

## 뽕잎 및 뽕잎차의 항산화능

김현복\* · 강충길 · 성규병 · 강석우 · 이정란<sup>1</sup>  
농촌진흥청 농업과학기술원 농업생물부, <sup>1</sup>농업생명공학연구원

### Anti-oxidative Capacity of Mulberry Leaf and its Tea

Hyun-bok Kim\*, Chung-Kil Kang, Gyo-byung Sung, Seok Woo Kang and Jeongran Lee<sup>1</sup>

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science and Technology,  
Rural Development Administration, Suwon 441-100, Korea

<sup>1</sup>National Institute of Agricultural Biotechnology, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

#### ABSTRACT

The importance of genetic resources conservation and utilization for economy and the health and well-being of societies in general is recognized all over the world. Mulberry genetic resources contain many natural components and are considerable resource for functional sericulture. We carried out antioxidative capacity analysis of mulberry leaves that were collected from Korea and some of foreign countries and preserved in the greenhouse. The mean antioxidant capacity of 34 accessions was 892.30 nmol (ascorbic acid equivalent). Also we evaluated fruity characteristics and selected 4 accessions as breeding resources for the production of mulberry fruit. To investigate the effect of tea on antioxidative capacity, five kinds of tea (coffee mix, green tea added brown rice, mulberry leaf tea, *Polygonatum odoratum* tea and black tea added lemon) were selected and analyzed. Their's antioxidative capacity were 2,531.01 nmol, 1,867.42 nmol, 1,053.72 nmol, 292.71 nmol and 188.91 nmol, respectively. The antioxidative capacity of drinking water soaked with mulberry leaf showed 891.96 nmol.

**Key words :** Mulberry genetic resource, Antioxidant capacity, Mulberry leaf tea

#### 서 론

뽕나무는 피자식물의 쌍자엽식물아강, 쌍기포목(Urticales), 뽕나무과(Moraceae), 뽕나무속(Morus)에 속하는 교목성 낙엽수로 온대에서 아열대에 이르기까지 온난다우 지방에 널리 분포하고 북위 50도에서 남위 10도까지 북반구에 편재하여 분포하며 분포밀도가 가장 높은 곳은 동아시아의 한국, 중국대륙 및 일본열도이다. 뽕나무과 식물에는 73속 1,000여 종이 있으나 우리나라에는 뽕나무속(Morus), 구지뽕나무속(Cudrania), 닥나무속(Broussonetia), 무화과나무속(Ficus), 뽕모시풀속(Fotona) 등 5속 13종이 분포하는 것으로 기록되어 있다. 또한 뽕나무속 식물을 Koidzumi(小泉, 1930)는 30종, 10변종으로, Hotta(堀田, 1950)는 35종으로 분류하였으며 재배상의 품종수는 현재 1,000품종에 가깝다(한국잡사학회·농업과학기술원 잠사곤충부, 2000).

현재 우리나라의 뽕나무 유전자원으로 등록된 계통수는

공식적으로 615계통이며, 장려품종과 육성계통 및 수집자원이 포함되어 있다. 이 중 대부분은 수집자원으로 우리나라 전국 각지에서 수집된 것들과 일본, 인도, 이란, 터키, 프랑스 등 해외에서 수집된 자원들이다. 최근 보유 유전자원 중 '잠상 131호', '휘카스 4x' 및 '국상20호 4x'를 이용하여 육성한 뽕잎용 품종 '신성뽕'과 오디용 품종 '대성뽕'(2004년 등록) 및 '맛나오디뽕'(2006년 등록) 3품종과 국내에서 수집된 야상 및 중국, 태국, 튀니지 등 해외에서 수집되어 실제로 보유하고 있는 유전자원 등은 금후 뽕나무 유전자원 목록에 추가되어 체계적으로 관리해야 할 대상들이다.

