韓蠶學誌 53(2), 71~77 (2015)
J Seric Entomol Sci
http://dx.doi.org/10.7852/jses.2015.53.2.71
< 總 說 >

뽕나무 유전자원의 항산화능 비교

김현복[1]* · 석영식[2] · 서상덕[3] · 성규병[1] · 김성국[1] · 조유영[1] · 권해용[1] · 이광길[1]
[1]국립농업과학원, [2]강원도 농산물원종장, [3]충남 잠사곤충사업장

Anti-oxidative capacity of mulberry genetic resources

Hyun-bok Kim[1]*, Young-Seek Seok[2], Sang-Deok Seo[3], Gyoo Byung Sung[1], Sung-Kuk Kim[1], You-Young Jo[1], HaeYong Kweon[1] and Kwang-Gill Lee
[1]*National Academy of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Korea*
[2]*Gangwon-do Agricultural Product Registered Seed Station, Chuncheon 24410, Korea*
[3]*Chungcheongnam-do Sericultural and Entomology Experiment Station, Gongju, 32528, Korea*

(Received September 10, 2015, Revised October 21, 2015, Accepted October 26, 2015)

ABSTRACT

Much attention has been focused on the activity of the natural antioxidants present in fruits and vegetables, because potentially these components may reduce the level of oxidative stress. Especially, mulberry leaves containing many natural components are considerable resource for natural antioxidants. The antioxidant capacity of mulberry leaves was investigated with minilum L-100 device and ARAW-KIT (anti-radical ability of water-soluble substance), in comparison to the ascorbic acid. The antioxidant capacity of 16 varieties was 3303.4 nmol at opening stage of five leaves in spring. The highest stage of antioxidant capacity (3708.0 nmol) and yield rate was just before the coloration stage with anthocyanin in fruits, whereas the lowest stage was middle of June (2231.6 nmol) and about two months growing stage after summer pruning (2064.6 nmol). But after summer pruning, the antioxidant capacity of mulberry leaves increased gradually until just before fallen leaves stage. Even if samples were same variety, antioxidant effect of those showed different results according to collected regions. Also, antioxidant effect of mulberry leaves were higher than that of branches. The antioxidant capacity of yield-type mulberry leaves and fruits (Morus alba L., M. bombycis Koidz, and M. Lhou (Ser.) Koidz) collected from In-je, Won-ju and Yang-yang regions, Kang-won province, Korea, was investigated. The results indicated that total antioxidant capacity of yield-type mulberry leaves was 2711.2 nmol. In the antioxidant capacity analysis of Jeollabuk-Do genetic resources, autumn's mulberry leaves showed higher antioxidant capacity than that of spring's it. 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, Anti-oxidative capacity

서 론

국제사회는 지구 환경보존과 지속적인 개발을 목표로 기후 변화 협약과 생물 다양성 협약 등 국제적 이슈들을 규범화하는 등 공동 대처하고 있으며, 세계 각국은 자국의 이익과 직결되는 국제 규범 협상에 적극적으로 참여하면서 국익 확보에 전력을 다하고 있다. 국제적으로 관심이 큰 주요 국제규범들은 국내 농업에 직접적으로 영향을 미치고 있어 대응 전략 및 기술적 방안 마련이 시급한 실정이다.

특히 유전자원의 경우, 선진국들은 유전자원 확보에 주력하여 품종개발과 지적재산권을 강화하고 있으며, 자원보유국은 자국유전자원의 이용에 대한 이익공유 등 권리를 주장하고 있다. 농업유전자원은 생명산업을 통한 첨단기술개발 등에 활용되어 무한한 부가가치를 창출할 국가자원으로 그 중요성이 인식되고 있어 세계 각국은 유전

*Corresponding author. E-mail: hyunbok@korea.kr

자원의 관리체계구축에 주력하고 있으나, 인구증가와 산업발달로 인해 다양성은 급격히 감소하고 있는 추세이다.

뽕나무는 피자식물의 쌍자엽식물아강, 쐐기풀목(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 재배되고 있는 뽕나무속 식물은 1,000 품종에 가까우며, 분류자에 따라 Koidzumi(小泉, 1930)는 30종 10변종으로, Hotta(堀田, 1950)는 35종으로 분류하였다(The Korean Society of Sericultural Science & Department of Sericulture and Entomology, National Institute of Agriculture Science and Technology 2000).

