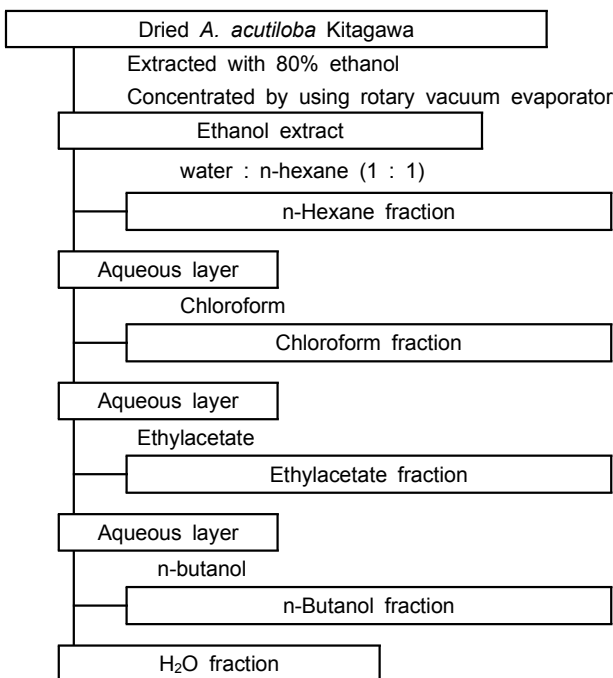


Fig. 1. Procedure for extraction and fractionation of *A. acutiloba* Kitagawa by various solvents.

귀 에탄올 추출물 분획들의 DPPH에 대한 수소공여능을 측정하였다. DPPH 16 mg을 에탄올 100 ml에 용해하고 20초간 진탕한 후 517 nm에서 흡광도가 0.93~0.97이 되도록 적당량의 에탄올을 가하여 DPPH 용액으로 하였다. DPPH 용액 2 ml와 일당귀 에탄올 추출물 분획 2 ml를 시험관에 취하고 vortex mixer로 5초간 진탕하여 517 nm에서 반응시간에 따른 일당귀 에탄올 추출물 분획의 환원력을 측정하였다. DPPH radical을 50% 소거시키는 시료의 농도를 RC₅₀으로 하였으며 양성대조군으로 합성항산화제인 BHT를 사용하였다.

$$\text{DPPH radical 소거 활성(\%)} = (A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) \times 100$$

A_{control}: 음성대조군(분획 미첨가)의 흡광도

A_{sample}: 실험군(분획 첨가)의 흡광도

항산화 지수 측정

항산화 지수(antioxidant index, AI)는 Joo 등의 방법[11]에 의하여 Rancimat (Metrohm model 679, Herisan, Switzerland)을 이용하여 측정하였다. 일당귀 에탄올 각 분획물에 포함된 용매를 완전히 제거한 후 각 분획물의 함량이 600 ppm이 되도록 soybean oil (Sigma Co., USA)에 첨가하고, 초음파(Ultrasonic processor, UCX-750, USA)를 이용하여 각각의 유기 용매 분획 시료와 유지가 잘 혼합되도록 하였다. Rancimat의 측정 조건은 시료 3.0 g을 반응용기에 취하고 증류수 70 ml를 측정용기에 넣은 후 110°C에서 air flow rate 20 l/hr로 하여 산화안정성을 비교하였다. 항산화 지수는 분획물을 첨가한 실험군의 유도시간을 분획물을 첨가하지 않은 대조군의 유도시간으로 나눈 값을 구하였고, 모든 측정치는 3회 반복 실험하여 얻은 값의 평균치로 표시하였다. 기존의 상업용 항산화제인 BHT를 유지에 대해 첨가하여 양성대조군으로 비교 실험하였다.

