

## 소리쟁이 뿌리 열수 추출물의 폴리페놀 함량 및 추출물의 항산화 효과

윤영심 · 정갑섭\*

동명대학교 식품영양학과

(2012년 8월 14일 접수; 2012년 9월 17일 수정; 2012년 10월 8일 채택)

### Polyphenol Contents of *Rumex crispus* Root Extract with Hot Water and its Antioxidative Effect

Young-Sim Yun, Kap-Seop Jeong\*

Department of Food Nutrition & Science, Tongmyong University, Busan 608-711, Korea

(Manuscript received 14 August, 2012; revised 17 September, 2012; accepted 8 October, 2012)

#### Abstract

This study was conducted to investigate the extraction characteristics including total polyphenol compound content (TPC) and the antioxidative effect of *Rumex crispus* root extract on commercial corn oil. Extraction yield was increased with extraction temperature but decreased with extraction ratio. No significant differences in aromatics content were found among the extracts prepared with various extraction conditions; extraction ratio, extraction temperature, extraction pH and composition of extractant. Total flavonoid content of the extract was increased with extraction temperature and extraction pH, and highest value of it was found when extractant composition of ethanol in water was 75%. Total polyphenol compound content (TPC) of the extract with 10 fold extraction ratio showed the highest value, but no significant difference in TPC was found with extraction temperature. Reducing power and DPPH ( $\alpha, \alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl) radical scavenging ability (RSA) of the extract in spectrophotometric absorbance were decreased with extraction ratio but increased with extraction temperature and showed 63.1%~98.4% and 67.6%~86.7% of those of ascorbic acid in reducing power and DPPH RSA, respectively. The antioxidative effects of the extract on corn oil were 84.8~93.0% of that of commercial butylated hydroxytoluene, the antioxidant index value was highest when the ethanol composition to water in extractant was equal ratio.

**Key Words** : *Rumex crispus*, Antioxidative effect, Polyphenol contents, DPPH radical scavenging ability, Antioxidant index

#### 1. 서론

식물 추출물이 다양한 활성을 갖고 있다는 사실은 이미 오래 전부터 알려져 왔다. 최근 그에 대한 관심이 집중되면서 식물로부터 기능성 물질을 탐색하기 위한

많은 노력을 기울이고 있으며 다년생 수목이나 한해 살이 초목의 줄기, 잎 및 뿌리 등으로부터 추출한 성분 중 생리활성이 뛰어난 성분들을 이용하여 기능성 물질로서의 활용방안도 활발히 연구되고 있다(Kong, 2004).

이 중에서도 각종 질병과 노화를 억제시킬 수 있는 항산화 및 항산화 생체조절 기능성분에 대한 검토가 활발히 이루어지고 있다. 항산화 효과를 가지는 합성 항산화제로서 BHA (butylated hydroxyanisole), BHT

\*Corresponding author : Kap-Seop Jeong, Department of Food Nutrition & Science, Tongmyong University, Busan 608-711, Korea  
Phone: +82-51-629-1713  
E-mail: ks0903@tu.ac.kr

(butylated hydroxytoluene), PG (propyl gallate) 및 TBHQ (tertiary butylated hydroquinone) 등은 그 효과와 경제성이 우수하여 폭넓게 사용되고 있으나 열안정성 문제와 인체에 대한 위험성이 제기되어 사용에 많은 제한을 받고 있다(Jun 등, 2001). 따라서 인체에 위해성이 없고 강력한 항산화력을 가진 천연 항산화 물질을 탐색하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Cha 등, 2000; Lim 등, 1996).

소리쟁이는 지역에 따라 솔고쟁이, 소루쟁이 등 여러 이름으로 불리는 마디풀과에 속하는 다년생 초본 식물로서 흔히 습지 가까이에서 높이 30~80 cm 정도로 자라고 줄기는 곧으며, 녹색바탕에 자주빛을 띠고, 뿌리는 비대하다. 잎은 긴 타원형으로 주름살이 있고 양 끝이 좁으며, 길이 13~30 cm, 너비 4~6 cm 정도로서 가장 자리가 파상이다. 6~7월에 가지 끝과 원줄기 끝에서 연한 녹색꽃이 윤생하는데, 어린 잎은 나물로 먹으며, 뿌리는 염료나 약재 등으로 사용하는데 매염제와의 반응이 뛰어나서 다양한 색을 얻을 수 있고, 통변, 지혈, 소종 등의 효능이 있는 것으로 알려져 외용으로는 찜어서 붙이거나 갈아서 즙을 바르거나 또는 달인 액으로 씻어 사용한다.

소리쟁이에 함유되어 있는 주요 성분에 관한 연구로서 앞에는 비타민 A, tannin 등이, 뿌리에는 emodin, chrysophanol, chrysophanein, 1,8-dihydroxy-3-methyl-9-anthrone 등이 함유되어 있다는 보고(Chang 등, 1999; Hwang 등, 2004; Kim 등, 1998; Shin, 2001)가 있고, 소리쟁이의 활성에 관한 연구로서 Kim 등(2010)은 주정으로 추출한 소리쟁이 추출물의 항산화 활성과 이를 양념돈육에 첨가하여 품질특성을 고찰·보고하였으며, Jeong 등(2006)은 소리쟁이를 메탄올로 추출한 다음 이를 극성이 다른 용매별로 분획하여 각 분획물의 항균 및 항산화 활성을 연구·보고하였다. 또한 Park과 Choi(2011)는 소리쟁이 에탄올 추출물의 항산화 효과와 각질세포 보호효과에 대한 연구 결과를 보고하는 등 여러 연구보고가 있다. 그러나 식물이 가진 기능성 물질의 종류나 생리활성은 식물의 종류에 따라 다양할 뿐 아니라 동일한 식물이라도 추출용매나 추출온도, 추출비 등 추출조건에 따라 다양한 결과가 얻어진다.