단순히 누에의 사료공급원으로 인식되어 온 뽕나무가 1995년 이후 누에뿐만 아니라 인간이 이용할 수 있는 식품 또는 약용의 부가가치를 지닌 소재로 탈바꿈함에 따라 여러 가지 기능성에 대한 연구결과들이 보고되고 있다. 즉 뽕잎은 단백질, 아미노산, 비타민, 미네랄 및 다량

\*Corresponding author. E-mail: hyunbok@rda.go.kr

의 식이성 섬유소 뿐 만 아니라 다양한 생리활성물질을 함유하고 있으며, 항당뇨, 항고지혈증 등 여러 가지 생리적·약리적 작용에 관한 연구결과들이 보고됨에 따라 기능성 식품, 화장품 및 의약품의 신소재로서 가능성을 제시하고 있다. 특히 항산화 작용에 있어서는 뽕잎, 뿌리, 줄기 껍질, 상백피 및 오디에서 분리한 물질이나 추출물 또는 부가 생성물을 이용하여 *in vitro* 또는 *in vivo test*를 수행하여 얻은 연구결과들이 보고되고 있다(김 등, 2006; Hassimotto *et al.*, 2005; Zadernowski *et al.*, 2005; Tewari *et al.*, 2005; El-Beshbishy *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2005; Dai *et al.*, 2004a, 2004b, 2004c; Andallu & Varadacharyulu, 2003; Lorenz *et al.*, 2003; Chung *et al.*, 2003; Oh *et al.*, 2002; Sharma *et al.*, 2001; Jia *et al.*, 1999; Yen *et al.*, 1996; 尹·李, 1995).

더욱 뽕나무는 재배 방법이 비교적 쉽고 간단하며, 기계화 생산기술이 확립되어 있으므로 국제적 경쟁력을 갖춘 식물자원이라 할 수 있다. 이러한 식물자원의 2차 대사산물을 이용한 천연물 산업은 천연약물, 기능성식품/건강식품/건강보조식품, 천연색소, 천연 향료, 천연살충제-농약 및 기능성 화장품 등으로 개발할 수 있는 고부가가치 산업으로 빠르게 성장하고 있다(장, 2002).

따라서 본 연구는 고부가가치 천연물 산업 및 기능성 양잠산업의 소재로서 경쟁력이 있는 뽕나무의 자원화 및 이용기술을 개발하기 위한 기초자료로서 국내·외에서 수집하여 보존 중인 뽕나무로부터 뽕잎을 채취하여 항산화능을 비교, 검색하는 동시에 실생활에 이용되고 있는 다류와 음용수준에서의 항산화능을 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시재료

국내·외에서 수집된 뽕나무 유전자원 중 유리 온실에

서 아접 또는 가지접에 의해 1개체씩 pot에 보존 중인 뽕나무 개체(그림 1)와 오디 유망 계통으로 선발된 뽕나무의 배수체 모본을 얻기 위해 삼목 후 콜히친 처리된 뽕나무 개체로부터 총 34계통의 뽕잎을 채취하였다(표 1). 즉 강원도 양양군에서 채집한 5계통(수산항1~5)과 콜히친 처리 12계통 및 ‘국상20호 4x’ 등 18계통은 국내에서 채집된 육종소재이며, ‘카타네오 4x’와 흑상 계통(*Morus nigro*) 1종은 일본에서 도입된 자원이다. ‘8632’, ‘무자대십’, ‘대십’, ‘홍과 3’, ‘홍조 2’, ‘홍조 3’ 6계통은 중국에서 수집되었으며, ‘BR 60’은 태국, ‘BA 2’와 ‘BA 3’는 우즈베키스탄, 튀니지1~5(5계통)는 튀니지에서 수집되어 보존 중인 자원이다.

채취한 뽕잎은 즉시  $-70^{\circ}\text{C}$  냉동고에 보관하였으며, 항산화능 분석을 위해 동결건조( $-85^{\circ}\text{C}$ , 48hr, Ilshin Lab Co., Ltd)하여 분말로 제조하였다.

### 2. 시료 전처리

냉동건조한 뽕잎 분말 시료 각 0.1 g에 80% MeOH 10 ml을 가하여 30초간 vortex mixing 시킨 후 filter paper(No. 6, ADVANTEC)로 여과하였다. 여과액 1 ml을 취해 원심 분리(12,000 rpm,  $4^{\circ}\text{C}$ , 15 min.)하였으며, 상등액을 sample stock solution으로 하였다.

### 3. 항산화능 분석

공시재료의 항산화능 분석은 항산화능 측정장치(munilum L-100, ABCD GmbH, Germany) 및 ARAW-KIT(anti-radical ability of water-soluble substance)를 사용하였다. Ascorbic acid를 표준물질로 사용하여 0, 10, 20, 40, 50  $\mu\text{l}$ 에 대한 calibration curve를 작성하였으며, TIC(thermo-initiated chemiluminescence) 방법에 따라 ARAW-KIT ampule에 시료 희석액 10  $\mu\text{l}$ 와 buffer 1.5 ml를 가한 즉시  $37^{\circ}\text{C}$ 의 항산화 측정 장치에 주입하여 반응시켰다. PC에 연결된 Oxida-Q program으로 시료의 항산화능을 분석하



Fig 1. Preservative mulberry genetic resources in the greenhouse.

