

참나물 에탄올 추출물의 항산화 효과

이유미 · 이재준 · 이명렬*

조선대학교 식품영양학과

Received February 14, 2008 / Accepted March 24, 2008

Antioxidative Effect of *Pimpinella brachycarpa* Ethanol Extract. Yu Mi Lee, Jae Joon Lee and Myung Yul Lee*. Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea - This study was performed to investigate the antioxidant effect of 80% ethanol extracts from *Pimpinella brachycarpa* *in vitro*. The extraction yields of 80% ethanol extract was 9.23 g/100 g. The extract was further fractionated subsequently by n-hexane, chloroform, ethylacetate, n-butanol and water. Water fraction showed the highest extraction yield among fractions. 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 in linoleic acid in comparison with the commercial antioxidant butylated hydroxytoluene (BHT). Antioxidant activities of n-hexane fraction of *Pimpinella brachycarpa* ethanol extract were the highest among fractions. Furthermore, the antioxidative capacity of the n-hexane fraction was similar to that of BHT.

Key words : Antioxidant activity, *pimpinella brachycarpa*, thiobarbituric acid value

서 론

산화적 스트레스(oxidative stress)는 생체막의 필수 구성 성분인 불포화지방산의 탄소사슬을 공격하여 microsome, mitochondria, ribosome의 막을 손상시키고, 이로 인해 과산화물이 생성된다[1,3]. 신체는 이러한 산화적 스트레스로부터 세포막과 세포내 물질을 보호하기 위한 항산화 기전이 존재하는데 그중 하나는 체내 존재하는 항산화 효소에 의해서, 나머지는 생체 내 여러 가지 항산화 물질과 식이를 통하여 공급되는 항산화 영양소와 polyphenol류와 같은 항산화제에 의한 것이다. 그러나 신체가 항산화 방어체계를 구축하여 스스로를 보호하지만 항산화 체계가 약화되거나 산화적 스트레스가 가해질 때 증가되는 활성산소종에 대항하기는 역부족 상태에 놓이게 된다.

따라서 항산화 성분의 섭취나 항산화 효소 활성 증가 등으로 체내 항산화 효능을 증진시키는 것은, 누적되는 산화적 손상에 대항하기 위해서 매우 중요한 것으로 보고되고 있으며, 더불어 항산화 물질을 함유한 천연 자원에 대한 관심이 증가되고 있다[5,17,25].

산채류는 산과 들에 자생하는 식용식물로 최근 연구에 의하면 식품으로서 영양 불균형에서 오는 만성 퇴행성 질환 등을 예방하여 항비만효과[14], 중금속 해독효과[47], 항돌연변이능[15], 항암·항산화 효과[18], 항균효과[29] 및 유전 독성 억제능[12]이 높은 것으로 밝혀지면서 이들 산채류의 연구

및 개발의 필요성이 강조되고 있다.

예로부터 우리나라 사람들이 즐겨먹던 산채류 중 하나인 참나물(*Pimpinella brachycarpa* Nakai)은 산형과(Umbelliferae)에 속하며, 방향성을 지닌 다년생 초본으로 생채뿐만 아니라 나물로 이용하였다. 참나물은 체내 신진대사와 생리활성을 증진시킬 수 있는 유리당, 필수아미노산 및 필수지방산을 비롯한 비타민과 무기질을 다량 함유하고 있는 것[34]으로 보고되었고, 특히 비타민 C가 풍부하며[11], β -carotene, flavonoid, polyphenol 등과 같은 다양한 항산화 생리활성 물질을 함유하고 있는 것으로 알려졌다[6].

참나물의 생리활성에 관한 연구로는 참나물 에탄올 추출물이 항돌연변이 활성을 나타내었고[37], 열처리한 참나물 녹즙에서도 돌연변이 억제효과가 있는 것으로 보고[43]되었다. 또한 *in vitro*에서 참나물 추출물이 흰쥐의 뇌 homogenate의 지질과산화물 생성을 저하시켜 항산화 효과[27]가 있었으며, *in vivo* 연구에서도 참나물 에탄올 추출물은 알코올 섭취로 유도된 산화적 스트레스와 알코올성 독성으로부터 간을 보호하는 항산화효과가 있는 것으로 나타났고[7], 참나물 에탄올 추출물이 고콜레스테롤식을 급여한 흰쥐의 고지혈증 예방효과도 있는 것으로 보고[33]하였다.

따라서 본 연구는 참나물의 생리 효능을 체계적으로 밝히기 위한 기초 자료를 얻고자 *in vitro*에서 참나물 에탄올 추출물과 용매별 분획을 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical 소거능, 항산화지수, 아질산염 소거능, linoleic acid에 대한 항산화 효과 측정, 지질과산화 억제효과 등을 기존의 합성항산화제인 BHT와 비교하여 항산화 효능을 검증하였다.

