

## 전라북도 뽕나무 유전자원의 재배생태적 특성 및 항산화능 분석

김현복\* · 고성혁<sup>1</sup> · 오남기<sup>1</sup> · 정종성<sup>1</sup> · 성규병 · 홍인표 · 정인모 · 이광길  
농촌진흥청 농업과학기술원 농업생물부, '전북농업기술원

### Agronomic Characteristics and Anti-oxidant Capacity of Mulberry Genetic Resources conserved by Jeollabuk-Do

Hyun-bok Kim\*, Seong-Hyouk Koh<sup>1</sup>, Nam Ki Oh<sup>1</sup>, Jong Seong Jeong<sup>1</sup>, Gyoo-Byung Sung, In-Pyo Hong, In Mo Chung and Kwang Gill Lee

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

<sup>1</sup>Jeollabuk-Do Agricultural Research & Extension Services, Iksan 570-704, Korea

#### ABSTRACT

This study was carried out to develop the utilization of mulberry resources conserved by Jeollabuk-Do Agricultural Research & Extension Services. Mulberry accessions were tested for agronomic characteristics and antioxidant capacity according to varieties. From that result, three suitable varieties such as 'Sinilppong', 'Suwonsang 2' and 'Ilbongeum' were selected for the production of mulberry leaves. They have strong agronomic characteristics like size, yield and resistance against damages by blight and harmful insects. Whereas, 'Gumunyoung' showed the lowest freezing resistance. In the antioxidant capacity analysis of mulberry leaves, autumn's mulberry leaves showed higher antioxidant capacity (ascorbic acid equivalent) than that of spring's it. According to collection time, antioxidant capacity were 2,109.8 nmol (August), 2,617.8 nmol (September) and 3,311.5 nmol (October), respectively.

**Key words :** Antioxidant capacity, Jeollabuk-Do, Mulberry genetic resource

#### 서 론

식물이나 식품에는 페놀성 화합물, 비타민 등 항산화 활성을 가지는 각종 phytochemical이 다양하게 함유되어 있다. 특히 과일이나 채소에 다량으로 함유된 천연 항산화 물질들은 산화적 스트레스 수준을 줄일 수 있는 잠재 가능성을 가지고 있기 때문에 많은 관심이 집중되고 있다. 이러한 점에서 뽕잎 또한 예외일 수 없다. 누에가 먹고 자라는 뽕은 비단을 만드는 나무라하여 예로부터 신목(神木)이라 부르며 공해가 없는 청정지역에서만 자라는 식물이다. 뽕잎은 동양 최초의 의학서인 <신농본초경>에 상백피와 함께 약용식물로서의 그 효과가 기록되어 있으며, 최근에는 우리나라를 비롯한 중국, 일본 등에서 뽕잎이 성인병과 현대병을 예방, 치료해 주는 효과가 있음이 속속 밝혀지고 있어 기능성 식품의 재료로서 각광을 받고 있다.

지금까지 많은 기능성 물질이 뽕잎에서 규명 되었으며, 뿌리, 줄기 껍질, 상백피 및 오디에서 분리한 물질이나 추출물 또는 부가 생성물을 이용하여 *in vitro* 또는 *in vivo test*를 수행함으로써 항산화 활성에 대한 연구 결과를 보고 하였다(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; Oh *et al.*, 2002; Sharma *et al.*, 2001; Yen *et al.*, 1996; 尹·李, 1995).

따라서 항산화능이 높은 유전자원을 선발하여 기호성과 기능성을 공유한 뽕잎분말, 뽕잎떡, 뽕잎차, 뽕잎국수, 뽕잎음료, 뽕잎아이스크림 등을 제조하여 가공 상품으로 판매한다면 농가의 소득을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 기능성 소재로서 각광받고 있는 뽕잎의 이용 효율을 높이기 위해 특히 전라북도에서 보유하고 있는 뽕나무 유전자원을 이용하여 재배생태적 특성을 조사함과

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

동시에 품종별 및 시기별 뽕잎의 항산화능 변화 양상을 구명함으로써 항산화능이 높은 유전자원을 선발하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시품종

전라북도 농업기술원 종자사업소 잠업시험지(구 원종사업소 잠업시험지, 전라북도 완주군 용진면 운곡리 소재) 품종 전시포에 식재 중인 15품종(계통)을 사용하였다. 즉 ‘불란서’, ‘대도’, ‘대륙뽕’, ‘당상 2호’, ‘당상 5호’, ‘덕천상’, ‘갑선’, ‘각용상’, ‘구곡상’, ‘구문용’, ‘일본금’, ‘신일뽕’, ‘수계뽕’, ‘수원상 2호’, ‘용천뽕’이다. 대조 품종으로 ‘청일뽕’을 사용하였다.