**Table 1.** Mulberry genetic resources for analysis of antioxidative capacity

| Accessions                   | Preservative method  | Collected country |
|------------------------------|----------------------|-------------------|
| Susanhang 1                  | Grafting             | Korea             |
| Susanhang 2                  | "                    | "                 |
| Susanhang 3                  | "                    | "                 |
| Susanhang 4                  | "                    | "                 |
| Susanhang 5                  | "                    | "                 |
| Suwonppong                   | Colchicine treatment | "                 |
| Sangchonjosaeng              | "                    | "                 |
| Cheonhyunnosang              | "                    | "                 |
| Taejeonjosaeng               | "                    | "                 |
| Jukcheonjosaeng              | "                    | "                 |
| Jeolgokjosaeng<br>(Chungbuk) | "                    | "                 |
| Hwangeum                     | "                    | "                 |
| Simbaek                      | "                    | "                 |
| Jinhwasang                   | "                    | "                 |
| Susungppong                  | "                    | "                 |
| Palcheongsipyong             | "                    | "                 |
| Ficus 4x                     | "                    | "                 |
| Guksang 20 4x                | Grafting             | "                 |
| Cataneo 4x                   | "                    | Japan             |
| <i>Morus nigro</i>           | Seeding              | "                 |
| 8632                         | Grafting             | China             |
| Mujadaesip                   | "                    | "                 |
| Daesip                       | "                    | "                 |
| Honggwa 3                    | "                    | "                 |
| Hongjo 2                     | "                    | "                 |
| Hongjo 3                     | "                    | "                 |
| BR 60                        | "                    | Thailand          |
| BA 2                         | "                    | Uzbekistan        |
| BA 3                         | "                    | "                 |
| Tunis 1                      | "                    | Tunisia           |
| Tunis 2                      | "                    | "                 |
| Tunis 3                      | "                    | "                 |
| Tunis 4                      | "                    | "                 |
| Tunis 5                      | "                    | "                 |

였으며, 시료 희석액 주입 후 항산화능 분석에 소요되는 시간은 5분이었다. 시료의 항산화능은 ascorbic acid의 농도(nmol)로 환산하여 표시하였다.

#### 4. 다류(茶類)의 항산화능 분석

실생활에서 일반인에게 널리 음용되고 있는 다류 4종(커피믹스-A회사, 현미녹차-B회사, 둥굴레차-C회사, 레몬

홍차-D회사)을 경기도 수원 소재 대형 할인점에서 구입하여 뽕잎차와 항산화능을 비교하였다.

뽕잎차의 제조는 실험실에서 수행하였다. 5월 하순~6월 초순의 뽕잎을 수확하여 깨끗이 씻은 후 음건 및 열풍 건조하는 방법과 어느 정도 물기를 제거한 뽕잎을 세절하여 3회 뒤은 후 손으로 비벼주는 방법으로 가공처리 방법을 달리하여 각각의 항산화능을 측정하였다. 즉 각각의 시료 1g에 끓인 물 20 ml을 부어 vortex mixing시킨 후 3분간 우려내었으며 filter paper (No. 6)로 여과하였다. 여과액 1 ml을 취해 sample solution으로 하였다. 단, 뽕잎물은 뽕잎차용 뽕잎(두 가지 가공처리 방법에 의해 제조한 뽕잎을 혼합한 뽕잎) 10 g에 각각 500배, 300배의 H<sub>2</sub>O을 가해 끓인 후 여과하여 항산화능 분석에 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 국·내외 뽕나무 유전자원의 항산화능 비교

일반적으로 식물에 함유되어 있는 생리활성물질은 품종, 시기, 지역 및 생육조건에 따라 그 함량이 크게 차이가 있다(채 등, 2003). 국내·외에서 수집되어 유리온실에서 보존 중인 뽕나무 유전자원 중 공시된 34계통의 평균 항산화능 값은 892.30 nmol(ascorbic acid equivalents)로서 국내 장려뽕(2,921.86 nmol, 김, 2005a) 및 야생뽕(2,660.71 nmol, 김, 2005b)에 비해 상당히 낮았다.

