Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 13, No. 2 pp. 934-940, 2012

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.2.934

소리쟁이 에탄올 추출물의 항산화 활성 및 뿌리의 중금속 흡착능에 관한 연구

정갑섭[1*]
[1]동명대학교 식품공학과

A Study on Antioxidant Activity of Ethanol Extract from *Rumex crispus* and Metal Adsorptivity of it's Root

Kap-Seop Jeong[1*]
[1]**Department of Food Science & Technology, Tongmyong University**

요 약 소리쟁이 에탄올 추출물의 환원력, 전자공여능, 산화안정도 등 항산화활성과 소리쟁이 분말에 의한 수중의 Pb(II)와 Cd(II)의 흡착성능을 측정하였다. 추출액의 고형분 함량에 의한 추출율은 추출조건에 따라 1.9~3.0%로서 추출용매비가 낮을수록, 추출온도가 높을수록 증가하였고, 환원력과 전자공여능은 용매비에 반비례하고 추출온도에 비례하였으며, 20배의 용매비와 75℃의 온도에서 추출물의 환원력과 전자공여능은 ascorbic acid의 86.4%와 91%에 각각 대응되었다. 옥수수 배아 식용유에 대한 추출물의 산화안정성은 실험 조건에 따라 합성 항산화제인 BHT의 86~91.3%의 성능을 보였다. 그리고 소리쟁이에 의한 중금속 흡착능은 Cd(II)보다 Pb(II)가 훨씬 높았으며, 흡착시간 60분에서 초기 농도 20ppm의 경우 Pb(II)의 흡착률은 88%이었으며, Cd(II)는 Pb(II)의 92%정도로 나타났다.

Abstract Antioxidant activities such as reducing power, electron donating ability(EDA) and oxidation stability of *Rumex crispus* extracts with ethanol were examined, and adsorption of Pb(II) and Cd(II) with dried *Rumex crispus* powder in aqueous solution was experimented. Extraction yields based on the soluble solid contents ranged 1.9% to 3.0%, and were inversely proportional to solvent ratio but proportional to extraction temperature. Reducing power and EDA were also increased with extraction temperature but decreased with solvent ratio. These were corresponded to 86.4% and 91.0% of ascorbic acid reducing power and EDA, respectively, on 20 folds of solvent ratio and 75℃. Oxidation stability of *Rumex crispus* extracts on the corn seed oil was 86~91.3% of butylated hydroxytoluene. Pb(II) adsorptivity of *Rumex crispus* was higher than Cd(II), and adsorption rate of Pb(II) was 88% in 20 ppm concentration and 60min.

Key Words : *Rumex crispus*, Antioxidant Activity, Reduction Power, Electron Donating Ability, Metal Adsorptivity

1. 서론

건강에 대한 개념이 적극적이고 활발해 지면서 기능성 식물에 대한 사회적 인식이 날로 확대되고 있고 산업적으로나 학술적으로도 식물의 각종 기능성 연구 및 활용에 많은 관심이 집중되고 있다. 특히 약용 또는 식용식물은 고유의 phytochemical로부터 항산화, 항암 및 항균 등 다양한 효능을 기대할 수 있어 질병의 치료나 예방, 노화억제 등 그 잠재적 유용성이 크므로 여러 기능성 연구가 계속되고 있다. 청미래덩굴 잎은 항균력이 우수한 것으로 보고되어[1] 현재 가장 많이 이용되고 있는 자몽 추출액을 대신하여 천연 식품보존제로서의 개발이 시도되고 있고, 감잎이나 부레옥잠은 미역이나 톳 등의 해조류와 더불어 중금속 흡수능이 우수한 것으로 보고되어 있다[2-4]. 특히 고등식물은 일반적으로 미생물보다 생체량이 크고 환경요인의 변화에 대한 민감성이 작으며, 종에 따

*교신저자 : 정갑섭(ks0903@tu.ac.kr)
접수일 11년 11월 28일 수정일 (1차 12년 01월 09일, 2차 12년 01월 31일) 게재확정일 12년 02월 10일

라서는 체내에 중금속 원소를 고농도로 축적함으로써 metallophyte로 분류되는 것도 있다. 뿐만 아니라 많은 종에서 동종의 다른 개체군에 비해 금속 이온에 대한 내성이 엄청나게 큰 chemo-ecotype도 알려져 있어 이러한 내성이 진화될 수도 있음을 보여주고 있다[5].