### 2. 뽕품종의 재배생태적 특성

지역적응시험 조사 요령 수행방법에 따라 춘잠기에 품종별 재배생태적 특성을 조사하였다. 눈마름병, 줄기마름병, 오갈병, 축엽세균병에 대한 병해발생율과 발아개엽기, 고손장, 기부불발아장 비율에 대한 발아발육상황을 조사하였다. 또한 그루당 가지수, 평균가지길이, 절간장, 조경, 그루당 측지수 등의 지조조사와 뽕잎에 대한 수량조사를 하였다. 동시에 각 품종별 뽕잎의 크기, 두께, 모양, 색, 표면감촉, 주름조사를 실시하였다.

### 3. 품종별, 시기별 뽕잎의 항산화능 분석

#### 가. 시료 채취

항산화능을 비교하기 위해 각각의 품종은 시기별(춘기 4회, 후기 3회)로 총 7회 채취하였다. 즉 춘기에는 5개엽기를 시작으로 2주 간격으로 채취하였으며, 후기에는 하별 후 새로 자란 뽕잎을 8월 16일, 9월 15일 및 경화 직전인 10월 17일에 1달 간격으로 채취하였다.

채취한 뽕잎은 즉시  $-70^{\circ}\text{C}$ 로 보관하였으며, 냉동건조(ilShin Lab Co., Ltd)하여 분말로 제조하였다.

#### 나. 항산화능 분석

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,  $4^{\circ}\text{C}$ , 15 min.) 하였으며, 상등액을 sample solution으로 하였다.

각 품종별 뽕잎의 항산화능 분석은 항산화능 측정장치(minilum L-100, ABCD GmbH) 및 ARAW-KIT(antiradical 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 ample에 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 분석하였으며, 시료 희석액 주입 후 항산화능 분석에 소요되는 시간은 5분이었다. 시료의 항산화능은 ascorbic acid의 농도(nmol)로 환산하여 표시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 뽕 품종별 재배생태적 특성

#### 가. 발아발육상황

대조품종인 ‘청일뽕’의 싹틀 때는 4월 16일이었으며 공시계통의 싹틀 때는 4월 14일~4월 18일 사이였다.

가장 빨리 싹이 튼 계통은 ‘덕천상’으로서 ‘청일뽕’에 비해 2일 빨랐으며 ‘당상 5호’, ‘수원상 2호’, ‘대도’ 및 ‘갑선’ 4계통의 싹틀 때는 4월 15일로서 ‘청일뽕’에 비해 1일 빨랐다.

반면 ‘구곡상’과 ‘용천뽕’은 ‘청일뽕’에 비해 1일 늦게 싹이 텄으며 ‘구문용’은 공시계통 중 가장 늦은 4월 18일에 싹이 텄다.

5잎 필 때는 대조품종인 ‘청일뽕’의 경우 4월 28일이었으며 공시계통의 5잎 필 때는 ‘청일뽕’에 비해 1~2일 이르거나 같았다.

기부불발아장 비율에 있어서는 ‘구문용’(24.1%), ‘당상 2호’(23.9%) 및 ‘각용상’(26.7%)이 ‘용천뽕’(24.0%)과 비슷한 수준으로 높은 반면 ‘대륙뽕’(2.6%), ‘불란서’(2.6%), ‘갑선’(2.6%), ‘구곡상’(3.5%), ‘수원상 2호’(3.2%)는 비교적 좋은 성적을 나타냈다.

내동성을 기능하는 척도로서의 가지끝마름률은 ‘구문용’(12.3%)과 ‘당상 5호’(3.2%)를 제외한 모든 공시 품종이 ‘용천뽕’ 2.6%에 비해 비슷하거나 오히려 낮은 수준이었다(표 1).

