



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

국내 자생식물 40종 고압용매  
추출물의 항산화 및 항균 활성

濟州大學校 産業大學院

生命産業工學科

食品工學專攻

姜 美 愛

2010年 8月

# 국내 자생식물 40종 고압용매 추출물의 항산화 및 항균 활성

指導教授 任 尙 彬

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함.

2010年 8月

濟州大學校 産業大學院  
生命産業工學科 食品工學專攻  
姜 美 愛

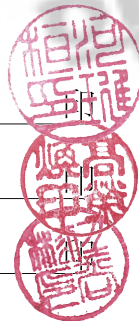
姜美愛의 工學 碩士學位 論文을 認准함.

2010年 8月

委員長 河 璉 桓

委 員 高 榮 煥

委 員 任 尙 彬



## 목 차

|   |    |
|---|----|
| Summary .....   | ii |
| I. 서론 .....   | 1  |
| II. 재료 및 방법 .....   | 3  |
| 1. 재료 .....   | 3  |
| 2. 실험 방법 .....  | 5  |
| 1) 고압용매 추출 .....  | 5  |
| 2) 총페놀 함량 측정 .....  | 6  |
| 3) 통합적 항산화 능력(integral antioxidative capacity) 측정 .....   | 6  |
| 4) 항균성 검정 균주 .....  | 8  |
| 5) 항균활성 측정 .....  | 8  |
| 6) 최소저해농도(minimal inhibitory concentration: MIC) 측정 ..... | 9  |
| III. 결과 및 고찰 .....  | 10 |
| 1. 총고형분 함량 .....  | 10 |
| 2. 총페놀 함량 .....   | 13 |
| 3. 통합적 항산화 능력(integral antioxidative capacity) .....      | 14 |
| 4. 항균활성 .....   | 17 |
| 5. 최소저해농도(minimal inhibitory concentration: MIC) .....    | 19 |
| IV. 요약 .....  | 20 |
| 참고문헌 .....  | 21 |

Antioxidant and Antimicrobial Activity of  
Pressurized Liquid Extracts from 40 selected  
Plant Species in Korea

Mi-Ae Kang

*Department of Industrial Life Science and Technology  
Graduate School of Industry  
Jeju National University*

*Supervised by Professor Sang-Bin Lim*

*Summary*

Forty natural plants collected in Jeju, Jeollam-Goheung, and Gyeongbuk-Ulleung were extracted using a pressurized liquid extraction system. Extraction yields of total soluble solids (TSS) and total phenolics (TP), and integral antioxidative capacity (IAC) were measured, and antimicrobial activity of the extract was tested against *Streptococcus parauberis*, *Streptococcus iniae*, *Edward tarda* and *Vibrio ordalii*, using the paper disk and agar dilution method. Extraction yield of TSS

was the highest 39.7% in *Scrophularia takesimensis* with the decreasing order of 39.0%, 34.1%, 32.1%, 31.5%, 30.6%, and 30.1% in *Chrysosplenium hallaisanense*, *Davallia mariesii*, *Adenophora erecta*, *Sedum takesimense*, *Adenophora remotiflora*, and *Melampyrum roseum*, respectively. *Agrimonia pilosa* showed the highest TP (174.4 mg GAE/g), followed by *Quercus mongolica* (116.9), *Carpinus laxiflora* (113.3), and *Rhus javanica* (108.2). Percent TP/TSS were high in *A. pilosa* (72.6%), *C. laxiflora* (47.3%), *Q. mongolica* (46.4%), *Ardisia japonica* (40.2%), *Epilobium* (40.1%), respectively. *Sorbus commixta*, *Phtheirospermum japonicum*, *R. javanica*, *Q. mongolica*, *C. laxiflora* showed high IAC of water-soluble substances (5.81, 3.96, 3.63, 3.63, 3.34 mmol ascorbic acid equivalents/g), and *C. laxiflora*, *S. commixta*, *Geranium krameri*, *Q. mongolica*, *Epilobium*, *S. takesimense* showed high IAC of lipid-soluble substances (8.51, 6.57, 5.68, 3.85, 3.83, 3.69 mmol trolox equivalents/g). *A. pilosa* showed the strong antimicrobial activity against *S. iniae*, while *A. cordata*, *D. takeshimana* and *P. japonicum* against *S. parauberis* and *S. iniae*, and *C. laxiflora*, *G. krameri* and *Q. mongolica* against *V. ordalii*.

## I. 서론

식물의 2차 대사산물 중에서 특히 페놀 화합물은 여러 종류의 과실, 채소, 약초 등 천연물에 다량 분포되어 있는데, 이 화합물은 하나 또는 둘 이상의 수산기로 치환된 방향족환을 가지고 있으며 구조와 분자량이 다양하여 자연계에 대략 8,000여종이 존재한다(Huang 등, 1992).

지금까지 보고된 대부분의 천연 항산화제는 식물에서 유래된 폴리페놀 화합물인 것으로 알려져 있는데, 이들 화합물은 천연 항산화 활성을 나타낼 뿐만 아니라, 식물에 있어서 색깔, 수렴성, 쓴맛, 향 등 관능적 성질에도 중요한 역할을 한다(Alonso-Salces 등, 2001).

최근에 식물로부터 천연 기능성 소재를 탐색하는 연구가 많이 이루어지고 있는데, 이는 식물 중에 함유되어 있는 페놀 화합물이 항염, 간독성 완화, 항종양, 동맥경화 방지, 항돌연변이, 관절예방, 항당뇨, 항암, 항혈전, 항균활성 등과 같이 건강에 유익한 여러 가지 작용을 하기 때문인 것으로 알려져 있기 때문이다(Cook 등, 1996; Rice-Evans 등, 1997; Yoshimoto 등, 2001; Proestos 등, 2004; Tsao 등, 2004).

항산화제에는 superoxide dismutase, catalase, glutathione reductase 등의 효소계열의 예방적 항산화제와 phenol성 화합물, flavone 유도체, tocopherol 류, ascorbic acid, carotenoids, glutathione, 아미노산 등의 천연 항산화제와 BHA(butylated hydroxy anisole), BHT(butylated hydroxytoluene), PG(propyl gallate) 등의 합성 항산화제가 있다(Kim, 1998). 그런데 지금까지 합성 항산화제인 BHA와 BHT 등은 탁월한 항산화 효과와 경제성 때문에 널리 사용되어 왔으나 안전성에 논란이 있어(Song 등, 2008) 허용대상 식품이나 사용량이 엄격히 규제되고 있다. 따라서 근래에는 인간이 오랫동안 안전하게 섭취하여 왔던 천연물로부터 인체에 안전하고 항산화력이 높은 물질을 분리 이용하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

천연 식물로부터 기능성 성분의 분리 및 동정에 있어서 추출은 매우 중요한 공정인데, 폴리페놀 화합물은 다양한 구조와 극성을 가지고 있고 빛과 산소에 민감하므로 추출하는데 어려움이 있다. 천연물로부터 페놀 화합물의 추출에는 주로 유기용매 추출법이 많이 이용되어 왔는데, 이 방법은 환경적으로 유해한 유기용매를 다량 사용하며, 추출시간도 많이 소요되는 문제점을 가지고 있다. 따라서 최근에는 이러한 단점을 보강하기 위하여 고압용매 추출법이 시도되고 있는데, 이 추출법에서는 높은 압력과 온도를 이용하는데, 높은 압력은 추출용매와 시료간의 접촉을 증가시키고 높은 온도는 시료의 phenolic-matrix bond를 파괴시켜 목적성분의 추출을 용이하게 한다. 또한 이 방법은 소량의 유기용매를 사용하며 추출시간도 많이 단축할 수 있는 장점이 있다(Péres 등, 2006; Howard 등, 2008). 한편 Kim 등(2009) 고압 유기용매를 이용하여 새우나무로부터 폴리페놀 화합물의 추출조건을 최적화하는 연구를 수행하였다.

