

강원도에서 채취한 야생 뽕잎의 생육 시기별 resveratrol 함량

김현복^{1*} · 김정봉¹ · 김선림¹ · 석영식² · 성규병¹
¹농촌진흥청, ²강원도 농산물원종장

Seasonal Resveratrol Contents of Wild-type Mulberry Leaves Collected from Gangwon Province in Korea

Hyun-bok Kim^{1*}, Jung-Bong Kim¹, Sun-Lim Kim¹, Young-Seek Seok² and Gyoo-Byung Sung¹

¹Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

²Gangwon Province Agricultural Product Registered Seed Station, Chuncheon 200-150, Korea

ABSTRACT

Resveratrol is naturally occurring phytoalexin compounds produced by grape berries, peanuts, pine tree, mulberry fruits and their products in response to stress such as fungal infection, heavy metal ions or UV irradiation. The objective of this study was to determine resveratrol contents in wild-type mulberry leaves (*Morus alba* L., *M. bombycis* Koidz, and *M. Lhou* (Ser.) Koidz) collected from Won-ju, In-je and Yang-yang regions, Gangwon province, Korea. Resveratrol contents in wild-type mulberry leaves were higher in Autumn's than in Spring's, and higher than 16 cultivar's. Among the samples, 'No. 3', collected from Won-ju region and 'No. 7' collected from In-je showed high resveratrol contents of 539 and 491 µg/100 g DW (dry weight; DW), respectively, through the collection time. Therefore, two mulberry trees might be promising as potent resources for mulberry breeding and functional material development.

Key words : Resveratrol, Wild-type, Mulberry leaves, Mulberry breeding

서 론

현재 세계 각국은 생물다양성에 대한 중요성을 인식하고 국가 경쟁력을 키우는 방안으로 유전자원 수집, 보존 및 이용 기술을 기반으로 유전자원의 관리체계 구축에 주력하고 있다.

2012년 현재 우리나라 뽕나무 유전자원은 620여 계통이 등록, 관리되어지고 있으며, 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 육성한 뽕잎용 품종 '신성뽕'과 오디용 품종 '대성뽕'(2004년 등록), '대자뽕'(2006년 등록), '대봉뽕'(2007년 등록), '수홍뽕'(2008년 등록), '심홍뽕'(2009년 등록) 및 '상베리'(2010년 등록) 6품종이 새롭게 추가되었다(성 등, 2005; 성 등, 2010; 성 등, 2011).

뽕잎을 비롯한 여러 가지 양잠산물은 옛날부터 생약제

로 다양하게 이용되어 왔으며, 최근 가바(GABA; γ -aminobutyric acid), 루틴(rutin) 등 여러 가지 생리활성물질과 혈당강하, 혈압강하, 콜레스테롤 저하, 항암효과, 항산화 등에 대한 연구결과들이 발표되면서 이제 양잠산물은 부가가치가 높은 식품 또는 의약품 등의 신소재로서의 이용가능성이 매우 큰 것으로 인식의 변화가 이루어지고 있다.

특히 뽕나무 열매인 오디에는 C3G(Kim & Kim, 2003), 루틴(Kim & Kim, 2004), 불포화지방산(Kim et al., 2003), 아미노산(Kim et al., 2004)과 더불어 레스베라트롤(Kim et al., 2005) 함량도 매우 높다.

레스베라트롤(*trans*-3,5,4'-trihydroxystilbene, $C_{14}H_{12}O_3$)은 UV 조사, 금속이온 혹은 *Botrytis cinerea*나 *Plasmopara viticola*에 의한 감염 등 생물학적, 비생물학적 스트레스에 대해 자신을 방어하기 위하여 만드는 항독성 물질(stilbene phytoalexin)이다(Dixon, 2001).

