韓蠶學誌 48(2), 41~45 (2006)
Korean J. Seric. Sci.
<論 文>

채취지역별 '청일뽕'의 뽕잎 및 뽕가지의 항산화능 비교

김현복* · 고성혁[1] · 석영식[2]
농업과학기술원 농업생물부, [1]전북농업기술원 원종사업소, [2]강원도 농산물원종장

Anti-oxidative Effect of 'Cheongilppong' with Mulberry Leaves according to Different Collection Areas and Some Kinds of Mulberry Branches

Hyun-bok Kim*, Seong-Hyouk Koh[1] and Young-Seek Seok[2]
Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science and Technology, Rural Development Administration, Suwon 441-100, Korea
[1]Registered Seed Center, Jeollabuk-Do Agricultural Research & Extension Services, Wanju, 565-811, Korea
[2]Gangwon Province Agricultural Product Registered Seed Station, Chuncheon 200-150, Korea

ABSTRACT

Mulberry leaves contain many natural components and are considerable resource for natural antioxidants. The anti-oxidant effect of 'Cheongilppong' collected from Chuncheon, Suwon and Wanju regions were investigated with minilum L-100 device and ARAW-KIT (anti-radical ability of water-soluble substance), in comparison to the ascorbic acid. The measurement parts were mulberry leaves collected from different areas and some kinds of mulberry branches. We obtained that even if samples were same variety, antioxidant capacity of those showed different results according to collected regions. Also, antioxidant effect of mulberry leaves were higher than that of branches. The order of antioxidant effect in Spring was Chuncheon > Suwon > Wanju. The antioxidant effect of mulberry leaves collected from Chuncheon, Suwon and Wanju regions of just before the coloration stage with anthocyanin in fruits were 3627.5 nmol, 2620.0 nmol 1360.7 nmol (ascorbic acid equivalents), respectively. In Autumn, the antioxidant effect and hardness quality of mulberry leaves were increased gradually until just before fallen leaves stage. Therefore, we concluded that being the most suitable period for collecting mulberry leaves as a antioxidant resource is from the latter part of May to the first ten days of June.

Key words : Mulberry leaves, Antioxidant effect, Cheongilppong

서 론

최근 급증하고 있는 각종 만성 퇴행성 질환의 주요 원인으로 신체내의 유산소적인 대사과정에서 생성된 자유라디칼(free radical)이 거론되고 있으며, 이러한 산화적 손상으로부터 조직을 보호하기 위해서 항산화 영양소나 항산화 물질의 계속적인 섭취가 필요하다(이, 2004; 김 등, 2006).

식물이나 식품에는 페놀성 화합물, 비타민 등 항산화 활성을 가지는 각종 phytochemical이 다양하게 함유되어 있다. 식물계에 널리 분포되고 있는 페놀화합물은 phenolic hydroxyl group을 가지고 있어 단백질 또는 효소단백질, 기타 2가 금속이온 및 거대분자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화 및 항미생물 효과를 나타낸다. 특히 과일이나 채소에 다량으로 함유된 천연 항산화 물질들은 산화적 스트레스 수준을 줄일 수 있는 잠재 가능성을 가지고 있기 때문에 많은 관심이 집중되고 있다.

근래 잠상산물을 이용한 생물 신소재 개발에 대한 연구가 활발히 진행됨에 따라 주로 누에사육용 뽕잎 생산에만 이용되던 뽕나무가 산물 이용 연구에 힘입어 뽕잎과 뿌리의 생약재료, 뽕잎의 製茶·製菓 재료로서의 이용, 나아가 오디의 과실화 및 잼과 과실주의 재료로 이용되는 등 가공 이용 분야로까지 확대되고 있다.

뽕잎은 단백질, 아미노산, 비타민, 미네랄 및 다량의 식

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

이성 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(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; Yen *et al.*, 1996; 尹 · 李, 1995).

본 연구는 항산화 식품소재로서 뽕잎을 이용할 경우 뽕잎의 항산화능에 대한 채취지역별 함량을 비교, 분석함으로써 일반인들이 쉽고 보다 우수한 뽕잎을 선발하여 이용하는데 도움이 되도록 하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

춘천(강원도 농산물원종장), 수원(농업과학기술원 농업생물부) 및 완주(전북농업기술원 원종사업소) 3개 지역에서 뽕나무 지역적응시험 공시품종인 청일뽕을 대상으로 뽕잎을 채취하였다.