따라서 전북 지역에서 뽕나무를 심을 경우 내동성에 약한 ‘구문용’ 계통은 선택하지 않도록 주의해야 할 것이다.

#### 나. 가지의 구성

대조품종인 ‘청일뽕’의 그루당 가지수는 17개였으며 ‘수원상 2호’, ‘덕천상’, ‘대도’ 및 ‘갑선’ 4계통은 각각 25개, 31개, 22개, 23개로 많았다.

평균가지길이에서는 ‘수원상 2호’, ‘신일뽕’ 및 ‘덕천상’ 3계통이 각각 200 cm, 220 cm, 190 cm으로 ‘청일뽕’에 비해 상대적으로 길었다.

‘당상 5호’, ‘구문용’ 및 ‘각용상’ 3계통은 절간장이 짧고 측지수가 적은 특성을 나타냈다(표 2).

**Table 1.** Development of winter buds in spring and death atop rate

Varieties	Budding period (Date)	Opening stage		Height of the longest branch (cm)	The rate of non-budding part* (%)	The rate of death atop (%)
		1st leaf (Date)	5 th leaf (Date)			
Bullanseo	Apr.16	Apr.23	Apr.27	180	2.6	1.9
Daedo	Apr.15	Apr.17	Apr.25	143	14.3	0.8
Daeryukppong	Apr.16	Apr.23	Apr.27	173	2.6	1.6
Dangsang 2	Apr.16	Apr.23	Apr.28	200	23.9	2.3
Dangsang 5	Apr.15	Apr.17	Apr.25	117	9.7	3.2
Deokcheonsang	Apr.14	Apr.17	Apr.25	210	6.1	1.5
Gabseon	Apr.15	Apr.17	Apr.25	177	2.6	2.2
Gakyoungsang	Apr.16	Apr.23	Apr.27	153	26.7	2.5
Gugoksang	Apr.17	Apr.23	Apr.27	125	3.5	2.6
Gumunyoung	Apr.18	Apr.22	Apr.28	183	24.1	12.3
Ilbongeum	Apr.16	Apr.23	Apr.28	160	17.1	1.1
Sinilppong	Apr.16	Apr.23	Apr.28	193	12.5	2.3
Sugeppong	Apr.16	Apr.23	Apr.27	197	7.7	2.3
Suwonsang 2	Apr.15	Apr.18	Apr.25	183	3.2	0.8
Youngcheonppong	Apr.17	Apr.23	Apr.27	133	24.0	2.6
Cheongilppong	Apr.16	Apr.23	Apr.28	206	9.0	2.9

\* : The rate of non-budding part at bottom to the total length of branch

**Table 2.** Branch characteristics per bush

Varieties	No. of available branches (No.)	Average length of branches (cm)	Internode length (cm)	No. of lateral branches (No.)	Diameter of branches (mm)
Bullanseo	13	187	3.5	19.0	13.3
Daedo	22	165	3.6	17.5	9.0
Daeryukppong	7	187	3.5	18.0	12.3
Dangsang 2	14	170	4.8	17.7	10.7
Dangsang 5	15	152	3.0	14.0	9.3
Deokcheonsang	31	190	4.7	23.7	11.3
Gabseon	23	177	4.1	20.0	12.0
Gakyoungsang	13	160	2.9	13.0	11.0
Gugoksang	16	165	2.8	17.2	14.5
Gumunyoung	18	187	3.0	12.3	12.7
Ilbongeum	15	187	3.5	20.0	11.7
Sinilppong	19	220	4.5	17.7	14.7
Sugeppong	16	187	3.5	22.0	11.3
Suwonsang 2	25	200	5.3	14.3	16.0
Youngcheonppong	15	143	2.6	17.3	6.3
Cheongilppong	17	182	3.7	19.0	11.8

**다. 뽕잎의 크기 및 형태적 특성**

공시계통의 엽장과 엽폭은 각각 12.2~19.0 cm, 9.0~15.2 cm로서 이 두 지수를 곱한 엽면적은 ‘대륙뽕’, ‘수원상 2호’,

‘당상 2호’, ‘신일뽕’ 및 ‘일본금’ 5계통은 각각 207.0 cm<sup>2</sup>, 285.8 cm<sup>2</sup>, 269.8 cm<sup>2</sup>, 231.0 cm<sup>2</sup>, 258.4 cm<sup>2</sup>로서 뽕잎의 크기가 상대적으로 큰 특성을 나타냈다.

