

국내산 포도를 이용한 *trans*-resveratrol 고함유 적포도주의 개발

안준배
영동대학교 식품공학과

Development of Red Wine Containing High Level of *trans*-Resveratrol with Domestic Grape

Jun-Bae Ahn

Department of Food Science & Technology, Youngdong University

Abstract

Trans-resveratrol, a substance present in grape, has been reported to have many pharmacological effects and considered to be as material for functional foods and pharmaceuticals. In this study, to develop red wine containing high level of *trans*-resveratrol, suitable domestic grape variety and fermentation method were investigated. Grape fruit stem holds much *trans*-resveratrol, but has been wasted. The addition of fruit stem during fermentation increased the *trans*-resveratrol content of red wine considerably. Among campbell early, MBA(Muscat Bailey A) and sheridan, major grape varieties in Korea, MBA was the most suitable grape variety for production of red wine containing high content of *trans*-resveratrol. The *trans*-resveratrol content of red wine fermented at 30°C was 1.3 times higher than that fermented at 25°C. Amounts of fruit stem(1% and 5%) did not have a significant effect on *trans*-resveratrol content. In this study, red wine containing 5.03 mg/L of *trans*-resveratrol with domestic MBA grape and its fruit stem was developed. The *trans*-resveratrol content of red wine from this study was 1.5 to 26 times higher than those of several domestic and foreign red wines.

Key words: red wine, *trans*-resveratrol, grape fruit stem

서 론

포도는 전 세계적으로 많이 소비되는 과일 중 하나이며 건강에 미치는 유익한 효과가 잘 알려져 있다. 포도의 유익한 성분들 중 *trans*-resveratrol (3,5,4'-trihydroxystilbene)은 UV조사, 금속이온 혹은 *Botrytis cinerea*나 *Plasmopara viticola* 감염에 의한 비생물학적 또는 생물학적 스트레스에 반응하여 여러 종류의 식물에서 생산되는 방어물질이다(Adrian *et al.*, 1996; Jeandet *et al.*, 1991; Langcake와 Pryce, 1979; Paul *et al.*, 1998; Sarig *et al.*, 1997). *Trans*-

resveratrol은 항산화작용(Lee *et al.*, 2003; Han *et al.*, 1984; Hascalik *et al.*, 2004), 항염증작용(Hur *et al.*, 2001; Leiro *et al.*, 2004; Szewczuk *et al.*, 2004), 암세포 성장억제작용(Carbo *et al.*, 1999; Hurh *et al.*, 1999; Jang *et al.*, 1997; Lontas와 Yeger, 2004; Le Corre *et al.*, 2004), 혈소판 응집 억제 및 심장질환 예방효과(Pace-Asciak *et al.*, 1995; Pendurthi *et al.*, 1999; Renaud와 De Lorgeril, 1993) 등 다양한 생리활성이 발견되면서 기능성 식품 또는 의약품 소재로 주목 받고 있다. 또한 적포도주에 다량 존재한다는 것이 알려지면서 많은 연구자들에 의하여 활발한 연구가 진행 중이다(Dourtoglou *et al.*, 1999; McMurtrey *et al.*, 1994; Kim *et al.*, 1999; Pezet *et al.*, 1994; Romero-Perez *et al.*, 2001; Sato *et al.*, 1997; Siemann과 Creasy, 1992; Vrhovsek *et al.*, 1995).

한편, 국내에서 포도는 감귤, 사과에 이어 생산량

Corresponding author: Jun-Bae Ahn, Professor, Department of Food Science & Technology, Youngdong University, San 12-1, Seolge-ri, Youngdong-eup Youngdong-gun, Chungbuk, 370-701, Republic of Korea.
Phone: +043-740-1183, Fax: +043-740-1183
E-mail: given@youngdong.ac.kr

과 소비량이 많은 과실이지만 대부분이 생과로 활용되어 작황에 따라 재배 농가의 경제적 안정성이 떨어진다. 또한 칠레와의 FTA 협약이 이미 발효 중이고 중국, 미국 등과 협상이 진행 중에 있는 상황에서 국내 포도 산업은 총체적인 위기를 맞고 있다. 따라서 국내 포도산업의 경쟁력 강화를 위해서는 현재 95%이상인 생식용 포도의 비율을 낮추고 가공용 포도 비율을 높이며 고부가가치 포도 가공품을 개발하는 등 적극적으로 활로를 모색할 필요가 있다.