주변의 습지나 강변 혹은 밭가에 자생하는 소리쟁이(*Rumex crispus*)는 어린 잎을 식용으로 하며, 뿌리는 피를 맑게 하고 지혈작용이 있어 코피, 토혈, 대변출혈, 각혈, 자궁출혈에 유용하다고 알려져 있으며, 또한 민간에서는 옴, 버짐, 변비 등의 치료에도 사용된다[6]. 소리쟁이의 과실에도 탄닌성분이 함유되어 있으나 뿌리에는 saponin이나 flavonoid 및 chrysophanol, emodin 등 anthraquinone 계통의 화합물 성분을 함유하고 있어, 항균 및 항산화 활성이 있는 것으로 보고되고 있으며[6,7], 또한 생체 자체의 중금속 흡수·축적에 대한 연구도 보고되고 있다[8].

그러나 이들 일부 보고 이외에는 소리쟁이 뿌리의 활성에 대한 자료는 극히 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 소리쟁이 뿌리의 기능적 활성 탐색의 일환으로 에탄올을 용매로 하여 몇 가지 조건에서 추출물을 얻고, 환원력, 전자공여능 및 유지에 대한 산화 안정성 등 항산화 활성을 측정하였으며, 소리쟁이 뿌리 건체 시료를 사용하여 수 중의 Cd(II)와 Pb(II)이온을 흡착실험을 함으로써 중금속 이온 흡착성을 고찰하였다.

2. 실험

2.1 재료 및 추출

본 실험에 사용한 소리쟁이는 하천가에 자생하는 생체를 채취하여 수세한 다음 뿌리만 선별하여 1cm크기로 잘라 그늘에서 3개월 건조한 것을 사용하였다[9]. 추출실험에는 세절 후 건조된 소리쟁이 뿌리를 그대로 사용하였고, 중금속 흡착실험에는 건조된 소리쟁이 뿌리를 볼밀로 분쇄하고 이를 20mesh로 체질하여 사용하였다. 약용 및 식용 동식물로부터 유용성분의 추출에는 열수, 알콜류 및 유기용매 등 다양한 추출제를 사용할 수 있으므로 각종 용매에 의한 일련의 추출실험 비교를 위하여 본 연구에서는 우선 시약급 에탄올을 사용하여 추출하였으며, 500mL 삼각플라스크에 건조 시료를 칭량하고 일정 비율의 에탄올을 추출용매로 가한 다음 이를 플라스크 진탕기(KMC-1205, Vision Science)에 장치하여 환류추출하였다[10]. 시료량에 대한 에탄올의 비를 10~50배, 온도를 25~75℃의 범위로 1시간 추출한 다음 각 추출액을 GF/C로 흡인여과하여 여액을 추출용 시료액으로 사용하였다[9]. 여액 일정량을 시계접시에 취하여 105℃로 건조 및 데시케이터 방냉조작을 통하여 고형분의 항량을 측정하고, 건조 시료량에 대한 고형분의 함량비를 추출수율로 하였다[11].

2.2 갈변도와 방향족화합물 함량 측정

각 조건에서 추출한 시료액의 1.0 v/v% 농도 에탄올 용액을 조제하고, vortex mixer로 30초간 교반한 다음 분광광도계(Jasco V-570)를 사용하여 갈변도(brown intensity, BI)와 방향족 화합물의 함량(total aromatics contents, TAC)을 측정하였다. BI는 파장 420nm에서, TAC는 파장 280 nm에서 각각 흡광도를 측정하여 구하였다[12].