인체 내에서 혈소판 응집 억제(Pace-Asciak et al., 1995),

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

항산화 작용(Frémont et al., 1999), 항염증 작용(Subbaramaiah et al., 1999; MacCarrone et al., 1999), 암세포 성장 억제(Lee et al., 2004), 암 예방(Fontecative et al., 1998; Ragione et al., 1998) 및 피부의 탄력증진과 노화 예방 효과 등 다양한 생리활성을 갖는 것으로 알려져 있다(Frémont, 2000).

따라서 레스베라트롤을 함유하는 식물을 찾아내어 기능성 식품이나 의약품의 원료로 이용하고자 하는 연구가 추진되고 있는데, 현재까지 레스베라트롤의 공급원으로서 밝혀진 포도(Creasy & Coffee, 1988; Jeandel et al., 1991), 땅콩(Sanders et al., 2000; Sovolev & Cole, 1999; Sanders & McMichael, 1997; Sovolev et al., 1995; Arora & Strange, 1991; Ingham, 1976; Keen, 1975), 소나무 외에 뽕나무 오디가 새롭게 기대되고 있다.

Kim et al.(2005)은 뽕나무 열매인 오디에 레스베라트롤이 평균 78 mg/100 g DW(dry weight; DW)으로 다량 함유되어 있으며, 이는 레스베라트롤의 함량이 높은 것으로 알려진 포도, 땅콩보다 각각 156배, 780배 높다고 하였다. 또한 우리나라 최초의 오디생산용 품종으로 등록된 ‘대성뽕’ 오디의 레스베라트롤 함량은 124 mg/100 g DW으로 매우 높을 뿐 아니라 평균 단과중이 3.3 g으로 크기도 매우 크므로 오디를 이용한 와인 형태의 가공제품 개발시 이 품종의 오디를 선택한다면 기능성 및 이용성에서 유리할 것으로 판단하였으며 뽕잎의 레스베라트롤 함량에 대한 보다 면밀한 검토가 요구되어진다고 하였다.

따라서 본 연구는 우리나라 장려뽕에 대한 품종별, 채취시기별 뽕잎의 레스베라트롤 함량분석(Kim et al, 2011)에 이어 야생 뽕나무의 자원화 및 이용기술을 개발하기 위해 강원도 원주, 인제, 양양 3개 지역에서 생육 시기별로 채취한 야생 뽕나무의 뽕잎을 대상으로 레스베라트롤 함량을 분석함으로써 뽕 품종의 육종 효율을 높이는 동시에 기능성 및 이용 효율이 기대되는 뽕 유전자원을 선별하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

야생 뽕잎의 레스베라트롤 함량을 분석하기 위해 강원도 원주시 호저면 (No. 1~3), 인제군 (No. 4~7), 양양군 (No. 8~10) 3개 지역에서 생육이 양호하며 뽕잎 채취가 가능한 각각의 뽕나무 교목을 선정 후 표식 카드(labeling card)를 부착하였다. 원주지역의 뽕나무는 그늘진 산등성이에서 생육 중인 것을 채취하였고, 인제 지역의 뽕나무는 전나무 숲림에서 생육 중인 것으로서 잎이 작고 가지는 적갈색인 산상형의 뽕나무로서 생육조건이 불량한 3종과 양지의 산등성이에서 생육 중인 대형 교목의 뽕나무

무로서 가지는 적갈색을 띠며 오디결실이 좋은 1종을 채취하였다. 양양 지역의 뽕나무는 바닷가 근처의 양지바른 밭둑에서 자라고 있던 것으로서 잎이 크고 광택이 있으며 오디 결실이 양호한 개체로부터 채취하였다.

표식 카드가 부착된 뽕나무를 대상으로 생육시기별로 총 7회 채취하였다. 즉 춘기에는 5개엽기(5월 9일)를 기준으로 2주 간격(5월 23일, 6월 7일, 6월 20일)으로 4회 채취하였으며, 추기에는 9월 5일, 9월 20일 및 경화 직전인 10월 4일에 채취하였다. 단, 인제군의 야생뽕은 10월 4일에 이미 경화가 시작되어 시료 채취를 할 수 없었다.