춘기에는 성숙단계가 일정한 뽕잎의 채취지역별 항산화능을 비교하기 위해 채취시기를 지역별로 달리하였다. 뽕잎의 성숙단계가 비슷한 완주와 수원의 경우 각각 5개엽기인 2006년 5월 7일과 5월 8일을 시작으로 5월 21일과 5월 23일 및 6월 4일과 6월 5일에 걸쳐 2주 간격으로 3회 채취하였다. 그러나 춘천의 경우 5개엽기는 5월 15일로 두 지역에 비해 1주일 정도 늦었으며, 따라서 2차 및 3차 뽕잎의 채취시기는 5월 29일 및 6월 12일이었다.

그러나 추기에는 지역별 채취시기를 달리 하지 않고 같도록 하였다. 하벌 후 새로 나온 가지에서 자란 청일뽕 뽕잎을 2006년 8월 22일, 9월 22일 및 10월 23일에 걸쳐 시기별로 3회 채취하였다.

또한 뽕가지의 부위별 항산화능을 비교하기 위해 수원지역에서 춘기와 추기의 뽕잎을 채취하는 동시에 뽕가지를 채취하여 껍질, 목질 및 뽕가지 전체로 구분하였다.

3개 지역에서 각각 시기별로 채취한 공시재료는 즉시 -70°C로 냉동보관 하였으며, 항산화능 분석에 사용하기 위해 냉동건조(Ilshin Lab Co., Ltd, Korea)하여 분말로 제조하였다.

2. 시료 전처리

냉동건조 분말시료 각 0.1 g에 80% MeOH 10 ml을 가하여 30초간 vortex mixing 시킨 후 filter paper(No. 6)로 여과하였다. 여과액 1 ml을 취해 원심분리(12,000 rpm, 4°C, 15 min.)하였으며, 상등액을 sample stock solution으로 하였다.

3. 항산화능 분석

춘천, 수원 및 완주 3개 지역에서 채취한 뽕잎과 수원에서 채취한 뽕가지의 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 μl에 대한 calibration curve를 작성하였으며, TIC (thermo-initiated chemiluminescence) 방법에 따라 ARAW-KIT ample에 시료 희석액 10 μl와 buffer 1.5 ml를 가한 즉시 37°C의 항산화 측정 장치에 주입하여 반응시켰다. PC에 연결된 Oxida-Q program으로 시료의 항산화능을 분석하였으며, 시료 희석액 주입 후 항산화능 분석에 소요되는 시간은 5분이었다. 시료의 항산화능은 ascorbic acid의 농도(nmol)로 환산하여 표시하였다.

결과 및 고찰

1. 채취지역별 뽕잎의 항산화능 비교

1971년도에 뽕나무 장려품종으로 지정된 청일뽕은 양질다수성 품종으로 춘추겸용 애누에용과 큰누에용으로 적당하며 가지뽕치기에 알맞아 현재까지 가장 널리 재배되고 있는 품종이다. 백상형의 2배체이며 낮추베기 때의 수형은 직립성이다. 가지는 청색을 띤 회백색으로 곧으며 매끄럽다. 잎의 크기는 중형의 5열엽으로 표면은 녹색이고 광택이 약간 강하고 매끄러우며 주름이 적은 특성을 갖고 있다. 암꽃이 피며 원통형의 약간 큰 오디가 열리는데 오디의 결실 및 과실적 특성이 양호하여 최근 기능성 소재로서 각광받고 있다.

김(2005)은 뽕나무 품종과 채취시기를 종합하여 살펴본 뽕잎의 항산화능 유형에서 청일뽕은 오디 착색 직전까지 항산화능이 증가하다가 오디가 익었을 때 가장 낮은 항산화능을 보인 후, 하벌 후 새로 나온 가지에서 자란 추기의 뽕잎은 시기가 경과함에 따라 점차 증가하는 양상을 보인다고 하였다.

본 연구는 항산화식품 소재로서 뽕잎을 이용할 경우 보다 우수한 뽕잎을 선발하여 이용하는데 도움이 되도록 하기 위해 동일품종이면서 재배지역에 상관없이 동일 재배조건으로 관리하고 있는 청일뽕에 대한 뽕잎의 채취지역

Table 1. Comparison of antioxidative ability of 'Cheongil-ppong' mulberry leaf according to different collection areas in Spring

(Ascorbic acid equivalents, nmol)

Collection areas	Spring I	Spring II	Spring III
Chunchon	3687.9(May 15)	3104.3(May 29)	3627.5(June 12)
Suwon	187.5*(May 8)	2045.5(May 23)	2620.0(June 5)
Wanju	214.4*(May 7)	1191.4(May 21)	1360.7(June 4)