단순히 누에의 사료공급원으로 인식되어 온 뽕나무가 1995년 이후 누에뿐 만 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 다량의 식이성 섬유소 뿐 만 아니라 다양한 생리활성물질을 함유하고 있으며, 항당뇨, 항고지혈증 등 여러 가지 생리적약리적 작용에 관한 연구결과들이 보고됨에 따라 기능성 식품, 화장품 및 의약품의 신소재로서 가능성을 제시하였다.

특히 항산화 활성(antioxidant activity)은 항산화 작용(antioxidant action)의 정도를 측정한다는 의미로써 산화과정에서 생성된 radical(基) 혹은 중간생성물의 총량이 항산화제에 의하여 소멸되는 정도를 의미하는데, free radical들은 인체 내에서 생체막에 존재하는 불포화 지방산을 산화시켜 막의 유동성을 저하하고, 효소와 receptor의 활성을 손상시키며, 막 단백질에 상해를 입혀 결국에는 세포의 불활성화를 일으키는 작용을 통하여 노화 및 각종 질병에 관여하는 것으로 알려짐으로써 그 중요성이 인식되고 있다(Dean et al. 1993).

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(Kim et al. 2006a, 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 and Varadacharyulu 2003, Lorenz et al. 2003, Chung et al. 2003, Oh et al. 2002, Sharma et al. 2001, Yen et al. 1996, Yun and Lee 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.

따라서 농촌진흥청 국립농업과학원에서는 고부가가치 천연물 산업 및 기능성 양잠산업의 소재로서 경쟁력이 있는 뽕나무의 자원화 및 이용기술을 개발하기 위한 기초자료로서 뽕나무로부터 시료를 채취하여 항산화능을 비교, 검색하였다.

재료 및 방법

항산화능 측정장치(minilum L-100, ABCD GmbH) 및 ARAW-KIT(anti-radical ability of water-soluble substance)를 사용하였으며, ascorbic acid를 표준물질로 사용하여 calibration curve를 작성하였다.

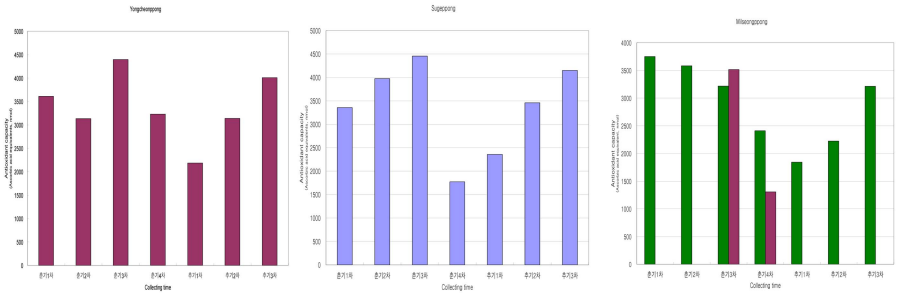
시료의 항산화능과 분석에 소요되는 전처리 시간을 고려하여 80% MeOH, 30 sec. vortex mixing 방법을 기준 전처리 방법으로 하였다.

본 론

1. 뽕나무 품종별시기별 뽕잎의 항산화능

‘개량뽕’, ‘청일뽕’, ‘신광뽕’, ‘밀성뽕’, ‘상일뽕’, ‘대륙뽕’, ‘수원뽕’, ‘검설뽕’, ‘청올뽕’, ‘신일뽕’, ‘수성뽕’, ‘수계뽕’, ‘청운뽕’, ‘용천뽕’, ‘수봉뽕’ 및 ‘홍올뽕’을 포함하여 모두 16 품종을 대상으로 한 뽕잎의 항산화능 분석에서 5개엽기의 어린 뽕잎의 항산화능은 3303.4 nmol로 높았으며, 오디가 착색되기 직전 3708.0 nmol으로 최대값을 나타낸 후 시기가 경과함에 따라 점차 감소 및 하벌 후 점차 증가하다가 뽕잎이 경화되기 직전 춘기 어린 잎 정도의 항산화능을 유지하는 것으로 나타났다.