본 연구는 야생초의 하나인 소리쟁이 뿌리의 기능

성을 탐색하고, 유효성분의 식품 소재화를 위한 기초 자료를 얻기 위한 일련의 연구의 일부로서 전보에서 몇 가지 용매에 따른 가용성 고형분의 추출특성을 고찰하여 추출 유리아미노산의 함량 및 최적 추출시간 등을 결정한 바 있고(Jeong, 2011a), 에탄올 추출물의 추출용매비와 추출온도의 영향 및 뿌리의 중금속 흡착능 등을 고찰한 바 있다(Jeong, 2012). 따라서 본 연구에서는 전보에 이어서 소리쟁이 뿌리를 25°C~75°C의 범위에서 증류수로 추출하여 추출물의 폴리페놀 함량을 측정하고, 환원력, 전자공여능 및 옥수수 배아유의 산화억제 효과 등 항산화능을 측정하여 그 결과를 추출 조건에 따라 비교하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 재료 및 추출

실험에 사용한 소리쟁이는 전보(Jeong, 2011a)에서와 같은 재료로서 야생 생체로 채취한 즉시 수세하여 뿌리만 선별한 다음 1 cm 크기로 잘라 3개월 음건한 것을 사용하였다. 건조 소리쟁이를 추출용 시료로 하여 증류수로 추출하였고, 몇 가지 경우에는 에탄올을 용매로 추출한 결과와 비교하였다. 500 mL 삼각 플라스크에 건조 시료를 칭량하고, 일정 비율의 증류수를 가한 다음 이를 플라스크 진탕기(KMC-1205, Vision Science)에 장치하여 1시간 환류추출하였다(Jeong과 Lee, 2009). 시료량에 대한 증류수의 비 10~50배, 추출온도 27~75°C에서 1시간 추출한 다음 이를 GF/C 여과지로 흡인여과하여 여액을 추출물로 사용하였다. 여액 일정량을 시계접시에 취하여 105°C 항온건조 및 데시케이터 방냉조작을 반복하여 고형분의 함량을 측정하고, 건조 시료량에 대한 고형분 함량의 백분율을 추출수율로 하였다(Jeong, 2011b).

### 2.2. 방향족화합물 함량 측정

각 조건에서 추출한 추출액의 1% 부피비로 증류수 용액을 조제하고, vortex mixer로 30초간 교반한 다음 분광광도계(Jasco, V-570)를 사용하여 파장 280 nm에서 흡광도를 측정하여 추출액의 방향족 화합물 함량(aromatics contents)을 결정하였다(Kong, 2004).

### 2.3. 플라보노이드 함량 및 폴리페놀 함량 측정

총플라보노이드 함량 (total flavonoid contents, TFC)은 diethylene glycol 비색법을 이용하여 측정하였는데(Eum 등, 1999), 1 mL의 소리쟁이 열수 추출물에 10 mL의 diethylene glycol(Daejung Co., GR)과 1 mL의 1 N NaOH를 첨가·혼합하고, 37°C에서 1시간 방치, 반응시킨 후 파장 420 nm에서 흡광도를 측정하여 구하였다. 또한 총 폴리페놀 함량 (total polyphenol contents, TPC)은 Folin-Denis법(Kim 등, 2004a)을 이용하여 측정하였는데, 5 mL의 추출액에 동량의 Folin-Ciocalteu 시약(Junsei Co., EP)을 가하여 vortex mixer로 1분간 진탕하고, 3분간 방치한 다음 5 mL의 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(Oriental Co., EP)용액을 가하여 혼합·발색시키고, 이를 실온에서 1시간 정지한 후 파장 720 nm에서 흡광도를 측정하여 구하였다. 추출액의 TFC 함량은 기준물질로 naringin(Sigma Co., GR)을, TPC 함량은 기준물질로 gallic acid(Yakuri Co., EP)를 각각 사용하여 각 검량선으로부터 소리쟁이 건조시료 100 g당의 함량으로 환산하여 나타내었다.

### 2.4. 환원력 측정

환원력 (reducing power)은 Yildirim 등의 방법을 변형하여 측정하였는데(Song 등, 2006; Park, 2005), 1 mL의 추출액에 2.5 mL의 pH 6.0의 완충용액과 2.5 mL의 1% K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>](Daejung Co., EP)를 첨가하여 혼합한 후 이를 50°C에서 30분간 반응시킨 다음 2.5 mL의 10% CCl<sub>3</sub>COOH(Junsei Co., EP)를 첨가하여 원심분리기 (Hanil, MF-800)로 원심분리하고, 상등액 1 mL를 취하였다. 여기에 1 mL의 증류수와 0.2 mL의 0.1% FeCl<sub>3</sub>(Shinyo Co., GR) 첨가하고 진탕한 후 파장 700 nm에서 흡광도를 측정하여 환원력을 구하였으며, 대조구로는 시료에 함유된 고형분과 동일한 함량의 ascorbic acid(Sigma Co., GR)를 사용하여 측정된 결과와 비교하였다.

### 2.5. DPPH 라디칼 소거능 측정

각 조건에서 얻은 추출액의 DPPH ( $\alpha, \alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl) 라디칼 소거능 (radical scavenging ability, RSA)은 DPPH가 추출액 시료에 의하여 hydrazine 형태로 환원되는 정도를 측정하여 결정하

였다. 즉 Burda와 Oleszek의 방법을 변형하여 3 mL의 추출액 시료에 3 mL의 에탄올과 3 mL의 0.5 mM DPPH(Sigma Co., GR)를 가한 후 vortex mixer로 진탕하고, 암소에서 30분 정지 후 분광광도계로 517 nm에서의 흡광도 측정으로 구하였다(Jeong, 2012; Kang, 1995). 소거능은 시료 첨가구와 무첨가구를 사용하여 측정된 흡광도의 백분율로 나타내었으며, 추출액에 함유된 고형분과 동일한 함량의 ascorbic acid를 사용한 결과와 비교하였다.

### 2.6. 옥수수유 산화억제효과 측정

유지 중의 지방의 산화는 산소의 영향에 의한 화학적 반응에 기인하며, 냄새와 맛의 변화를 일으킨다. 이러한 자동 산화과정은 상온에서 아주 느리게 진행되므로 짧은 시간에 산화반응을 가속화시키기 위해서 고온으로 가열한 상태에서 산소와 반응시켜 시료를 측정하는 방법이 활성산소법 (AOM, active oxygen method)으로서 자동산화 측정기인 Rancimat을 사용하는 것이 한 방법이다.