공시계통 중 우즈베키스탄에서 수집한 ‘BA 2’ 뽕잎의 항산화능은 2,149.78 nmol로 가장 높았으며 다음으로 일본 도입종 ‘흑상’(1,390.35 nmol) 및 강원도 양양에서 채취한 후 접목에 의해 증식한 ‘수산향 2’(1,307.67 nmol) 순이었다. 국내 수집 개체인 ‘수산향 1’과 ‘수산향 5’의 항산화능은 각각 1,191.81 nmol, 1,164.30 nmol로 비슷한 수준으로 높은 편이었으며, 콜히친 처리 계통 중에서는 ‘상촌조생’(1,158.48 nmol), ‘죽천조생’(1,047.15 nmol), 튀니지 수집 계통 중 ‘튀니지 2’(1,039.06 nmol), ‘튀니지 4’(1,114.79 nmol)의 항산화능이 상대적으로 높았다.

반면 콜히친 처리에 의한 배수체 육종의 경우 일반적으로 개체의 크기 및 중량이 커지는 특성을 보이는데, 이러한 특성을 이용하여 오디의 크기를 증가시키기 위해 공시한 ‘심백’ 뽕잎의 항산화능은 458.62 nmol로 가장 낮았으며, 중국 도입종 ‘홍과 3’, 태국 도입종 ‘BR 60’ 및 튀니지 도입종 ‘튀니지 1’ 뽕잎의 항산화능도 각각 519.97 nmol, 542.62 nmol, 570.13 nmol로 낮은 값을 나타냈다. 4배체 계통인 ‘휘카스 4x’(784.69 nmol), ‘국상20호 4x’(942.94 nmol) 및 ‘카타네오 4x’(762.36 nmol)의 항산화능과 ‘홍조 3’(1,080.16 nmol)을 제외한 중국 수집 5계통의 항산화능도 낮았다.

**Table 2.** Antioxidative capacities of mulberry genetic resources

(nmol, ascorbic acid equivalents)

| Accessions                | Antioxidative capacity | Accessions         | Antioxidative capacity |
|---------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| Susanhang 1               | 1191.81                | Guksang 20 4x      | 942.94                 |
| Susanhang 2               | 1307.67                | Cataneo 4x         | 762.36                 |
| Susanhang 3               | 881.13                 | <i>Morus nigro</i> | 1390.35                |
| Susanhang 4               | 863.98                 | 8632               | 585.02                 |
| Susanhang 5               | 1164.30                | Mujadaesip         | 652.98                 |
| Suwonppong                | 774.98                 | Daesip             | 564.95                 |
| Sangchonjosaeng           | 1158.48                | Honggwa 3          | 519.97                 |
| Cheonhyunnosang           | 688.90                 | Hongjo 2           | 699.58                 |
| Taejeonjosaeng            | 683.07                 | Hongjo 3           | 1080.16                |
| Jukcheonjosaeng           | 1047.15                | BR 60              | 542.62                 |
| Jeolgokjosaeng (Chungbuk) | 656.54                 | BA 2               | 2149.78                |
| Hwangeum                  | 965.60                 | BA 3               | 1106.63                |
| Simbaek                   | 458.62                 | Tunis 1            | 570.13                 |
| Jinhwasang                | 884.05                 | Tunis 2            | 1039.06                |
| Susungppong               | 956.54                 | Tunis 3            | 927.73                 |
| Palcheongsipyong          | 621.26                 | Tunis 4            | 1114.79                |
| Ficus 4x                  | 784.69                 | Tunis 5            | 600.55                 |
| Mean                      |                        | 892.30             |                        |

김(2005a)은 5월 하순에 채취한 ‘청일뽕’을 대상으로 추출 용매와 추출 방법을 달리하여 뽕잎의 항산화능을 비교한 결과, 물 추출의 경우 추출방법(30 sec. vortex mixing, 1 hr. sonication)에 따라 각각 665.3 nmol, 777.7 nmol의 항산화능을 나타냄으로써 80% MeOH 또는 80% EtOH에 비해 항산화능이 낮았으며, 또한 전처리 방법 중 80% EtOH로 30 sec. vortex mixing 추출하는 방법이 가장 높은 항산화 활성(3,739.7 nmol)을 나타냈으나 1 hr. sonication 추출하는 경우에는 다소 낮은 활성(2,830.7 nmol)을 나타낸 반면 80% MeOH로 추출하는 경우에는 각각 2,949.0 nmol, 3,004.0 nmol로 추출 방법에 상관없이 안정적인 항산화 활성을 나타내어 항산화능과 분석에 소요되는 전처리 시간을 고려하여 80% MeOH, 30 sec. vortex mixing 방법을 기준 전처리 방법으로 하였다.

