

포도와 포도 가공품에 함유되어 있는 *trans*-resveratrol의 함량 분석

김대중 · 김상균 · 김명희¹ · 이희봉 · 이준수*

충북대학교 식품공학과, 생물건강산업개발연구센터, ¹한국식품개발연구원

Analysis of *trans*-Resveratrol Contents of Grape and Grape Products Consumed in Korea

Dae-Jung Kim, Sang-Kyun Kim, Myunghee Kim¹,
Hee-Bong Lee and Junsoo Lee*

Department of Food Science and Technology, Research Center for Bioresource and Health,

Chungbuk National University

¹Korea Food Research Institute

Resveratrol is naturally occurring phytoalexin compounds produced by grape berries, peanuts, and their products in response to stress such as fungal infection, heavy metal ions or UV irradiation. The objective of this study was to develop a reliable high-performance liquid chromatographic method for the quantitative determination of *trans*-resveratrol in grape and its products. The *trans*-resveratrol was separated isocratically on Nucleosil 100-5 C18 column, using a mobile phase containing acetonitrile : water (40 : 60, v/v), detected by UV detector at 306 nm and the flow rate was 0.3 mL/min. Under this analytical condition, the recoveries of *trans*-resveratrol in grape, wine, and grape juice were 92.35, 104.72, and 91.08, respectively. Limit of detection in grape, wine, and grape juice were 14.5 ng/g, 3.62 ng/mL, and 4.02 ng/mL. Also, limit of quantitation in grape, wine, and grape juice were 14.8 ng/g, 3.69 ng/mL, and 4.10 ng/mL. Assay values of 32 grape varieties, 9 wines, and 9 grape juices were ranged from trace amount to 207.1 µg/100 g, from 5.4 to 275.7 µg/L, and from 63.3 to 751.6 µg/L, respectively.

Key words: *trans*-resveratrol, grape, wine, grape juice, analysis

서 론

trans-Resveratrol(3,4',5-trihydroxy-*trans*-stilbene)은 UV조사, 금속이온 혹은 *Botrytis cinerea*나 *Plasmopara viticola*에 의한 감염 등의 생물학적, 비생물학적 스트레스에 대해 여러 종류의 식물(소나무, 땅콩, 포도나무 등)에서 합성되는 방어물질 중의 하나이다.^(1,2) *trans*-Resveratrol의 기능은 인체 내에서 혈소판 응집 억제, 심혈관계질환 방지, 그리고 혈액순환과 지질대사에도 영향을 준다. 즉 triacylglycerol의 수준을 감소시키며 저밀도 지질의 산화를 방지함으로서 간 보호와 산화방지, 동맥경화방지 그리고 최근에는 항암작용과 β-hexosaminidase를 억제함으로서 알러지 예방 등의 효과가 있다고 보고된 바 있다.⁽²⁻⁶⁾ 또한 *trans*-resveratrol의 glucoside polydatin인 “Kojo-kon”은 오랜 세월 염증과 동맥경화증의 치료제로서 민

간에서 사용되기도 하였다.⁽⁷⁾

trans-Resveratrol의 주요 공급원으로 포도와 땅콩 그리고 그들의 가공품을 들 수 있다. 그 중 포도주는 백포도주보다 적포도주에 그 함량이 많으며 포도주를 만드는 제조업자의 숙련도, 포도주내의 *Botrytis* 양, 포도 분쇄 후 발효시간 등의 요인에 의해 크게 영향을 받는다.^(6,8,9) 최근 연구에서는 AlCl₃을 직접 포도 잎에 처리⁽¹⁰⁾하거나 UV조사,⁽¹¹⁾ Rhizopus균 접종⁽¹²⁾ 등으로서 *trans*-resveratrol을 증가시킬 수 있음을 보고하였다. *trans*-Resveratrol을 분석하는 분석기기로는 high-performance liquid chromatography(HPLC)와 gas-chromatography(GC)가 많이 이용되어 왔으며 최근에는 소량의 시료 양으로도 분석 가능한 capillary electrophoresis(CE)가 이용되기도 한다. Kim 등,⁽²⁾ Sato 등⁽¹³⁾ 그리고 Pezet 등⁽⁸⁾ 등은 포도주내의 *trans*-resveratrol을 HPLC를 이용하여 분석하였으며 Arce 등⁽¹⁴⁾과 Prasongsidh 등⁽¹⁵⁾은 CE를 이용하여 분석 보고하였다.⁽¹⁶⁾ 포도와 그 가공품들(포도주, 포도쥬스) 내의 *trans*-resveratrol을 분석한 본 실험에서는 HPLC/UV를 이용하여 실험을 수행하였다.