추출물의 존재 여부에 따라 옥수수 배아 식용유를 기질 유지로 사용하여 Rancimat(Metrohm, Rancimat 743)으로 AOM test를 실시함으로써 식용유의 산화에 대한 소리쟁이 열수 추출물의 영향을 고찰하였다. 60 mL의 초순수(주)광명생약)를 measuring vessel에 취하고, 각 조건에서의 추출액 일정량과 대두유 3.0 g을 reaction vessel에 취한 다음 온도 120°C, 공기유속 20 L/h의 가속 시험조건에서 유지를 산화시키면서 산화생성물을 흡수하는 초순수의 전기전도도를 측정하였다. 산화가 진행됨에 따라 전기전도도가 급격하게 증가하는 시점까지의 유도기간 (induction period, IP)을 측정하고, 추출액을 첨가한 실험구의 유도기간을 추출액을 첨가하지 않은 무첨가구의 유도기간으로 나눈 값을 항산화지수 (antioxidant index, AI)로 구하여 산화안정도 효과를 비교하였다(Lim 등, 1994; Jeong, 2012). 추출액에 함유된 고형분의 함량과 동일한 함량으로 합성 항산화제인 BHT(Junsei Co., GR)를 사용하여 측정된 결과와 비교하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 추출수율

추출수율은 건체시료 중량에 대한 추출액 중의 고형분 함량의 비로 나타내었다. 전보(Jeong, 2011a)에서 추출액 중 고형분 함량의 경시변화 측정결과 추출 1시간에서 최대의 추출률을 보임을 밝힌 바 있으며, 본 연구에서 증류수에 의한 추출수율은 용매비 20배인 경우 추출온도에 따라 증가하여 18.0%(25°C), 19.4%(50°C) 및 21.5%(75°C)로 나타났고, 온도 25°C에서 용매비에 따라 감소하여 23.7%(10배), 18.0%(20배) 및 13.5%(50배)로 나타났으며, 에탄올에 의한 추출수율은 용매비 20배인 경우 추출온도에 따라 2.1%(25°C), 2.4%(50°C) 및 3.0%(75°C)로, 그리고 온도 25°C에서 용매비에 따라 2.5%(10배), 2.1%(20배) 및 1.9%(50배)로 비교되었다. 따라서 추출 용매별로 비교하면 증류수에 의한 추출수율이 에탄올에 의한 것 보다 현저히 높았으나, 추출온도 증가에 따른 추출수율은 각 추출 용매별로 큰 차이 없이 소량의 증가에

그치는 것으로 나타났다. 증류수의 경우가 에탄올의 경우보다 추출수율이 높은 것은 소리쟁이로부터의 추출성분이 극성이 커서 극성지수가 4.3인 에탄올보다 극성이 10.2인 물에 더욱 잘 추출되기 때문으로 사료된다. 용매비 20배, 추출온도 25°C에서의 수율 18.0%인 결과는 Lim 등(1994)이 벌꿀 중의 propolis를 메탄올, 부탄올 및 클로로포름에 의한 추출수율인 67.4%, 65.5% 및 86.7%보다는 현저히 낮은 값이었으나, Kim 등(2004b)이 오미자를 100°C의 열수로 추출하여 용매비 8~14배의 범위에서 17.6%~20.0%의 수율로 추출되었다는 결과와는 거의 유사한 값이었다.

#### 3.2. 방향족 화합물 함량

부피기준 1.0% 농도인 추출액의 증류수 용액에 대해 파장 280 nm에서의 흡광도를 측정하여 추출액의 방향족 화합물 함량을 정하였으며, 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1(A)에서 25°C에서 용매비에 따른 측정 결과, 용매비 변화에 따라 방향족 화합물 함량의 변화는 그다지 크지 않았으며, 또한 용매비 20배에서

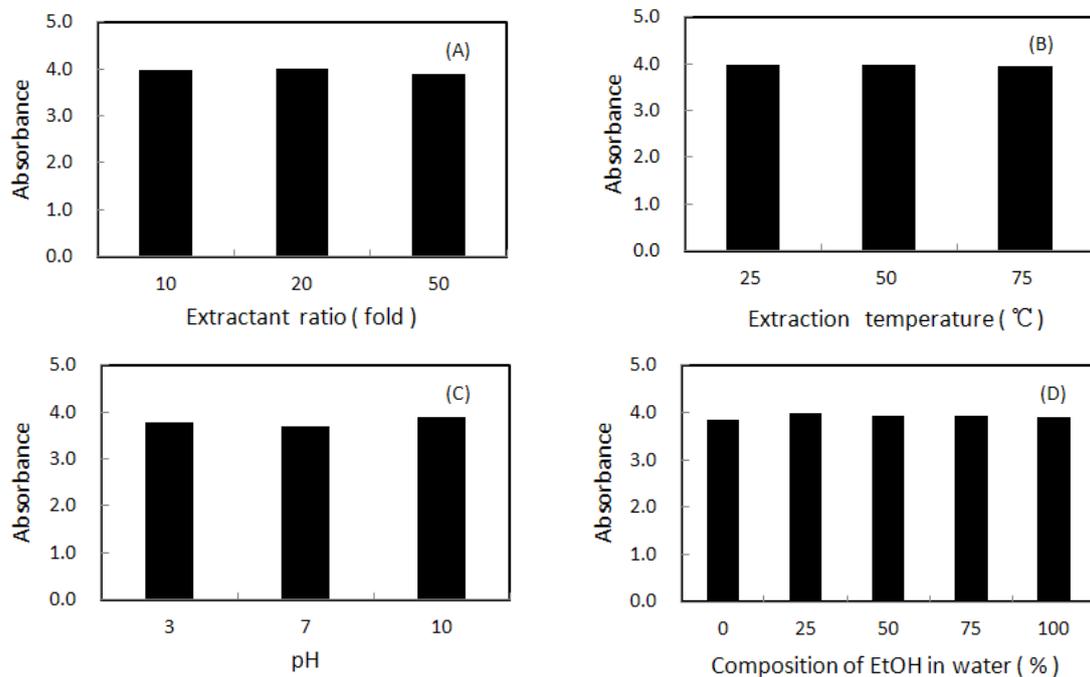


Fig. 1. Aromatics contents of extracts from *Rumex crispus* root with extraction condition. (Effect of extraction ratio (A), effect of extraction temperature (B), effect of extraction pH (C), effect of extractant composition (D)).