아질산염 소거능

아질산염 소거능(nitrite scavenging ability, NSA) 측정은 Kato 등의 방법[15]에 준하여 1 mM NaNO₂ 용액 1 ml에 분획 0.02 ml를 가하고 0.1 N HCl (pH 1.2), 0.2 M citrate phosphate buffer (pH 4.2, pH 6.0)로 각각 pH를 보정한 다음 반응액의 부피를 10 ml로 정용하였다. 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 1 ml 씩 취하고 2% 초산 5 ml와 30% 초산에 용해한 Griess 시약(1% sulfanylic acid : 1% naphthylamine = 1 : 1) 0.4 ml를 가하여 15분간 방치한 다음 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 증류수를 가하여 상기와 동일한 방법으로 측정하였으며, 아질산염 소거능은 분획을 첨가하기 전과 후의 아질산염 백분율(%)로 표시하였다.

$$\text{아질산염 소거율(\%)} = 1 - \frac{(A - C)}{B} \times 100$$

A: 1 mM NaNO₂ 용액에 분획을 첨가하여 1시간 방치시킨 후의 흡광도

B: NaNO₂ 용액의 흡광도

C: 분획 자체의 흡광도

지질과산화 억제 효과

지질과산화 억제 효과는 Ottolenghi 방법[28]을 변형하여 기질 용액 0.1 M phosphate buffer (pH 7.0)와 에탄올을 4:1로 혼합한 용액에 linoleic acid를 0.03 M이 되도록 첨가하였다. 이 기질 용액 2.5 ml에 0.1 M phosphate buffer (pH 7.0) 2.4 ml 및 0.1% 분획 0.1 ml씩 첨가하여 반응액을 조제한 후 반응액 2.0 ml에 35% TCA 1.0 ml와 0.75% TBA 2.0 ml를 가한 다음 vortex mixer로 진탕하여 95°C 수욕상에서 40분간 반응하였다. 이 반응액을 실온까지 냉각시켜 acetic acid 1.0 ml, chloroform 2.0 ml를 가하고 진탕시킨 후 1,150× g에서 5분 동안 원심분리하여 532 nm에서 상정액의 흡광도를 측정하였다. 지질과산화물가는 분획 첨가구의 흡광도와 대조구의 흡광도로부터 산출하였으며 지질과산화반응을 50% 억제시키는 농도를 IC₅₀으로 하였다.

지질과산화 억제활성(%)=(A_{control}-A_{sample})/(A_{control}-A_{blank})×100

A_{control}: 대조군(분획 미첨가)의 흡광도

A_{sample}: 실험군(분획 첨가)의 흡광도

A_{blank}: 대조군(증류수 첨가)의 흡광도

Linoleic acid에 대한 항산화 효과

삼각플라스크에 linoleic acid 1 ml, 에탄올 20 ml, 분획 0.1 ml 및 0.2 M phosphate buffer (pH 7.4) 25 ml를 취하여 50°C에서 일정 기간 동안(3, 5, 7일) 저장한 후 반응액을 분획 여두에 옮겨 chloroform을 가하고 3회 반복 추출하였다. Chloroform 추출액에 acetic acid 25 ml 및 KI 포화용액 1 ml를 가하고 암소에서 5분간 방치한 다음 증류수 50 ml를 가한 후 가용성 전분을 지시약으로 하여 0.01N Na₂S₂O₃ 용액으로 적정하였다.

통계 처리

본 실험은 독립적으로 각 시료 당 3회 반복 실시하여 얻은 결과로 결과는 실험군당 평균±표준오차로 나타내었고, SPSS 통계 package를 이용하여 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후 p<0.05 수준에서 Tukey's test에 의하여 각 실험군의 평균치간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

DPPH radical 소거 활성

일당귀 80% 에탄올 추출물을 유기 용매별로 분획한 분획의 DPPH법에 의한 전자공여능을 비교한 결과는 Table 1과 같다. DPPH radical 소거 활성은 n-hexane>ethylacetate>chloroform>n-butanol>water 분획 순으로 n-hexane 분획에