현재까지 국외에서는 포도주를 제조한 연도와 품종에 따른 *trans*-resveratrol 함유량이 조사되어 있으나, 국내에서는

*Corresponding author : Junsoo Lee, Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University, 48 Gaesin-dong, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea

Tel: 82-43-261-2566
Fax: 82-43-271-4412
E-mail: junsoo@chungbuk.ac.kr

Kim 등⁽²⁾이 한 종류(Noul)의 포도주만을 분석 보고하였다. 따라서 본 연구는 국내산 포도와 더불어 국내에서 유통되고 있는 여러 종류의 국·외산 포도주 및 포도쥬스에 함유되어 있는 *trans*-resveratrol의 분석방법을 확립하고 그 함량을 보고하고자 하였으며, 이와 함께 분석방법의 검증을 위해 회수율, 재현성 그리고 반복성을 살펴보았다.

재료 및 방법

실험 재료 및 시약

32품종의 포도는 옥천 포도시험장에서 2002년 9월경 구입하였으며 포도주와 포도쥬스 각각 9종류는 충북 청주의 대형마트에서 2002년 5~6월경에 구입하여 분석하였다. *trans*-Resveratrol 표준시약과 NaCl은 Sigma Co.(USA) 제품을 그 밖의 HPLC용 시약으로 methanol, ethanol, ether, ethyl acetate 등의 유기용매와 물은 J. T. BAKER(USA) 제품을 사용하였다.

시료의 전처리

포도 일정량(과피와 씨 포함)을 분쇄기(SMT PROCESS HOMOGENIZER, Japan)로 10분간(10,000~15,000 rpm) 분쇄 후 25 g을 취하여 methanol 50 mL을 첨가하였다. 그 후 Polytron® 균질기(Ultra Turrax T25 basic IKA Labortechnik, Malaysia)를 사용하여 다시 균질화한 뒤 원심분리(10,000 rpm, 10 min; Visionscientific Co., VS-15CF, Korea)를 실시하여 침전물을 제거하였다. 상등액은 methanol을 사용하여 100 mL로 정용하였다. 시료액 50 mL을 40°C에서 감압농축(EYELA, N-

1000, Japan)하여 건조시킨 뒤 동량의 물을 첨가 후 separatory funnel로 옮긴다. 100 mL chloroform으로 불순물을 제거한 후 ethyl acetate을 사용하여 추출하였다. 포화 NaCl용액으로 ethyl acetate 추출액을 세척한 후 감압농축(40°C)하여 methanol : water(8 : 2, v/v) 용액 5 mL에 용해시켜 HPLC에 주입하였다.⁽¹⁷⁾ 포도주는 50 mL을 취하고 50 mL ether을 첨가하여 혼합시킨 뒤 ether층만을 수집하였다. 추출액은 감압농축(40°C)하여 이동상(acetonitrile : water = 40 : 60, v/v) 5 mL에 용해시켜 사용하였으며 포도쥬스는 45 mL 포도쥬스에 에탄올 5 mL을 첨가한 후 50 mL ether로 추출하였다. 추출액은 감압농축(40°C)하여 이동상 5 mL에 용해시킨 뒤 HPLC에 주입하여 분석하였다.