추출 온도별 측정 결과인 Fig. 1(B)에서 온도 변화에 따른 방향족 화합물 함량의 변화도 크지 않았다.

온도 25°C에서 20배의 용매비 조건에서 pH가 조절된 완충용액으로 추출하여 pH별 추출액의 방향족 화합물 함량을 측정한 결과인 Fig. 1(C)에서 완충용액이 아닌 증류수 용매의 결과보다 전체적으로 낮은 흡광도를 보였으며, pH 10에서 약간 높은 값을 보였으나 큰 차이는 보이지 않았다. 또한 동일한 조건에서 추출 용매를 증류수와 에탄올을 혼합하여 추출한 경우 혼합비율에 따른 방향족 화합물 함량 측정결과인 Fig. 1(D)에서도 증류수:에탄올이 3:1인 경우 약간 높게 얻어졌으나 전체적으로 큰 차이는 볼 수 없었다. 3.1.에서 추출수율은 추출용매의 종류에 따라 상당히 큰 차이를 보였으며, 용매비에 반비례하고 추출온도에 약간 비례하였으나, 방향족 화합물 함량 변화는 이와는 다른 경향으로 나타났다. 이는 추출수율의 측정은 추출액을 105°C에서 용매를 증발시킨 후 추출액 중의 고형분 함량으로 측정하였으나 방향족 화합물의 함량은 고형분만을 대상으로 한 것이 아니라 추출액을 그대로

측정하였기 때문에 방향족 화합물이 고형분 이외의 형태로도 추출될 수 있기 때문인 것으로 사료되었다.

### 3.3. 플라보노이드 함량

Diethylene glycol 비색법에 의한 소리쟁이 추출물의 총 플라보노이드 함량을 naringin함량으로 환산하여 건조시료 100 g당으로 나타낸 결과 Fig. 2와 같았다. 온도 25°C에서 용매비에 따른 플라보노이드 함량 결과인 Fig. 2(A)에서 용매비가 10배인 경우에는 건조 시료 100 g당 260.1 mg의 함량을 보여 20배의 용매비인 경우의 182.8 mg 및 50배인 경우의 182.3 mg보다 높았으나 20배와 50배의 경우를 비교하면 용매비가 2.5배 증가하여도 TFC는 동일한 함량으로 얻어졌다. 용매비를 20배로 하여 추출온도에 따른 TFC 측정결과인 Fig. 2(B)에서 온도가 증가할수록 추출되는 플라보노이드의 함량이 증가하여 50°C에서는 건조 시료 100 g당 268.4 mg으로서 25°C에서의 182.8 mg보다 46.8%나 높았으며, 75°C에서는 299.1 mg으로 증가하였다. 이들 결과는 3.1.에서 추출수율이 용매비에 반비례하고 추출온도에 비례한 것과 유사한 경향이있

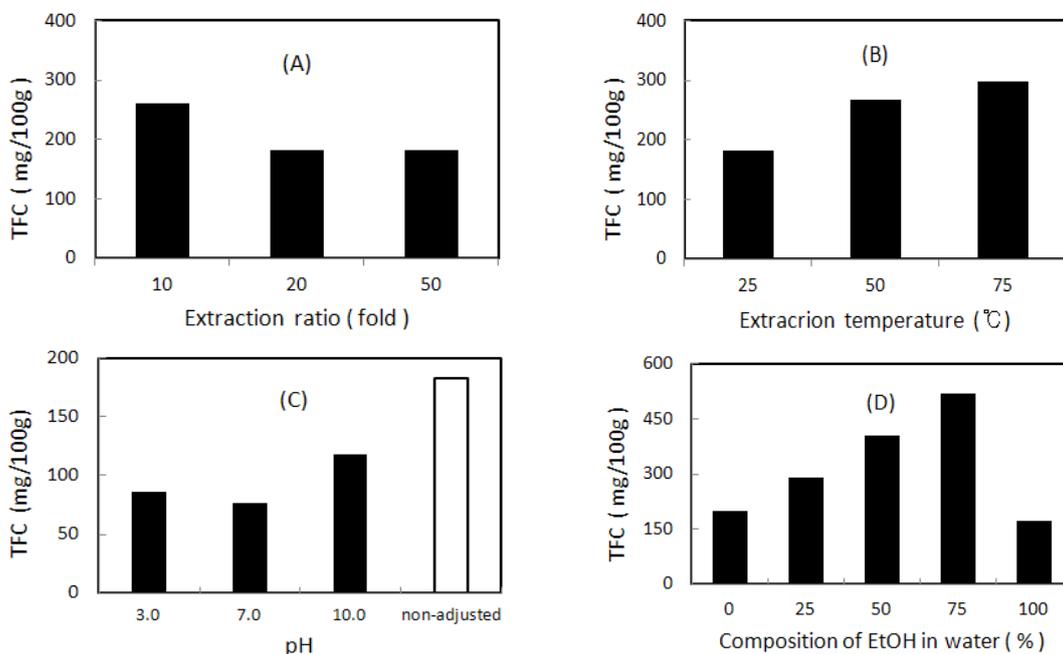


Fig. 2. Total flavonoid contents of extracts from *Rumex crispus* root with extraction condition. (Effect of extraction ratio (A), effect of extraction temperature (B), effect of extraction pH (C), effect of extractant composition (D)).