서 39 µg/ml로 가장 강한 항산화 활성을 나타냈다. 일당귀 에탄올 추출물의 n-hexane 분획의 DPPH radical 소거 활성은 양성대조군인 BHT의 14 µg/ml 보다는 낮은 전자공여능을 나타내었다. 이와 같이 n-hexane 분획의 전자공여능이 높은 것은 일당귀에 함유하고 있는 항산화물질이 n-hexane에 잘 용해되는 것으로 사료된다. 전자공여 작용은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 식품 중의 지방 산화를 억제시키는 척도로 사용될 뿐 아니라, 인체 내 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 척도로 이용되고 있으며[3], Kim 등[18]은 사용한 시료의 농도가 증가할수록 전자공여능도 증가하였다고 보고하였다. Park 등[30]은 참당귀 methanol 추출물을 농도별로 수소공여능을 측정한 결과, 농도가 증가할수록 농도 의존적으로 높게 나타났으며 특히 최고 농도인 1 mg/ml에서 양성대조군으로 사용된 BHT와 비교하였을 때 50% 정도의 DPPH radical 소거 효과를 보였다고 보고하였으며, Kang 등[13]의 연구에서는 참당귀의 열수 추출물의 수소공여능은 1 mg/ml의 농도에서는 66.3%, methanol 추출물에서는 81.5%의 DPPH radical 소거 효과를 보였다고 보고하여 두 연구 간의 차이를 보이는 것으로 나타났다. 생약 5종 약재의 열수 추출물, 에탄올 추출물, 메탄올 추출물의 DPPH radical 소거능은 추출물 모두 오가피, 독활, 참당귀, 황기, 황정 순으로 나타났으며, 추출 용매 간에는 유의적 차이가 없었다고 보고하였다[26]. 이와 같이 천연 식물들은 대부분 항산화 효과가 있는 것으로 사료된다.

항산화 지수

일당귀 에탄올 추출물 분획의 지질 산패도를 알아보기 위하여 Rancimat으로 측정한 항산화 지수 결과는 Table 2와 같다. 항산화 지수는 n-hexane 분획 1.73, ethylacetate 분획 1.61, chloroform 분획 1.42, n-butanol 분획 1.03 및 water 분획 1.02 로 모두 시료를 미첨가한 대조군의 항산화 지수 1.00

Table 1. Scavenging effects of the solvent fractions from 80% ethanol extract of *A. acutiloba* Kitagawa on DPPH radical

Fraction	50% Reduction (µg/ml) ¹⁾
n-Hexane	39±3.02 ³⁾⁴⁾
Chloroform	120±11.23 ^{b)}
Ethylacetate	68±2.98 ^{c)}
n-Butanol	>200 ^{a)}
Water	>200 ^{a)}
BHT ²⁾	14±0.19 ^{e)}

¹⁾Amount required for 50% reduction of DPPH after 30 min.

²⁾BHT: butylated hydroxytoluene.

³⁾All values are expressed as Mean±SE of triplicate determinations.

⁴⁾Means in the same column not sharing a common letter are significantly different (p<0.05) by Tukey's test.

Table 2. Antioxidative activities of the solvent fractions of from 80% ethanol extract of *A. acutiloba* Kitagawa on soy-bean oil

Fraction	IP ¹⁾	AI ²⁾
Control	6.83±1.26 ³⁾⁴⁾	1.00±0.05 ⁵⁾
n-Hexane	11.85±2.02 ^a	1.73±0.07 ^a
Chloroform	9.75±2.00 ^{ab}	1.42±0.12 ^{ab}
Ethylacetate	11.00±3.02 ^a	1.61±0.10 ^a
n-Butanol	7.06±1.98 ^c	1.03±0.03 ^c
Water	7.02±0.46 ^c	1.02±0.01 ^c
BHT	13.45±1.05 ^a	1.97±0.04 ^a

¹⁾Induction period (IP, hr) of oil was determined by Rancimat test at 110°C.

²⁾Antioxidant index (AI) was expressed as IP of oil containing various fraction/IP of control oil.

³⁾All values are expressed as Mean±SE of triplicate determinations.

⁴⁾⁵⁾Means in the same column not sharing a common letter are significantly different ($p < 0.05$) by Tukey's test.