품종과 채취시기를 종합하여 뽕잎의 항산화능 유형을 살펴보면 그림 1과 같이 3 그룹으로 분류할 수 있다. ‘개량뽕’, ‘청일뽕’, ‘신일뽕’, ‘수원뽕’, ‘용천뽕’ 및 ‘홍올뽕’ 6품종은 I형에 속하는데, 오디 착색 직전까지 항산화능이 증가하다가 오디가 익었을 때 가장 낮은 항산화능을 보인 후 추기에 점차 증가하는 양상이었다. II형에 속하는 ‘수성뽕’, ‘수계뽕’, ‘청운뽕’, ‘상일뽕’, ‘대륙뽕’ 및 ‘청올뽕’ 6품종은 전체적인 뽕잎의 항산화능의 변화 양상을 나타낸



Type I　　Type II　　Type III

Type I	Kaeryangppong, Cheongilppong, Sinilppong, Suwonppong, Yongcheonppong, Hongolppong
Type II	Suseongppong, Sugeppong, Cheongunppong, Sangilppong, Daeroukppong, Cheongolppong
Type III	Shingwangppong, Milseongppong, Keomseolppong, Subongppong

Fig. 1. Distribution type of antioxidant capacity of mulberry leaves according to varieties.

반면, '신광뽕', '밀성뽕', '검설뽕' 및 '수봉뽕' 4품종은 I형 또는 II형과 달리 춘기 어린 잎의 항산화능이 최대 값을 나타낸 후 뽕잎이 성숙함에 따라 항산화능은 감소하였으며, 추기에 다시 시기가 경과함에 따라 뽕잎의 항산화능이 증가하는 III형으로 분류되었다(Kim 2005a).

2. 채취지역별 뽕잎, 뽕가지의 항산화능

'청일뽕'에 대한 춘기 뽕잎의 채취지역별 항산화능을 비교한 결과(표 1), 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 증가하는 것으로 나타났다.

하벌 후 새로 나온 가지에서 자란 추기 뽕잎의 경우 춘기보다 높은 항산화능을 나타냈으며, 시기가 경과함에 따라 뽕잎의 항산화능도 점차 증가하는 경향을 나타냈다(표 2). 그러나 추기의 뽕잎을 이용하기 위해서는 뽕잎이 경화되기 전인 8월 하순 ~ 9월 초순 전에 채취하도록 한다(Kim et al. 2006b).

Table 1. Comparison of antioxidative ability of 'Cheongilppong' mulberry leaf according to different collection areas in spring (Ascorbic acid equivalents, nmol)

Collected 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 day, *: Sample were changed in quality.

Table 2. 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)
Chunchon	3883.2	820.1*	4628.0
Suwon	2727.3	500.2*	3072.5
Wanju	2827.1	4384.3	3812.0

( ) : Collection day, *: Sample were changed in quality.

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.

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 '청일뽕'의 뽕가지에 대한 항산화능을 분석한 결과, 춘기 뽕가지의 경우 채취시기별로 86.5 nmol, 123.3 nmol, 391.1 nmol의 항산화능을 보였

Table 3. 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 4. 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.

으며(표 3), 추기 뽕가지의 경우 299.5 nmol, 200.2 nmol, 292.5 nmol의 항산화능을 나타냈다(표 4). 춘기와 추기 모두 뽕잎에 비해 상당히 낮은 항산화능을 보임으로써 Jia et al.(1999)과는 다른 결론을 얻었다.

뽕가지의 항산화능은 춘기, 추기 모두 뽕잎에 비해 상당히 낮은 항산화능을 보였으나, 뽕가지를 채취하여 껍질과 목질로 분리하여 항산화능을 분석한 결과 춘기 뽕가지를 그대로 이용하는 것에 비해 껍질만을 이용할 경우 2~3배 높은 항산화능을 갖는 것으로 나타났다(표 3). 가을에 채취한 뽕가지는 8월 하순에 채취한 껍질이 가장 높은 항산화능을 나타냈으나 월동을 해야 하므로 이용적인 측면에서는 제한되는 점이 있다(표 4).