항산화 활성 측정방법에는 DPPH, TEAC, TRAP, ORAC 등 여러 가지 방법이 있으나, 각각 특정 시스템에 제한적으로 적용되고 있다. 따라서 항산화 능력을 측정하는데 가장 유용한 방법은 수용성 그리고 지용성 시스템에서 통합적 항산화 능력을 측정하는 것인데, 광화학발광법(photochemiluminescence, PCL)은 실제로 음식을 섭취하였을 때 혈액 중에서 항산화 능력을 발휘하는 정도를 간접적으로 측정하는 방법이라는 장점을 가지고 있다(Popov과 Lewin, 1996; Schlesier 등 2002; Besco 등 2007).

한편 천연물 유래 폴리페놀 화합물은 항균활성도 가지고 있는 것으로 알려져 있는데, 지금까지 천연물로부터 합성 항균제를 대체할 천연 항균제 개발에 대한 연구가 많이 이루어져 오고 있다(Jung 등, 2001).

따라서 본 연구는 제주, 전남 고흥, 경북 울릉도에 자생하는 식물자원 40종을 대상으로 고압용매 추출하여 항산화 활성과 항균활성을 검증하여, 식품산업에 응용할 천연소재를 탐색하는데 그 목적이 있다.



## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

본 실험에 사용한 자생식물은 Table 1과 같으며, 제주(16종), 전남 고흥(11종), 경북 울릉도(13종)에서 40종을 채취하여 세척·음건한 후 30 mesh를 통과하도록 분쇄기(Ika Work, Inc., USA)로 분쇄하여 -20℃ 냉동고에 보관하면서 추출용 재료로 사용하였다.

Table 1. Scientific and traditional names, and plant parts used

| Scientific name                     | Traditional name | Collected region | Parts used         |
|-------------------------------------|------------------|------------------|--------------------|
| <i>Adenophora erecta</i>            | Seonmosidae      | Ulleung          | root, stem, leaves |
| <i>Adenophora remotiflora</i>       | Mosidae          | Jeju             | root, stem, leaves |
| <i>Agrimonia pilosa</i>             | Jipsinnamul      | Goheung          | stem, leaves       |
| <i>Aralia cordata</i>               | Dokhwal          | Ulleung          | stem, leaves       |
| <i>Ardisia japonica</i>             | Jageumu          | Ulleung          | root, stem, leaves |
| <i>Astilbe rubra</i>                | Noruojum         | Jeju             | stem, leaves       |
| <i>Atriplex subcordata</i>          | Gaknunjangi      | Ulleung          | stem, leaves       |
| <i>Carpinus laxiflora</i>           | Seoeonamu        | Goheung          | branch, leaves     |
| <i>Cayratia japonica</i>            | Geojideonggul    | Jeju             | stem, leaves       |
| <i>Chrysosplenium hallaisanense</i> | Gwaenginun       | Jeju             | stem, leaves       |
| <i>Cryptotaenia japonica</i>        | Badinamul        | Jeju             | root, stem, leaves |
| <i>Davallia mariesii</i>            | Neokjulgosari    | Goheung          | root, stem, leaves |
| <i>Dystaenia takesimana</i>         | Sumbadi          | Ulleung          | stem, leaves       |

Table 1. Continued

| Scientific name                  | Traditional name    | Collected region | Parts used         |
|----------------------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| <i>Epilobium</i>                 | Baneulkkot          | Ulleung          | stem, leaves       |
| <i>Euphorbia sieboldiana</i>     | Gaegamsu            | Jeju             | root, stem, leaves |
| <i>Geranium krameri</i>          | Seipjwisoni         | Ulleung          | stem, leaves       |
| <i>Hedera rhombea</i>            | Songak              | Goheung          | branch, leaves     |
| <i>Hepatica maxima</i>           | Seomnorugwi         | Ulleung          | root, stem, leaves |
| <i>Hydrangea serrata</i>         | Tamrasansuguk       | Jeju             | stem, leaves       |
| <i>Isodon inflexus</i>           | Sanbakha            | Jeju             | stem, leaves       |
| <i>Lactuca indica</i>            | Wanggodeulppaegi    | Goheung          | stem, leaves       |
| <i>Lespedeza cyrtobotrya</i>     | Chamssari           | Jeju             | stem, leaves       |
| <i>Lycopodium serratum</i>       | Baemtop             | Jeju             | root, stem, leaves |
| <i>Lysimachia clethroides</i>    | Keunkkachisuyeom    | Goheung          | branch, leaves     |
| <i>Melampyrum roseum</i>         | Kkotmyeoneuribappul | Goheung          | stem, leaves       |
| <i>Patrinia scabiosaefolia</i>   | Matari              | Goheung          | stem, leaves       |
| <i>Persicaria filiformis</i>     | Isakyeokkwi         | Jeju             | stem, leaves       |
| <i>Persicaria filiformis</i>     | Isakyeokkwi         | Ulleung          | stem, leaves       |
| <i>Phryma leptostachya</i>       | Paripul             | Goheung          | stem, leaves       |
| <i>Phtheirospermum japonicum</i> | Nadosongipul        | Jeju             | stem, leaves       |
| <i>Pyrola japonica</i>           | Norubal             | Ulleung          | root, stem, leaves |
| <i>Quercus mongolica</i>         | Mulchamnamu         | Jeju             | branch, leaves     |
| <i>Reynoutria japonica</i>       | Hojanggeun          | Jeju             | stem, leaves       |
| <i>Reynoutria sachalinensis</i>  | Wanghojanggeun      | Ulleung          | stem, leaves       |
| <i>Rhus javanica</i>             | Buknamu             | Goheung          | branch, leaves     |
| <i>Scrophularia takesimensis</i> | Seomhyeonsam        | Ulleung          | root, stem, leaves |
| <i>Sedum takesimense</i>         | Seomgirincho        | Ulleung          | stem, leaves       |
| <i>Selaginella involvens</i>     | Bucheoson           | Goheung          | root, stem, leaves |
| <i>Sorbus commixta</i>           | Magamok             | Jeju             | branch, leaves     |
| <i>Viburnum dilatatum</i>        | Gamaksalnamu        | Jeju             | branch, leaves     |