다. 즉 추출수율이 높을수록 TFC의 함량도 높게 나타났다. pH별 추출액의 TFC 측정 결과인 Fig. 2(C)에서 pH가 낮을수록 TFC의 함량이 낮고, 높은 pH 10에서 추출한 경우 전체시료 100 g당 117.5 mg으로 높았으나, pH를 조정하지 않고 추출한 경우의 182.8 mg에 비해서는 아주 낮은 함량임을 알 수 있었다.

일반적으로 플라보노이드는 노란색 계통으로서 가열하면 더욱 색이 짙어지며 강한 알칼리에서는 그 구조가 변하여 짙은 노란색이나 갈색으로 변하는 것으로 알려져 있다. Fig. 2(B)와 (C)에서 추출온도가 높을수록, 추출 pH가 높을수록 TFC의 함량이 증가하는 것으로 나타난 결과가 이러한 이유 때문인지는 정확히 규명되지는 않았으나 본 연구에서는 추출 함량의 변화로 간주하였다.

추출용매를 증류수와 에탄올을 혼합 사용한 경우 Fig. 2(D)와 같이 에탄올의 함량이 증가할수록 TFC의 함량이 거의 비례적으로 증가하여 75%의 에탄올 혼합에서 최대의 값으로 나타났으나 100% 에탄올로 추출한 경우에는 아주 낮은 함량을 보였다. 이러한 사실은 플라보노이드의 추출에는 75%의 에탄올 혼합용매를 사용하여 일단 추출한 후 다시 추출물로부터 플라보노이드를 회수할 경우에는 에탄올 용매를 가하여 회수할 수 있는 가능성을 보여주는 것으로 사료된다.

### 3.4. 페놀성 화합물 함량

페놀시액(Folin-Ciocalteu 시약)을 이용한 Folin-Denis 법으로 소리쟁이 열수 추출물의 페놀성 화합물 함량(TPC)을 gallic acid 함량으로 환산하여 Fig. 3에 도시하였다. Fig. 3(A)는 추출온도 25℃에서 용매비에 따

른 TPC 측정결과를, Fig. 3(B)는 20배의 용매비에서 추출 온도에 따른 TPC 측정 결과를 나타낸 것이다. Fig. 3(A)의 25℃에서의 TPC는 용매비가 10배, 20배 및 50배로 증가함에 따라 전체 시료 100 g당 432.0 mg, 422.2 mg 및 366.9 mg의 함량으로 나타나 용매비가 2배, 5배로 증가함에 따라 2.3%와 15.1% 감소하였고, Fig. 3(B)의 용매비 20배에서 추출온도가 25℃, 50℃ 및 75℃로 증가할 때 422.2 mg, 427.2 mg 및 439.8 mg으로 나타나 온도가 2배와 3배로 증가함에 따라 TPC는 1.2%와 4.2%의 증가를 보였다. 그리고 본 연구에서 제시되지는 않았으나 에탄올을 용매로 추출한 경우 용매비 10배, 20배 및 50배에서 370.8 mg, 184.6 mg 및 78.4 mg으로, 그리고 온도 25℃, 50℃ 및 75℃에서 184.6 mg, 188.0 mg 및 202.3 mg으로 각각 측정되어 증류수 추출에 비해 실험 조건별로 최고 85.8%에서 최저 21.4% 범위의 현저히 낮은 TPC 함량을 보였다. 소리쟁이 열수 추출물의 페놀성분 함량 측정 결과를 소리쟁이 건조시료당 백분율로 나타내면 추출온도 25℃에서 용매비에 따라 0.37~0.43%, 용매비 20배에서 온도에 따라 0.42~0.44%로서 Kim 등(2004)이 물과 에탄올에 의한 오미자 추출액의 페놀성분 함량 측정 결과인 0.58~0.98%와 Song 등(2004)이 청미래 덩굴 뿌리의 물 및 에탄올 추출물의 TPC 측정결과인 6.93%와 8.79% 보다 상당히 낮은 값이었다.

본 연구에서 측정된 폴리페놀의 함량을 앞서 플라보노이드 함량과 비교해 보면 용매비 변화와 온도 변화에 따라 전 실험범위에서 폴리페놀 함량이 플라보노이드 함량보다 훨씬 높게 나타났으며, 특히 낮은 온

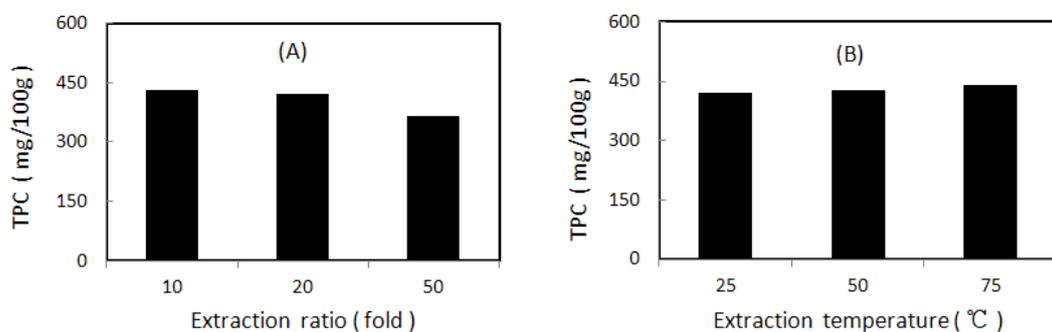


Fig. 3. Total polyphenol contents of extracts from *Rumex crispus* root with extraction condition. (Effect of extraction ratio (A), effect of extraction temperature (B))

도에서는 플라보노이드의 함량은 적었지만 폴리페놀의 함량은 높게 나타나 플라보노이드 이외의 페놀성 화합물이 많이 추출되는 것으로 사료된다. 그러나 정확한 성분의 종류와 정량적 확인을 위해서는 추가적인 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

3.5. 환원력

소리쟁이 열수 추출물의 환원력을 흡광도로 측정 한 결과 Fig. 4와 같이 도시되었다. 비교군으로 도시된 ascorbic acid의 함량은 용매비 20배, 추출온도 25℃에서의 추출물의 고형분 함량에 대응되도록 조제하여 비교측정한 결과이다. Fig. 4(A)에서 추출물의 환원력은 용매비가 증가할수록 감소하였으며, 용매비 10배, 20배 및 50배의 추출조건에서 ascorbic acid의 환원력에 비하여 각각 92.72, 85.1 및 63.1%의 환원력을 보였다. 그리고 용매비 20배에서 추출온도에 따른 환원력 결과인 Fig. 4(B)에서 추출온도가 높을수록 환원력은 약간 증가하여 ascorbic acid의 85.1~98.4%의 범위로 상당히 높은 환원력을 보였다. Song 등(2006)은 용매비 4배, 추출온도 70℃에서 청미래덩굴 뿌리의 물과 25%에탄올 추출물이 ascorbic acid의 환원력의 76%와 82%의 환원력을 각각 보인다고 보고한 결과에 비해 본 연구에서의 결과는 50배의 용매비 조건을 제외하고 더 높은 결과였다.