2.3 항산화 활성 측정

2.3.1 환원력 측정

본 실험에 사용한 소리쟁이 뿌리의 에탄올 추출 시료액 1mL에 pH 6.0의 완충용액 2.5mL와 1% $K_3[Fe(CN)_6]$ 2.5mL를 첨가하여 혼합한 후 이를 50℃에서 30분간 반응시킨 다음 10% CCl_3COOH 2.5mL를 첨가하여 원심분리기[Hanil MF-800]로 원심분리하고, 상등액 1mL를 시험관에 취하였다. 여기에 증류수 1mL와 0.1% $FeCl_3$ 0.2mL를 첨가하고, 파장 700nm에서 흡광도를 측정하여 환원력을 구하였다[13,14]. 환원력의 검증을 위하여 시료에 함유된 고형분과 동일한 함량의 ascorbic acid를 사용한 결과와 비교하였다.

2.3.2 전자공여능 측정

각 조건에서 추출한 시료액의 전자공여능(Electron donating ability, EDA)은 시료에 의하여 α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl(DPPH)가 hydrazine 형태로 환원되는 정도를 측정하여 결정하였다. 즉 Burda와 Oleszek의 방법[15]을 변형하여 추출물 시료 3 mL에 3 mL의 에탄올과 0.5mM DPPH 3mL를 가한 후 vortex mixer로 진탕하고, 암소에서 30분 정치 후 분광광도계로 517nm에서의 흡광도 측정으로 구하였다[9]. EDA값은 시료 첨가구와 대조구를 사용하여 측정한 흡광도에 의한 백분율로 나타내었으며, 시료에 함유된 고형분과 동일한 함량의 ascorbic acid를 사용한 결과와 비교하였다.

2.3.3 산화안정도 측정

유지의 산화속도에 미치는 소리쟁이 뿌리 추출물의 영향을 고찰하기 위하여 자동산화 측정기인 Rancimat (Rancimat 743, Metrohm)을 사용하여 산화안정도를 측정하였다. 증류수 60mL를 measuring vessel에 취하고,

reaction vessel에 유지 3.0g과 각 조건에서의 추출 시료액 일정량을 취한 다음 시료온도 121.6℃, 공기유속 20 L/h의 가속시험 조건에서 전기전도도를 측정하였다. 전기전도도가 급격하게 증가하는 시점까지의 유도기간(induction period, IP)을 측정하고, 각 시료를 첨가한 실험구의 유도기간을 무첨가구의 유도기간으로 나눈 값을 항산화지수(anti- oxidant index, AI)로 구하여 항산화 정도를 비교하였다[16]. 추출액 시료 중에 함유된 고형분과 동일한 함량의 합성 항산화제인 butylated hydroxytoluene(BHT)를 사용한 결과와 비교하였다.

2.4 중금속 흡착능 측정

소리쟁이 뿌리 건체에 의한 중금속의 흡착성을 다음과 같이 측정하였다[9]. 일정 농도의 중금속 이온 용액을 100mL 삼각 플라스크에 취하고, 여기에 건체시료 분말을 0.5g 주입한 다음 진탕기에서 약 200rpm의 속도로 진탕 흡착시켰다. 일정 시간 간격으로 진탕을 중지하고 0.45㎛ 막여과지로 흡인여과하였다. 여액을 200mL로 정용한 다음 여액 중에 포함된 중금속의 양을 ICP-OES (TJA polyscan 61E)로 정량하였으며, 중금속의 흡착량은 시료 1g당 흡착량으로 환산하였다. 또한 흡착 후 막여과지에 흡착된 중금속을 여과지 채로 0.5N 질산 용액 50mL와 함께 250mL 삼각 플라스크에 넣고, 200rpm의 속도로 30분간 진탕하여 흡착된 중금속을 회수한 다음 그 양을 정량하였다. 사용된 중금속은 Pb(II)와 Cd(II)였으며, 온도 25℃에서 실험농도는 20~100 ppm의 범위로 하였다.