채취한 뽕잎은 냉동건조(-82, 5mTorr, 24hr, ilShin vacuum tray freeze dryer, ilShin Lab Co., Ltd, Korea)하여 분말로 제조하였으며 레스베라트롤 함량 분석을 위한 시료로 사용하였다.

2. 레스베라트롤 추출

레스베라트롤은 Adrian et al.(1996)의 방법을 변형하여 추출하였다. 즉, 막자 사발을 이용하여 동결건조된 시료에 액체 질소를 투입하면서 분쇄하였다. 분쇄된 시료 1g에 메탄올-증류수(8:2 v/v) 용액 10 ml를 가하여 현탁시킨 후 초음파 처리기(Branson 5210, Branson Ultrasonics Corporation, Danbury, CT, USA)로 10분간 처리하여 추출하였다. 추출물을 함유한 용액을 10,000 g에서 15분간 원심분리한 후 상층액을 취하고 Sep-Pak C18(Waters, Milford, MA, USA)을 이용하여 용출하였고, 용출액을 40°C 이하에서 감압증발하여 오디 추출물을 얻었다. 한편, 시료를 추출하는 동안 트랜스형 레스베라트롤이 시스형으로 변환하는 것을 방지하기 위하여 빛이 차단된 환경에서 시료 처리가 이루어졌다.

3. HPLC 분석

오디의 레스베라트롤 함량은 HPLC 분석법에 의해 측정되었다. 추출된 시료를 200 µl의 메탄올에 녹여 HPLC에 주입하였다. HPLC는 펌프(Jasco PU-98), 인젝트(Jasco AS-950-10), 감지기(Jasco UV-975), 적분기(Computer-Brown software), 컬럼(XTerraTMRP18, 4.6 mm × 250 mm, 5 µm) 등으로 구성되었다. HPLC 분석 조건은 다음과 같다. Acetonitrile/water를 용매로 하여 gradient 조건 하에서 0.6 ml/min의 유동속도로 50분간 작동시켰다. 이때 시료 주입량은 20 µl이었고, 용매의 gradient 조건은 8분까지 4:6의 acetonitrile/water, 35분까지 1:9, 그리고 50분까지 다시 4:6으로 조정되었으며, 레스베라트롤 함량은 308 nm에서 측정되었다. 한편, 표준물질로는 Sigma Chemical Co.(St Louis, MO, USA)의 레스베라트롤을 구입하여 사용하였다.

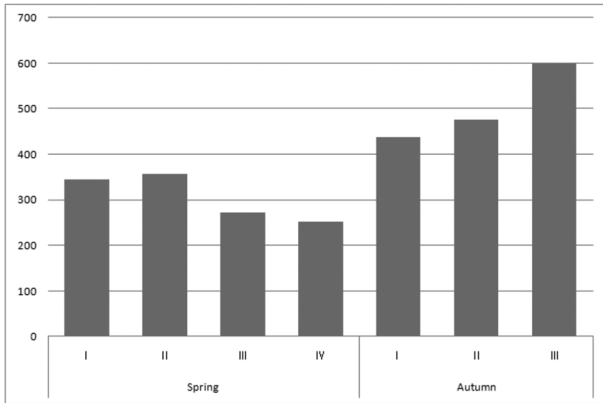


Fig. 1. Resveratrol content of wild type-mulberry leaves according to collecting time

결과 및 고찰

Kim et al.(2011)은 우리나라 장려뽕의 뽕잎을 채취하여 품종별 · 채취시기별로 레스베라트롤 함량을 분석한 결과 오디에 비해 상당히 낮은 함량을 나타냈으나 Kim et al.(2003)의 연구결과에서 레스베라트롤의 주요 공급원으로 보고한 포도 품종과 비교했을 때에는 추기의 뽕잎은 오히려 평균 함량이 4배 높다고 하였다. 또한 채취시기별 뽕잎의 평균 레스베라트롤 함량에 있어서는 추기의 뽕잎이 춘기보다 함량이 높았으며, 춘기의 뽕잎은 어린잎보다 성숙잎의 레스베라트롤 함량이 높다고 하였다.