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.

3. 야생뽕의 항산화능

강원도 원주, 인제 및 양양 지역에서 자생하고 있는 야생 뽕나무의 뽕잎에 대한 전체적인 항산화능을 분석한 결과(Kim 2005b), 춘기 5개엽기의 어린 뽕잎의 항산화능이 가장 높았으며, 시기가 경과함에 따라 뽕잎의 항산화능은 점차 감소하는 경향이었다(그림 2).

특히 표 5에서 산상형의 특징을 갖는 No. 7 개체 뽕나무는 뽕잎의 항산화능이 높을 뿐 만 아니라 뽕나무의 생육 상태 및 오디의 결실 상태도 양호했으므로 기능성 및 오디생산용 육종 유전자원으로 이용할 가치가 있는 것으

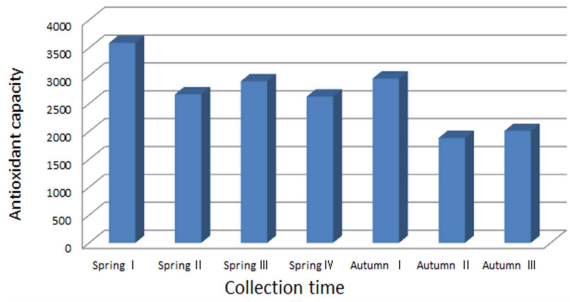


Fig. 2. Antioxidant capacity of yield type mulberry according to maturity stage.

Table 5. Antioxidant capacity according to maturity stages in yield type-mulberry leaves (Ascorbic acid equivalents, nmol)

Maturity stage		Spring				Autumn		
		I*	II	III**	IV	I	II	III***
Won-ju	No. 1	3202.5	2146.4	1753.7	3075.2	2916.6	2143.2	2974.9
	No. 2	2352.4	2048.2	2040.7	2472.2	2139.9	2063.3	1681.5
	No. 3	2994.3	3006.2	2815.2	1952.2	3464.6	2724.6	2319.0
In-je	No. 4	2816.3	2055.8	3247.8	2821.7	3029.9	1813.1	–****
	No. 5	3640.5	2786.1	3005.1	2307.1	2932.8	671.7	–
	No. 6	3939.3	2507.8	2165.8	2357.8	2994.3	398.8	–
	No. 7	6184.9	3640.5	4246.7	2191.7	4358.9	3331.9	–
Yang-yang	No. 8	4098.9	2611.3	3183.1	2741.9	2753.7	2467.9	1915.5
	No. 9	3667.4	2727.8	3847.6	3583.3	2369.7	1895.0	1569.3
	No. 10	2979.2	3124.8	2714.9	2753.7	2544.4	1323.3	1601.6

*: opening stage of five leaves, **: just before the coloration stage with anthocyanin in fruits, ***: just before fallen leaves stage, ****: Not detected.

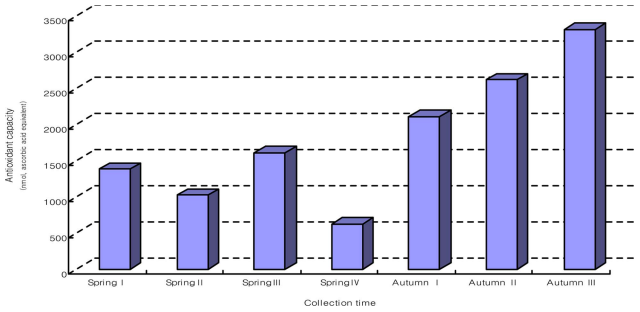


Fig. 3. Antioxidant capacity of mulberry leaves according to collection time.

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

Varieties	Autumn I	Autumn II	Autumn III
Bullanseo	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

로 판단되어 수집하여 증식하였다.

4. 전북 뽕 유전자원의 항산화능

전라북도에서 보유하고 있는 뽕나무 유전자원을 이용하여 뽕잎에 대한 항산화능을 품종별 및 시기별로 분석한 결과(그림 3), 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. 반면 추기 뽕잎의 항산화능은 춘기 뽕잎의 항산화능에 비해 높았다. 즉 시기가 경과함에 따라 증가하였다(Kim et al. 2007b).