( ) : Collection date, * : Sample were changed in quality

Table 2. Yield of mulberry leaf according to collection day

(g/10 trees)

Variety	April 30	May 8	May 14	May 20
Kaeryangppong	4,611	10,276	13,144	18,887
Subongppong	4,461	8,348	10,796	16,939

별 항산화능을 비교하였다(Table 1). 그 결과, 춘기의 경우 춘천 > 수원 > 완주 순으로 지역간 항산화능의 차이가 있는 것으로 나타났다. 수원과 완주에서 채취한 어린 잎(5개엽기)의 항산화능은 각각 187.5 nmol, 214.4 nmol로 춘천에서 채취한 뽕잎의 항산화능(3687.9 nmol)에 비해 상당히 낮았는데 이것은 김(2005)의 결과와 비교하여 볼 때 시료로 채취한 뽕잎이 냉동보존 및 동결건조 과정에서 변질되어 이상이 생겼기 때문으로 생각되어지며, 정상상태인 경우라면 수원과 완주에서 채취한 어린잎(5개엽기)의 항산화능은 춘천지역의 시료보다 낮으나 각각 5개엽기 기준 2주 후의 항산화능보다 높을 것으로 추정되었다. 또한 춘천, 수원, 완주 3개 지역 모두 5개엽기 기준 4주 후(5월 하순)의 항산화능이 각각 3627.5 nmol, 2620.0 nmol, 1360.7 nmol로 높았다.

채취시기에 따른 개량뽕 및 수봉뽕의 뽕잎 수량을 조사한 결과 Table 2와 같았으므로, 금후 뽕잎의 수량과 항산화능을 동시에 고려하여 춘기의 뽕잎을 이용할 경우 5월 하순~6월 초순에 뽕잎을 채취하는 것이 바람직하며, 특히 채취지역에 있어서는 춘천지역의 항산화능이 높은 값을 나타냈으므로 이러한 특성을 부각시킨 지역 특산물로 개발, 이용한다면 소비촉진 효과를 기대할 수 있을 것이다.

추기의 경우 하벌 후 새로 나온 가지에서 자란 뽕잎을 8월 22일, 9월 22일 및 10월 23일 3차에 걸쳐 시기별로 채취하여 항산화능을 분석한 결과, 춘기와 마찬가지로 지역에 따라 다른 항산화능을 나타냈는데 춘천 > 완주 > 수원 순이었다(Table 3). 춘기에 비해 수원과 완주 지역의 항산화능에 대한 순서가 다르게 나타났으며, 9월 22일에 채취한 춘천지역의 뽕잎과 수원지역의 뽕잎의 항산화능이 매우 낮았는데, 이것은 뽕잎을 채취한 시기가 동일날짜이

Table 3. Comparison of antioxidative ability of mulberry leaf according to different collection areas in Autumn

(Ascorbic acid equivalents, nmol)

Collection areas	I (August 22)	II (September 22)	III (October 23)
Chuncheon	3883.2	820.1*	4628.0
Suwon	2727.3	500.2*	3072.5
Wanju	2827.1	4384.3	3812.0

( ) : Collection date, * : Sample were changed in quality

나 재배 지역의 기후 등에 따라 뽕잎의 성숙정도에 차이가 생겼을 뿐 아니라 이상 저온으로 인한 엽질의 냉해피해 때문인 것으로 판단되었다.

추기 뽕잎의 항산화능에 대한 종합적인 결과를 살펴보면, 3개 지역 모두 시기가 경과함에 따라 춘기보다 높은 항산화능을 나타내었다. 춘천과 수원의 경우 5월 하순에 채취한 춘기 3차 뽕잎의 항산화능과 비슷한 수준의 항산화능을 나타냈으며, 완주 지역의 경우 춘기 3차 뽕잎의 항산화능보다 높은 항산화능을 나타냈다. 그러나 추기의 경우 시기가 경과함에 따라 동시에 뽕잎도 경화되므로 안정적인 식품소재로서 이용할 수 있는 시기는 8월 하순~9월 초순으로 판단된다.

따라서 누에사육을 하는 농가에서 가을 누에 사육 후 남은 경화된 뽕잎으로 뽕잎차 등을 제조, 판매하는 경우 제품의 품질 및 기호도가 상대적으로 떨어져 소비자의 불만이 생기는 문제점이 있는데, 가을 뽕잎을 이용하여 농가소득을 높이고자 할 경우 8월 하순~9월 초순의 뽕잎을 채취하는 것이 바람직하며 경화된 뽕잎은 사용하지 않도록 해야 할 것이다.