3. 결과 및 고찰

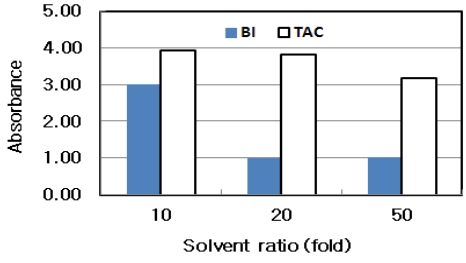
3.1 추출율

추출용매로서 에탄올에 의한 환류추출로부터 갈색의 추출액을 얻고, 이를 GF/C로 흡인여과하여 추출물 여액을 얻었으며, 여액으로부터 측정한 가용성 고형분을 건조시료에 대한 비로서 수율을 계산한 결과 추출온도 25℃에서 시료에 대한 용매비를 10, 20 및 50배로 한 경우 2.5, 2.1 및 1.9%로 측정되었으며, 용매비 20배에서 추출온도별 수율은 25, 50 및 75℃에서 2.1, 2.4 및 3.0%로 측정되었다.

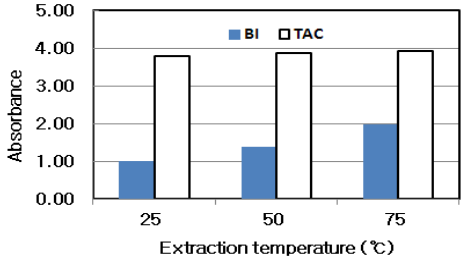
즉 용매비가 클수록 수율이 낮고, 추출온도 증가에 따라 수율이 증가하는 것으로 확인되었다. 그러나 이들 수율 값은 방아의 7.36%[17], 인삼과 산더덕 및 재배 더덕의 7.94%와 13.6% 및 14.12%[18] 보다 현저히 낮은 값이었다. 이러한 차이는 원료의 종류나 부위 및 추출조건 등에 기인하는 것으로 생각된다. 본 연구에서의 소리쟁이 뿌리 추출물의 고형분에 대한 수율을 높이고자 할 경우에는 가급적 높은 온도에서 소량의 용매를 사용하여 추출하는 것이 좋으며, 과량의 용매를 사용할 경우 추출후의 농축과정이 추가적으로 필요할 것으로 생각된다.

3.2 갈변도와 방향족화합물 함량

추출액의 갈변도(BI)와 방향족 화합물의 함량(TAC)을 25℃에서의 용매비와 20배의 용매비 조건에서 온도에 따라 도시한 결과 Fig. 1 및 2와 같았다. Fig. 1에서 파장 420 nm에서의 흡광도로 나타낸 BI는 용매비가 20배 이상에서는 아주 낮은 값으로 거의 일정하였으나 용매비가 10배에서 20배로 증가함에 따라 현저히 감소하였다. Fig. 2에서 추출온도가 증가할수록 75℃에서는 25℃에서의 것보다 2배로 높게 나타났으며, 파장 280nm에서의 흡광도로 표시한 TAC는 용매비가 증가할수록 감소하는 경향이었으나 온도 증가에 따른 현저한 차이는 없었다. 이러한 높은 TAC의 함량에 의해 항산화능이 높을 것으로 생각된다.



[그림 1] 용매비에 따른 BI와 TAC의 변화
[Fig. 1] Changes of BI and TAC with solvent ratio.

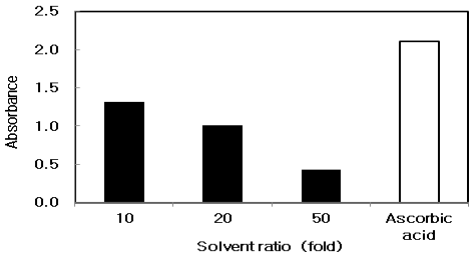


[그림 2] 추출온도에 따른 BI와 TAC의 변화
[Fig. 2] Changes of BI and TAC with extraction temperature.