*Corresponding author

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

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

재료 및 방법

재료

참나물은 2006년 5월 전남 나주시 소재 전라남도 농업기술원에서 재배한 전초를 수세하고 음건한 것을 Blender (Braun, MR 350, CA, USA)로 조분쇄 후 시료로 사용하였다.

용매 추출

건조된 참나물은 시료 100 g 당 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 건조시켜 고형물 함량을 산출한 다음[20], 시료의 산화방지를 위하여 -70°C에 냉동 보관하면서 사용하였다.

다용매 분획

80% 참나물 에탄올 추출물을 Fig. 1과 같이 separating funnel에 의한 용매별 분획으로 n-hexane, chloroform, ethylacetate 및 n-butanol로 연속 추출[49]한 후 각 분획물을 rotary vacuum evaporator로 감압·농축한 다음 동결 건조시켜 Table 1과 같이 수율을 계산하였고, 항산화 활성 측정용 시료로 사용하였다.

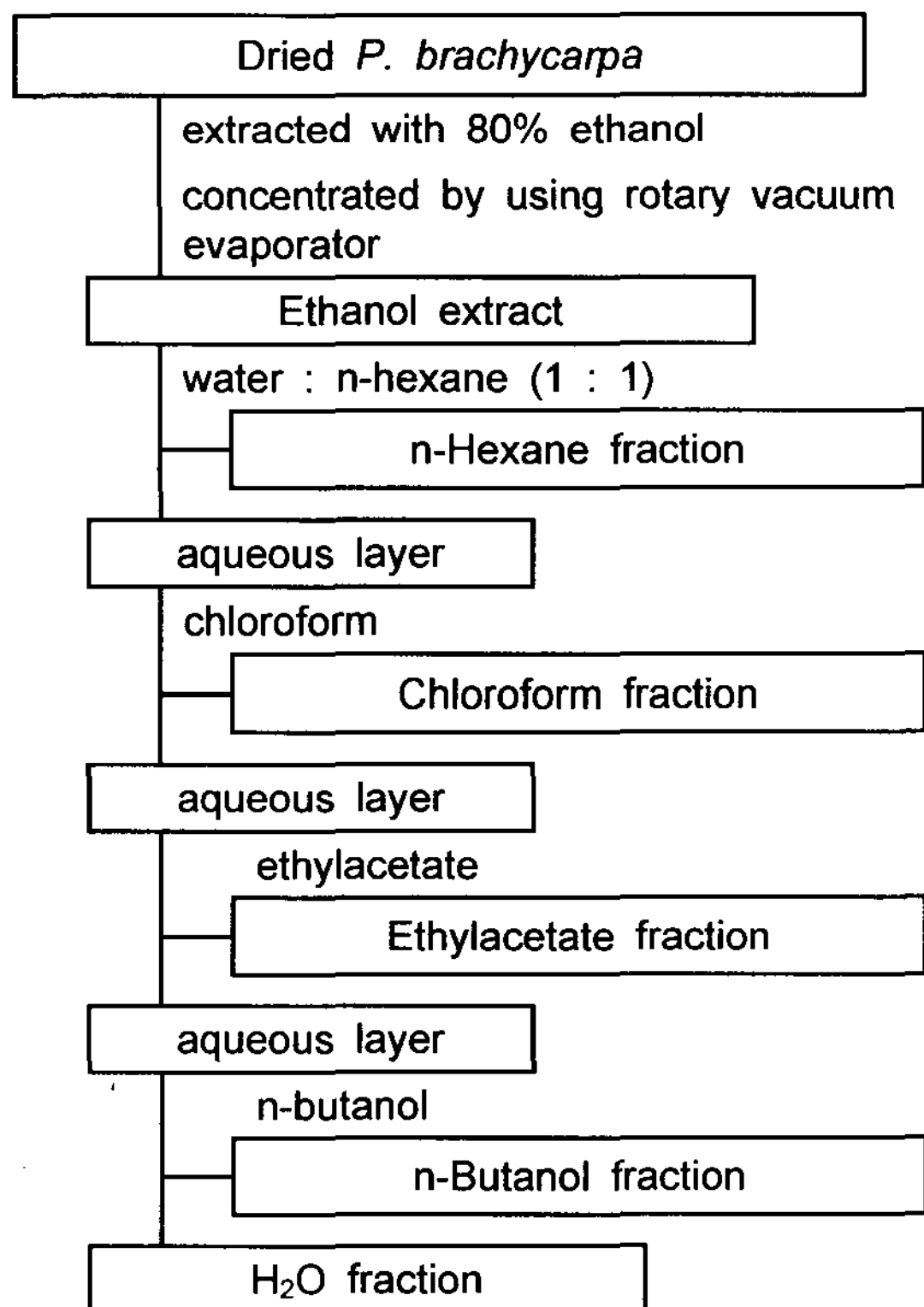


Fig. 1. Procedure for extraction and fractionation of *P. brachycarpa* by various solvents.