추기 1차(8월16일 채취)의 경우 '용천뽕'의 항산화능이 4026.7 nmol로 가장 높았으며, 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(표 6).

Table 7. 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	Morus nigro	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
Palcheongsipyeong	621.26	Tunis 4	1114.79
Ficus 4x	784.69	Tunis 5	600.55
Mean		892.30	

5. 국내·외 수집 유전자원의 항산화능

국내외에서 수집되어 유리온실에서 보존 중인 뽕나무 유전자원 중 공시된 34계통의 평균 항산화능 값은 892.30

Table 8. Antioxidative capacities of some kinds of beverages including mulberry leaf tea (nmol, ascorbic acid equivalents)

Kinds of beverage	Coffee	Green tea added brown rice	*Polygonatum odoratum* tea	Black tea added lemon	Mulberry leaf tea	
					Drying in the shade	Roasting (3 times)
Anti-oxidative capacity	2,531.01	1,867.42	292.71	188.91	1,053.72	796.92

Table 9. Antioxidative capacities of drinking water soaked with mulberry leaf

(nmol, ascorbic acid equivalents)

Water of mulberry leaf soaked	Dilution concentration	
	x300	x500
Antioxidative capacity	919.32	891.96

nmol (ascorbic acid equivalents)로서 국내 장려뽕 및 야생뽕에 비해 상당히 낮았다(표 7).

그러나 우즈베키스탄에서 수집한 'BA 2', 일본 도입종 '흑상' 및 강원도 양양에서 채취한 '수산항 2'는 각각 2149.78 nmol, 1390.35 nmol, 1307.67 nmol로써 항산화능이 상대적으로 높았다(Kim et al. 2007a).

6. 다류의 항산화능

Kim et al.(2007a)은 실생활에서 일반인에게 널리 음용되고 있는 다류와 뽕잎차의 항산화능을 비교하였다(표 8). 커피의 항산화능은 2,531.01 nmol로 가장 높았으며, 다음으로 현미녹차의 항산화능은 1,867.42 nmol이었다.

뽕잎을 음건하여 제조한 뽕잎차의 항산화능은 1053.72 nmol이었고, 3회 덖음 처리한 뽕잎차의 항산화능은 796.92 nmol인 반면 둥글레차와 레몬홍차의 경우 각각 292.71 nmol, 188.91 nmol로 항산화능이 낮았다.

뽕잎에 300배, 500배의 물을 넣고 끓여 음용 수준으로 희석한 뽕잎물의 항산화능을 분석한 결과 각각 919.32 nmol, 891.96 nmol의 항산화능이 있음을 확인하였다(표 9).

결 론

지금까지 뽕 유전자원의 항산화능에 대해 품종별, 부위별, 채취시기별, 채취지역별, 국내외 수집 유전자원별로 살펴봄과 동시에 일반인이 가장 쉽게 접근할 수 있는 뽕잎차의 항산화능에 대해 타 음료와 비교 분석하였다. 이처럼 뽕잎은 항산화능이 우수할 뿐 아니라 가격이 저렴하며 다양한 효능이 보고됨에도 불구하고 열매인 오디에 비해 상대적으로 이용되지 못함으로써 농가소득에 도움이 되지 못하고 있다. 따라서 뽕잎의 소비를 촉진하고 농가소득을 높이기 위해서는 뽕잎차 이외의 다른 형태로의 용도 다양화 및 이용방법을 개발해야 할 것이다. 특히 뽕잎을 이용한 고부가 가공제품을 개발함에 있어 식감에 영향을 줄 수 있는 뽕잎 특유의 풋내를 제거하는 한편 소비자의 인식을 전환시킬 수 있는 홍보활동이 뒷받침 되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 어젠다사업(주관과제번호: PJ010817)의 지원에 의하여 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

References

Andallu B, Varadacharyulu NC (2003) Antioxidant role of mulberry (Morus indica L. cv. Anantha) leaves in streptozotocin-diabetic rats. Clinica Chimica Acta **338,** 3~10.