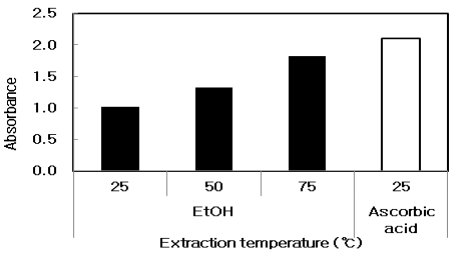
3.3 환원력

소리쟁이 추출물의 환원력은 Fig. 3에서와 같이 추출물의 용매비에 반비례하였다. 즉 용매비가 증가할수록 감

소하였으며, 추출온도 25℃에서 10배, 20배 및 50배로 용매비가 증가함에 따라 환원력은 ascorbic acid의 환원력에 비해 62.4%, 48.2% 및 20.6%로 감소하였다. 또한 추출온도에 따른 환원력을 도시한 Fig. 4에서 추출온도가 높을수록 환원력은 증가하였으며, 25℃에서의 추출물의 환원력은 ascorbic acid의 48.2%이었으나 75℃에서의 추출물은 ascorbic acid의 환원력에 대하여 86.4 %의 높은 환원력을 나타내었다. 이 값은 Song 등[19]의 청미래덩굴 뿌리 추출물이 비타민 C의 82%의 환원력을 가진다는 결과보다는 다소 높은 값이었다.



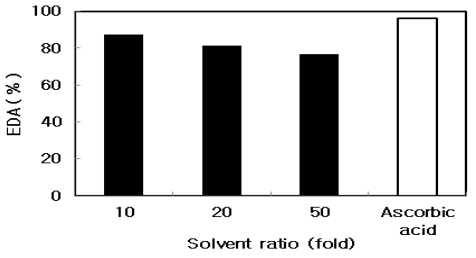
[그림 3] 용매비에 따른 환원력의 변화
[Fig. 3] Changes of reduction power with solvent ratio.



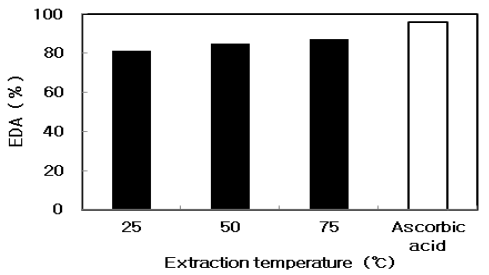
[그림 4] 추출온도에 따른 환원력의 변화
[Fig. 4] Changes of reduction power with extraction temperature.

3.4 전자공여능

Cysteine이나 methionine, glutathione 등과 같은 함황 아미노산이나 ascorbic acid, aromatic amine 등은 free radical을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 있어 항산화 활성을 가지며, 활성산소를 비롯한 다른 radical에 대한 소거활성도 기대된다[20]. 소리쟁이 추출물의 전자공여능 측정 결과를 Fig. 5와 6에 나타내었으며, Fig. 5에서 10배, 20배 및 50배의 용매비에서 각각 87.2%, 81.2% 및 76.5%의 전자공여능을 보였으며, Fig. 6에서 25℃, 50℃ 및 75℃에서 각각 81.2%, 85.1 % 및 87.1%로 나타나 용매비가 낮을수록, 그리 고 온도가 증가할수록 다소 증가하는 것으로 나타났다. 이들 값은 용매비 10배에서 오미자 추출물의 전자공여능 55.61~60.87%[20]보다는 높았으나 청미래덩굴 뿌리의 에탄올 추출물의 85 %[9]와는 유사한 값이었다. 그리고 용매비 20배, 온도 75℃에서의 추출물은 ascorbic acid에 비해 약 91%의 전자공여능을 보였다.



[그림 5] 용매비에 따른 EDA의 변화
[Fig. 5] Changes of EDA with solvent ratio.



[그림 6] 추출온도에 따른 EDA의 변화
[Fig. 6] Changes of EDA with extraction temperature.