이 계통 중 ‘대륙뽕’, ‘수원상 2호’, 및 ‘일본금’ 3계통은 잎두께가 두껍고 완전체의 형태를 띠었으며 잎주름은 중간이었다. 반면 ‘당상 2호’와 ‘신일뽕’은 잎두께가 얇거나 중간이었으며 잎의 형태는 타원형으로서 잎주름이 중간이며 잎의 감촉은 부드러웠다(표 3).

**라. 뽕잎의 수량성**

표 4는 춘기 뽕잎의 수량성을 조사한 것으로서 대조품 중인 ‘청일뽕’의 신소엽량은 5,538 kg/10 a이었다. 공시계통 중 ‘신일뽕’(8,768 kg/10a), ‘수원상 2호’(7,868 kg/10 a), ‘덕천상’(7,335 kg/10 a), ‘일본금’(6,968 kg/10 a) 및 ‘갑선’(6,868 kg/10 a) 5계통은 ‘청일뽕’보다 각각 58%, 42%, 32%, 26%, 24% 높은 수량성을 나타냈으므로 다수성 계통으로 판단되었다.

또한 신소엽량에서 신소량을 제거한 정엽량의 경우 ‘신일뽕’(5,467 kg/10 a), ‘일본금’(4,434 kg/10 a), ‘덕천상’(4,068 kg/10 a), ‘갑선’(3,701 kg/10 a) 및 ‘수원상 2호’(3,434 kg/10 a) 순으로 높은 함량을 나타냈다.

따라서 기능성 식품 소재로서 뽕잎 이용시 수량성을 우선 고려한다면 이 계통을 이용하는 것을 권장하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

**Table 3.** Characteristics of the mulberry leaves according to varieties

Varieties	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length × Leaf width (cm <sup>2</sup> )	Thickness of leaf	Leaf shape	Structure of leaf surface	Leaf wrinkle
Bullanseong	16.3	11.3	184.2	Medium	Integral	Coarse	Medium
Daedo	12.7	10.2	129.5	Thin	Elliptical~3-Lobed	Coarse	Many
Daeryukppong	16.3	12.7	207.0	Thick	Integral	Coarse	Medium
Dangsang 2	19.0	14.2	269.8	Thin	Elliptical	Smooth	Medium
Dangsang 5	12.7	10.0	127.0	Thin	Elliptical	Coarse	Medium
Deokcheonsang	14.3	11.3	161.6	Thin	Integral	Very coarse	Very many
Gabseon	14.3	9.0	128.7	Thin	Integral	Coarse	Medium
Gakyongsang	12.2	10.0	122.0	Medium	Elliptical	Coarse	Medium
Gugoksang	15.5	11.7	181.3	Medium	Integral	Coarse	Many
Gumunyoung	15.5	11.7	181.3	Thin	Integral	Coarse	Medium
Ilbongeum	18.2	14.2	258.4	Thick	Integral	Coarse	Medium
Sinilppong	17.5	13.2	231.0	Medium	Elliptical	Smooth	Medium
Sugeppong	15.3	11.5	175.9	Medium	Integral	Smooth	Medium
Suwonsang 2	18.8	15.2	285.8	Thick	Integral	Smooth	Medium
Youngcheonppong	12.3	9.8	120.5	Thin	Elliptical	Coarse	Medium

**Table 4.** Leaf yields and leaf ratio in spring

Varieties	Weight of shoots with leaves (kg/10 a)	Weight of leaves (kg/10 a)	Ratio of leaf to young shoot (%)	Ratio of young shoot to branch (%)
Bullanseong	5,268	3,334	63	73
Daedo	4,167	2,733	66	74
Daeryukppong	3,401	2,034	60	73
Dangsang 2	3,967	2,267	57	70
Dangsang 5	3,734	2,367	63	73
Deokcheonsang	7,335	4,068	55	69
Gabseon	6,868	3,701	54	69
Gakyongsang	2,300	966	42	63
Gugoksang	4,367	2,840	65	68
Gumunyoung	4,968	2,834	57	70
Ilbongeum	6,968	4,434	64	73
Sinilppong	8,768	5,467	62	73
Sugeppong	5,268	2,268	43	64
Suwonsang 2	7,868	3,434	44	64
Youngcheonppong	2,567	1,767	69	76
Cheongilppong	5,538	3,433	62	73

마. 병해 발생률

내병성에 대한 인자로서 눈마름병, 줄기마름병, 오갈병 및 축엽세균병에 대한 병해 발생율을 조사한 결과 공시 계통 모두 발생이 없었다.