## 2. 실험 방법

### 1) 고압용매 추출

본 실험에 사용한 고압용매 추출장치(SFX 3560, Isco Inc., USA)는 syringe pump, pump controller, sample cartridge가 장착된 고압 chamber, 유량 조절을 위한 restrictor 그리고 collection vial로 구성되어 있다. 추출시료는 추출용매의 흐름을 용이하게 하기 위하여 sample cartridge 윗부분부터 sea sand(15~20 mesh Junsei Chemical Co., Ltd., Japan) 2 g, 건조시료 1 g, 다시 sea sand 5.2 g를 순차적으로 충전하여 고압 chamber에 장착하였다. 추출용매(에탄올 40%)는 syringe pump에서 가압되었고 supply valve를 통하여 sample cartridge로 주입된 후 일정 온도(50℃)와 압력(13.6 MPa)에서 3분 동안 정치하였다. 그 후 고압용매는 시료가 충전된 cartridge를 통과하면서 10분 동안 1 mL/min의 유속으로 추출을 행하였고, 추출물은 restrictor를 통하여 collection vial에 포집하였다. 이것을 진공회전증발농축기로 농축한 후 추출용매로 10 mL 정용한 후 0.45 µm cellulose acetate filter(Advantec, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Japan)로 여과하여 -20℃에서 저장하면서 분석용 시료로 사용하였다. 추출방법은 Kim 등(2009)이 최적화한 고압용매 추출조건에 따라 행하였다. 가용성 고형분 함량은 추출물 1 mL를 취하여 105℃에서 항량이 될 때까지 건조한 후 증발잔사의 양으로 나타내었다. 고압용매 추출장치의 개략도는 Fig. 1과 같았다.

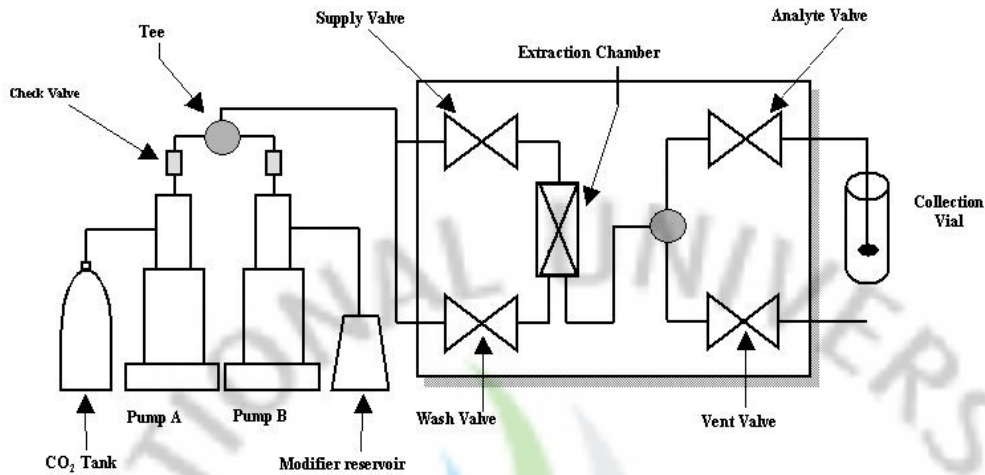


Fig. 1. Schematic diagram of pressurized liquid extraction system.

## 2) 총페놀 함량 측정

총페놀 함량은 Peschel 등(2006)의 방법에 의하여 측정하였다. 즉, 시료 용액 0.1 mL에 증류수 7.9 mL와 Folin-Ciocalteu's phenol 시약(Fluka, Switzerland) 0.5 mL를 가하였다. 2분 후 20% 탄산나트륨 용액 1.5 mL를 가하여 혼합하였고, 상온에서 2시간 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총페놀 함량은 gallic acid(Sigma, USA)를 표준품으로 200~1000  $\mu\text{g/L}$  농도로 검량선을 작성한 후 gallic acid equivalents(mg GAE acid/g of dry sample)로 나타내었다.

## 3) 통합적 항산화 능력(integral antioxidative capacity) 측정

자생식물 추출물의 항산화 활성은 Photochemiluminescence system(Berlin, Germany)으로 측정하였다(Besco 등, 2007). ACW와 ACL kits는 Analytik Jena AG(Jena, Germany)에서 구입하여 사용하였다.

수용성 통합적 항산화 능력(ACW protocol)은 다음과 같이 측정하였다. 즉,

Reagent 3(R③)에 Reagent 2(R②)를 750  $\mu\text{L}$  가하여 Reagent 3 working solution(R③-WS)을 제조하였다. 490  $\mu\text{L}$  Reagent 1(R①)과 10  $\mu\text{L}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$ 를 ascorbic acid(R④)가 들어 있는 바이알에 가한 후 20~30초간 vortex시켜 혼합하여 R④ stock solution을 제조하고, 이 용액을 R①로 1:100으로 희석하여 R④ working solution(R④-WS)을 제조하였다. 이 용액 10  $\mu\text{L}$ 에는 1 nmol의 ascorbic acid(표준용액)가 함유되어 있다. 수용성 통합적 항산화 능력은 3단계로 측정하였다. 1단계는 R① 1500  $\mu\text{L}$ 과 R② 1000  $\mu\text{L}$ 이 들어있는 sampling tube에 R③-WS 25  $\mu\text{L}$ 을 가하여 blank를 측정하였다. 2단계는 R① 1500  $\mu\text{L}$ 과 R② 1000  $\mu\text{L}$ 이 들어있는 sampling tube에 R③-WS 25  $\mu\text{L}$ 과 R④-WS를 10~50  $\mu\text{L}$ 을 가하여 검량선을 작성하였다. 3단계 시료분석은 검량선 작성 시 R④-WS 대신 희석된 자생식물 추출물 10  $\mu\text{L}$ 을 가하여 3회 반복 측정하였다.

지용성 통합적 항산화 능력(ACL protocol)은 다음과 같이 측정하였다. 즉, R③에 R②를 750  $\mu\text{L}$  가하여 R③-WS을 제조하였다. 500  $\mu\text{L}$  R①을 Trolox(R④)이 들어 있는 바이알에 가한 후 20~30초간 vortex시켜 혼합하여 R④ stock solution을 제조하고, 이 용액을 R①로 1:100으로 희석하여 R④-WS을 제조하였다. 이 용액 10  $\mu\text{L}$ 에는 1 nmol의 Trolox(표준용액)이 함유되어 있다. 지용성 통합적 항산화 능력 또한 3단계로 측정하였다. 1단계는 R① 2300  $\mu\text{L}$ 과 R② 200  $\mu\text{L}$ 이 들어있는 sampling tube에 R③-WS 25  $\mu\text{L}$ 을 가하여 blank를 측정하였다. 2단계는 R① 2300  $\mu\text{L}$ 과 R② 200  $\mu\text{L}$ 이 들어있는 sampling tube에 R③-WS 25  $\mu\text{L}$ 과 R④-WS를 10~50  $\mu\text{L}$ 을 가하여 검량선을 작성하였다. 3단계 시료분석은 검량선 작성 시 R④-WS 대신 희석된 자생식물 추출물 10  $\mu\text{L}$ 을 가하여 3회 반복 측정하였다.

실험 결과는 가용성 고형분 g당 mmol equivalents ascorbic acid 또는 trolox의 항산화능으로 나타내었다.