3.5 산화안정도

Rancimat 실험은 가속화 시험을 통하여 산화정도와 수명을 비교적 간단히 측정할 수 있다. 본 연구에서는 이를 이용하여 옥수수 배아 식용유에 대한 소리쟁이 뿌리 추출물의 산화억제 효과를 측정하였고, 그 결과를 Table 1에 나타내었다. 추출 용매비와 추출온도의 증가에 따라

[표 1] 옥수수 배아 식용유에 대한 소리쟁이 뿌리 추출물의 산화억제 효과
[Table 1] Antioxidant effect of *Rumex crispus* extract on corn seed oil

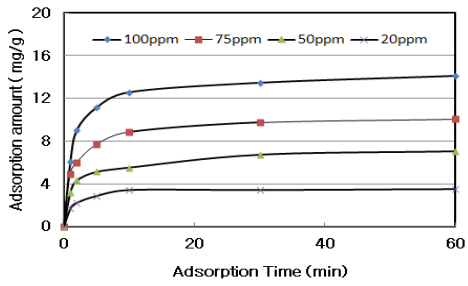
	Solvent ratio(fold)			Extraction Temp.(℃)			BHT
	10	20	50	25	50	75	
Induction period(hr)	1.37	1.34	1.29	1.34	1.37	1.33	1.58
Antioxidant Index	1.16	1.14	1.09	1.14	1.16	1.27	1.34

유도기간의 큰 변화는 없지만 합성 항산화제인 BHT의 유도기간 1.58시간에 비하여 10배, 20배 및 50배의 용매비에 따라 1.37, 1.34 및 1.29시간의유도기간을, 그리고 25, 50 및 75℃의 추출온도에 따라 1.34, 1.37 및 1.33시간의 유도기간을 나타내었다. 그리고 이들 결과를 항산화지수로 나타내어 BHT의 산화억제력과 비교하면 용매비와 추출온도에 따라 86.0~91.3% 및 88.7~91.3%의 범위를 각각 나타내었다. 이들 값은 어유에 대한 느릅나무나 감자의 유도기간보다 유도기간이 더 커서 항산화능이 높을 것으로 생각되나 팜오일과 라드에 대한 propolis의 항산화지수[21]보다는 더 작아 이 보다는 산화억제 효과가 낮은 것으로 사료된다.

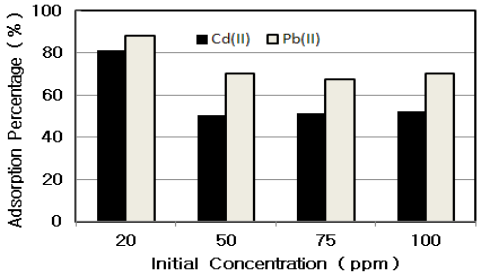
3.6 중금속 흡착능

Pb(II)와 Cd(II)의 초기농도 20~100ppm의 범위에서 소리쟁이 분말에 의한 흡착량의 시간적 변화를 Fig. 7과 8에 도시하였다. 흡착초기 5분까지 급격한 흡착증가가 일어나고, 10분경에 거의 최대로 되어 이후 약간의 증가를 보이고 있다. 또한 두 금속 모두 저농도에서 흡착률이 높았고, 농도가 증가할수록 흡착률이 감소하였다. 이러한 결과는 쇠무릎과 청미래 덩굴에 의한 Cd(II)와 Pb(II)의 흡착경향[9]과 일치하였다. 동일한 농도 조건에서 Cd(II)보다 Pb(II)가 훨씬 높은 흡착이 일어남을 알 수 있었으며, 흡착시간 60분에서 금속별 흡착률을 비교하면 20ppm에서 Cd(II)의 최대 흡착률은 81%로서 Pb(II)의 최대 흡착률인 88%의 92%였으며, 농도 증가에 따라 Cd(II)의 흡착률은 Pb(II) 흡착률의 71.6~76.6%의 범위였다.