본 실험에 사용한 전처리 조건은 80% MeOH, 30 sec. vortex mixing 방법임에도 불구하고 공시계통 중 14계통의 항산화능은 김(2005a)의 물 추출의 경우와 비슷하거나 낮은 값을 나타냈다. 공시계통들은 소규모의 화분(pot)에서 생육하므로 한정된 영양 공급조건으로 인하여 개체의 생육이 매우 불량할 뿐 아니라 그 개체의 이차 대사산물에도 영향을 끼쳐 항산화능을 포함한 생리활성물질의 함량도 일반 포장재배의 경우에 비해 낮은 것으로 판단된다.

따라서 수집한 뽕나무 유전자원의 이용성을 높이기 위

해서는 1차적으로 충분한 영양 공급으로 재배, 관리하여 뽕나무가 잘 자라도록 하는 것이 중요하다.

## 2. 다류(茶類)의 항산화능 비교

실생활에서 일반인에게 널리 음용되고 있는 다류 4종(커피믹스, 현미녹차, 둥글레차, 레몬홍차)과 뽕잎차의 항산화능을 비교하였다(표 3). 커피믹스의 항산화능은 2,531.01 nmol로 가장 높았으며, 현미녹차의 항산화능은 1,867.42 nmol로 가공처리를 달리한 뽕잎차 모두에 비해 높은 반면 둥글레차와 레몬홍차의 경우 각각 292.71 nmol, 188.91 nmol로 항산화능이 낮았다.

뽕잎을 음건하여 제조한 뽕잎차의 항산화능은 1053.72 nmol이었고, 3회 덫을 처리한 뽕잎차의 항산화능은 796.92 nmol로 다소 낮은 값을 나타냈는데 이것은 뽕잎을 덫는 과정에서 열(熱)에 의한 항산화 성분이 손실되었기 때문인 것으로 판단되었다. 따라서 금후 뽕잎차를 제조할 경우 음건하여 이용하며 열에 의한 손실이 발생하지 않도록 하는 것이 바람직하다.

일반적으로 뽕잎을 차로 이용하는 방법 외에 음용수로 이용하는 방법이 있는데, 뽕잎에 300배, 500배의 물을 넣고 끓여 음용 수준으로 희석한 뽕잎물의 항산화능을 분석한 결과 각각 919.32 nmol, 891.96 nmol의 항산화능이 있음을 확인하였다(표 4). 따라서 일상생활에서 꾸준히 뽕

**Table 3.** Antioxidative capacities of some kinds of beverages including mulberry leaf tea

(nmol, ascorbic acid equivalents)

| Kinds of beverage      | Coffee   | Green tea added brown rice | <i>Polygonatum odoratum</i> tea | Black tea added lemon | Mulberry leaf tea   |                    |
|------------------------|----------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
|                        |          |                            |                                 |                       | Drying in the shade | Roasting (3 times) |
| Antioxidative capacity | 2,531.01 | 1,867.42                   | 292.71                          | 188.91                | 1,053.72            | 796.92             |

**Table 4.** Antioxidative capacities of drinking water soaked with mulberry leaf

(nmol, ascorbic acid equivalents)

| Water of mulberry leaf soaked | Dilution concentration |        |
|-------------------------------|------------------------|--------|
|                               | × 300                  | × 500  |
| Antioxidative capacity        | 919.32                 | 891.96 |

잎을 음용수로 이용한다면 중금속 제거 효과와 더불어 일상생활에서 항산화 효과를 기대할 수 있다. 김 등(1998)은 시판되고 있는 녹차, 보리차, 옥수수차에 비해 뽕잎차의 Cd와 Pb의 제거효과가 우수함을 보고하였다. 특히 혐기처리한 뽕잎차와 뽕잎을 처음부터 넣고 끓이는 방법이 냉침법에 비해 중금속 제거 효과가 높다고 하였다.