이상에서 뽕잎의 항산화능은 품종, 시기, 지역 및 생육조건이 동일한 경우일지라도 수확 후 보존 방법, 이상 기후에 의해 엽질이 저하된 경우 급격하게 떨어지는 것을 알 수 있었다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 뽕나무 재배시 뽕잎의 질을 향상시킬 수 있는 방법으로 재배 관리하여야 하며, 뽕잎 수확 후 저장, 가공하는 과정에서도 관리를 철저히 하도록 해야 한다.

뽕잎의 우수한 기능성을 나타내는 대표적인 지표물질로서 뽕잎에 함유되어 있는 여러 가지 생리활성성분 중 혈당강하성분으로 알려진 1-DNJ(1-deoxynojirimycin), 혈압강하성분인 GABA(γ-aminobutyric acid) 및 항산화성분의 flavonoid 화합물 등을 들 수 있으며, 이들 생리활성물질은 뽕나무의 품종, 시기, 지역 및 생육조건에 따라 그 함량이 크게 차이가 있다(채 등, 2003).

본 실험에 사용한 뽕잎의 항산화능은 이러한 모든 생리활성물질이 관여하여 나타나는 것이므로 보다 우수한 항산화 식품 소재로서 뽕잎을 선택할 경우 뽕나무의 품종,

Table 4. Comparison of antioxidative ability of mulberry branches according to maturity stage from Suwon in Spring (Ascorbic acid equivalents, nmol)

Part	Spring I*	Spring II	Spring III	
Bark	221.5	331.1	645.9	
Lignum	77.8	116.5	328.6	
Branch	86.5	123.3	391.1	688.5**

*: Sample were changed in quality, **: Side branch before hardness

Table 5. Comparison of antioxidative ability of mulberry branches according to maturity stage from Suwon in Autumn (Ascorbic acid equivalents, nmol)

Part	Autumn I	Autumn II*	Autumn III
Bark	512.2	201.2	331.0
Lignum	132.4	118.6	126.3
Branch	299.5	200.2	292.5

*: Sample were changed in quality

시기, 지역 및 생육조건 등도 동시에 고려하여 최고 품질의 뽕잎을 선택하는 것이 중요하다 할 수 있다.

2. 채취부위별 뽕가지의 항산화능 비교

Jia *et al.*(1999)은 뽕나무의 부위별 flavonoid 추출물의 superoxide radical에 대한 소거능을 살펴본 결과, 뽕가지 > 어린 잎 > 뽕껍질 > 뽕잎 순으로 높았으며, 뽕가지, 어린 잎 및 뽕껍질의 superoxide radical에 대한 소거능은 각각 85.5%, 67.5%, 55.5%로 rutin(52%)보다 높았으며, 뽕잎의 경우에도 46.5%의 소거능을 보임으로써 ascorbic acid (38.2%)보다 강한 소거 효능이 있다고 보고하였다.

따라서 뽕잎과 더불어 항산화능을 높이기 위한 소재로서 뽕가지의 이용가능성 탐색이 요구되었다. 그러나 춘기 수원지역에서 시기별로 채취한 청일뽕의 뽕가지에 대한 MeOH 추출물의 항산화능을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 즉 춘기 뽕가지의 경우 채취시기별로 86.5 nmol, 123.3 nmol, 391.1 nmol의 항산화능을 보였으며, 추기 뽕가지의 경우 299.5 nmol, 200.2 nmol, 292.5 nmol의 항산화능을 나타냈다(Table 5). 춘기와 추기 모두 뽕잎에 비해 상당히 낮은 항산화능을 보임으로써 Jia *et al.*과는 다른 결론을 얻었다.

그 이유는 항산화 활성을 평가하는데 있어 분석 기기와 분석방법이 다를 뿐 만 아니라 시료의 전처리 방법 등이 달랐기 때문에 다른 결론을 얻은 것으로 판단되어지므로 금후 뽕나무의 항산화능을 포함한 효능 또는 물질에 대한 보다 광범위한 분석이 이루어져야 할 것으로 보인다.

한편 뽕가지를 채취하여 껍질과 목질로 분리하여 항산화능을 분석한 결과 춘기 뽕가지를 그대로 이용하는 것에 비해 껍질만을 이용할 경우 2~3배 높은 항산화능을 갖는 것으로 나타났다(Table 4). 가을에 채취한 뽕가지는 8월 하순에 채취한 껍질이 가장 높은 항산화능을 나타냈으나 월동을 해야 하므로 이용적인 측면에서는 제한되는 점이 있다(Table 5).