그러나 흡착속도는 쇠무릎과 청미래 덩굴에 의한 것보다 낮았으며, 총괄 흡착량은 초기농도 50ppm에서 쇠무릎과 청미래 덩굴에 의한 93.8% (Pb(II)의 경우)와 67.6%(Cd(II)의 경우)[9]에 비해 적은 흡착량을 보였다. 두 금속이온의 회수율은 Table 2에 나타낸 바와 같이, 전체 실험범위에서 Pb(II)가 Cd(II)보다 높은 회수율을 보였으며, 초기농도 50ppm에서 회수시간 30분의 경우 Pb(II)는 78.8%, Cd(II)는 47.6%로서 쇠무릎과 청미래 덩굴에 의한 89.0%(Pb(II)의 경우)와 93.4 %(Cd(II)의 경우)[9]에 비해 낮은 회수율을 보였다.



[그림 7] 흡착시간에 따른 Pb(II)의 흡착량 변화
[Fig. 7] Adsorption changes of Pb(II) ion with time on *Rumex crispus*.



[그림 8] 초기농도에 따른 Pb와 Cd의 흡착량 비교
[Fig. 8] Comparison of Pb and Cd Adsorption with initial concentration.

4. 결론

에탄올에 의한 소리쟁이 뿌리 추출물의 항산화 활성과 뿌리 건체의 중금속 흡착성에 대한 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

[표 2] 소리쟁이에 흡착된 Pb(II)와 Cd(II)이온의 회수율 비교
[Table 2] Comparison of recovery rate of Pb(II) and Cd(II) adsorbed by *Rumex crispus*

	Pb(II) initial concentration(ppm)				Cd(II) initial concentration(ppm)			
Time(min)	20	50	75	100	20	50	75	100
1	31	30	25.1	39.6	11	12	8.5	6.4
2	36	36.8	56.8	66.8	22	18	13.6	10.8
5	53	55.2	66.9	71.6	40	33.2	27.2	27.6
10	65	58.8	75.2	76.4	54	40.8	38.4	40.8
30	74	78.8	83.5	79.2	71	47.6	47.5	48.8
60	93	89.6	89.1	82.8	81	50.4	51.5	52.4

1. 추출율은 용매비가 낮을수록, 추출온도가 높을수록 증가하였으며, 추출물의 갈변도와 방향족 화합물 함량은 용매비에 반비례하였고, 추출온도가 증가할수록 갈변도는 높게 나타났으나 방향족 화합물 함량은 온도 증가에 따른 현저한 차이는 없었다.
2. 추출물의 환원력과 전자공여능은 용매비에 반비례하고 추출온도에 비례하였으며, 용매비 20배, 추출온도 75℃에서 추출한 추출물의 환원력과 전자공여능은 ascorbic acid의 86.4%와 91%에 각각 대응되었다.
3. 옥수수 배아 식용유에 대한 추출물의 산화억제 효과는 실험 조건에 따라 합성 항산화제인 BHT의 86~91.3% 범위의 성능을 보였다.
4. 소리쟁이 뿌리 건체에 의한 중금속 흡착능은 Cd(II)보다 Pb(II)가 훨씬 높았으며, 흡착시간 60분에서 초기 농도 20ppm의 경우 Pb(II)의 흡착률은 88%이었으며, Cd(II)는 Pb(II)의 92%정도였다.

References

[1] H. Y. Choi, "Antimicrobial Effect of Ethanol Extract of *Smilax china* Leaf", Korean J. Sanitation, 19(3), pp. 22-30, 2004.

[2] K. H. Park, Y. D. Kwon, M. A. Park, B. J. Park, "A Study on the Adsorption Kinetics of the Heavy Metals, Cd(II), Pb(II), Cu(II) and Zn(II) Ions by the Persimmon Leaves", J. of the Korea Society for Environmental Analysis, 4(3), pp. 159-167, 2001.

[3] R. C. McDonald, B. C.Wolverton, “Comparative Study of Wastewater Lagoon with and without Water Hyacinth”, Econ. Bot., 34, 101-110, 1980.

[4] K. H. Park, M. A. Park, K. H. Kim, Y. H. Kim, "A Study on the Adsorption Kinetics of the Heavy Metals, Cd(II) and Pb(II) Ions by the Ulva pertusa and Hizakia fusiformis", Analytical Science & Technology, 12(5), pp. 360-369, 1999.