Table 1. Yield of solvent fractions from 80% ethanol extract of *P. brachycarpa*

Fraction ¹⁾	Fraction yield	
	Gained weight (g/100 g)	Ratio (%)
n-Hexane	1.86	15.49
Chloroform	0.62	5.16
Ethylacetate	1.14	9.50
n-Butanol	0.72	6.00
Water	1.90	15.82

¹⁾Fractions were separated by separatory funnel.

DPPH radical 소거활성

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

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

A_{control}: 음성대조군(분획 미첨가)의 흡광도

A_{sample}: 실험군(분획 첨가)의 흡광도

항산화지수 측정

항산화지수(antioxidant index, AI)는 Rancimat (Metrohm model 679, Herisan, Switzerland)을 이용하여 측정하였는데, 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 g를 반응용기에 취하고 증류수 70 ml를 측정용기에 넣은 후 110°C에서 air flow rate 20 l/hr로 하여 산화안정성을 비교하였다[19]. 항산화지수는 분획물을 첨가한 실험군의 유도시간을 분획물을 첨가하지 않은 대조군의 유도시간으로 나눈 값으로 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[22]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 1

시간 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

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.

지질과산화 억제효과

지질과산화 억제효과는 Ottolenghi 방법[44]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 ml을 가한 다음 vortex mixer로 진탕하여 95°C 수욕상에서 40분간 반응하였다. 이 반응액을 실온까지 냉각시켜 초산 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.

$$\text{지질과산화 억제활성(\%)} = \frac{(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}})}{(A_{\text{control}} - A_{\text{blank}})} \times 100$$

- A_{control}: 대조군(분획 미첨가)의 흡광도
- A_{sample}: 실험군(분획 첨가)의 흡광도
- A_{blank}: 대조군(증류수 첨가)의 흡광도

통계처리

본 실험은 독립적으로 3회 이상 반복 실시하여 얻은 결과로 결과는 실험군당 평균으로 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

80% 에탄올 추출 수율 및 용매별 분획물의 수율

참나물의 항산화효과를 검토하기 위하여 냉동 건조하여 마쇄한 시료를 80% 에탄올로 추출한 후 동결 건조하여 얻은 참나물 에탄올 추출물의 추출 수율은 12.01%이었다. 80% 에탄올 추출물에 대하여 용매별로 분획한 후 추출 수율을 측정 한 결과는 Table 1과 같다. 80% 에탄올 추출물의 용매별 분획물의 추출 수율은 water 분획이 1.90%로 가장 높았으며, n-hexane, n-butanol, chloroform, ethylacetate 순이었다. 고려엉겅퀴[38]와 산뽕나무 잎[46]의 경우도 water 추출물이 가장 높은 추출 수율을 나타내었다. 또한 천연초[35], 연잎[36] 및 엉겅퀴[31]의 용매별 분획물의 수율도 용매의 극성이 높을수록 분획물의 수율이 높았다.

DPPH radical 소거활성

참나물 80% 에탄올 추출물의 유기 용매별 분획물별 DPPH radical 소거능을 비교한 결과는 Table 2와 같다.

DPPH radical 소거활성은 n-hexane>ethylacetate>chloroform>n-butanol>water 분획 순으로 n-hexane 분획에서 41 µg/ml로 가장 강한 항산화활성을 나타내었다. 참나물 에탄올 추출물 n-hexane 분획의 DPPH radical 소거활성은 양성 대조군으로 사용된 합성항산화제인 BHT의 16 µg/ml 보다 는 덜 효과적인 전자공여능을 나타내었다. 또한 본 연구와 달리 예로부터 식용 또는 약용식물로 사용된 자생식물 중 씀바귀[28]와 산초[16]는 ethylacetate 분획, 쇠비름[30]과 엉겅퀴 잎[31]은 n-butanol 분획, 고려엉겅퀴는 물분획[38]에서 가장 높은 DPPH radical 소거활성이 보였다.

산소에 의한 지질과산화반응에 의하여 생성되는 지질과산화물을 비롯하여 여러 체내 과산화물도 세포에 대한 산화적

Table 2. Scavenging effects of the solvent fractions from 80% ethanol extract of *P. brachycarpa* on DPPH radical

Fraction	50% Reduction (µg/ml) ¹⁾
Control	0
n-Hexane	41
Chloroform	118
Ethylacetate	69
n-Butanol	>200
Water	>200
BHT ²⁾	16

¹⁾Inhibitory activity was expressed as the mean of 50% inhibitory concentration of triplicate determines, obtained by interpolation of concentration-inhibition curve.

²⁾BHT: butylated hydroxytoluene.

파괴로 인한 각종 기능장애를 야기하며[41], 활성 산소종이 정상적으로 소거되지 않았을 때 잔존하는 자유라디칼에 의해 산화적 스트레스를 받게 됨으로써 다른 질병의 원인이 되기도 하고, 식품에서도 부패와 독성물질 생성 등으로 유해한 작용을 하는 것으로 알려져 있다[13]. 따라서 n-hexane 분획의 전자공여능이 높은 것은 참나물에 함유하고 있는 항산화 물질이 n-hexane에 잘 용해되는 것으로 추정된다.