3.6. DPPH 라디칼 소거능

DPPH는 분자내에 화학적으로 안정한 자유기를 가지고 있고, 항산화 활성이 있는 시료물질의 작용으로 라디칼이 소거되어 안정한 분자를 형성하여 비가역적

으로 환원됨에 따라 DPPH 고유의 청남색이 탈색되고, 탈색의 정도를 비색정량하여 시료물질의 항산화능을 측정할 수 있다. 소리쟁이 뿌리 열수 추출물의 DPPH 라디칼 소거능을 측정하여 Fig. 5에 도시하였다. 추출 용매비 변화에 따른 DPPH 라디칼 소거능을 보인 Fig. 5(A)에서 용매비가 10배, 20배 및 50배로 증가함에 따라 소거능은 각각 83.3, 72.3 및 65.0%로 감소하였으며, 추출 온도에 따른 소거능 측정 결과인 Fig. 5(B)에서 추출온도 25℃, 50℃ 및 75℃에서 각각 72.3%, 74.6% 및 76.8%로 나타나 온도 증가에 따라 약간 증가하는 경향을 보였다. 이들 값은 대조군으로 사용한 ascorbic acid의 소거능 96.1%에 비해 조건에 따라 67.6~86.7% 범위로 비교되었다. 청미래덩굴 뿌리에 대한 용매비 4배와 추출온도 70℃에서의 Song 등(2006)의 보고인 열수 추출물의 라디칼 소거능 85.9%에 비해 다소 낮은 값이었으나, Kim 등(2004b)이 용매비 10배와 추출온도 100℃에서 3시간 추출한 오미자 추출물의 라디칼 소거능 60.87%에 비해 상당히 높은 값으로 얻어졌다. 그리고 추출 pH에 따른 소거능의 결과인 Fig. 5(C)에서 pH가 10과 7일때 1.48%와 6.84%로 극히 낮았으나 pH 3에서는 77.4%로서 낮은 pH에서 높게 나타났다. 한편 증류수와 에탄올 혼합용매에 의한 추출물에 대해서 조성에 따른 소거능 결과인 Fig. 5(D)에서 보여지는 바와 같이 에탄올의 함량이 증가할수록 소거능은 낮게 나타났다. 이 결과는 Kim 등(2004b)이 오미자의 항산화 효과에 관한 연구보고에서 물, 50% 에탄올 및 75% 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능이 각각 60.87%, 57.24% 및

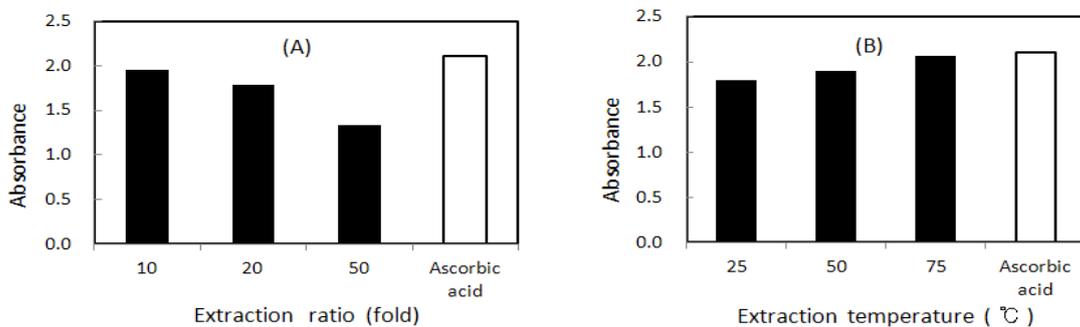


Fig. 4. Reducing power of extracts from *Rumex crispus* root with extraction condition.(Effect of extraction ratio (A), effect of extraction temperature (B))