기기분석 조건

포도와 포도가공품들에 함유되어 있는 *trans*-resveratrol의 함량은 HPLC(Young-Lin, M930, Korea)을 이용하여 분리·정량하였으며 column은 Nucleosil 100-5 C18 (4.0×250 mm, 5 μm, Agilent, USA), 검출기는 UV(Young-Lin, M720, Korea) 검출기를 사용하여 306 nm의 파장에서 측정하였다. 이동상은 acetonitrile : water(40 : 60, v/v), 유속은 0.3 mL/min이었으며 최종 주입되는 양은 20 μL이었다.

결과 및 고찰

포도, 포도주 및 포도쥬스의 *trans*-resveratrol 함량분석

32품종 포도의 *trans*-resveratrol 함량은 Table 1에 나타내었다. 본 연구에서 분석한 32품종의 포도 평균 함량은 25.94

Table 1. Concentrations of *trans*-resveratrol in 32 grape varieties¹⁾

Varieties	Content (μg/100 g)	Varieties	Content (μg/100 g)
<i>Vitis vinifera, vitis labrusca</i>	New York muscat 71.46 (81.58 ²⁾)	Rehealrescol 207.14 (82.6)	
	Campbell early 19.59 (86.26)	Royal 79.41 (83.57)	
	Fujiminori 19.02 (86.27)	Rizamat 46.46 (85.26)	
	Izukakyoho 18.65 (84.89)	Maniquer finger 21.94 (82.78)	
	Pione 14.01 (85.57)	Gapbiro 21.57 (83.55)	
	Hachonkyoho 13.88 (86.16)	Kyongok 20.81 (83.73)	
	Hongsanun 11.52 (84.29)	Molgensen 18.23 (81.64)	
	Bakbong 11.51 (84.13)	Setogiant 14.44 (82.82)	
	Hongbusa 10.19 (83.10)	Gapju 12.99 (82.77)	
	Tobukyoho 8.85 (84.45)	Jukyoung 12.64 (81.98)	
	Akiqueen 7.65 (81.61)	Muscat alexantria 11.75 (83.41)	
	Kyoho 7.52 (84.27)	Rubirumascat 8.41 (82.99)	
	Gochu 5.99 (85.03)	Unicon 6.71 (84.77)	
	Hongidu 3.82 (82.95)	<i>Vitis vinifera, v. labrusca, v. lincecumii</i>	
	Redqueen 2.92 (82.21)		
	Jaok 2.88 (81.23)		
	Blackolympia Tr ³⁾ (83.62)	MBA 83.96 (83.66)	
<i>Vitis vinifera, vitis labrusca, v. bourquiana</i>	Delaware 33.11 (80.02)		

¹⁾All samples were assayed in duplicate.

²⁾The numbers in parenthesis represent moisture content (%).

³⁾Trace amount (less than limit of quantitation).

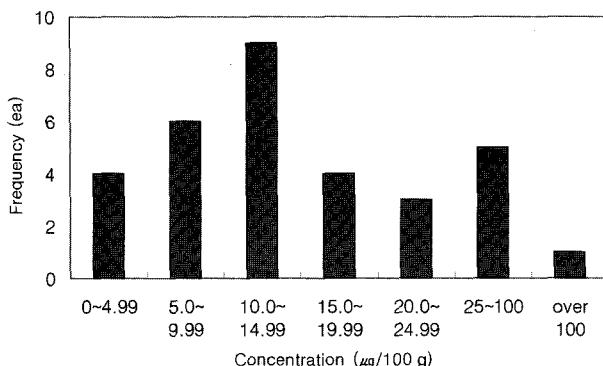


Fig. 1. Frequency histogram of *trans*-resveratrol content in 32 grape varieties.