항산화지수

참나물 에탄올 추출물 분획의 지질 산패도를 알아보기 위하여 Rancimat으로 항산화지수를 측정된 결과는 Table 3과 같다. Rancimat에 의한 항산화지수는 시료를 첨가 후 유지의 복잡한 산화과정 중 유도기간 마지막에 상당량의 저분자량 휘발성 카보닐산이 유리되는 양으로 측정한다[4,10].

항산화지수는 n-hexane 분획이 1.98로 가장 높게 나타났으며, ethylacetate 분획 1.29, chloroform 분획 1.09, n-butanol 분획 1.07 및 water 분획 1.02로 대조군의 항산화지수 1.00보다 높은 활성을 나타냈으며, 특히 n-hexane 분획의 활성이 가장 높아 기존의 항산화제인 BHT와 유사한 활성을 나타내었다. 폐모와 어성초의 경우는 ethylacetate 분획에서 항산화지수가 가장 높게 나타났[39]. 본 실험에서 참나물 에탄올 추출물의 전 분획에서 대조군보다 높은 항산화활성을 나타냈는데 이는 참나물 에탄올 추출물에 항산화활성을 나타내는 물질이 다량 함유되어 있는 것으로 판단되며 우수한 항산화제로의 개발이 기대된다.

아질산염 소거작용

pH 변화에 따른 참나물 에탄올 추출물 분획의 아질산염 소거작용은 Fig. 2와 같다.

참나물 에탄올 추출물 분획의 아질산염 소거작용은 pH 1.2의 경우 n-hexane 92.3%, ethylacetate 85.4%, chloroform

Table 3. Antioxidative activity of the solvent fractions from 80% ethanol extract of *P. brachycarpa* on soybean oil

Fraction	IP ¹⁾	AI ²⁾
Control	7.05 ^{b3)}	1.00 ^{b4)}
n-Hexane	14.0 ^a	1.98 ^a
Chloroform	7.72 ^b	1.09 ^b
Ethylacetate	9.11 ^b	1.29 ^b
n-Butanol	7.55 ^b	1.07 ^b
Water	7.21 ^b	1.02 ^b
BHT	13.96 ^a	1.97 ^a

¹⁾Induction period (IP) 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 soybean oil.