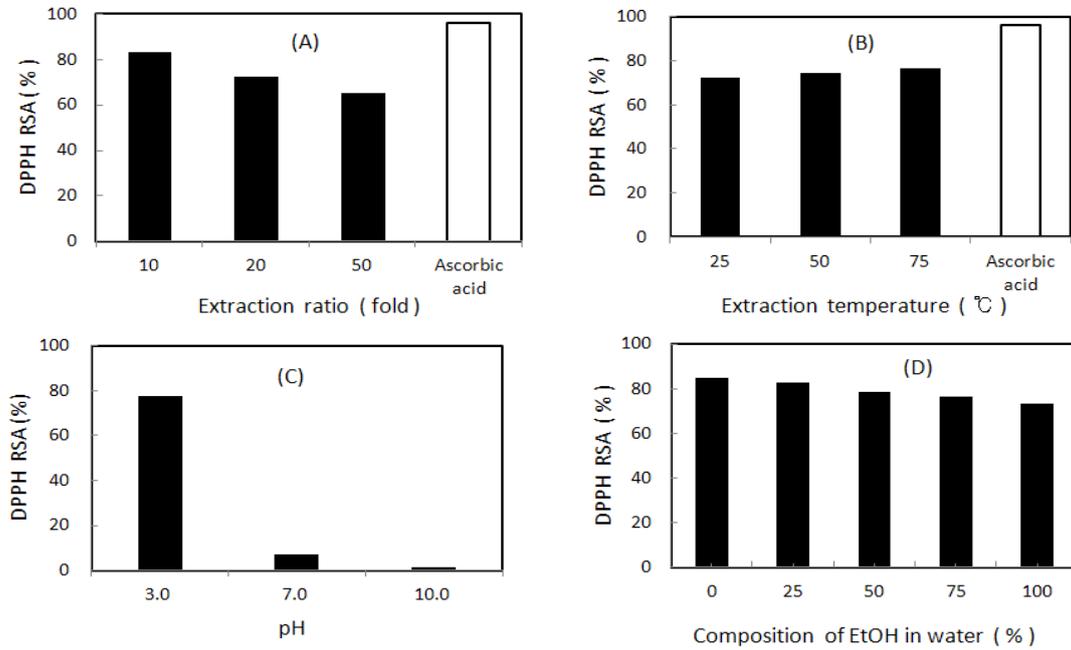


Fig. 5. DPPH radical scavenging ability of extracts from *Rumex crispus* root with extraction condition. (Effect of extraction ratio (A), effect of extraction temperature (B), effect of extraction pH (C), effect of extractant composition (D)).

55.61%인 결과와 유사한 경향이였다.

### 3.7. 옥수수유 산화억제효과

Rancimat 측정은 가속화 시험을 통하여 유지의 산화도와 품질수명을 비교적 간단히 측정할 수 있고, 산화억제 효과의 결과도 신뢰할 수 있어 특히 산업계에서 유지의 산화 안정도 측정에 많이 이용되고 있다 (Jang 등, 2006). 기질로서 옥수수 배아 식용유를 사용

하고, 여기에 몇 가지 조건에서 추출한 소리쟁이 열수 추출물과 대조군으로 합성 항산화제인 BHT를 각각 첨가하여 활성산소법(AOM)으로 강제산화시키면서 추출물에 의한 식용유의 산화억제 효과를 비교하였다. 각 추출물의 옥수수유 산화에 대한 유도기간을 측정하여 Fig. 6에 나타내었으며, 몇 가지 추출 조건에 따라 얻은 추출액의 유도기간을 무첨가구의 유도기간으로 나눈 항산화지수(AI)를 Table 1에 표시하였다.

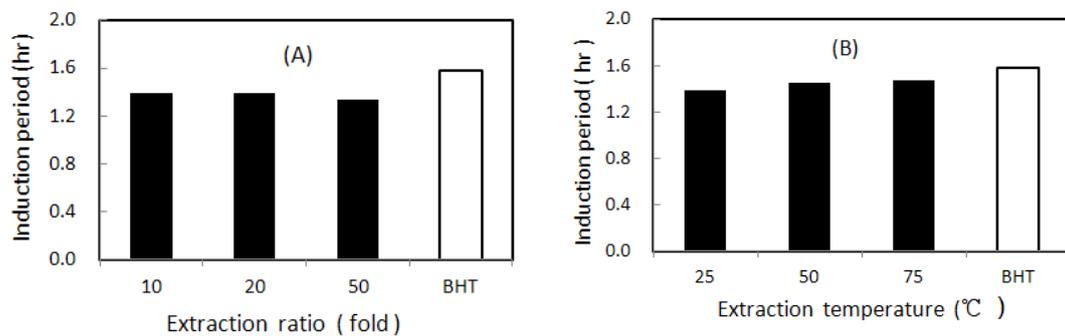


Fig. 6. Antioxidative effect of *Rumex crispus* root extract on corn oil by induction period. (Effect of extraction ratio (A), effect of extraction temperature (B))

**Table 1.** Antioxidant index of extracts from *Rumex crispus* root on corn oil oxidation

Parameter	Ext. ratio(fold)*			Ext. temp(°C)**			Comp. of EtOH in water(%)***				
	10	20	50	25	50	75	0	25	50	75	100
Antioxidant index	1.18	1.18	1.14	1.18	1.23	1.25	1.17	1.21	1.22	1.19	1.14

\* : Ext. temp.=25 °C, \*\* : Ext. ratio=20 fold, \*\*\* : Ext. temp.=25 °C and Ext. ratio=20 fold

Fig. 6에서 BHT의 유도기간 1.58시간에 비하여 추출물의 유도기간은 추출 용매비 증가에 반비례하여 1.34~1.39시간(BHT의 84.8~88.0%)으로, 추출온도에 비례하여 1.39~1.47시간(BHT의 88.0~93.0%)으로 얻어졌다. 그리고 Table 1에서 용매비가 10배의 경우나 20배의 경우 항산화지수가 동일하게 나타났으며, 추출온도가 증가할수록 추출물에 의한 지수도 증가하였다. 또한 증류수에 대한 에탄올의 혼합비에 따른 지수는 증류수 및 에탄올 단독 용매로 추출한 경우보다 혼합비가 50%일 때 최대의 지수를 보였다.

이들 값은 Jang 등(2006)이 가시오가피를 비롯한 44종의 식물 추출물이 어유의 산화에 미치는 영향을 측정된 결과인 유도기간 0.12시간~1.21시간 보다는 큰 값으로서 본 연구에서의 소리쟁이 뿌리 추출물의 항산화 효과가 큰 것으로 생각되었으나, Lim 등(1994)이 벌꿀로부터 추출한 propolis의 parm oil과 lard에 대한 항산화 지수보다는 작은 값이었다. 그러나 항산화 효과는 기질 오일의 제조 및 상태, 첨가물 유무, 추출물 중 고형분의 함량 등 여러 조건에 따라 상이한 결과로 얻어질 수 있으므로, 이들 항산화 효과의 상대적인 대소를 직접적으로 비교하기 위해서는 동일한 용매와 동일한 기질 등 추출실험 조건에 대한 동일성을 기준으로 직접 동시평가하여 비교하여야 할 것으로 생각된다.

#### 4. 결론

소리쟁이 뿌리의 열수 추출물에 대한 기능성분 함량과 항산화 효과에 대한 고찰로부터 얻은 결론을 요약하면 다음과 같다.