Table 2. Concentrations of *trans*-resveratrol in 9 wines¹⁾

Foreign wine		Domestic wine	
Samples	Content ($\mu\text{g}/\text{liter}$)	Samples	Content ($\mu\text{g}/\text{liter}$)
A	233.76	F	51.24
B	275.66	G	15.76
C	9.90	H	6.37
D	24.06	J	5.41
E	11.90		

¹⁾All samples were assayed in duplicate.

$\mu\text{g}/100 \text{ g}$ 이었고 그중 Rehealrescol¹⁾이 $207.14 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 가장 많이 함유하고 있었으며, Blackolympia가 $0.76 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 가장 적게 분석되어졌다. 본 연구에서 분석되어진 값은 Waterhouse 등과⁽¹⁸⁾ Romeo-Pérez 등⁽¹⁾들의 분석치에 비해 낮았으며 이는 *trans*-resveratrol이 주로 존재하는 포도과피 뿐만 아니라 과육을 포함하여 분석했기 때문으로 생각한다. 전체 32품종의 포도에 존재하는 *trans*-resveratrol 함량 분포도는 Fig. 1에 나타내었으며 분포도에서 보는 것처럼 *trans*-resveratrol 함량이 $0.76 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 에서 $207.14 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ 으로 다양하게 분포되어 있었으며 32품종을 학명으로 분류하여 보았으나 교배 종들로서 서로간의 상호관계는 찾아 볼 수가 없었다.(Table 1) 또한 9종류의 포도주 내 *trans*-resveratrol 함량 분석 결과, sample B가 $275.66 \mu\text{g}/\text{L}$ 로 가장 많았으며, sample J는 $5.41 \mu\text{g}/\text{L}$ 로 가장 적었다. 포도주중에서도 외산과 국내산으로 분류하여 보았을 경우 Table 2처럼 외산이 국내산에 비하여 *trans*-resveratrol의 함유량이 높았다. 포도, 포도주 그리고 포도쥬스의 크로마토그램 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 그중 포도주의 크로마토그램은 Lamuela-Raventós 등⁽⁵⁾과 Roggero 등⁽¹¹⁾ 등이 분석한 크로마토그램에서와 마찬가지로 *cis*-resveratrol을 확인 할 수가 있었다. 이는 포도주 제조 시 함유되어 있던 *trans*-resveratrol이 유통되는 과정 중 여러 가지 요인으로 인하여 *cis*-형으로 전환된 것으로 생각된다. 또한 Dourouglou 등⁽¹⁹⁾과 Lamuela-Raventós 등⁽⁵⁾을 비롯한 이전의 연구보고에서는 포도주 내 *trans*-resveratrol 함유량이 미량에서 $0.6 \text{ mg}/\text{L}$ 로 보고한 바가 있으며 그 외 Fremont⁽⁶⁾는 적포도주 내의 *trans*-resveratrol 함량이 $0.02\sim13.4 \text{ mg}/\text{L}$ 사이거나 그 이상으로 존재한다고 보고한 적도 있다. 이는 포도주를 만드는 제조자의 숙련도, 제조과정 그리고 지역, 기후, 곱팡이의 감

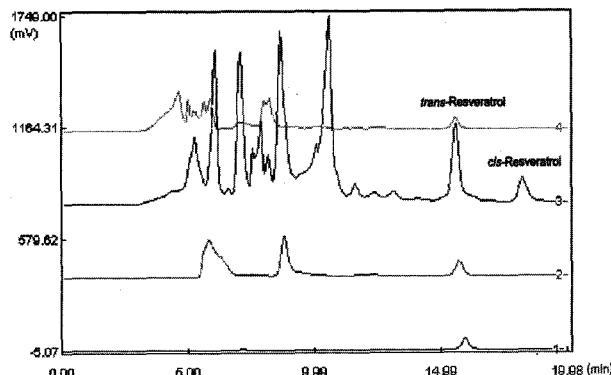


Fig. 2. Representative chromatograms of analysis of grape, wine and grape juice at 306 nm.

Line 1: Chromatogram of standard *trans*-resveratrol.