³⁾⁴⁾Means with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

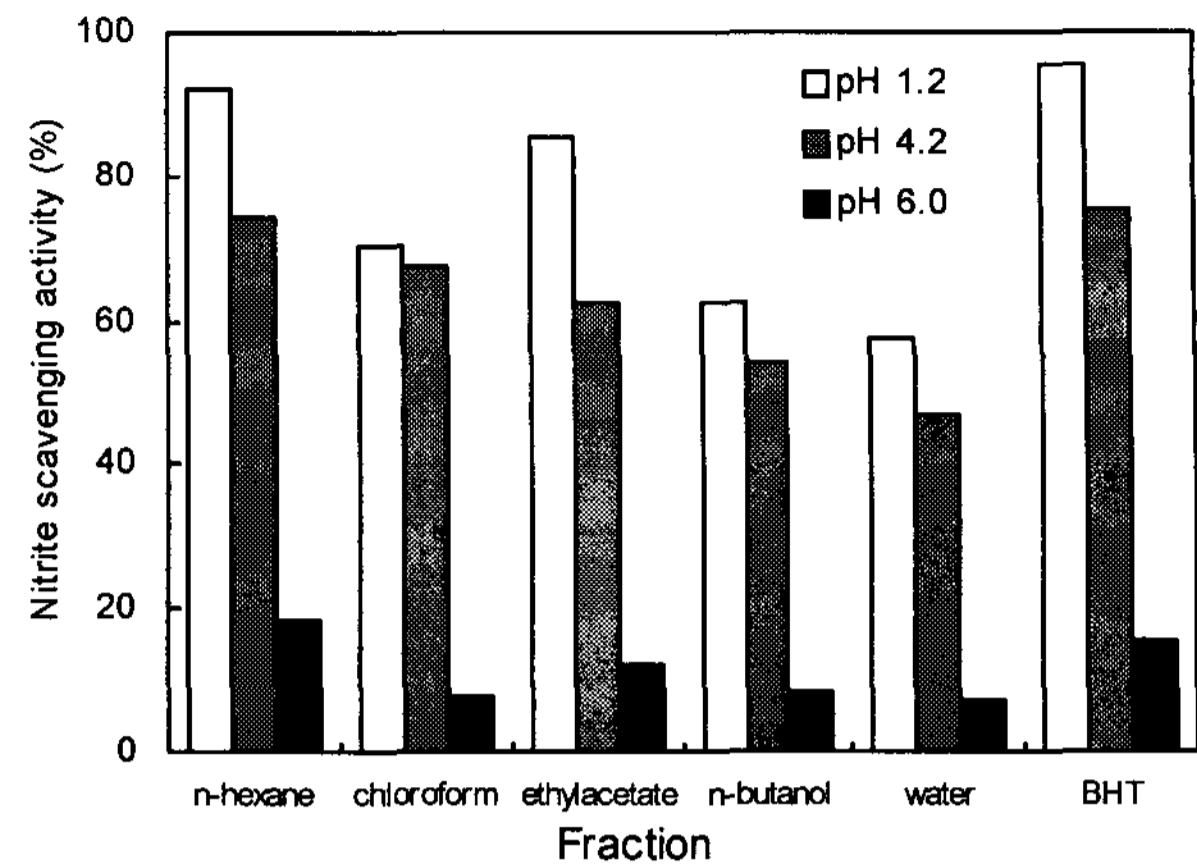


Fig. 2. Nitrite scavenging activity of *P. brachycarpa* ethanol extract fractions under different pH conditions.

70.2%, pH 4.2의 경우 n-hexane 74.5%, ethylacetate 67.4%, chloroform 62.3%, pH 6.0의 경우 n-hexane 18.4%, ethylacetate 12.4%, chloroform 7.9% 순으로 모든 pH에서 n-hexane 분획이 타 분획보다 높았다. pH 변화에 따른 각 분획의 아질산염 소거작용은 pH 1.2와 pH 4.2에서 높았으나 pH 6.0에서는 매우 낮게 나타났다. 이는 술잎과 쑥 추출물[21], 구릿대 잎[40] 및 수집 선발된 쑥차 연구[8]에서도 본 실험에서와 같이 낮은 pH에서 높은 아질산염 소거효과를 나타냈다. 또한 이러한 결과는 Lee와 Choi [32] 및 Walker 등[48]의 보고처럼 pH 1.2에서 총 페놀화합물이 다량 용출되고 산성에서 페놀류인 catechol이 아민보다 더 경쟁적으로 아질산과 반응한 결과로 여겨지며, 위내 pH 조건과 유사한 pH 1.2에서 높은 소거작용을 나타낸 것은 참나물 분획이 생체 내에서도 효과적인 아질산염 소거작용으로 nitrosamine 생성을 억제할 것으로 생각된다.

천연물 중에서 아질산염 소거작용에 관한 연구는 활발하게 진행되었으며, 야채류 및 해조류 추출물은 환원력에 의하여 아질산염을 분해한다고 하였고[23,24], Kim 등[26]은 국내 산 생약 추출물의 아질산염 소거효과와 전자공여능을 측정된 결과 황금에서 전자공여능과 아질산염 소거능이 높았고, Do 등[9]도 기호음료 성분의 아질산염 소거능을 조사하여 전자공여능이 큰 물질이 아질산염 소거효과도 높았다고 보고하였으며, 특히 결명자의 ethylacetate 추출물이 아스코르빈산의 10배의 소거능을 보였다. 아질산염 소거능에 영향을 미치는 성분으로는 아스코르빈산, 성분간의 상호작용에 의해 생성되는 melanoidin, 아미노산과 펩티드, 페놀과 flavonoid 화합물 등[2]이며, Normington 등[42]은 오얏에서 아질산염 소거인자인 3-hydroxy-2-pyrone를 분리하였다. 본 실험에서 참나물 분획의 아질산염 소거작용은 각 분획에 용해되어 있는 이러한 성분들이 복합적으로 작용하여 나타난 결과로 판단된다.

지질과산화에 대한 억제 효과

참나물 에탄올 추출물 분획의 항산화활성을 linoleic acid 를 기질로 지질과산화물가(TBA value)를 측정하여 비교한 결과는 Table 4와 같다.

분획물을 첨가하지 않은 음성대조군을 0%로 보았을 때 각 분획물의 지질과산화 억제율은 n-hexane 분획 88.40%, ethylacetate 분획 60.20%, chloroform 분획 42.30% 순으로 DPPH radical 소거활성과 Rancimat으로 측정한 항산화지수와 동일하게 n-hexane 분획에서 지질과산화 억제율이 가장 높았으나, 양성대조군으로 사용한 BHT의 억제율보다는 낮았다. 이는 phenol의 OH기가 DPPH 용액에 존재하는 자유라디칼과 linoleic acid의 산화로 인해 생성되는 자유라디칼에 작용하는 차이 때문으로 생각된다[45].

Linoleic acid에 대한 항산화 효과

Linoleic acid에 50°C에서 일정기간 동안(3, 5 및 7일) 저장시킨 참나물 에탄올 추출물 분획을 첨가하여 생성된 과산화물가(peroxide value, POV)를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다.