강원도 원주, 인제, 양양 3개 지역에서 생육 단계별로 채취한 야생 뽕나무의 뽕잎을 대상으로 레스베라트롤 함량을 분석한 결과, 오디에 비해 평균 함량이 상당히 낮았으나 장려뽕에 비해서는 높은 경향을 나타냈다.

생육시기별 야생뽕잎의 평균 레스베라트롤 함량은 추기의 뽕잎이 춘기보다 함량이 높았다(그림 1). 즉 춘기 5개엽기 어린잎의 평균 레스베라트롤 함량은 344 µg/100 g이였으며 뽕잎의 생육시기가 경과함에 따라 356, 273, 253 µg/100 g DW이였다. 추기 뽕잎의 레스베라트롤 함량은 시기가 경과함에 따라 438, 476, 598 µg/100 g DW로 증가하였다. 따라서 레스베라트롤의 원료로서 뽕잎을 이용하고자 하는 경우 봄뽕보다는 가을뽕을 이용하는 것이 바람직하나, 야생의 뽕잎은 재배뽕에 비해 엽질이 매우 거칠고 불량하며 생육상황의 차이가 있다. 즉 봄뽕의 경우 1주일 정도 생육이 느리나 가을의 경우에는 인제 지역에서처럼 오히려 경화시기가 빠른 경향이 있으므로 채취시기를 잘 조절해야 할 것이다.

춘기 야생뽕잎의 생육 시기에 따른 각 개체별 레스베라트롤 함량은 표 1과 같다. 5개엽기 어린잎(5월 9일 채취)의 레스베라트롤 함량은 224-465 µg/100 g DW으로서 평

Table 1. Resveratrol contents according to collecting time in wild type-mulberry leaves in Spring. (µg/100 g DW)

Collecting areas	Collecting time	5th leaf	The	The latter	The
		opening	middle of	middle of	middle of
		stage	May	May	June
Won-ju	No. 1	225	384	253	360
	No. 2	465	500	234	37
	No. 3	441	517	297	313
In-je	No. 4	343	577	205	201
	No. 5	283	66	1,098	457
	No. 6	293	274	191	274
	No. 7	391	610	37	516
Yang-yang	No. 8	224	127	118	102
	No. 9	429	226	219	71
	No. 10	348	278	80	196

Table 2. Resveratrol contents according to collecting time in wild type-mulberry leaves in Autumn. (µg/100 g DW)

Collecting areas	Collecting time	The middle	The middle	The middle
		of	of	of
		August	September	October
Won-ju	No. 1	489	456	647
	No. 2	410	513	596
	No. 3	685	816	703
In-je	No. 4	278	335	-
	No. 5	282	372	-
	No. 6	377	92	-
	No. 7	574	816	-
Yang-yang	No. 8	729	611	747
	No. 9	376	425	531
	No. 10	182	328	363

균 함량은 장려뽕 뽕잎의 함량보다 3배 높았다. 원주에서 채취한 No. 2, 3, 인제의 No. 7 및 양양의 No. 9 개체에서 채취한 뽕잎의 레스베라트롤 함량은 각각 465 µg/100 g DW, 441 µg/100 g DW, 391 µg/100 g DW, 429 µg/100 g DW으로 평균함량보다 높았다.

5개엽기 이후 2주 더 자란 야생뽕잎(5월 23일 채취)의 레스베라트롤 함량은 66-610 µg/100 g DW을 나타냈으며, No. 1, 2, 3, 4, 7 개체의 뽕잎은 각각 384 µg/100 g DW, 500 µg/100 g DW, 517 µg/100 g DW, 577 µg/100 g DW, 610 µg/100 g DW으로서 평균 함량보다 높았다.