1. 가용성 고형분 함량에 의한 추출수율은 온도에 따라 18.0~21.5%, 용매비에 따라 13.5~23.7%의 범위로서 용매비에 반비례하고 추출온도에 비례하였으나,

흡광도에 의한 방향족 화합물 함량은 실험조건에 따른 차이가 그다지 크지 않았다.

2. 추출물의 플라보노이드 함량은 추출온도에 비례하였고, 10배의 용매비와 pH 10에서의 함량이 가장 높았으며, 증류수-에탄올 혼합용매로 추출할 경우 3:1의 혼합비에서 최대의 함량으로 추출되었다. 그러나 페놀성 화합물은 용매비에 반비례하고 추출온도에 따라 소량 증가하는 경향을 보였다.

3. 추출물의 환원력은 용매비에 반비례하고 추출온도에 비례하여 조건에 따라 ascorbic acid의 63.1~98.4의 환원력으로 측정되었고, DPPH 라디칼 소거능 또한 용매비에 반비례하고 추출온도에 비례적인 관계를 보였으며, ascorbic acid 소거능의 67.6~86.7%에 상당하였다.

4. 옥수수 배아유에 대한 산화억제 효과는 합성 항산화제인 BHT의 84.8~93.0%로 나타났으며, 추출용매의 조성이 물과 에탄올이 1:1인 경우 항산화지수가 가장 높게 측정되었다.

#### 참고 문헌

- Cha, J. Y., Kim, H. J., Kim, S. K., Lee, Y. J., Cho, Y. S., 2000, Effects of citrus flavonoids on the lipid peroxidation contents, Korean J. Postharvest Sci. Technol., 7, 211-217.
- Chang, S. W., Kim, I. H., Han, T. J., 1999, Anthraquinone productivity by the cultures of adventitious roots and hairy roots from Curled Dock(*Rumex crispus*), Korean J. Plant Tissue Culture, 26(1), 7-14.
- Eum, M. A., Kang, Y. H., Kwon, D. J., Jo, K. S., 1999, The nitrite scavenging and electron donating ability of potato extracts, Korean J. Food & Nutr., 12, 478-483.
- Hwang, S. W., Ha, T. J., Lee, J. R., Lee, J., Nam, S. H.,

- Park, K. H., Yang, M. S., 2004, Isolation of anthraquinone derivatives from the root of *Rumex japonicus* H., J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 47(2), 274-278.
- Jang, J. S., Hong, J. H., Lee, K. T., 2006, Study on antioxidative activity of plant extracts in fish oil, Korean J. Food Presrv., 13(6), 726-731.
- Jeong, G. T., Min, K. M., Park, D. H., 2006, Study of antimicrobial and antioxidant activities of *Rumex crispus* extract, Korean Chem. Eng. Res., 44(1), 81-86.
- Jeong, K. S., 2011a, Extraction characteristics of soluble solid from *Rumex crispus*(Curled Dock) roots, J. of the Environmental Sciences, 20(10), 1265-1272.
- Jeong, K. S., 2011b, A study on physicochemical properties of *Achyranthes japonica* and *Smilax china* extracts, J. Korea Academia-Ind. Cooperation Soc., 12(7), 3317-3326.
- Jeong, K. S., 2012, A study on antioxidant activity of ethanol extract from *Rumex crispus* and metal adsorptivity of its root, J. Korea Academia-Ind. Cooperation Soc., 13(2), 934-940.
- Jeong, K. S., Lee, N. G., 2009, Functional properties and antioxidant effects of *Solanum nigrum*-ethanol extract, J. of the Environmental Sciences, 18(11), 1207-1214.
- Jun, B. S., Cha, J. Y., Cho, Y. S., 2001, Antioxidative activities of fruit extracts of *Paulownia tomentosa* stued, Korean J. Postharvest Sci. Technol., 8(2), 231-238.
- Kang, Y. H., Park, Y. K., Oh, S. R., Moon, K. D., 1995, Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts, Korean J. Food Sci. Technol., 27, 978-984.
- Kim, D. K., Choi, S. U., Ryu, S. Y., Lee, K. R., Zee, O. P., 1998, Cytotoxic constituents of *Rumex japonicus*, Yakhak Hoeji, 42(3), 233-237.
- Kim, E. Y., Baik, I. H., Kim, J. H., Kim, S. R., Rhyu, M. R., 2004a, Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants, Korean J. Food Sci. Technol., 36(2), 333-338.
- Kim, H. J., Hwang, E. Y., Im, N. K., Park, S. K., Lee, I. S., 2010, Antioxidant activities of *Rumex crispus* extracts and effects on quality characteristics of seasoned pork, Korean J. Food Sci. Technol. 42(4), 445-451.
- Kim, H. K., Na, G. M., Ye, S. H., Han, H. S., 2004b, Extraction characteristics and antioxidative activity of *Schiznadra chinensis* extracts, Korean J. Food Culture, 19(5), 484-490.
- Kong, W. S., 2004, Species composition and distribution of native Korean conifers, Korean J. Geographical Society, 39, 528-543.
- Lim, D. K., Choi, U., Shin, D. H., 1996, Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants, Korean J. Food Sci. Technol., 28, 83-89.
- Lim, D. K., Choi, U., Shin, D. H., Jeong, Y. S., 1994, Antioxidative effect of propolis extract on palm oil and lard, Korean J. Food Sci. Technol., 26(5), 622-626.
- Park, J. A., Choi, M. O., 2011, Antioxidant effects of *Rumex crispus* L. root extracts and protective effects on human HaCaT keratinocyte, J. Kor. Soc. Cosm. 17(2), 263-268.
- Park, Y. B., 2005, Determination of nitrite-scavenging activity of seaweed, J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 34(8), 1293-1296.
- Shin, C. H., 2001, Studies on the antioxidative character in the ethyl acetate extractions of *Rumex crispus*, Korean J. Biotechnol. Bioeng., 16(6), 592-602.
- Song, H. S., Park, Y. H., Jung, S. H., Kim, D. P., Jung, Y. H., Lee, M. K., Moon, K. Y., 2006, Antioxidant activity of extracts from *Smilax china* root, J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 35(9), 1133-1138.