따라서 뽕잎과 마찬가지로 뽕가지를 항산화식품 소재로 이용하기 위한 채취시기는 춘기 5개엽기 이후 4주 더 자란 5월 하순~6월 초순이 적당할 것으로 판단되었다. 특히 이 시기에는 신소지가 형성되어 자라므로 이것을 이용하면 뽕가지보다 높은 항산화능(688.5 nmol)을 기대할 수 있다.

적 요

최근 건강기능식품에 대한 소비자들의 관심이 높아지고 있으며, 특히 항산화식품 소재에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 본 연구는 항산화능이 우수한 뽕잎을 항산화식품 소재로 이용할 경우 보다 우수한 뽕잎을 선발하여 이용하는데 도움이 되도록 하기 위해 동일품종, 동일 재배조건의 청일뽕에 대한 채취지역별 항산화능을 비교하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 청일뽕에 대한 춘기 뽕잎의 채취지역별 항산화능을 비교한 결과, 춘천 > 수원 > 완주 순으로 지역간 항산화능의 차이가 있는 것으로 나타났다. 3개 지역 모두 5개엽기 기준 4주 후(5월 하순~6월 초순)의 항산화능이 각각 3627.5 nmol, 2620.0 nmol, 1360.7 nmol로 높았다. 또한 이 시기 뽕잎의 수량도 어린 잎에 비해 4배 이상 증가하므로 춘기 뽕잎을 이용할 경우 항산화능과 수량을 동시에 고려하여 5월 하순에 뽕잎을 채취하는 것이 바람직한 것으로 판단하였다.

2. 하벌 후 새로 나온 가지에서 자란 추기 뽕잎의 경우 춘기보다 높은 항산화능을 나타냈으며, 시기가 경과함에 따라 뽕잎의 항산화능도 점차 증가하는 경향을 나타냈다. 그러나 추기의 뽕잎을 이용하기 위해서는 뽕잎이 경화되기 전인 8월 하순~9월 초순 전에 채취하도록 한다.

3. 뽕잎의 항산화능은 품종, 시기, 지역 및 생육조건이 동일한 경우일지라도 수확 후 보존 방법, 이상 기후에 의해 엽질이 저하된 경우 급격하게 떨어지므로 뽕나무 재배시 뽕잎의 질을 향상시킬 수 있는 방법으로 재배 관리하여야 하며, 뽕잎 수확 후 저장, 가공하는 과정에서도 관리를 철저히 하도록 해야 한다.

4. 뽕가지의 항산화능은 춘기, 추기 모두 뽕잎에 비해 상당히 낮은 항산화능을 보였으나, 항산화식품 소재로서 뽕가지를 이용할 경우 5월 하순~6월 초순의 신소지를 이용하거나 껍질을 분리하여 이용하도록 한다.

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.

채주영, 이준영, 황인승, 황보득, 최필환, 이완주, 김진원, 김선여, 최상원, 이순재 (2003) 뽕잎 품종별 기능성 성분 분석. 한국식품영양과학회지 **32**(1): 15~21.

Chen, P. N., Chu, S. C., Chiou, H. L., Kuo, W. H., Chiang, C. L. and Hsieh, Y. S. (2005) Mulberry anthocyanins, cyanidin 3-ritonoside 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, Wu Jianming (1999) The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry **64**: 555~559.

김애정, 김현복, 방인수, 김선여 (2006) 오디추출물 급여가 충남 일부지역에 거주하는 중년 남, 녀의 혈청 무기질 수준 및 항산화 관련 인자에 미친 영향. 한국식품과학회지 **38**(2): 284~289.

김현복 (2005) 뽕나무 품종별·시기별 뽕잎과 오디의 항산화능 분석. 한국잠사학회지 **47**(2): 62~67.

이옥희 (2004) 갈근 에탄올 추출물이 흰쥐의 항산화계에 미치는 영향. 한국영양학회지 **37**(10): 875~880.

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. Biotehnol. 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.

尹聖重, 李杭周 (1995) 蠶桑產物中 藥理成分 實用化 硏究 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 硏修過程) **37**: 201~205.

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., Naczk, M. and Nesterowicz, J. (2005) Phenolic Acid Profiles in Some Small Berries. *J. Agric. Food Chem.* **53**: 2118~2124.