6월 7일에 채취한 야생뽕잎의 레스베라트롤 함량은 37~1,098 µg/100 g DW으로 개체간 변이가 매우 컸다.

6월 20일에 채취한 야생뽕잎의 경우 원주 지역의 No. 1, 3과 인제 지역의 No. 5, 7 개체의 레스베라트롤 함량이 각각 360 µg/100 g DW, 313 µg/100 g DW, 457 µg/100 g

DW, 516 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$ 으로 평균 함량보다 높았다.

추기 뽕잎의 생육 시기에 따른 각 개체별 레스베라트롤 함량은 표 2와 같다. 9월 5일에 채취한 야생뽕잎의 경우 182~729 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$ 으로 하벌 후 새로 자란 장려뽕 품종의 레스베라트롤 함량과 큰 차이가 없었다. No. 1, 3, 7, 8 개체의 뽕잎은 각각 489 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$, 685 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$, 574 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$, 729 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$ 으로서 평균 함량보다 높았다.

9월 20일에 채취한 야생 뽕잎의 경우 No. 2, 3, 7, 8 개체의 뽕잎은 각각 513 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$, 816 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$, 816 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$, 611 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$ 으로서 평균 함량보다 높았다.

10월 4일에 채취한 야생 뽕잎의 경우 No. 1, 3, 8 개체의 뽕잎은 각각 647 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$, 703 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$, 747 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$ 으로서 평균 함량보다 높았으나 장려뽕 품종과 마찬가지로 이 시기의 뽕잎은 경화 직전의 뽕잎으로서 엽질이 매우 거칠기 때문에 직접 식용으로의 이용 가능성은 매우 적다. 따라서 피부 탄력 증진을 위한 기능성 화장품 등에 첨가하는 추출물 등 용도 개발이 이루어져야 할 것이다.

이상에서 장려뽕 품종의 뽕잎과 비교하여 추잠기 누에 사육을 위해 뽕나무를 하벌하는 방법보다는 계절적 환경이 더욱 스트레스로 작용하여 추기 뽕잎의 레스베라트롤 함량을 증가시키는 것으로 판단되었다.

또한 원주 지역의 No. 3 개체의 야생 뽕잎은 생육시기 모두 평균 함량보다 높았으며 전체 평균 539 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$ 으로서 10개체의 뽕나무 중 가장 높은 함량을 나타냈다. 다음으로 인제 지역의 No. 7 개체의 뽕잎은 전체 평균 491 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$ 으로 높았다. 따라서 두 개체의 뽕나무는 레스베라트롤 함량이 높은 자원으로 선발하여 육종소재 및 이용 가능성을 검토할 필요가 있을 것이다.

Kim et al. (2011)은 뽕잎 채취 후 저장 온도에 따라 뽕잎의 레스베라트롤 함량 차이가 있으며, -20°C 또는 -70°C 의 냉동고에 보관하는 방법보다는 수세 후 바로 실온에 음건하는 경우 뽕잎의 레스베라트롤 함량이 높으므로 일반인들이 뽕잎을 적용하기에 바람직한 결과라고 하였다. 따라서 레스베라트롤의 이용을 위해서는 장려뽕보다는 야생 뽕잎을 채취하여 음건하는 방법이 레스베라트롤의 함량이 높을 것으로 기대된다.

적 요

야생 뽕나무의 자원화 및 이용기술을 개발하기 위해 강원도 원주, 인제, 양양 3개 지역에서 생육 단계별로 채취한 야생 뽕나무의 뽕잎을 대상으로 레스베라트롤 함량을

분석함으로써 뽕 품종의 육종 효율을 높이는 동시에 기능성 및 이용 효율이 기대되는 뽕 유전자원을 선발하고자 하였다.

야생 뽕잎의 레스베라트롤 함량은 오디에 비해 평균 함량이 상당히 낮았으나 장려뽕에 비해서는 높은 경향을 나타냈다.