#### 4) 항균성 검정 균주

본 실험에서 사용한 균주는 양식넙치 질병 세균으로서 한국유전자은행인 KCTC(Korean Collection For Type Culture)와 한국미생물보존센터인 KCCM(Korean Culture Center of Microorganisms)에서 그람 음성균 2종 (*Edwardsiella tarda* KCTC 12267, *Vibrio ordalii* KCCM 41669)과 그람 양성균 2종(*Streptococcus iniae* KCTC 3657, *Streptococcus parauberis* KCTC 3651)을 분양 받아 실험에 사용하였으며, 사용배지는 BHIA(1.5% NaCl)였으며, 각 균주의 배양조건은 Table 2와 같으며 3회 계대 배양하여 사용하였다.

Table 2. Fish pathogenic bacteria and incubation condition

| Gram | Strain                                    | Incubation condition |
|------|---|----------------------|
| (+)  | <i>Streptococcus parauberis</i> KCTC 3651 | 37°C, 24 hr          |
|      | <i>Streptococcus iniae</i> KCTC 3657      | 37°C, 24 hr          |
| (-)  | <i>Edwardsiella tarda</i> KCTC 12267      | 37°C, 24 hr          |
|      | <i>Vibrio ordalii</i> KCCM 41669          | 26°C, 48 hr          |

#### 5) 항균활성 측정

자생식물 추출물의 항균활성은 National Committee for Clinical Laboratory Standards(NCCLS)의 지침에 준하여 disk diffusion method로 측정하였다(NCCLS, 1997). 자생식물 추출물(10,000 ppm)의 항균성 측정을 위하여 미리 배양한 균 배양액 0.2 mL( $10^7 \sim 10^8$  CFU/mL)를 각각의 고체배지 표면에 취하여 spreader로 균일하게 도말하였다. 여기에 멸균된 paper disc(직경 8 mm, Advantec, Toyo Roshi Co., Japan)를 올려놓아 밀착시킨 후, 추출물 시료 20  $\mu$ L을 흡수시킨 다음 각 균주의 배양조건에서 배양하여 생육 저지환(clear zone)의 크기(mm)를 측정하였다.

6) 최소저해농도(minimal inhibitory concentration: MIC) 측정

추출물의 최소저해농도는 NCCLS의 지침(NCCLS, 1993)에 따라 agar dilution method로 측정하였다. 미생물의 종류에 따른 각각의 배양조건(Table 2)에서 배양한 균주 0.2 mL( $10^7 \sim 10^8$  CFU/mL)를 고체배지 표면에 취하여 spreader로 균일하게 도말한 다음, 각각의 온도에서 24~48시간 배양한 후, 미생물의 생육이 관찰되지 않은 추출물의 최소농도를 확인하였다. 고체배지는 추출물을 진공회전증발농축기로 용매를 완전히 제거 한 후 잔사를 5% DMSO에 용해하여 최종농도가 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 5,000 ppm이 되도록 조제한 추출물 5 mL를 배지 15 mL와 혼합하여 제조하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 총고형분 함량

제주, 전남 고흥, 경북 울릉도에서 채취한 자생식물 40종을 대상으로 고압용매 추출하여 총고형분 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같았다. 추출물의 총고형분 함량은 섬현삼, 팽이눈이 각각 39.7%, 39.0%로 40종 자생식물 추출물 중 가장 높았고, 너줄고사리, 섬모깃대, 섬기린초, 모깃대, 꽃머느리밥풀이 각각 34.1%, 32.1%, 31.5%, 30.6%, 30.1%로 높은 고형분 함량을 나타내었다. 그 외에 마가목, 붉나무, 섬노루귀, 큰까치수염, 개감수, 섬바디, 노루발, 물참나무가 25% 이상을, 나도송이풀, 짚신나물, 서어나무, 자금우, 참싸리, 세잎쥐손이, 산박하, 바디나물, 송악, 왕고들빼기, 노루오줌, 호장근, 가막살이 20% 이상의 고형분 함량을 나타내었다.

Hyun 등(2007)은 제주 자생식물을 대상으로 상압유기용매 추출(70% 메탄올)하여 추출수율을 측정한 결과 자금우가 16.8%, 산딸나무가 18.4%, 소키나무가 18.6%, 붉나무가 19.9%로 본 연구결과와 비교하여 볼 때 낮은 경향을 보고하였으며, 상압유기용매 추출법은 고압용매 추출법 보다 추출시간이 길고 유기용매가 다량 소비된다는 단점을 가지고 있기 때문에 고압용매 추출법이 경제적이고 효율적일 것으로 추정된다.

Kim 등(2008)은 제주 자생식물 20종을 대상으로 고압용매 추출하여 추출수율을 측정한 결과 붉나무, 말오줌때, 사방오리나무, 사람주나무, 팔배나무가 각각 21.8%, 21.5%, 21.1%, 20.7%, 20.1%로 가장 높았고, 아그배나무, 석위, 백량금, 귀룽나무, 산딸나무가 15% 이상, 이질풀, 자금우, 딱지꽃, 짚신나물 등이 14% 이하의 추출수율을 나타내었으며, 이삭여뀌가 8.2%로 가장 낮은 추출수율을 나타내었다고 보고하였다.

Kim 등(2010)도 고압용매 추출물의 추출수율은 이삭여뀌가 28.5%로 가장 높았고, 그 다음으로 사람주나무, 귀룽나무, 말오줌때가 각각 27.3%, 25.8%,



25.2%로 높았으며, 쑥신나물, 사발오리나무, 백량금, 산딸나무, 새우나무, 딱지꽃, 붉나무, 팔배나무, 멀꿀이 20% 이상의 추출수율을 나타내었다고 보고하였다.

Table 3. Extraction yields of total soluble solids (TSS) and total phenolics (TP) by pressurized liquid extracts from 40 selected plant species in Korea

| Plant species                       | TSS (%)   | TP (mg GAE/g) | TP/TSS (%) |
|-------------------------------------|-----------|---------------|------------|
| <i>Adenophora erecta</i>            | 32.1±0.07 | 8.2±0.8       | 2.6        |
| <i>Adenophora remotiflora</i>       | 30.6±0.21 | 8.9±0.9       | 2.9        |
| <i>Agrimonia pilosa</i>             | 24.0±0.32 | 174.4±8.7     | 72.6       |
| <i>Aralia cordata</i>               | 11.7±0.26 | 5.5±1.2       | 4.7        |
| <i>Ardisia japonica</i>             | 23.6±0.33 | 95.0±2.5      | 40.2       |
| <i>Astilbe rubra</i>                | 21.1±0.59 | 65.9±2.8      | 31.2       |
| <i>Atriplex subcordata</i>          | 19.4±0.45 | 8.0±0.9       | 4.1        |
| <i>Carpinus laxiflora</i>           | 24.0±0.21 | 113.3±8.9     | 47.3       |
| <i>Cayratia japonica</i>            | 19.9±0.12 | 18.2±1.9      | 9.2        |
| <i>Chrysosplenium hallaisanense</i> | 39.0±0.05 | 36.6±2.3      | 9.4        |
| <i>Cryptotaenia japonica</i>        | 21.8±0.33 | 17.2±1.7      | 7.9        |
| <i>Davallia mariesii</i>            | 34.1±1.04 | 96.9±3.9      | 28.4       |
| <i>Dystaenia takeshimana</i>        | 25.9±0.21 | 19.3±1.8      | 7.5        |
| <i>Epilobium</i>                    | 19.6±0.33 | 78.7±2.1      | 40.1       |
| <i>Euphorbia sieboldiana</i>        | 26.0±0.00 | 43.4±1.9      | 16.7       |
| <i>Geranium krameri</i>             | 22.0±0.05 | 82.8±1.1      | 37.6       |
| <i>Hedera rhombea</i>               | 21.3±0.09 | 14.7±2.2      | 6.9        |
| <i>Hepatica maxima</i>              | 27.7±0.05 | 14.8±2.2      | 5.3        |
| <i>Hydrangea serrata</i>            | 17.0±0.09 | 15.7±2.3      | 9.2        |
| <i>Isodon inflexus</i>              | 21.9±0.01 | 57.0±3.1      | 26.1       |
| <i>Lactuca indica</i>               | 21.2±0.09 | 16.2±1.9      | 7.6        |