Line 2: Chromatogram of grape sample.

Line 3: Chromatogram of wine sample.

Line 4: Chromatogram of grape juice sample.

Table 3. Concentration of *trans*-resveratrol in 9 grape juices¹⁾

Brands	Content ($\mu\text{g}/\text{liter}$)	Brands	Content ($\mu\text{g}/\text{liter}$)
I	751.55	VI	170.20
II	493.75	VII	144.70
III	383.70	VIII	74.60
IV	375.85	IX	63.25
V	176.40		

¹⁾All samples were assayed in duplicate.

염 등 여러 가지 요소에 의하여 같은 품종이라도 *trans*-resveratrol의 함유량이 차이나는 것으로 사료된다.

9 종류의 포도쥬스 내에 *trans*-resveratrol 함유량을 분석한 결과는 Table 3에 나타내었다. 그 중 sample I은 $751.55 \mu\text{g}/\text{L}$ 로 가장 많이 존재하였다. 이는 농축된 포도쥬스의 형태로서 *trans*-resveratrol이 농축의 과정을 거치면서 그 함유량이 높아진 것으로 보인다. 또한 가장 적은 양으로 분석된 sample IX의 *trans*-resveratrol 함유량은 $63.25 \mu\text{g}/\text{L}$ 이었다. 이전의 연구 보고에서는 Soleas 등⁽²⁰⁾이 포도를 분쇄·여과하여 분석하였을 때 $3\sim15 \mu\text{g}/\text{L}$ 의 *trans*-resveratrol 함유량을 보고하였으며 Romero-Pérez 등⁽²¹⁾은 소량부터 $1.09 \text{ mg}/\text{L}$ 의 *trans*-resveratrol 함유량을 분석 보고하였다.

이상에서 분석한 포도주와 포도쥬스 각각 9종류들의 평균값은 Fig. 3에 나타내었으며 포도쥬스가 포도주보다 *trans*-resveratrol 함유량이 많았다. 이는 포도쥬스를 제조하는 포도 품종으로 Campbell early, Conord 혹은 Muscat baily A (MBA)로서 품종차별의 *trans*-resveratrol 함유량이 높고(Table 1) 포도쥬스 제조 시 포도농축 과즙액을 희석함으로서 농축 과즙액의 농도 및 쥬스 내의 농축액의 양에 따라 *trans*-resveratrol 함유량의 변화를 준다는 점이다. 또한 Fig. 2에서 보는 바와 같이 포도주의 경우 제조 시 만들어졌던 *trans*-resveratrol의 양이 유통과정 중 여러 가지 이유로 인하여 *cis*-형태로 전환되어 *trans*-형의 함량이 감소한 것으로 추측한다.⁽¹³⁾

분석 방법의 검증

포도와 그 가공품들(포도주, 포도쥬스)의 *trans*-와 *cis*-형태

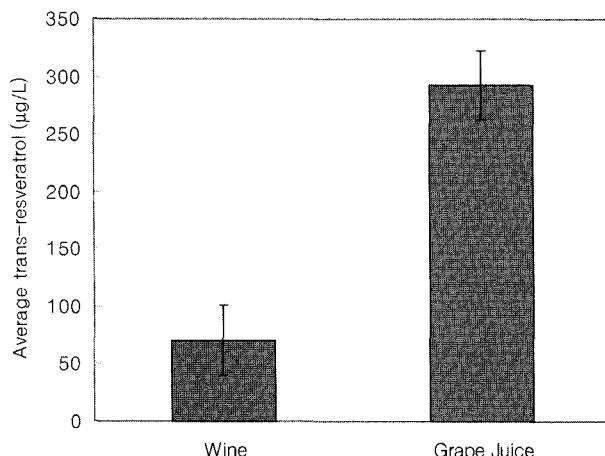


Fig. 3. Average contents of *trans*-resveratrol in 9 wines and 9 grape juices.