보다 높은 항산화 활성을 나타냈으며, 특히 n-hexane 분획의 활성이 가장 높았다. 이는 일당귀 성분 중 항산화 작용을 나타내는 물질이 n-hexane 분획으로 다량 이행되었기 때문으로 사료된다. 본 실험에서 일당귀 에탄올 추출물의 전 분획에서 대조군보다 높은 항산화 활성을 나타냈는데 이는 일당귀 에탄올 추출물에 항산화 활성을 나타내는 물질이 다량 함유되어 있는 것으로 사료된다. Lim 등[25]은 116종의 생약 에탄올 추출물의 항산화력을 Rancimat으로 측정할 결과, 대부분의 추출물들이 항산화력을 나타내었는데 건강, 백작약, 산수유, 소목의 경우는 ethylacetate 분획에서 항산화 지수가 가장 높게 나타났고, 석곡의 경우 chloroform 분획에서 항산화 지수가 가장 높았다고 보고하였으며, 참당귀 에탄올 추출물의 팜유와 돈지에 대한 항산화 지수는 각각 1.10과 0.96이며 같은 미나리과인 강활의 에탄올 추출물은 각각 1.14와 0.98, 방풍 에탄올 추출물은 각각 1.11과 0.98로 모두 비슷한 항산화력을 보였다.

아질산염 소거 작용

pH 변화에 따른 일당귀 에탄올 추출물 분획의 아질산염의 소거 작용은 Table 3과 같다. 일당귀 에탄올 추출물 분획의 아질산염 소거 작용은 pH 1.2의 경우 n-hexane 92.13%, ethylacetate 84.23%, chloroform 72.08%, pH 4.2의 경우 n-hexane 71.09%, ethylacetate 65.22%, chloroform 66.13%, pH 6.0의 경우 n-hexane 12.32%, ethylacetate 10.18%, chloroform 9.02% 순으로 모든 pH에서 n-hexane 분획이 타 분획에 비하여 높은 소거 작용은 나타냈다. pH 변화에 따른 각 분획의 아질산염 소거 작용은 pH 1.2와 pH 4.2에서 높았으나 pH 6.0에서는 매우 낮게 나타났다. 아질산염의 소거 작용은 Lim [25]과

Table 3. Nitrite scavenging activity of *A. acutiloba* Kitagawa ethanol extract fractions under different pH conditions

Fraction	Nitrite scavenging activity (Unit: %)		
	pH 1.2	pH 4.2	pH 6.0
n-Hexane	92.13±6.01 ¹⁾²⁾	71.09±3.29 ^a	12.32±4.98 ^a
Chloroform	72.08±2.01 ^c	66.13±3.02 ^{ab}	9.02±1.02 ^a
Ethylacetate	84.23±2.11 ^b	65.22±4.54 ^{ab}	10.18±0.58 ^b
n-Butanol	63.22±2.94 ^d	56.94±5.05 ^b	8.61±3.23 ^b
Water	55.61±1.75 ^e	43.02±1.99 ^c	7.99±0.74 ^b
BHT	97.12±5.07 ^a	76.33±6.87 ^a	14.21±3.01 ^a

¹⁾All values are expressed as Mean±SE of triplicate determinations.

²⁾Means in the same column not sharing a common letter are significantly different ($p < 0.05$) by Tukey's test.

Kang 등[14]이 보고한 결과와 같이 본 실험에서도 pH가 낮을수록 아질산염 소거능이 우수하였다. 이런 결과는 Lee와 Choi[22], Walker 등[32]의 보고처럼 pH 1.2에서 총 페놀화합물이 다량 용출되고 산성에서 페놀류인 catechol이 아민보다 더 경쟁적으로 아질산과 반응한 결과로 여겨지며, 또한 Lee 등[32]은 아질산염 소거에 영향을 주는 물질로 catechin, chlorogenic acid, morin, luteolin-n-O-glucoside, luteolin, naringenin 등의 flavonoid류라고 보고하였다.

따라서 본 실험에서 사람 위 내의 pH와 유사한 조건인 pH 1.2에서 높은 소거 작용을 나타낸 것은 일당귀 에탄올 분획이 생체 내에서도 효과적인 아질산염 소거 작용을 통해 nitrosamine 생성을 억제할 것으로 생각된다.

Kim 등[19]은 참당귀의 농도와 pH를 달리하여 수용성 분획과 methanol 가용성 분획의 아질산염 소거능을 비교 연구한 결과, 수용성 분획과 methanol 가용성 분획 모두 pH 1.2에서 대부분 90% 이상의 높은 소거율을 보였고, pH 4.2, pH 6.0 순으로 낮아져 본 실험결과와 유사했고, 수용성 분획보다 메탄올 가용성 분획에서 아질산염 소거능이 더욱 크게 나타났으며, 농도가 증가하면서 아질산염 소거능도 비례적으로 증가하지만 수용성 분획 pH 1.2와 methanol 가용성 분획 pH 1.2, pH 6.0에서는 농도에 따른 유의적 차이가 없어 적은 양으로도 아질산염 소거능이 탁월하다고 보고하였다.