Table 4. Inhibitory rates of the solvent fractions from 80% ethanol extract of *P. brachycarpa* on lipid peroxidation

Fraction	Inhibition of lipid peroxidation (%)
Control	0.00 ^{d1)}
n-Hexane	88.40 ^a
Chloroform	42.30 ^c
Ethylacetate	60.20 ^b
n-Butanol	13.80 ^c
Water	23.40 ^c
BHT	94.20 ^a

¹⁾Means with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

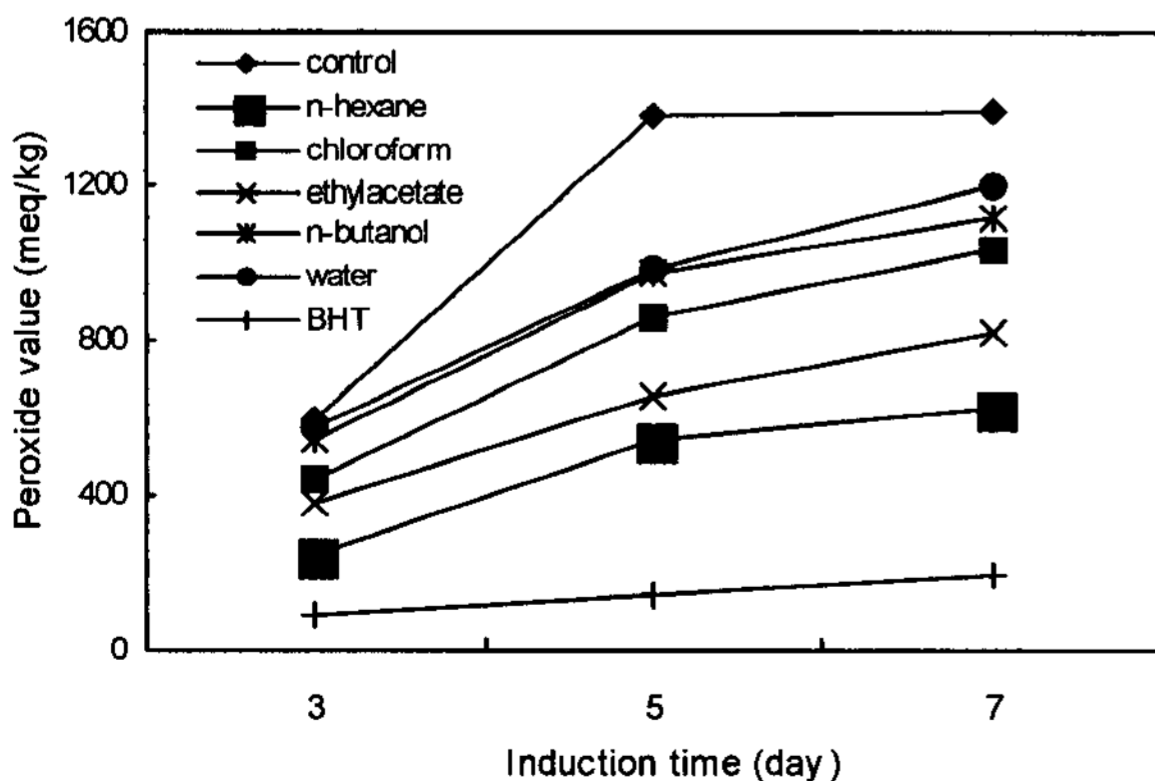


Fig 3. Change of peroxide value in linoleic acid emulsion supplemented with the individual solvent fractions of *P. brachycarpa* ethanol extract during incubation at 50°C for 7 day.

3일간 저장한 참나물 에탄올 추출물 분획의 과산화물가는 water 분획 570 meq/kg, n-hexane 분획 540 meq/kg, chloroform 분획 440 meq/kg으로 높았고, 5일간 저장에서는 water 분획 984 meq/kg, n-butanol 분획 970 meq/kg, chloroform 분획 860 meq/kg, 7일간 저장에서는 water 분획 1,200 meq/kg, n-butanol 분획 1,115 meq/kg, chloroform 분획 1,040 meq/kg 순으로 높았다. 이 결과는 n-hexane 분획과 ethylacetate 분획에 항산화물질이 다량 추출되었기 때문으로 생각되며 분획의 항산화력과 과산화물가 사이에는 역상관계가 있음을 알 수 있었다.

요 약

참나물의 생리활성 효과를 구명하기 위하여 *in vitro*에서 용매별 분획물의 항산화효능을 검토하였다. 참나물 에탄올 추출물의 추출 수율은 12.01%이었으며, 이를 n-hexane, chloroform, ethylacetate, n-butanol, water로 계통 분획한 수율은 water 분획이 1.90%로 가장 높았으며, n-hexane, n-butanol, chloroform, ethylacetate 순이었다. *In vitro*에서 참나물 에탄올 추출물을 계통 분획하여 DPPH radical에 대한 자유기 소거능을 측정한 결과 n-hexane 분획이 41 µg/ml로 가장 강한 항산화 활성을 나타내었다. 또한 Rancimat로 측정한 항산화지수도 n-hexane 분획이 1.98로 가장 높게 나타났으며, 이는 기존의 항산화제인 BHT가 1.97로 유사한 활성을 나타내었다. 아질산염 소거능에서도 모든 pH에서 n-hexane 분획이 가장 높게 나타났으며, pH 1.2에서 가장 우수하였다. 지질과산화물 생성 억제효과는 n-hexane 분획이 88.40%로 가장 높았으나, 양성대조군으로 사용한 BHT의 억제율보다도 낮았다. Linoleic acid에 대한 항산화효과를 지질과산화물가로 측정한 결과도 분획 중 n-hexane의 항산화력이 가장 우수하였고, ethylacetate, chloroform 순이었다. 이상의 결과 참나물은 식품으로의 이용가치뿐만 아니라 참나물 추출물의 *in vitro*에서 항산화력의 우수함을 통해 천연 항산화제로서의 효과를 기대해 본다.