Chen PN, Chu SC, Chiou HL, Kuo WH, Chiang CL, Hsieh YS (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 KO, Kim BY, Lee MH, Kim YR, Chung HY, Park JH, Moon JO (2003) In-vitro and in-vivo anti-inflammatory effect of oxyresveratrol from *Morus alba* L. J Pharm Pharmacol **55**(12), 1695~1700.

Dai SJ, Ma ZB, Wu Y, Chen RY, Yu DQ (2004a) Guangsangons F-J, anti-oxidant and anti-inflammatory diels-alder type adducts, from *Morus macroura* Miq. Phytochemistry **65,** 3135~3141.

Dai SJ, Mi ZM, Ma ZB, Li S, Chen RY, Yu DQ (2004b) Bioactive diels-alder type adducts from the stem bark of *Morus macroura*. Planta Med **70**(8), 758~763.

Dai SJ, Wu Y, Wang YH, He WY, Chen RY, Yu DQ (2004c) New diels-alder type adducts from *Morus macroura* and their antioxidant activities. Chem Pharm Bull **52**(10), 1190~1193.

Dean RT, Gieseg S, Davies MJ (1993) Reactive species and their accumulation on radical damaged proteins. Trends Biochem Sci **18,** 437~441.

El-Beshbishy HA, Singag ANB, Sinkkonen J, 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 NMA, Genovese MI, Lajolo FM (2005) Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. J Agric Food Chem **53,** 2928~2935.

Jia Z, Tang M, Wu J (1999) The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry **64,** 555~559.

Kim AJ, Kim HB, Bang IS, Kim SY (2006a) The effects of mulberry fruit extract supplementation on the serum mineral contents and oxidative stress markers of middle-aged humans living in Choongnam area. Korean J Food Sci Technol **38**(2), 284~289.

Kim HB (2005a) Anti-oxidative capacity analysis of water-soluble substances according to varieties and maturity stages in mulberry leaves and fruits. Korean J Seric Sci **47**(2), 62~67.

Kim HB (2005b) Antioxidant capacity analysis of water-soluble substances according to maturity stages in yield-type mulberry leaves and fruits collected from Kang-Won province. Korean J Seric Sci **47**(2), 93~98.

Kim HB, Kang CK, Sung GB, Kang SW, Lee JR (2007a) Anti-oxidative capacity of mulberry leaf and its tea. Korean J Seric Sci **49**(1), 18~23.

Kim HB, Koh SH, Oh NK, Jeong JS, Sung GB, Hong IP, Chung IM, Lee KG (2007b) Agronomic characteristics and anti-oxidant capacity of mulberry genetic resources conserved by Jeollabuk-Do. Korean J Seric Sci **49**(2), 60~66.

Kim HB, Koh SH, Seok YS (2006b) Anti-oxidative effect of 'Cheongilppong' with mulberry leaves according to different collection areas and some kinds of mulberry branches. Korean J Seric Sci **48**(2), 41~45.

Lorenz P, Roychowdhury S, Engelmann M, Wolf G, Horn TFW (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 HC, Ko EK, Jun JY, Oh MH, Park SU, Kang KH, Lee HS, Kim YC (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, Machii H (2001) Mulberry moracins: scavengers of UV stress-generated free radicals. Biosci Biotehnol Biochem **65**(6), 1402~1405.

Tewari RK, Kumar P, Sharma PN (2005) Antioxidant responses to enhanced generation of superoxide anion radical and hydrogen peroxide in the copper-stressed mulberry plants. Planta **15,** 1~9.

The Korean Society of Sericultural Science & Department of Sericulture and Entomology, National Institute of Agriculture Science and Technology (2000) The history of Korea's sericulture technology for 100 years (1900-2000).

Yen GC, Wu SC, Duh PD (1996) Extraction and identification of antioxidant components from the leaves of mulberry(*Morus alba* L.). J Agric Food Chem **44,** 1687~1690.

Yun SJ, Lee WC (1995) Studies on the utilization of pharmacologically active constituents in mulberry 1. varietal and seasonal variations of flavonol glycoside content in leaves. RDA J Agri Sci **37,** 201~205.

Zadernowski R, Naczk M, Nesterowicz J (2005) Phenolic acid profiles in some small berries. J Agric Food Chem **53,** 2118~2124.