생육시기별 야생 뽕잎의 평균 레스베라트롤 함량은 추기의 뽕잎이 춘기보다 함량이 높았다. 즉 춘기 5개엽기 어린잎의 평균 레스베라트롤 함량은 344 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 이었으며 뽕잎의 생육시기가 경과함에 따라 356 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$, 273 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$, 253 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$ 이었다. 추기 뽕잎의 레스베라트롤 함량은 시기가 경과함에 따라 438 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$, 476 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$, 598 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$ 로 증가하였다. 따라서 레스베라트롤의 원료로서 뽕잎을 이용하고자 하는 경우 봄뽕보다는 가을뽕을 이용하는 것이 바람직하며, 수세 후 바로 실온에 음건하여 사용하는 방법이 레스베라트롤의 함량이 높을 것으로 판단되었다.

원주 지역의 No. 3 개체의 야생 뽕잎은 생육시기 모두 평균 함량보다 높았으며 전체 평균 539 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$ 으로서 10개체의 뽕나무 중 가장 높은 함량을 나타냈다. 다음으로 인제 지역의 No. 7 개체의 뽕잎은 전체 평균 491 $\mu\text{g}/100\text{ g DW}$ 으로 높았다. 따라서 두 개체의 뽕나무는 레스베라트롤 함량이 높은 육종소재 및 이용 가능성을 검토할 만한 자원으로 선발하였다.

인 용 문 헌

- Adrian M, Jeandet P, Bessis R, Joubert JM (1996) Induction of phytoalexin (resveratrol) synthesis in grapevine leaves treated with aluminum chloride (AlCl_3). *J Agric Food Chem* **44**, 1979~1981.
- Arora MK, Strange RN (1991) Phytoalexin accumulation in groundnuts in response to wounding. *Plant Sci* **78**, 157~163.
- Creasy LL, Coffee M (1988) Phytoalexin production potential of grape berries. *J Am Soc Hortic Sci* **113**, 230~234.
- Dixon RA (2001) Natural products and plant disease resistance. *Nature* **411**, 843~847.
- Fontecave M, Lepoivre M, Elleingand E, Gerez C, Guittet O (1998) Resveratrol, a remarkable inhibitor of ribonucleotide reductase. *FEBS Lett* **421**(3), 277~279.
- Frémont L (2000) Biological effects of resveratrol. *Life Sci* **66**, 663~673.
- Frémont L, Belguendou L, Delpal S (1999) Antioxidant activity of resveratrol and alcohol-free wine polyphenols related to LDL oxidation and polyunsaturated fatty acids. *Life Sci* **64**, 2511~2521.
- Ingham JL (1976) 3,5,4'-Trihydroxystilbene as a phytoalexin from groundnuts (*Arachis hypogaea*). *Phytochemistry* **15**, 1791~1793.
- Jeandel P, Bessis R, Gautheron B (1991) The production of