지질과산화에 대한 억제 효과

일당귀 에탄올 추출물 분획의 항산화 활성을 linoleic acid를 기질용액으로 지질과산화물가(TBA value)를 측정하여 비교한 결과는 Table 4와 같다. 지질과산화물가를 통한 지질과산화 억제 효과는 linoleic acid의 산화로 생성된 과산화지질의 분해 과정에서 생기는 peroxy radical의 소거를 통해 지질과산화의 이차분해산물인 malondialdehyde의 생성량을 측정하여 항산화능을 확인하는 방법이다[4].

Table 4. Inhibitory rates of the solvent fractions from 80% ethanol extract of *A. acutiloba* Kitagawa on lipid peroxidation

Fraction	Inhibition of lipid peroxidation (%)
n-Hexane	87.7±5.02 ^{1)a2)}
Chloroform	40.3±2.04 ^c
Ethylacetate	62.3±3.01 ^b
n-Butanol	10.4±1.09 ^e
Water	24.2±0.87 ^d
BHT	94.2±5.13 ^a

¹⁾All values are expressed as Mean±SE of triplicate determinations.

²⁾Means in the same column not sharing a common letter are significantly different ($p<0.05$) by Tukey's test.

각 분획의 지질과산화 억제율은 n-hexane 분획 87.7%, ethylacetate 분획 62.3%, chloroform 분획 40.3% 순으로 DPPH radical 소거 활성과 Rancimat으로 측정된 항산화 지수와 동일하게 n-hexane 분획에서 지질과산화 억제율이 가장 높게 나타났으나, 양성대조군으로 사용한 BHT의 지질과산화 억제율보다는 낮게 나타났다. 이 결과는 Parker 등[29]이 보고한 것처럼 phenol의 OH기가 DPPH용액에 존재하는 유리 라디칼과 linoleic acid의 산화로 인해 생성되는 유리 라디칼에 작용하는 차이 때문으로 생각된다.

Linoleic acid에 대한 항산화 효과

Linoleic acid에 50°C에서 일정 기간(3일, 5일, 7일) 항온 저장시킨 일당귀 에탄올 추출물 분획을 첨가하여 생성된 과산화물(POV)을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다.

3일 저장한 일당귀 에탄올 추출물 분획의 과산화물가는 water 분획 550 meq/kg, n-butanol 분획 520 meq/kg, chloroform 분획 380 meq/kg 순으로 높았고, 5일 저장에서는 water 분획 970 meq/kg, n-butanol 분획 960 meq/kg,

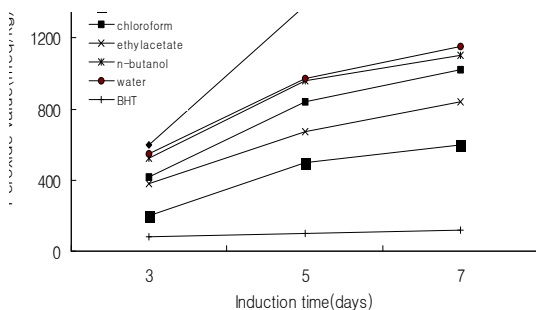


Fig. 2. Change of peroxide value in linoleic acid emulsion supplemented with the individual solvent fractions of *A. acutiloba* Kitagawa ethanol extract during incubation at 50°C for 7 days. Data shown are means of triplicate independent experiments.

chloroform 분획 670 meq/kg 순으로, 7일간 저장에서는 water 분획 1,150 meq/kg, n-butanol 분획 1,100 meq/kg, ethylacetate 분획 1,020 meq/kg 순으로 높았다. 이 결과는 용매 추출에 의한 항산화물질의 양이 n-hexane과 ethylacetate로 추출 시 높았기 때문으로 생각되며 분획의 항산화력과 과산화물이 사이에는 역상관계가 있음을 알 수 있었다.