의 시간대를 확인하기 위하여 표준물질인 *trans*-resveratrol을 HPLC에 주입하여 피크와 시간대(약 16분)를 확인한 후 같은 표준물질을 약 12시간동안 밝은 불빛에 방치하여 *cis*-resveratrol의 시간대(약 18분)를 다시 확인하였다.^(4,13,22) Fig. 4 처럼 *trans*-형태는 감소하고 *cis*-형태가 증가하는 크로마토그래프를 얻을 수가 있었다. 그 결과 Fig. 2와 같이 포도, 포도주 그리고 포도쥬스의 *trans*-resveratrol 크로마토그래프를 구하여 단일물질임을 나타내었으며 0.048~2.4 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 표준물질 농도일 때 R^2 값은 0.999이었다. 또한 32품종의 포도와 포도가공품(포도주, 포도쥬스)의 회수율은 Table 4에서 보는 바와 같이 포도, 포도주 그리고 포도쥬스가 각각 91.5~93.2%, 103.0~106.4% 그리고 90.2~92.0%로 분석되어졌다.

포도의 평균 회수율은 92.35%(n = 30)이었다. 또한 반복성(repeatability)의 표준편차는 1.49이었으며 재현성의 표준편차(S.D.; Standard deviation)는 3.87이었다. 포도의 반복성과 재현성의 CV%(Coefficients of variation)는 1.6과 4.23%이었다. 포도주 회수율은 104.72%이었으며 반복성의 S.D.와 CV%는 각각 0.31과 0.3이었다. 또한 재현성의 S.D.와 CV%는 6.86과 6.45로 나타내었다. 그리고 포도쥬스의 회수율은 평균 91.02%이었고 반복성의 S.D.은 포도주와 비슷한 값인 0.3이었다.

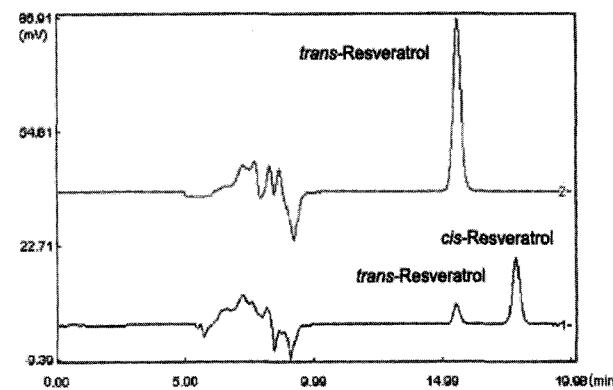


Fig. 4. Chromatograms of *trans*- and *cis*-resveratrol at 306 nm.

었으며 CV%는 0.33이었다. 재현성의 S.D.는 11.03, CV%는 12.24이었다.(Table 4) 포도, 포도주 그리고 포도쥬스의 최소 검출한계는 14.5 ng/g, 3.62 ng/mL 그리고 4.02 ng/mL이고, 최소정량한계는 14.8 ng/g, 3.69 ng/mL 그리고 4.10 ng/mL이었다.

요 약

본 연구는 생물학적, 비생물학적인 스트레스에 대한 방어물질중의 한가지인 *trans*-resveratrol을 포도와 포도가공품(포도주, 포도쥬스)으로부터 분석하는 방법을 확립하였다. *trans*-Resveratrol 기기분석 조건은 다음과 같다. 분석 column은 Nucleosil 100-5 C18을 사용하였으며 이동상은 acetonitrile: water(40 : 60, v/v)로서 UV검출기(306 nm)를 이용하여 0.3 mL/min의 유속으로 측정하였다. 분석한 결과, 재현성과 반복성의 CV%는 10%이하였으며, 회수율은 90~110%이었다. 또한, 포도, 포도주 그리고 포도쥬스의 최소검출한계는 14.5 ng/g, 3.62 ng/mL 그리고 4.02 ng/mL이고, 최소정량한계는 14.8 ng/g, 3.69 ng/mL 그리고 4.10 ng/mL이었다. 표준물질인 *trans*-resveratrol 농도가 0.048~2.4 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 일때 R^2 값은 0.999이었다. 32품종의 포도, 9종류의 포도주 그리고 9종류의 포도쥬스 내의 *trans*-resveratrol 함량은 각각 0.76~207.14 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, 5.41~275.66 $\mu\text{g}/\text{L}$ 그리고 63.25~751.55 $\mu\text{g}/\text{L}$ 로 분석되었다.