References

- Ames, B. N. 1989. Endogenous oxidative DNA damage, aging, and cancer. *Free Radical Res. Commun.* **7**, 121-128.
- Archer, M. C. and M. Weisman. 1975. Reaction of nitrite with ascorbate and its relation to nitrosamine formation. *J. Nat. Cancer Inst.* **54**, 1203-1205.
- Cha, B. C., W. Lee and M. Y. Choi. 1998. Antioxidative and antimicrobial effects of nut species. *Kor. J. Pharmacogn.* **29**, 28-34.
- Cha, G. S. and C. U. Choi. 1990. Determination of oxidation stability of perilla oil by the Rancimat method. *Korean J. Food Sci. Technol.* **22**, 61-65.

5. Chang, S. S., O. M. Biserka, A. L. Oliver and C. L. Huang. 1977. Natural antioxidants from rosemary and sage. *J. Food Sci.* **42**, 1102-1106.
6. Choi, N. S., S. S. Oh and J. M. Lee. 2001. Change of biologically functional compounds of *Pimpinella brachycarpa* (Chamnamul) by blanching conditions. *Korean J. Dietary Culture* **16**, 388-397.
7. Choo, M. H., J. J. Lee and M. Y. Lee. 2007. Effect of *Pimpinella brachycarpa* ethanol extract on chronically ethanol-induced liver damage in rats. *J. Life Sci.* **17**, 1406-1413.
8. Chung, B. H. and Y. G. Cho. 2006. Comparison of antioxidant activities in mugwort teas and commercial teas. *Korean J. Crop Sci.* **51**, 215-219.
9. Do, J. R., S. B. Kim, Y. H. Park, Y. B. Park and D. S. Kim. 1993. The nitrite scavenging effects by the component of traditional tea materials. *Korean J. Food Sci. Technol.* **25**, 530-534.
10. Esquivel, M. M., M. A. Ribeiro and M. G. Bernardo Gil. 1999. Supercritical extraction of savory oil: study of antioxidant activity and extract characterization. *J. Supercritical Fluids* **14**, 129-138.
11. Food composition table. 1997. pp. 126, Rural living science institute. RDA. Suwon. Korea.
12. Ham, S. S., S. Y. Lee, D. W. Oh, S. W. Jung, S. H. Kim, C. K. Chung and I. J. Kang. 1998. Antimutagenic and antigenotoxic effects of *Ligularia fischeri* extracts. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **27**, 745-750.
13. Harman, D. 1982. In Free radicals in biology V. pp. 225-227, Academic Press. New York.
14. Hendrich, S., K. W. Lee, X. Xu, H. J. Wang and P. A. Murphy. 1994. Defining food components as new nutrients. *J. Nutr.* **124**, 1789S-1792S.
15. Hwang, B. H., J. L. Zhao, K. P. Choi, S. W. Jung, E. J. Kim and S. S. Ham. 1996. The antimutagenic and anticancer effect of *Taxus cuspidate* extracts. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **25**, 1062-1068.
16. Jang, M. J., M. H. Woo, Y. H. Kim, D. Y. Jun and S. J. Rhee. 2005. Effects of antioxidative, DPPH radical scavenging activity and antithrombogenic by the extract of Sancho (*Zanthoxylum schinifolium*). *Korean J. Nutr.* **38**, 386-394.
17. Jeong, S. J., H. Lee, N. H. Song, S. E. Lee and I. Baeg. 2004. Natural products chemistry; screening for antioxidant activity of plant medicinal extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 28-33.
18. Jhee, O. H. and C. B. Yang. 1996. Antioxidative activity of extract from Bangah herb. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**, 1157-1163.
19. Joo, K. L. and J. J. Kim. 2002. Oxidative stability and compounds of sesame oils blended with vegetable oils. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 499-502.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. Kim, D. S., B. W. Ahn, D. M. Yeum, D. H. Lee, S. B. Kim and Y. H. Park. 1987. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components 1. Nitrite-scavenging effects of vegetable extract. *Bull. Korean Fish Soc.* **20**, 463-468.
24. Kim, D. S., B. W. Ahn, D. M. Yeum, D. H. Lee, S. B. Kim and Y. H. Park. 1987. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components 2. Nitrite-scavenging effects of seaweed extract. *Bull. Korean Fish Soc.* **20**, 469-475.
25. Kim, E. J. and M. S. Ahn. 1993. Antioxidative effect of ginger extracts. *Korean J. Soc. Food Sci.* **9**, 37-42.
26. 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.
27. Kim, J. D., S. Y. Lee and S. W. Kim. 1997. Modulation of hepatic lipid peroxidation and antioxidant defenses by wild plants extracts. *Korean J. Pharmacogn.* **28**, 48-53.
28. Kim, M. J., J. S. Kim, M. A. Cho, W. H. Kang, D. M. Jeong and S. S. Ham. 2002. Biological activity of *Ixeris dentata* Nakai juice extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **31**, 924-930.
29. Lee, B. W. and D. H. Shin. 1991. Screening of natural antimicrobial plant extract on food spoilage microorganisms. *Korean J. Food Sci. Technol.* **23**, 200-204.
30. Lee, H. J., B. J. Lee, D. S. Lee and Y. W. Seo. 2003. DPPH radical scavenging effect and *in vitro* lipid peroxidation inhibition by *Portulaca oleracea*. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* **18**, 165-169.
31. Lee, H. K., J. S. Kim, N. Y. Kim, M. J. Kim, S. U. Park and C. Y. Yu. 2003. Antioxidant, antimutagenicity and anticancer activities of extracts from *Cirsium Japonicum var. ussuriense* KITAMARU. *Korean J. Med. Crop Sci.* **11**, 53-61.
32. 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.
33. Lee, J. J., M. H. Choo and M. Y. Lee. 2006. Effect of *Pimpinella brachycarpa* extract on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **35**, 1151-1158.
34. Lee, J. J., M. H. Choo and M. Y. Lee. 2007. Physicochemical composition of *Pimpinella brachycarpa*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **36**, 327-331.
35. Lee, K. S., M. G. Kim and K. Y. Lee. 2004. Antimicrobial effect of the extracts of cactus Chounnyouncho (*Opuntia humifusa*) against food borne pathogens. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 1268-1272.
36. Lee, K. S., M. G. Kim and K. Y. Lee. 2006. Antioxidative activity of ethanol extract from lotus (*Nelumbo nucifera*)