요약

본 연구는 일당귀의 생리활성 및 기능성을 검토하기 위하여 *in vitro*에서 일당귀 에탄올 추출물과 용매별 분획물에 대한 DPPH radical 소거능, 항산화 지수, 아질산염 소거능, linoleic acid에 대한 항산화 효과, 지질과산화 억제 효과를 측정하여 일당귀의 항산화력을 측정하였다. 일당귀 에탄올 추출물을 n-hexane, chloroform, ethylacetate, n-butanol, water로 계통 분획하여 DPPH radical에 대한 자유기 소거능을 측정한 결과 n-hexane 분획이 39 µg/ml로 가장 강한 항산화 활성을 나타내었다. 또한 Rancimat로 측정된 항산화 지수도 분획 중 n-hexane 분획이 1.73으로 가장 높게 나타났으며, 아질산염 소거능에서도 모든 pH에서 n-hexane 분획이 가장 높게 나타났으며, pH 변화에 따른 각 분획의 아질산염 소거 작용은 pH 1.2에서 가장 우수하였다. 지질과산화물 생성 억제 효과는 n-hexane 분획이 87.7%로 가장 높았으나, 양성대조군으로 사용한 BHT의 억제율보다는 낮았다. Linoleic acid에 대한 항산화 효과를 과산화물가로 측정된 결과도 n-hexane의 항산화력이 가장 우수하였고 ethylacetate, chloroform, n-butanol, water 순이었다. 이상의 결과 일당귀 추출물은 항산화 효과를 나타내는 물질을 함유하고 있는 것으로 판단되며, 이 원인물질에 대한 연구가 더 진행되어야 할 것이며, 일당귀 추출물의 *in vitro*에서 항산화효능의 우수함을 통해 일당귀의 천연항산화제로서 개발 및 활용성을 기대해 본다.

References

- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **26**, 1199-1200.
- Cha, B. C., E. H. Lee and M. A. Noh. 2005. Antioxidant activity of *Smilacis chinae* radix. *Korean J. Pharmacogn.* **36**, 195-200.
- Choi, J. H. and S. K. Oh. 1985. Studies on the anti-aging action of Korean Ginseng. *Korean J. Food Sci. Technol.* **17**, 506-515.
- Comporti, M. 1987. Glutathione depletion agents and lipid peroxidation. *Chem. Phys. Lipids* **45**, 143-169.
- Dakaki, K. 1982. Whahanyakmoolhak. pp. 293-297. Namsadang, Tokyo, Japan.
- Folkow, B. 1982. Physiological aspects of primary hypertension. *Physiol. Rev.* **62**, 347.