[5] W. Lacher, “Physiological Plant Ecology”, 2nd Ed., Springer-Verlag, Heidelberg, pp.191-195, 1983.

[6] G. T. Jeong, K. M. Min, D. H. Park, “Study of Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Rumex crispus* Extract”, Korean Chem. Eng. Res., 44(1), 81-86, 2006.

[7] S. W. Hwang, T. J. Ha, J. R. Lee, J. Lee, S. H. Nam, K. H. Park, M. S. Yang, “Isolation of Anthraquinone Derivaties from the Root of *Rumex japonicus* H.”, J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 47(2), 274-278, 2004.

[8] Y. I. Cha, “Studies on the Removal of Cd^{2+} Ion in Wastewater by Plants, I. Absorption of Cd^{2+} by Dock(*Rumex crispus* L.) Plants”, Korean J. Ecol., 15(2), 137-145, 1999.

[9] K. S. Jeong, "A Study on Physicochemical Properties of *Achyranthes japonica* and *Smilax china* Extracts", J. Korea Academia-Ind. Cooperation Soc., 12(7), 3317-3326, 2011.

[10] K. S. Jeong, "Extraction Characteristics of Soluble Solid from *Rumex crispus*(Curled Dock) Roots", Journal of the Environmental Sci., 20(10), 1265-1272, 2011.

[11] K. S. Jeong, N. G. Lee, "Functional Properties and Antioxidant Effects of *Solanum nigrum*-Ethanol Extract", Journal of the Environmental Sci., 18(11), 1207-1214, 2009.

[12] Y. H. Kang, Y. K. Park, S. R. Oh, K. D. Moon, "Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts", Korean J. Food Sci. Technol., 27(6), pp. 978-984, 1995.

[13] Y. B. Park, "Determination of nitrite-scavenging activity of seaweed", J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 34(8), 1293-1296, 2005.

[14] K. S. Jeong, N. G. Lee, "A Study on Physiological Activity and Antioxidative Activity of Maesangi (*Capsosiphon fulvescens*) Extract", Journal of the Environmental Sci., 19(4), 407-414, 2010.

[15] S. Burda, W. Oleszek, "Antioxidant and Antiradical Activities of Flavonoids", J. Agric Food Chem., 49(6), 2774-2779, 2001.

[16] D. K. Lim, D. H. Shin, Y. S. Jeong, "Antioxidative Effect of Propolis Extract on Parlm Oil and Lard", Korean J. Food Sci. Technol., 26, 622-626. 1994.

[17] S. I. Won, O. H. Zie, C. B. Yang, "Antioxidative Effect of Bangah(*Agastache regosa* O. *Kuntze*) Herb Extracts by various Solvents", Korean Living Science Research, 13, 149-164, 1995.

[18] Y. S. Maeng, H. K. Park, "Antioxidant Activity of Ethanol Extract from Doduk(*Codonopsis lanceolata*)", Korean J. Food Sci. Technol., 23, 311-316, 1991.

[19] H. S. Song, Y. H. Park, S. H. Jung, D. P. Kim, Y. H. Jung, M. K. Lee, K. Y. Moon, "Antioxidant activity of extracts from *Smilax china* root", J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 35(9), pp. 1133-1138, 2006.

[20] H. K. Kim, G. M. Na, S. H. Ye, H. S. Han, "Extraction Characteristics and Antioxdative Activity of *Schiznadra chinensis* Extracts", Korean J. Food Culture, 19(5), 484-490, 2004.

[21] J. S. Jang, J. H. Hong, K. T. Lee, "Study on Antioxidative Activity of Plant Extracts in Fish Oil", Korean J. Food Preserv., 13(6), 726-731, 2006.

정 갑 섭(Kap-Seop Jeong) **[정회원]**

- 1982년 2월 : 부산대학교 화학공학과(공학사)
- 1993년 8월 : 부산대학교 화학공학과(공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 동명대학교 식품공학과 교수

<관심분야>
광촉매 분해, 식품공정, 농수산생물 기능성