이상의 종합적인 재배 생태적 특성 조사 결과 ‘신일뽕’,

‘수원상 2호’ 및 ‘일본금’ 3계통은 뽕잎이 비교적 크고 수량이 많으며 병에 대한 저항성이 강해 전라북도 유전자원을 활용한 뽕 품종 선택시 우수 품종으로 활용할 가치가 큰 것으로 판단되었다.

**2. 뽕 품종별, 시기별 뽕잎의 항산화능 변화 유형 분석**

공시 계통 전체의 뽕잎에 대한 항산화능을 품종별 및 시기별로 분석하였다(그림 1). 춘기 뽕잎의 경우 5개엽기의 어린 뽕잎의 항산화능은 1380.1 nmol이었으며, 오디가 착색되기 직전에 채취한 뽕잎의 항산화능은 1611.8 nmol으로 다소 증가된 값을 나타냈다. 그러나 오디가 성숙함에 따라 뽕잎의 항산화능은 급격히 감소하였다.

김(2005)은 16품종의 장려뽕 잎에 대한 항산화능 변화 양상을 분석한 결과 5월 하순의 뽕잎이 3708.0 nmol로 항산화능이 높고 엽질이 양호할 뿐 아니라 수율도 높으므로 이 시기의 뽕잎을 채취하여 뽕잎차 등으로 이용할 것을 권장하였다.

그러나 전북지역의 유전자원으로 보존 중인 뽕나무에서 채취한 본 공시계통의 뽕잎은 김의 결과에 비해 상대적으로 낮은 항산화능 값을 나타냈다. 또한 공시품종간 항산화능에 대한 차이가 크게 나타났으며, 뽕잎의 성숙시기가 어릴수록 그 정도가 심하였다. 이에 대한 원인을 규명하기 위해 금후 더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

일반적으로 오디 수확 직후 하벌을 하게 되는데 이 때 새로 자라 나온 뽕잎은 가을 누에의 먹이로 사용된다. 추기 뽕잎의 항산화능 분석을 한 결과 춘기 뽕잎에 비해 높

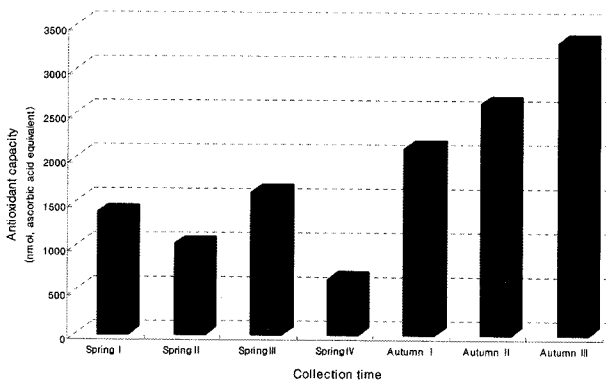


Fig. 1. Antioxidant capacity of mulberry leaves according to collection time.

은 항산화능을 값을 나타냈으며 김(2005)의 연구결과와 같은 수준의 항산화능 값을 나타냈다. 즉 시기가 경과함에 따라 항산화능도 증가하였다.

김 등(2006)은 ‘청일뽕’에 대한 항산화능을 춘천, 수원 및 완주 3개지역에서 채취하여 분석한 결과, 후기 뽕잎의 항산화능은 3개 지역 모두 시기가 경과함에 따라 춘기보다 높은 항산화능을 나타내었음을 보고하였다. 즉 춘천과 수원의 경우 5월 하순에 채취한 춘기 3차 뽕잎의 항산화능과 비슷한 수준의 항산화능을 나타냈으며, 완주 지역의 경우 춘기 3차 뽕잎의 항산화능보다 높은 항산화능을 나타냈으나 후기의 경우 시기가 경과함에 따라 동시에 뽕잎도 경화되므로 안정적인 식품소재로서 이용할 수 있는 시기는 8월 하순~9월 초순으로 판단된다고 하였다.