본 실험에서 제조한 뽕잎차의 항산화능은 시판되고 있는 커피믹스와 현미녹차에 비해 낮았으나 뽕잎에는 카페인도 없으므로 누구나 음용할 수 있을 뿐 만 아니라 혐기처리 또는 글루탐산나트륨 용액 처리 등에 의해 GABA 함량을 4배 이상 증대시킬 수 있는 뽕잎차 제조기술로 항산화능 자체를 높일 수 있으므로 이러한 장점을 살려 시장성을 확보해야 할 것이다. 또한 뽕잎 분말을 80% EtOH 또는 80% MeOH로 추출하여 이용하는 경우 물(H<sub>2</sub>O)에 우려내는 방법에 비해 4배 이상 높은 항산화능을 기대할 수 있으므로 이에 부응하기 위해서는 뽕잎차 이외의 다른 형태의 용도 다양화 및 이용방법을 개발해야 할 것이다.

## 적 요

고부가가치 천연물 산업 및 기능성 양잠산업의 소재로서 경쟁력이 있는 뽕나무의 자원화 및 이용기술을 개발하기 위한 기초자료로서 국내·외에서 수집하여 보존 중인 뽕나무로부터 뽕잎을 채취하여 항산화능을 비교, 검색하는 동시에 실생활에 이용되고 있는 다류와 음용수준에서의 항산화능을 비교하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 국내·외에서 수집되어 유리온실에서 보존 중인 뽕나무 유전자원 중 공시된 34계통의 평균 항산화능 값은 892.30 nmol (ascorbic acid equivalents)로서 국내 장러뽕

및 야생뽕에 비해 상당히 낮았다. 그러나 우즈베키스탄에서 수집한 ‘BA 2’, 일본 도입종 ‘흑상’ 및 강원도 양양에서 채취한 ‘수산향 2’는 각각 2,149.78 nmol, 1,390.35 nmol, 1,307.67 nmol로써 항산화능이 상대적으로 높았다.

2. 뽕잎을 음건하여 제조한 뽕잎차의 항산화능은 1,053.72 nmol이었고, 3회 더움 처리한 뽕잎차의 항산화능은 796.92 nmol이었다. 한편 실생활에서 일반인에게 널리 음용되고 있는 다류 중 커피믹스의 항산화능은 2,531.01 nmol로 가장 높았으며, 다음으로 현미녹차의 항산화능은 1,867.42 nmol으로 뽕잎차보다 항산화능이 높은 반면 등글레차와 레몬홍차의 경우 각각 292.71 nmol, 188.91 nmol로 항산화능이 낮았다.

3. 뽕잎에 300배, 500배의 물을 넣고 끓여 음용 수준으로 희석한 뽕잎물의 항산화능을 분석한 결과 각각 919.32 nmol, 891.96 nmol의 항산화능이 있음을 확인하였다. 따라서 일상생활에서 꾸준히 뽕잎을 음용수로 이용한다면 항산화 효과를 기대할 수 있을 것으로 본다.

## 인용문헌

- Andallu, B. and Varadacharyulu, N. C. (2003) Antioxidant role of mulberry (*Morus indica* L. cv. Anantha) leaves in streptozotocin-diabetic rats. *Clinica Chimica Acta*. **338**: 3~10.
- Chen, P. N., Chu, S. C., Chiou, H. L., Kuo, W. H., Chiang, C. L. and Hsieh, Y. S. (2005) Mulberry anthocyanins, cyanidin 3-rutinoside and cyanidin 3-glucoside, exhibited an inhibitory effect on the migration and invasion of a human lung cancer cell line. *Cancer Lett.* Jun **21**: 1~12.
- Chung, K. O., Kim, B. Y., Lee, M. H., Kim, Y. R., Chung, H. Y., Park, J. H. and Moon, J. O. (2003) In-vitro and in-vivo anti-inflammatory effect of oxyresveratrol from *Morus alba* L. *J. Pharm Pharmacol.* **55**(12): 1695~1700.
- Dai, S. J., Ma, Z. B., Wu, Y., Chen, R. Y. and Yu, D. Q. (2004a) Guangsangons F-J, anti-oxidant and anti-inflammatory Diels-Alder type adducts, from *Morus macroura* Miq. *Phytochemistry* **65**: 3135~3141.
- Dai, S. J., Mi, Z. M., Ma, Z. B., Li, S., Chen, R. Y. and Yu, D. Q. (2004b) Bioactive diels-alder type adducts from the stem bark of *Morus macroura*. *Planta Med.* **70**(8): 758~763.
- Dai, S. J., Wu, Y., Wang, Y. H., He, W. Y., Chen, R. Y. and Yu, D. Q. (2004c) New Diels-Alder Type Adducts from *Morus macroura* and Their Anti-oxidant Activities. *Chem. Pharm.*