- leaf. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **35**, 182-185.
37. Lee, S. H. 1998. Studies on antimutagenicity and cytotoxicity of edible mountain herbs extracts. *Master's thesis*. Kangwon University.
38. Lee, S. H., Y. S. Jin, S. H. Heo, T. H. Shim, J. H. Sa, D. S. Choi and M. H. Wang. 2006. Composition analysis and antioxidative activity from different organs of *Cirsium setidens* Nakai. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**, 571-576.
39. Lee, Y. J., D. H. Shin, Y. S. Chang and J. I. Shin. 1993. Antioxidative effect of some edible plant solvent extracts with various synergists. *Korean J. Food Sci. Technol.* **25**, 683-688.
40. Lee, Y. S. 2007. Antioxidative and physiological activity of extracts of *Angelica dahurica* leaves. *Korean J. Food Preserv.* **14**, 78-86.
41. Miquel, J., A. T. Quintanilha and H. Weber, 1989. In *Handbook of free radicals and antioxidants in biomedicine*. pp. 223, Vol. I, CRC Press.
42. Normington, K. W., I. Baker, M. Molina, J. S. Wishnok, S. R. Tannenbaum and S. Puju. 1986. Characterization of a nitrite scavenger, 3-hydroxy-2-pyranose, from chinese wild plum juice. *J. Agric. Food Chem.* **34**, 215-217.
43. Oh, D., S. S. Ham, S. Y. Lee, B. K. Park, S. H. Kim, C. K. Chung and I. J. Kang. 1998. Effect of irradiation and blanching on the quality of juices of *Spuriopinella brachycarpa* during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**, 333-340.
44. Ottolenghi, A. 1959. Interaction of ascorbic acid and mitochondrial lipids. *Arch. Biochem. Biophys.* **79**, 355-461.
45. Paker, L. and A. N. Glazer. 1990. Oxygen radicals in biological systems. In *methods in enzymology. Oxygen radicals in biological systems*. pp. 343, Vol. **186**, Academic Press. London.
46. Sa, J. H., Y. S. Jin, I. C. Shim and M. H. Wang. 2004. Photoprotective effect and antioxidative activity from different organs of *Morus bombycis koidzumi*. *Korean. J. Pharmacogn.* **35**, 207-214.
47. Ueda, S., Y. Kuwabara, N. Hirai, H. Sasaki and T. Sugahara. 1991. Antimutagenic capacities of different kinds of vegetables and mushrooms (in Japanese). *Nihon Shokubin Kogyoo Cakkaishi.* **38**, 507-514.
48. Walker, E. A., B. Pignatelli and M. Friensen. 1982. The role of phenols in catalysis of nitrosamine formation. *J. Sci. Food Agric.* **33**, 81-88.
49. Woo, W. S. 1997. *Natural products chemistry*. pp. 14-15, Seoul National University Press.