또한 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 경화된 뽕잎은 사용하지 않도록 하였다.

표 5는 시기에 따른 품종(계통)별 뽕잎의 항산화능 특성을 나타낸 것이다. 춘기 어린 잎(5개엽기 기준)의 항산화능은 ‘일본금’(2764.1 nmol), ‘용천뽕’(2480.6 nmol), ‘당상 5호’(2299.2 nmol), ‘갑선’(2227.5 nmol), ‘구곡상’(1827.7 nmol) 순으로 높았으나, ‘수원상 2호’와 ‘구문용’은 각각 155.9 nmol, 190.6 nmol으로 항산화능이 매우 낮았다. 이것은 뽕잎 자체의 항산화능이 낮기 때문이라기보다 채취 후 동결건조하기까지의 과정 중에 생긴 시료의 변질 때문인 것으로 추측되므로 뽕잎수확 후 가공·처리할 경우 세심한 주의를 기울이도록 해야 할 것이다.

어린 잎(5개엽기) 채취 후 2주 더 자란 뽕잎의 경우 어린 잎의 항산화능에 비해 낮거나 비슷한 정도의 항산화능을 보인 다른 품종과 달리 ‘신일뽕’, ‘당상 2호’, ‘대도’, ‘덕

Table 5. Antioxidant capacity according to maturity stages in spring (Ascorbic acid equivalents, nmol)

Varieties	Spring I	Spring II	Spring III	Spring IV
Bullanseong	1463.70	457.03	1070.50	847.48
Daedo	369.33	2057.55	2407.07	922.56
Daeryukppong	445.81	479.51	1395.74	906.38
Dangsang 2	989.05	1280.31	1479.88	888.58
Dangsang 5	2299.19	1411.38	2937.46	359.55
Deokcheonsang	1217.21	1858.52	1715.59	766.57
Gabseon	2227.45	527.73	1040.29	634.85
Gakyoungsang	1435.65	908.68	966.94	776.60
Gugoksang	1827.70	872.55	2277.62	745.61
Gumunyoung	190.58	856.36	1867.15	765.28
Ilbongeum	2764.06	511.23	1436.73	217.71
Sinilppong	1287.86	1364.46	1164.89	333.73
Sugeppong	1547.30	767.54	1513.86	355.03
Suwonsang 2	155.85	462.59	1582.90	486.31
Youngcheonppong	2480.61	1517.64	1320.23	437.46

Table 6. Antioxidant capacity according to maturity stages in autumn (Ascorbic acid equivalents, nmol)

Varieties	Autumn I	Autumn II	Autumn III
Bullanseong	2659.69	2188.62	2965.70
Daedo	1508.20	2620.93	2899.90
Daeryukppong	2185.12	2817.53	3195.47
Dangsang 2	2155.36	2373.89	2519.09
Dangsang 5	1883.19	2518.45	3736.47
Deokcheonsang	2258.74	3122.76	4307.66
Gabseon	1528.43	3438.00	3756.42
Gakyoungsang	1985.81	2541.91	2927.40
Gugoksang	2082.71	2073.06	3598.98
Gumunyoung	Not detected	2188.08	2826.54
Ilbongeum	1557.01	2401.68	2153.94
Sinilppong	1485.94	2403.02	3172.28
Sugeppong	1935.65	2901.40	3728.91
Suwonsang 2	2285.09	2251.19	3444.66
Youngcheonppong	4026.65	3426.94	4439.09

천상’ 4계통의 뽕잎은 어린 잎보다 높은 항산화능을 나타냈다. ‘대도’ 계통은 2057.6 nmol로 매우 높은 항산화능을 나타냈다. ‘대륙뽕’, ‘수원상 2호’, ‘구문용’ 3계통은 어린 잎에 비해 높은 항산화능을 나타냈으나 어린 잎의 항산화능이 시료의 변질 이상으로 직접 비교하기 어려웠다.