Table 4. Precision and accuracy of assay

Precision	Parameter	Grape		Wine		Grape Juice	
		Recovery ¹⁾ (%)	$\mu\text{g}/\text{L}$	Recovery (%)	$\mu\text{g}/\text{L}$	Recovery (%)	$\mu\text{g}/\text{L}$
Repeatability ²⁾	Mean ⁴⁾	93.21	45.88	103.02	133.00	91.99	70.10
	S.D. ⁵⁾	1.49	10.13	0.31	7.34	0.30	7.08
	CV (%) ⁶⁾	1.60	22.07	0.3	5.52	0.33	10.10
Reproducibility ³⁾	Mean (n=5)	91.48	94.14	106.41	155.15	90.16	267.02
	S.D.	3.87	44.28	6.86	7.93	11.03	14.81
	CV (%)	4.23	47.04	6.45	5.11	12.24	5.55

¹⁾a measure of the closeness of the analytical result to the true value evaluated by analysing a spike sample.

²⁾the results of independent determinations carried out on a sample by analysing 5 replicates of the sample at same time.

³⁾the results of independent determinations carried out on a sample by analysing 5 replicates of the sample at different periods of time.

⁴⁾n=5.

⁵⁾Standard deviation.

⁶⁾Coefficient of variation which is calculated by the standard deviation divided by the mean.

감사의 글

본 연구는 과학기술부·과학재단지정 생물건강산업개발연구센터의 지원에 의해 수행된 연구결과의 일부이며 연구비를 지원해준 과학재단과 센터에 깊이 감사드립니다.