Table 3. Continued

| Plant species                    | TSS (%)   | TP (mg GAE/g) | TP/TSS (%) |
|----------------------------------|-----------|---------------|------------|
| <i>Lespedeza cyrtobotrya</i>     | 23.1±0.18 | 76.1±2.0      | 32.9       |
| <i>Lycopodium serratum</i>       | 19.7±0.12 | 11.5±2.4      | 5.9        |
| <i>Lysimachia clethroides</i>    | 27.4±0.31 | 93.2±1.8      | 34.0       |
| <i>Melampyrum roseum</i>         | 30.1±0.21 | 18.9±2.9      | 6.3        |
| <i>Patrinia scabiosaefolia</i>   | 17.3±0.42 | 18.7±1.7      | 10.8       |
| <i>Persicaria filiformis</i>     | 10.5±0.18 | 32.1±0.7      | 30.5       |
| <i>Persicaria filiformis</i>     | 15.6±0.09 | 47.0±0.5      | 30.1       |
| <i>Phryma leptostachya</i>       | 19.0±0.39 | 29.5±1.7      | 15.6       |
| <i>Phtheirospermum japonicum</i> | 24.2±0.08 | 34.1±0.9      | 14.1       |
| <i>Pyrola japonica</i>           | 25.7±0.61 | 49.5±1.7      | 19.3       |
| <i>Quercus mongolica</i>         | 25.2±0.12 | 116.9±3.2     | 46.4       |
| <i>Reynoutria japonica</i>       | 20.4±0.21 | 80.8±2.7      | 39.7       |
| <i>Reynoutria sachalinensis</i>  | 12.6±0.09 | 46.4±2.1      | 36.8       |
| <i>Rhus javanica</i>             | 27.7±0.00 | 108.2±6.9     | 39.1       |
| <i>Scrophularia takesimensis</i> | 39.7±0.42 | 8.8±1.4       | 2.2        |
| <i>Sedum takesimense</i>         | 31.5±0.54 | 91.1±2.3      | 28.9       |
| <i>Selaginella involvens</i>     | 11.1±0.26 | 7.8±1.0       | 7.0        |
| <i>Sorbus commixta</i>           | 27.7±0.14 | 92.5±2.2      | 33.4       |
| <i>Viburnum dilatatum</i>        | 20.1±0.14 | 22.4±2.7      | 11.2       |

## 2. 총페놀 함량

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어있는 2차 대사산물의 하나로 다양한 구조와 분자량을 가지며, phenolic hydroxyl가 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하여 항산화 및 항암 등의 다양한 생리활성을 나타낸다(Lee 등, 2005).

제주, 전남 고흥, 경북 울릉도에서 채취한 자생식물 40종을 대상으로 고압용매 추출하여 추출물의 총페놀 함량을 측정하였다(Table 3). 총페놀 함량은 짚신나물이 174.4 mg GAE/g로 자생식물 추출물 중 가장 높았고, 다음으로 물참나무, 서어나무, 붉나무가 각각 116.9, 113.3, 108.2 mg GAE/g로 높은 함량을 나타내었다. 그 외 넉줄고사리, 자금우, 큰까치수염, 마가목, 섬기린초도 각각 96.9, 95.0, 93.2, 92.5, 91.1 mg GAE/g로 높은 함량을 나타내었다. 세잎쥐손이, 호장근, 바늘꽃, 참싸리, 노루오줌, 산박하는 각각 82.8, 80.8, 78.7, 76.1, 65.9, 57.0 mg GAE/g 이상을 나타내었다. 그러나 노루발, 이삭여뀌, 왕호장근, 개감수, 꿩이눈, 나도송이풀, 이삭여뀌, 파리풀, 가막살은 20 mg GAE/g 정도, 섬바디, 꽃며느리밥풀, 마타리, 거지덩굴, 바디나물, 왕고들빼기, 탐라산수국, 섬노루귀, 송악, 뱀톱은 10 mg GAE/g 정도의 함량을 나타내었다.

Hyun 등(2007)은 제주 자생식물 54종을 대상으로 70% 메탄올로 추출하여 총페놀 함량을 측정한 결과 새우나무가 287.9 mg GAE/g로 가장 높았고, 이질풀, 아그배나무, 자금우, 짚신나물, 사람주나무가 각각 281.8, 268.0, 261.6, 259.6, 245.6 mg GAE/g를 나타내었고, 딱지꽃, 석위, 붉가시나무, 소귀나무, 귀룽나무, 붉나무, 말오줌때 등도 200 mg GAE/g 이상의 높은 함량을 나타내었다고 보고하였는데, 본 연구 결과와 비교하여 볼 때 본 연구에서의 고압용매 추출물은 상압유기용매 추출물보다 총페놀 함량이 낮은 것으로 나타났다.

Kim 등(2010)은 제주 자생식물 20종을 대상으로 고압용매 추출하여 총페놀 함량을 측정하였는데, 새우나무와 사람주나무가 각각 105.4, 105.1 mg GAE/g

로 가장 높았고, 다음으로 이질폴, 짚신나물, 석위, 귀룽나무가 각각 104.4, 92.2, 90.6, 90.5 mg GAE/g를 나타내었다고 보고하였다.

Lee 등(2005)은 울릉도산 산채류 추출물의 폴리페놀 함량을 측정한 결과 물영경귀와 섬고사리 잎 추출물에 각각 130.2와 120.6  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 이 함유되어 있었으며, 대체로 뿌리보다 잎에 페놀성 화합물이 많이 존재하였다고 보고하였다. 이들 결과와 비교하여 볼 때 본 연구에서의 식물 추출물에는 다량의 폴리페놀이 함유되어 있는 것으로 나타났다.

한편 총고형분 함량에 대한 총페놀 함량의 비율(% TP/TSS)은 짚신나물이 72.6%로 가장 높았고, 서어나무(47.3%), 물참나무(46.4%), 자금우(40.2%), 바늘꽃(40.1%) 순으로 높은 비율을 나타내었다. 그 외에 호장근(39.7%), 붉나무(39.1%), 세잎취손이(37.6%), 왕호장근(36.8%), 큰까치수염(34.0%), 마가목(33.4%), 참싸리(32.9%), 노루오줌(31.2%), 이삭여뀌(30.5%)도 높은 함량을 나타내었다. 이렇게 높은 % TP/TSS 비율을 나타낸 5종의 자생식물은 총페놀 함량에서도 높은 함량을 나타내었다. Kim 등(2010)은 이질폴과 석위의 % TP/TSS는 각각 80.9, 79.4로 가장 높았다고 보고하였다.