5월 하순에 채취한 뽕잎의 경우, 어린 잎(5개엽기)의 항산화능(1380.1 nmol)에 비해 다소 높은 1611.8 nmol의 항

인용문헌

산화능을 나타냈으며 ‘당상 5호’(2937.5 nmol), ‘대도’(2407.1 nmol), ‘구곡상’(2277.6 nmol) 3계통의 항산화능이 특히 높았다. 오디의 수확시기인 6월 중순에 채취한 뽕잎의 항산화능에 있어서는 629.6 nmol로 춘기와 추기 모두 중 가장 낮은 항산화능 값을 나타냈다.

추기 뽕잎의 항산화능은 춘기 뽕잎의 항산화능에 비해 높았다(표 6). 추기 1차(8월16일 채취)의 경우 ‘용천뽕’의 항산화능이 4026.7 nmol로 가장 높았으며, 다음으로 ‘불란서’가 2659.7 nmol의 항산화능을 나타냈다. 추기 2차(9월 15일 채취)에는 ‘갑선’과 ‘용천뽕’이 각각 3438.0 nmol, 3426.9 nmol로 높은 항산화능을 나타냈으며, 추기 3차(10월 17일 채취)의 경우 ‘용천뽕’(4439.1 nmol)과 ‘덕천상’(4307.7 nmol)의 항산화능이 높았다.

적 요

기능성 소재로서 각광받고 있는 뽕잎의 이용효율을 높이기 위해 특히 전라북도에서 보유하고 있는 뽕나무 유전자원을 이용하여 재배생태적 특성을 조사함과 동시에 품종별 및 시기별 뽕잎의 항산화능 변화 양상을 구명함으로써 항산화능이 높은 유전자원을 선발하고자 하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 종합적인 재배 생태적 특성 조사 결과 ‘신일뽕’, ‘수원상 2호’ 및 ‘일본금’ 3계통은 뽕잎이 비교적 크고 수량이 많으며 병에 대한 저항성이 강해 전라북도 유전자원을 활용한 뽕 품종 선택시 우수 품종으로 활용할 가치가 큰 것으로 판단되었다. 전북 지역에서 뽕나무를 심을 경우 내동성에 약한 ‘구문용’ 계통은 선택하지 않도록 주의해야 할 것이다.

2. 공시 계통 전체(15계통)의 뽕잎에 대한 항산화능을 품종별 및 시기별로 분석한 결과, 춘기 뽕잎의 경우 5개 엽기의 어린 뽕잎의 항산화능은 1380.1 nmol이었으며, 오디가 착색되기 직전에 채취한 뽕잎의 항산화능은 1611.8 nmol으로 다소 증가된 값을 나타냈다. 그러나 오디가 성숙함에 따라 뽕잎의 항산화능은 급격히 감소하였다.

3. 추기 뽕잎의 항산화능은 춘기 뽕잎의 항산화능에 비해 높았다. 즉 시기가 경과함에 따라 2109.8 nmol, 2,617.8 nmol, 3,311.5 nmol으로 증가하였다. 추기 1차(8월16일 채취)의 경우 ‘용천뽕’의 항산화능이 4026.7 nmol로 가장 높았으며, 다음으로 ‘불란서’가 2659.7 nmol의 항산화능을 나타냈다. 추기 2차(9월 15일 채취)에는 ‘갑선’과 ‘용천뽕’이 각각 3438.0 nmol, 3426.9 nmol로 높은 항산화능을 나타냈으며, 추기 3차(10월 17일 채취)의 경우 ‘용천뽕’(4439.1 nmol)과 ‘덕천상’(4307.7 nmol)의 항산화능이 높았다.

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.

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 Pulp. *J. Agric. Food Chem.* **53**: 2928~2935.

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

김현복, 고성혁, 석영식 (2006) 채취지역별 ‘청일뽕’의 뽕잎 및 뽕가지의 항산화능 비교. *한국잡사학회지* **48**(2): 41~45.

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 alba*. *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.

尹聖重, 李杭周 (1995) 蠶桑產物中 藥理成分 實用化 研究 1. 뽕잎 중 Flavonol Glycoside 成分의 品種 및 季節의 含量 變化. *農業 論文集*(’94博士後 研修過程) **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., Naczek, M. and Nesterowicz, J. (2005) Phenolic Acid Profiles in Some Small Berries. *J. Agric. Food Chem.* **53**: 2118~2124.