문 헌

1. Romero-Pérez, A.I., Lamuela-Raventós, R.M., Andrés-Lacueva, C. and de la Torre-Boronat, M.C. Method for the quantitative extraction of resveratrol and piceid isomers in grape berry skins. Effect of powdery mildew on the stilbene content. *J. Agric. Food Chem.* 49: 210-215 (2001)
2. Kim, K.S., Ghim, S.Y., Seu, Y.B. and Song, B.H. High level of *trans*-resveratrol, a natural anti-cancer agent, found in Korean Noul red wine. *J. Microbiol. Biotechnol.* 9: 691-693 (1999)
3. Jeandet, P., Breuil, A.C., Adrian, M., Weston, L.A., Debord, S., Meunier, P., Maume, G. and Bessis, R. HPLC analysis of grape-vine phytoalexins coupling photodiode array detection and fluorometry. *Anal. Chem.* 69: 5172-5177 (1997)
4. Jeandet, P., Bessis, R., Maume, B.F., Meunier, P., Peyron, D. and Trollat, P. Effect of enological practices on the resveratrol isomer content of wine. *J. Agric. Food Chem.* 43: 316-319 (1995)
5. Lamuela-Raventós, R.M., Romero-Pérez, A.I., Waterhouse, A.L. and de la Torre-Boronat, M.C. Direct HPLC Analysis of *cis*-and *trans*-resveratrol and piceid isomers in Spanish red *Vitis vinifera* wine. *J. Agric. Food Chem.* 43: 281-283 (1995)
6. Frémont, L. Biological effects of resveratrol. *Life Sci.* 66: 663-673 (2000)
7. Vrhovsek, U., Eder, R. and Wendelin, S. The occurrence of *trans*-resveratrol in Slovenian red and white wines. *Acta Alimentaria.* 24: 203-212 (1995)
8. Pezet, R., Pont, V. and Cuenat, P. Method to determine resveratrol and pterostilbene in grape berries and wine using high-performance liquid chromatography and highly sensitive fluorimetric detection. *J. Chromatogr. A.* 663: 191-197 (1994)
9. McMurtrey, K.D., Minn, J., Pobanz, K. and Schultz, T.P. Analysis of wine for resveratrol using direct injection high-pressure liquid chromatography with electrochemical detection. *J. Agric. Food Chem.* 42: 2077-2080 (1994)
10. Adrian, M., Jeandet, P., Bessis, R. and Joubert, J.M. Induction of phytoalexin (resveratrol) synthesis in grapevine leaves treated with aluminum chloride ($AlCl_3$). *J. Agric. Food Chem.* 44: 1979-1981 (1996)
11. Roggero, J.P. Study of the ultraviolet irradiation of resveratrol and wine. *J. Food Comp. Anal.* 13: 93-97 (2000)
12. Sarig, P., Zutkhi, Y., Monjaize, A., Lisker, N. and Ben-Arie, R. Phytoalexin elicitation in grape berries and their susceptibility to *Rhizopus stolonifer*. *Physiol. Mol. Plant Path.* 50: 337-347 (1997)
13. Sato, M., Suzuki, Y., Okuda, T. and Yokotsuka, K. Contents of resveratrol piceid, and their isomers in commercially available wines made from grapes cultivated in Japan. *Biosci. Biotech. Biochem.* 61: 1800-1805 (1997)
14. Arce, L., Tena, M.T., Rios, A. and Valcárce, M. Determination of *trans*-resveratrol and other polyphenols in wines by a continuous flow sample clean-up system followed by capillary electrophoresis separation. *Anal. Chim. Acta.* 359: 27-38 (1998)
15. Prasongsidh, B.C. and Skurray, G.R. Capillary electrophoresis analysis of *trans*- and *cis*-resveratrol, quercetin, catechin and gallic acid in wine. *Food Chem.* 62: 355-358 (1998)
16. Chu, Q., O'Dwyer, M. and Zeece, M.G. Direct analysis of resveratrol in wine by micellar electrokinetic capillary electrophoresis. *J. Agric. Food Chem.* 46: 509-513 (1998)
17. Lamuela-Raventós, R.M. and Waterhouse, A.L. Occurrence of resveratrol in selected California wines by a new HPLC method. *J. Agric. Food Chem.* 41: 521-523 (1993)
18. Waterhouse, A.L. and Lamuela-Raventós, R.M. The occurrence of piceid, a stilbene glucoside in grape berries. *Phytochemistry* 37: 571-573 (1994)
19. Dourtoglou, V.G., Makris, D.P., Bois-Dounas, F. and Zonas, C. *trans*-Resveratrol concentration in wines produced in Greece. *J. Food Comp. Anal.* 12: 227-233 (1999)
20. Soleas, G.J., Goldberg, D.M., Diamandis, E.P., Karumanchiri, A., Yan, J. and Ng, E. A derivatized gas chromatographic-mass spectrometric method for the analysis of both isomers of resveratrol in juice and wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 46: 346-352 (1995)
21. Romero-Pérez, A.I., Ibern-Gómez, M., Lamuela-Raventós, R.M. and de la Torre-Boronat, M.C. Piceid, the major resveratrol derivative in grape juices. *J. Agric. Food Chem.* 47: 1533-1536 (1999)
22. Romeo-Pérez, A.I., Lamuela-Raventós, R.M., Waterhouse, A.L. and de la Torre-Boronat, M.C. Levels of *cis*- and *trans*-resveratrol and their glucosides in white and Rosé *Vitis vinifera* wines from Spain. *J. Agric. Food Chem.* 44: 2124-2128 (1996)

(2003년 5월 1일 접수; 2003년 7월 8일 채택)