### 3. 통합적 항산화 능력(integral antioxidative capacity)

생물체의 항산화 상태를 평가하려면 보호시스템의 실질적 항산화 효능을 정확히 측정할 수 있어야 한다. 그런데 지금까지 DPPH, TEAC, TRAP, ORAC 등의 항산화능 측정법은 각각 특정 시스템에 제한적으로 적용되고 있다. 따라서 항산화 능력을 측정하는데 가장 유용한 방법은 수용성 그리고 지용성 시스템에서 통합적 항산화 능력을 측정하는 것이다. 광화학발광법(photochemiluminescence, PCL)은 음식을 섭취하였을 때 혈액 중에서 항산화 능력을 발휘하는 정도를 간접적으로 측정하는 방법이다(Besco 등, 2007).

자생식물 40종의 추출물 중 총고형분 함량과 총페놀 함량인 높은 16종을 선정하여 수용성과 지용성 통합적 항산화 능력을 측정한 결과는 Table 4와

같았다. 수용성 항산화 능력은 마가목이 5.81 mmol ascorbic acid equivalents/g로 가장 높았고, 다음으로 나도송이풀, 붉나무, 물참나무, 서어나무가 각각 3.96, 3.63, 3.63, 3.34 mmol ascorbic acid equivalents/g를 나타내었으며, 호장근, 세잎쥐손이, 짚신나물, 노루오줌도 각각 2.87, 2.59, 2.53, 2.37 mmol ascorbic acid equivalents/g를 나타내었다.

지용성 항산화 능력은 서어나무, 마가목, 세잎쥐손이가 각각 8.51, 6.57, 5.68 mmol trolox equivalents/g로 가장 높았고, 다음으로 물참나무, 바늘꽃, 섬기린초가 각각 3.85, 3.83, 3.69 mmol trolox equivalents/g를 나타내었다.

마가목, 서어나무, 물참나무, 세잎쥐손이는 수용성과 지용성 통합적 항산화 능력 모두 높았는데, 총페놀 함량도 각각 92.5, 113.3, 116.9, 82.8 mg GAE/로 높아 항산화 능력과 총페놀 함량 사이에는 서로 상관관계가 있었다.

일반적으로 폴리페놀 함량에 비례하여 항산화 활성 사이에는 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있는데(Ra 등, 1997; Lee 등, 2005), 본 연구에서도 총페놀 함량과 통합적 항산화 능력 사이에 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

Kim 등(2008)도 자생식물 추출물의 수용성·지용성 통합적 항산화 능력을 측정 한 결과 수용성 항산화 능력은 이질풀이 5.98 mmol ascorbic acid equivalent/g로 가장 높았고, 다음으로 사람주나무, 산딸나무, 붉나무, 자금우, 말오줌때가 각각 3.94, 2.93, 2.70, 2.46, 2.30 mmol ascorbic acid equivalent/g를 나타내었다. 지용성 항산화 능력은 백량금이 6.11 mmol trolox equivalent/g로 가장 높았고, 다음으로 새우나무, 이질풀, 붉가시나무, 아그배나무, 사람주나무, 이삭여뀌, 귀룽나무, 산딸나무, 팔배나무, 붉나무, 석위가 각각 3.14, 2.96, 2.42, 2.31, 2.30, 2.27, 2.23, 2.19, 2.13, 2.08, 2.02 mmol trolox equivalent/g를 나타내었다. 이질풀과 사람주나무는 수용성과 지용성 통합적 항산화 능력 모두 높았는데, 총페놀 함량도 각각 359, 270 mg GAE/g로 높았으며, 지용성 항산화 능력이 높게 나타난 새우나무와 아그배나무의 총페놀 함

량도 411, 399 mg GAE/g로 높아 항산화 능력과 총페놀 함량 사이에는 서로 상관관계가 있었다고 보고하였다.

Table 4. Integral antioxidative capacity (IAC) of pressurized liquid extracts from 16 selected plant species in Korea

| Plant species                    | IAC of water-soluble substances<br>(ascorbic acid, mmol/g of soluble solid) | IAC of lipid-soluble substances<br>(trolox, mmol/g of soluble solid) |
|----------------------------------|---|--|
| <i>Agrimonia pilosa</i>          | 2.53±0.04   | 1.27±0.05  |
| <i>Ardisia japonica</i>          | 1.24±0.07   | 0.76±0.01  |
| <i>Astilbe rubra</i>             | 2.37±0.17   | 0.58±0.02  |
| <i>Carpinus laxiflora</i>        | 3.34±0.14   | 8.51±0.03  |
| <i>Davallia mariesii</i>         | 1.00±0.06   | 0.82±0.05  |
| <i>Dystaenia takeshimana</i>     | 0.81±0.00   | 0.53±0.01  |
| <i>Epilobium</i>                 | 1.94±0.10   | 3.83±0.10  |
| <i>Geraniumkrameri</i>           | 2.59±0.03   | 5.68±0.09  |
| <i>Lespedeza cyrtobotrya</i>     | 0.97±0.03   | 0.35±0.01  |
| <i>Lysimachia clethroides</i>    | 1.27±0.07   | 0.89±0.06  |
| <i>Phtheirospermum japonicum</i> | 3.96±0.05   | 1.78±0.05  |
| <i>Quercus mongolica</i>         | 3.63±0.19   | 3.85±0.12  |
| <i>Reynoutria japonica</i>       | 2.87±0.13   | 1.05±0.02  |
| <i>Rhus javanica</i>             | 3.63±0.14   | 1.24±0.01  |
| <i>Sedum takesimense</i>         | 0.86±0.07   | 3.69±0.19  |
| <i>Sorbus commixta</i>           | 5.81±0.34   | 6.57±0.31  |

#### 4. 항균활성

제주도에서 많이 양식하고 있는 넙치는 각종 질병이 발생하여 경제적 피해를 주고 있는데, 양식 어류의 질병은 주로 병원성 세균에 의하여 발생하는데, 국내산 양식넙치에 주로 발생하는 세균성 질병은 Streptococcosis, edwardsiellosis, vibriosis에 의한 것으로 보고되고 있다. Streptococcosis의 원인 병원균으로는 *S. parauberis*와 *S. iniae*를, edwardsiellosis의 원인종은 *E. tarda*와 *E. ictaluri*가 보고되고 있다. 한편 어류 vibriosis는 많은 종류의 *Vibrio*속 세균의 감염에 의하여 해수어 및 담수어 등 다양한 어류에서 발생하며, 특히 고밀도 양식, 고염분과 유기물 오염이 높은 경우에 그 발생빈도가 높은 것으로 알려져 있는데, 공통적인 vibriosis의 원인균으로는 *V. anguillarum*으로 보고되어 있으며, *V. ordalii*는 어류의 출혈성 패혈증 원인균으로 알려져 있다(Kang, 2003).

국내 자생식물 40종 추출물을 넙치 질병 세균인 그람양성균 *S. parauberis*, *S. iniae*과 그람음성균 *E. tarda*, *V. ordalii*에 대한 항균활성을 paper disk법으로 측정하였다. 그 결과 자생식물 40종 추출물 중 나도송이풀, 독활, 물참나무, 바늘꽃, 서어나무, 섬기린초, 섬바디, 세잎쥐손이, 짚신나물 등 9종만이 4종의 넙치 질병 세균에 대하여 항균활성을 나타내었다(Table 5).