- Bull.* **52**(10): 1190~1193.
- El-Beshbishy, H. A., Singag, A. N. B., Sinkkonen, J. and Pihlaja, K. (2005) Hypolipidemic and antioxidant effects of *Morus alba* L. (Egyptian mulberry) root bark fractions supplementation in cholesterol-fed rats. *Life Sci.* Nov 24.
- Hassimotto, N. M. A., Genovese, M. I. and Lajolo, F. M. (2005) Antioxidant Activity of Dietary Fruits, Vegetables, and Commercial Frozen Fruit Pulps. *J. Agric. Food Chem.* **53**: 2928~2935.
- Jia Zhishen, Tang Mengcheng, and Wu Jianming (1999) The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry* **64**: 555~559.
- Lorenz P., Roychowdhury, S., Engelmann, M., Wolf, G. and Horn, T. F. W. (2003) Oxyresveratrol and resveratrol are potent antioxidants and free radical scavengers: effect on nitrosative and oxidative stress derived from microglial cells. *Nitric Oxide.* **9**: 64~76.
- Oh, H. C., Ko, E. K., Jun, J. Y., Oh, M. H., Park, S. U., Kang, K. H., Lee, H. S. and Kim, Y. C. (2002) Hepatoprotective and Free Radical Scavenging Activities of Prenylflavonoids, Coumarin, and Stilbene from *Morus abla*. *Planta Med.* **68**: 932~934.
- Sharma, R., Sharma, A., Shono, T., Takasugi, M., Shirata, A., Fujimura, T. and Machii, H. (2001) Mulberry Moracins: Scavengers of UV Stress-generated Free Radicals. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **65**(6): 1402~1405.
- Tewari, R. K., Kumar, P. and Sharma P. N. (2005) Antioxidant responses to enhanced generation of superoxide anion radical and hydrogen peroxide in the copper-stressed mulberry plants. *Planta.* **15**: 1~9.
- Yen G. C., Wu, S. C. and Duh, P. D. (1996) Extraction and Identification of Antioxidant Components from the Leaves of Mulberry (*Morus alba* L.). *J. Agric. Food Chem.* **44**: 1687~1690.
- Zadernowski, R., Naczki, M. and Nesterowicz, J. (2005) Phenolic Acid Profiles in Some Small Berries. *J. Agric. Food Chem.* **53**: 2118~2124.
- 김애정, 김현복, 방인수, 김선여 (2006) 오더추출물 급여가 충남 일부지역에 거주하는 중년 남, 녀의 혈청 무기질 수준 및 항산화 관련 인자에 미친 영향. *한국식품과학회지* **38**(2): 284~289.
- 김현복 (2005a) 뽕나무 품종별시기별 뽕잎과 오더의 항산화능 분석. *한국잡사학회지* **47**(2): 62~67.
- 김현복 (2005b) 강원도 일대에서 채취한 야생뽕의 시기별 뽕잎과 오더의 항산화능 분석. *한국잡사학회지* **47**(2): 93~98.
- 김현복, 이완주, 김선여, 이용기, 방혜선 (1998) 뽕잎차에 의한 음용수중 Cd와 Pb의 제거효과. *한국잡사학회지* **40**(1): 17~22.
- 尹聖重, 李杭周 (1995) 蠶桑産物中 藥理成分 實用化 研究 1. 뽕잎 중 Flavonol Glycoside 成分의 品種 및 季節的 含量 變化. *農業 論文集* ('94博士後 研修過程) **37**: 201~205.
- 장일무 (2002) 천연물산업의 동향과 약용식물 활용. 2002공동심포지엄 부가가치 향상을 위한 작물연구 현황과 전망: 28~37.
- 채주영, 이준영, 황인승, 황보득, 최필환, 이완주, 김진원, 김선여, 최상원, 이순재 (2003) 뽕잎 품종별 기능성 성분 분석. *한국식품영양과학회지* **32**(1): 15~21.
- 한국잡사학회 · 농업과학기술원 잡사곤충부 (2000) 한국 잡사기술 발달 100년사(1900-2000).