- resveratrol (3,5,4'-trihydroxystilbene) by grape berries in different developmental stages. *Am J Enol Vitic* **41**, 41~46.
- Keen NT (1975) The isolation of phytoalexins from germinating seeds of *Cicer arictinum*, *Vigna sinensis*, *Arachis hypogaea* and other plants. *Phytopathology* **65**, 91~92.
- Kim DJ, Kim SG, Kim MH, Lee HB, Lee JS (2003) Analysis of trans-Resveratrol Contents of Grape and Grape Products Consumed in Korea. *Korean J Food Sci Technol* **35**(5), 764~768.
- Kim HB, Kim SL (2003) Identification of C3G(cyanidin-3-glucoside) from Mulberry Fruits and Quantification with Different Varieties. *Korean J Seric Sci* **45**(2), 90~95.
- Kim HB, Kim SL (2004) Quantification and Varietal Variation of Rutin in Mulberry Fruits. *Korean J Seric Sci* **46**(1), 1~5.
- Kim HB, Kim JB, Kim SL (2005) Varietal Analysis and Quantification of Resveratrol in Mulberry Fruits. *Korean J Seric Sci* **47**(2), 51~55.
- Kim HB, Kim JB, Kim SL, Koh SH, Seok YS, Kim YS, Sung GB, Kang PD (2011) Quantitative Analysis of Resveratrol in Mulberry Leaves. *Korean J Crop Sci* **56**(1), 23~28.
- Kim HB, Kim SL, Kang SW (2004) Varietal Analysis and Quantification of Amino Acid in Mulberry Fruits. *Korean J Seric Sci* **46**(2), 47~53.
- Kim HB, Kim SL, Sung GB, Nam HW, Chang SJ, Moon JY (2003) Quantification and Varietal Variation of Fatty Acids in Mulberry Fruits. *Korean J Seric Sci* **45**(2), 75~79.
- Lee HS, Sur EY, Kim WK (2004) Resveratrol Induces Apoptosis in SW480 Human Colon Cancer Cell Lines. *Food Sci Biotechnol* **13**(1), 80~84.
- MacCarrone M, Lorenzon T, Guerrieri P, Agro AF (1999) Resveratrol prevents apoptosis in K562 cells by inhibiting lipoxigenase and cyclooxygenase activity. *Eur J Biochem* **265**, 37~34.
- Pace-Asciak CR, Hahn SE, Diamandis EP, Soleas G, Goldberg DM (1995) The red wine phenolics trans-resveratrol and quercetin block human platelet aggregation and eicosanoid synthesis: implications for protection against coronary heart disease. *Clin Chim Acta* **235**, 207~219.
- Ragione FD, Cucciolla V, Borriello A, Pietra VD, Racioppi L, Soldati G, Manna C, Galletti P, Zappia V (1998) Resveratrol arrests the cell division cycle at S/G2 phase transition. *Biochem Biophys Res Commun* **250**(1), 53~58.
- Sanders TH, McMichael RW (1997) Occurrence of resveratrol in edible peanuts. *Book of Abstract, Las Vegas, NV; American Chemical Society: Washington, DC. Abstr. AGFD* **214**, 33.
- Sanders TH, McMichael RW, Hendrix KW (2000) Occurrence of Resveratrol in Edible Peanuts. *J Agric Food Chem* **48**, 1243~1246.
- Sobolev VS, Cole RJ (1999) trans-Resveratrol content in commercial peanuts and peanut products. *J Agric Food Chem* **47**, 1435~1439.
- Sobolev VS, Cole RJ, Dorner JW, Yagen B (1995) Isolation, purification, and liquid chromatographic determination of stilbene phytoalexins in peanuts. *J Assoc Off Anal Chem Int* **78**, 1177~1182.
- Subbaramaiah K, Michaluart P, Chung WJ, Tanabe T, Telang N, Dannenberg AJ (1999) Resveratrol inhibits cyclooxygenase-2 transcription in human mammary epithelial cell. *Ann N Y Acad Sci* **889**, 214~223.
- 성규병, 김현복, 강필돈, 김현숙, 김중선, 구희연, 서상덕, 이진근. (2011) 새로 육성한 오디 생산용 뽕나무 품종 “상베리”의 특성. 제54회 (사)한국잠사학회 정기 총회 및 잠사·산업곤충분야 춘계 학술대회. **54**(1), 44.
- 성규병, 김현복, 강필돈, 이광길. (2010) 오디 생산용으로 육성한 뽕나무 품종들의 종류 및 특성. 제53회 한국잠사학회 추계 학술연구발표회. **53**(2), 41.
- 성규병, 남학우, 이상욱, 김현복, 홍인표, 남성희, 손봉희, 정인모. (2005) 새로 육성한 뽕잎 생산용 “신성뽕”의 특성. 제48회 한국잠사학회 추계 학술연구 발표회. **48**(2). 35.