*S. parauberis*에 대한 항균활성은 나도송이풀과 섬바디가 가장 높았고, 다음으로 독활, 물참나무, 바늘꽃, 서어나무, 섬기린초, 섬바디, 세잎쥐손이는 비슷한 항균활성을 나타내었으며, 짚신나물은 항균활성을 나타내지 않았다. *S. iniae*에 대해서는 짚신나물과 섬바디가 가장 높은 활성을 나타내었고, 그 외에 독활, 물참나무, 서어나무, 세잎쥐손이가 비슷한 활성을 나타내었으며, 바늘꽃과 섬기린초는 활성을 나타내지 않았다. 어류질병 세균 중 오직 *S. iniae*에 대해서만 항균활성을 나타낸 짚신나물은 9종 추출물의 항균활성 중 가장 높은 것으로 나타났다. *E. tarda*에 대해서는 독활, 물참나무, 바늘꽃, 서어나무, 섬기린초, 섬바디, 세잎쥐손이, 짚신나물이 비슷한 항균활성을 나타내었으

며 나도송이풀, 짚신나물은 항균활성을 가지고 있지 않는 것으로 나타났다. *V. ordalii*에 대해서는 9종 중 짚신나물 이외에 모든 추출물에서 항균활성을 나타내었으며, 그 중 서어나무와 세잎쥐손이가 가장 높은 항균활성을 나타내었다.

나도송이풀, 독활, 섬바디, 짚신나물은 그람양성균에 대하여 항균활성이 높았고, 물참나무, 서어나무, 세잎쥐손이는 그람음성균에 대하여 항균활성이 높은 것으로 나타났다. 그람양성균과 그람음성균에 대한 9종 자생식물 추출물의 항균활성을 비교해 보았을 때 그람양성균인 *S. iniae*, *S. parauberis*에 대한 항균활성이 그람음성균 보다는 높았다.

Table 5. Antimicrobial activities of pressurized liquid extracts from 9 selected plant species in Korea on the fish pathogenic bacteria

| Plant species                    | <i>S. parauberis</i> | <i>S. iniae</i> | <i>E. tarda</i> | <i>V. ordalii</i> |
|----------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| <i>Aralia cordata</i>            | +                    | +               | +               | +                 |
| <i>Agrimonia pilosa</i>          | -                    | +++++           | -               | -                 |
| <i>Carpinus laxiflora</i>        | +                    | +               | +               | ++                |
| <i>Dystaenia takeshimana</i>     | ++                   | +++             | +               | +                 |
| <i>Epilobium</i>                 | +                    |                 | +               | +                 |
| <i>Geranium krameri</i>          | +                    | +               | +               | ++                |
| <i>Phtheirospermum japonicum</i> | ++++                 | +               | -               | +                 |
| <i>Quercus mongolica</i>         | +                    | +               | +               | +                 |
| <i>Sedum takesimense</i>         | +                    | -               | +               | +                 |
| Others                           | -                    | -               | -               | -                 |

Clear zone size(paper disc diameter : 8 mm), less than 9 mm : "-", 9~14 mm : "+", 14~19 mm : "++", 19~24 mm : "+++", 24~29 mm : "++++", 29~34 mm: "+++++"



## 5. 최소저해농도(minimal inhibitory concentration: MIC)

넙치 질병 세균에 대하여 비교적 항균활성이 우수한 7종의 추출물을 대상으로, 그람양성균에 대하여 항균활성이 높았던 나도송이풀, 섬바디, 짚신나물, 독활 추출물은 그람양성균에 대하여 최소저해농도를 측정하였고, 그람음성균에 대하여 항균활성이 높았던 서어나무, 세잎쥐손이, 물참나무 추출물은 그람음성균에 대하여 최소저해농도를 측정한 결과는 Table 6과 같았다.

최소저해농도는 그람양성균인 *S. parauberis*인 경우에는 나도송이풀, 독활이 4,000 ppm, 짚신나물, 섬바디는 >5,000 ppm을 나타내었으며, *S. iniae*인 경우에는 짚신나물이 1,000 ppm으로 가장 낮았고, 독활과 섬바디는 3,000 ppm, 나도송이풀은 4,000 ppm을 나타내었다. 그람음성균인 *E. tarda*에 대해서는 물참나무, 서어나무, 세잎쥐손이가 각각 4,000, 5,000, >5,000 ppm을 나타내었으며, *V. ordalii*에 대해서는 물참나무, 서어나무, 세잎쥐손이 모두 1000 ppm 이하로 높은 항균활성을 나타내었다.

Table 6. Minimum inhibitory concentration (MIC) of pressurized liquid extracts from 7 selected plant species in Korea on the fish pathogenic bacteria

| Plant species                    | <i>S. parauberis</i> | <i>S. iniae</i> | <i>E. tarda</i> | <i>V. ordalii</i> |
|----------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| <i>Agrimonia pilosa</i>          | >5,000               | 1,000           | ---             | ---               |
| <i>Aralia cordata</i>            | 4,000                | 3,000           | ---             | ---               |
| <i>Carpinus laxiflora</i>        | ---                  | ---             | 5,000           | <1,000            |
| <i>Dystaenia takeshimana</i>     | >5,000               | 3,000           | ---             | ---               |
| <i>Geranium krameri</i>          | ---                  | ---             | >5,000          | <1,000            |
| <i>Phtheirospermum japonicum</i> | 4,000                | 4,000           | ---             | ---               |
| <i>Quercus mongolica</i>         | ---                  | ---             | 4,000           | <1,000            |

--- : not measured

#### IV. 요약

제주, 전남 고흥, 경북 울릉도에 자생하는 식물자원 40종을 대상으로 고압용매 추출하여 항산화 활성과 항균활성을 측정하여, 식품산업에 응용할 천연소재를 탐색하였다. 추출물의 총고형분 함량은 섬현삼, 팽이눈이 각각 39.7%, 39.0%로 40종 자생식물 추출물 중 가장 높았고, 녀줄고사리, 섬모깃대, 섬기린초, 모깃대, 꽃며느리밥풀이 각각 34.1%, 32.1%, 31.5%, 30.6%, 30.1%로 높은 고형분 함량을 나타내었다. 총페놀 함량은 짚신나물이 174.4 mg GAE/g로 자생식물 추출물 중 가장 높았고, 다음으로 물참나무, 서어나무, 붉나무가 각각 116.9, 113.3, 108.2 mg GAE/g로 높은 함량을 나타내었다. 총고형분 함량에 대한 총페놀 함량의 비율은 짚신나물이 72.6%로 가장 높았고, 서어나무(47.3%), 물참나무(46.4%), 자금우(40.2%), 바늘꽃(40.1%) 순으로 높은 비율을 나타내었다. 수용성 항산화 능력은 마가목이 5.81 mmol ascorbic acid equivalents/g로 가장 높았고, 다음으로 나도송이풀, 붉나무, 물참나무, 서어나무가 각각 3.96, 3.63, 3.63, 3.34 mmol ascorbic acid equivalents/g를 나타내었다. 지용성 항산화 능력은 서어나무, 마가목, 세잎쥐손이가 각각 8.51, 6.57, 5.68 mmol trolox equivalents/g로 가장 높았고, 다음으로 물참나무, 바늘꽃, 섬기린초가 각각 3.85, 3.83, 3.69 mmol trolox equivalents/g를 나타내었다. 짚신나물은 *S. iniae*에 대하여 높은 항균활성을 나타내었으며, 독활, 섬바디, 나도송이풀은 *S. parauberis*과 *S. iniae*에 대하여, 서어나무, 세잎쥐손이, 물참나무는 *V. ordalii*에 대하여 높은 항균활성을 나타내었다.