7. Han, C. K. 1983. Effects of *Angelicae radix* on anemic rabbit and content of decursin. Ph.D. Dissertation, Kyunghee University, Seoul.
8. Han, D. S. 1988. Pharmacognosy. pp. 201-203, Myung Publishing Co., Seoul.
9. Ham, M. S., S. S. Kim, J. S. Hong, J. H. Lee, E. K. Chung, Y. S. Park and H. Y. Lee. 1996. Screening and comparison of active substances of *Angelica gigas* Nakai produced in Kangwon and *Angelica acutiloba* Kitagawa produced in Japan. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **24**, 624-629.
10. Hertog, M. G., E. J. Feskens, P. C. Hollman, M. B. Katan and D. Kromhout. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease. The Zutphan elderly study. *Lancet* **342**, 1007-1011.
11. Joo, K. J. and J. J. Kim. 2002. Oxidative stability and flavor compounds of sesame oils blended with vegetable oils. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 499-502.
12. Jung, G. T., I. O. Ju, J. S. Choi and J. S. Hong. 2000. The antioxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* RUPRECHT (Omija) seed. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 928-935.
13. Kang, S. A., J. A. Han, K. H. Jang and R. W. Choue. 2004. DPPH radical scavenger activity and antioxidant effects of *Cham-dang-gui*(*angelica gigas*). *Korean J. Soc Food Sci Nutr.* **33**, 1112-1118.
14. Kang, Y. H., Y. K. Park, S. R. Oh and K. D. Moon. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 978-984.
15. Kato, H., I. E. Lee, N. V. Cheyen, S. B. Kim and F. Hayase. 1987. Inhibitory of nitrosamine formation by non-dialyzable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.* **5**, 1333-1335.
16. Kim, E. Y., I. H. Baik, J. H. Kim, S. R. Kim and M. R. Rhyu. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* **36**, 333-338.
17. Kim, H. J., J. T. Bae, J. W. Lee, M. H. Hwangbo, H. G. Im and I. S. Lee. 2005. Antioxidant activity and inhibitive effects on human leukemia cells of edible mushrooms extracts. *Korean J. Food Preserv.* **12**, 80-85.
18. Kim, H. K., Y. E. Kim., J. R. Do., Y. C. Lee and B. Y. Lee. 1995. Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 80-85.
19. Kim, H. S. and S. W. Joung. 2006. Effective components and nitrite scavenging ability of root and leaves a *Angelica gigas* Nakai. *Korean J. Food Cookery Sci.* **22**, 957-965.
20. Kim, J. M., B. I. Seo and B. H. Byun. 2004. Comparative study of efficacy of *Angelicae gigantis* radix and *Angelicae acutilobae* radix extract on analgesic effects, anti-inflammatory effects and arthritis. *J. Appl. Oriental Med.* **4**, 1-13.
21. Kim, S. Y., J. H. Kim, S. K. Ki, M. J. Oh and M. Y. Jung. 1994. Antioxidant activities of selected oriental herb extracts. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* **71**, 633-640.
22. Lee, J. H. and J. S. Choi. 1993. Influence of some flavonoids on n-nitrosoproline formation in vitro and in vivo. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **22**, 266-272.
23. Lee, S. O., H. J. Lee, M. H. Yu, H. G. Im and I. S. Lee. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ulung island. *Korean J. Food Sci. Technol.* **37**, 233-243.
24. Lee, S. O., M. J. Kim, D. K. Kim and H. J. Choi. 2005. Antioxidative activities of temperature-stepwise water extracts from *Inonotus obliquus*. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 139-147.
25. Lim, J. A., Y. S. Na and S. H. Baek. 2004. Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of ethanol extract from *Phyllostachys bambusoides*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **36**, 306-310.
26. Min, S. H. and B. R. Lee. 2007. Antioxidant activity of medicinal plant extracts cultivated in Jecheon. *Korean J. Food Culture* **22**, 336-341.
27. Namba, T. 1993. *Angelicae Radix*. pp. 58-61, In the encyclopedia of wakan-yaku (traditional sino-japanese medicines) with color pictures, Vol. I, Hoikusha.
28. Ottolenghi, A. 1959. Interaction of ascorbic acid and mitochondrial lipids. *Arch. Biochem. Biophys.* **79**, 355-461.
29. Paker, L. and A. N. Glazer. 1990. Oxygen radicals in biological systems. pp. 186-343, In Methods in Enzymology. Academic Press, London.
30. Park, K. W., S. R. Choi., H. R. Hong., J. Y. Kim., M. Y. Shon and K. I. Seo. 2007. Biological activities of methanol extract of *Angelica gigas* Nakai. *Korean J. Food Preserv.* **14**, 655-661.
31. Song, J. C., N. K. Park, H. S. Hur, M. H. Bang and N. I. Baek. 2000. Examination and isolation of natural antioxidants from Korean medicinal plants. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* **8**, 94-101.
32. Walker, E. A., B. Pignatelli and M. Friensen. 1982. The role of phenols in catalysis of nitrosamine formation. *J. Sci. Food Agric.* **33**, 81.
33. Woo, W. S. 1997. Natural products chemistry. pp. 14-15, Seoul National University Press.
34. Yamada, H., K. Komiyama., H. Kiyohara., J. C. Cyong., Y. Hirakawa and Y. Otsuka. 1990. Structural characterization and anti-tumor activity of a peptic polysaccharide from the roots of *Angelica acutiloba*. *Planta Medica.* **56**, 182-186.
35. Yoon, C. H. 1994. A taxonomic study on the genus *Angelica* L in Korea and the adjacent regions. Ph.D. Dissertation, Korea University, Seoul.
36. Yun, K. W. and S. K. Choi. 2004. Antimicrobial activity in 2 *Angelica* species extracts. *Korean J. Plant Res.* **17**, 278-282.