## 참고문헌

Alonso-Salces RM, Korta E, Barranco A, Burrueta LA, Gallo B, Vicente F. 2001. Pressurized liquid extraction for the determination of polyphenols in apple. *J Chromatogr A* 933: 37-43.

Besco E, Braccioli E, Vertuani S, Ziosi P, Brazzo F, Bruni R, Saccetti G, Manfredini S. 2007. The use of photochemiluminescence for the measurement of the integral antioxidant capacity of baobab products. *Food Chem* 102: 1352-1356.

Cook NC, Samman S. 1996. Flavonoids—chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *J Nutr Biochem* 7: 66-76.

Howard L, Pandjaitan N. 2008. Pressurized liquid extraction of flavonoids from spinach. *J Food Sci* 73: 151-157.

Huang MT, Ho CT, Lee C. 1992. *Phenolic Compounds in Food and their Effects on Health(II), Antioxidants and Cancer Prevention*. ACS Symp Series 507. American Chemical Society, Washington DC. p 54-71.

Hyun SH, Jung SK, Jwa MK, Song CK, Kim JH, Lim S. 2007. Screening of antioxidants and cosmeceuticals from natural plant resources in Jeju Island. *J Korean Food Sci Technol* 39: 200-208.

Jung SH, Sohn YC, Kim YC. 2001. *In vitro* effect of water extract of

medicinal herbs on antimicrobial activity against fish pathogenic bacteria and superoxide production of kidney phagocytes in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. J Fish Pathol 14: 3-10.

Kang BJ. 2003. A study on the characteristics of bacteria isolated from cultured flounders showing disease symptoms in Jeju area of Korea, PhD thesis, Jeju National University.

Kim JP. 1998. A study on development of natural antioxidants. Bioind News 11: 6-14.

Kim MB, Hyun SH, Park JS, Kang MA, Ko YH, Lim S. 2008. Integral antioxidative capacity of extracts by pressurized organic solvent from natural plants in Jeju. J Korean Soc Food Sci Nutr 37: 1491-1496.

Kim MB, Park JS, Lim SB. 2009. Optimization of extraction conditions for total phenolics from *Sapium japonicum* using a pressurized liquid extractor. Food Sci Biotechnol 18: 996-1000.

Kim MB, Park JS, Lim SB. 2010. Antioxidant activity and cell toxicity of pressurized liquid extracts from 20 selected plant species in Jeju, Korea. Food Chem 122: 546-552.

Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. Korean J. Food Sci. Technol 37: 233-240.

NCCLS. 1993. Methods for dilution antimicrobial disk susceptibility test for bacteria that grow aerobically, 3th ed. Approved Standards, NCCLS document M7-A6. National Committee for Clinical Laboratory Standards, Villanova, PA, USA.

NCCLS. 1997. Performance standard for antimicrobial disk susceptibility test, 6th ed. Approved Standards, NCCLS document M2-A6. National Committee for Clinical Laboratory Standards, Wayne, PA, USA.

Péres VF, Saffi J, Melecchi MI, Abad FC, Martinez MM, Oliveira EC, Jacques RA, Caramao EB. 2006. Optimization of pressurized liquid extraction of *Piper gaudichaudianum* Kunch leaves. J Chromatogr A 1105: 148-153.

Peschel W, Sanchez-Rabaneda F, Diekmann W, Plescher A, Gaetzia A, Gartzia I, Jimenez D, Lamuela-Raventos R, Buxaderas S, Codina C. 2006. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. Food Chem 97: 137-150.

Popov I, Lewin G. 1996. Photochemiluminescent detection of antiradical activity; IV; testing of lipid-soluble antioxidants. J Biochem Biophys Methods 31: 1-8.

Proestos C, Boziaris IS, Nychas GJE, Komaitis M. 2004. Analysis of flavonoids and phenolic acids in Greek aromatic plants: investigation of

their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *Food Chem* 95: 664-671.

Ra KS, Suh HJ, Chung SH, Son JY. 1997. Antioxidant activity of solvent extract from onion skin. *J Food Sci Technol* 29: 595-600.

Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trend Plant Sci* 2: 152-159.

Schlesier K, Harwat M, Bohm V, Bitsch R. 2002. Assessment of antioxidant activity by using different in vitro methods. *Free Radic Res* 36: 177-187.

Song JW, Min KJ, Cha CG. 2008. Antioxidative and antitumor activity of extracts from *Saussurea lappa*. *J Env Hlth Sci* 34: 55-61.

Tsao R, Deng Z. 2004. Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals. *J Chromatogr B* 812: 85-99.

Yoshimoto M, Okuno S, Yamaguchi M, Yamakawa O. 2001. Antimutagenicity of deacylated anthocyanins in purple sweet potato. *Biosci Biotechnol Biochem* 65: 1652-1655.

## 감사의 글

대학원에 진학한 첫날을 기억합니다.

많은 설렘과 두려움과 기대감으로 미래를 상상했었습니다.

어려웠던 수업들은 학과교수님의 가르침으로 두려움은 배움으로 성장했고 선배님들, 후배님들과 어울리며, 행복하고 즐거운 생활을 할 수 있었습니다.

드디어 저에게도 기다리던 논문이 완성되었습니다. 부족한 저에게 항상 세심한 배려와 사랑과 격려로 이끌어주시며, 많은 것을 저에게 주셨던 임상빈 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 아울러 지도와 격려를 아끼지 않으신 하진환 교수님, 고영환 교수님, 강영주 교수님, 김수현 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

논문 실험을 하면서 힘들었지만 끝까지 믿고 웃으면서 열심히 도와준 김미보 선생님, 항상 바쁘지만 동생처럼 아껴주시고 믿어주시는 좌미경 선생님, 이하 실험실 식구들, 조교 선생님께도 감사를 드립니다.

지금의 제가 성장할 수 있도록 항상 뒤에서 응원을 아끼지 않으신 멋진 오영주 교수님, 항상 딸처럼 아껴주시고 걱정해주신 박희열 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

오늘이 있기까지 저를 물심양면으로 도와준 남편 성은씨와 딸 효진, 아들 도훈이, 끝까지 믿어주시고 응기를 주신 시부모님, 친정부모님, 가족들에게도 깊은 감사를 드립니다.

이외에 제가 미처 언급하지 못한 고마운 분들이 너무 많습니다. 그분들의 이름하나하나를 되새기지 못함을 죄송하게 생각합니다.

끝으로 세상에서 제일 사랑하고 끝까지 믿어주시는 나의 형님 문성미 여사님께 이 논문을 바칩니다.