본 연구에서는 국내 포도 가공산업의 경쟁력 향상을 위하여 국내산 포도를 활용하여 생리활성 성분인 trans-resveratrol이 다량 함유된 적포도주를 개발하는 방법을 연구하였다. 특히, 과육이나 과피에 비해 훨씬 많은 trans-resveratrol을 함유한 것으로 알려졌으나(Cho, et al., 2003) 포도가공품 생산 공정에서 전량 폐기되고 있는 송이가지(fruit stem)를 활용하여 trans-resveratrol 함량이 국내외 적포도주에 비해 월등히 높은 적포도주를 개발하였다.

재료 및 방법

재료

포도는 2004년 충북 영동에서 생산된 캠벨얼리(Campbell early), 엠비에이(Muscat Bailey A, MBA) 및 세단(Sheridan)을 사용하였다.

원료 전처리 방법을 달리한 적포도주 제조

원료인 캠벨얼리 포도 및 송이가지의 전처리 형태별 발효 양상과 송이가지 첨가의 효과를 비교하기 위하여 일반적으로 사용하는 방법, 즉 손으로 포도(과육과 과피)를 으깨어 즙을 만드는 방법(process I)과 포도를 습식 분쇄기(Robot coupe R45, France)로 3분간 균질화하는 방법(process II) 및 포도에 포도 송이가지를 1%(w/w) 되게 첨가하여 습식 분쇄기로 3분간 균질화하는 방법(process III) 등 3가지를 사용하였다. 총 원료량은 10 kg이었으며 원료를 전처리 한 후 설탕을 첨가하여 당 함량이 25°Brix가 되도록 조정 한 후 포도주 제조용 건조효모(INRA, France)를 0.02%(w/w) 첨가하였다. 이를 발효전이 연결된 20 liter 발효조(polystyrene, Korea)로 옮겨 25°C에서 15일간 발효하면서 일정 간격으로 trans-resveratrol 및 알콜 함량을 측정하였다.

포도 품종별 적포도주 제조

캠벨얼리, 엠비에이, 세단 등 국내의 중요한 3가지 포도 품종과 각각 송이가지 1%(w/w)씩을 습식 분쇄기로 3분간 균질화 한 후 설탕을 첨가하여 당 함량이 25°Brix가 되도록 조정하고 상기와 같이 효모를 첨가 한 후 25°C에서 8일간 발효하면서 일정 간격으로 trans-resveratrol 함량을 측정하였다.

발효 온도별 적포도주 제조

엠비에이 포도에 송이가지를 1%(w/w)되게 첨가하여 원료 10 kg을 상기와 같이 분쇄하여 전처리 한 후 보당 및 효모 첨가를 하고 25°C와 30°C에서 각각 발효하면서 trans-resveratrol 함량을 정량하였다.

발효 중 원료의 침지 및 송이가지 함량을 달리한 적포도주 제조

발효 2일 경과 후 탄산가스가 활발히 생성되기 시작하면 원료(MBA 포도 및 송이가지 분쇄물)가 상부로 떠오르게 되는데 이로 인해 원료 중에 함유된 trans-resveratrol이 충분히 용출되지 않을 수 있다. 따라서 발효 중 원료의 침지가 trans-resveratrol 함량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 엠비에이 포도 및 송이가지를 분쇄하여 전처리 한 후 보당 및 효모 첨가를 하고 발효시 원료가 상부로 떠오르는 것을 방지하기 위하여 2-3 kg의 도자기봉과 함께 거즈에 싸서 발효액에 침지하였다. 30°C에서 발효하면서 일정 간격으로 trans-resveratrol 함량을 조사하였다. 또한 송이가지 첨가량이 trans-resveratrol 함량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 송이가지 함량이 1%(w/w), 5%(w/w)가 되도록 첨가하고 상기와 같이 발효 한 후 trans-resveratrol 함량을 정량하였다.

Trans-resveratrol 추출

Trans-resveratrol의 추출을 위하여 Kim et al. (1999)의 방법을 변형하여 사용하였다. 포도주 50 mL에 동량의 에테르를 가한 후 3분간 격렬히 교반하고 에테르 층을 회수하였다. 같은 조작을 5회 반복하여 에테르 층을 회수 한 후 진공농축기를 사용하여 40°C에서 에테르를 휘발시켰다. 전 과정은 빛이 차단된 갈색 용기에서 수행되었으며 농축물을 5 mL acetonitrile에 용해 한 후 원심분리하여 상등액을 HPLC를 사용하여 trans-resveratrol 함량을 정량하였다.

Trans-resveratrol 정량

HPLC(Waters 2695, USA) 분석 장치를 사용하여 전처리된 시료의 *trans-resveratrol* 함량을 분석하였다. 컬럼은 GROM-SIL(250 mm × 4 mm, Futecs)이었으며 photodiode array detector(Waters 2996, USA)를 검출에 사용하였다. 용매는 acetonitrile/water를 혼합하여 gradient 조건 하에서 흘려주었다. 유속은 0.3 mL/min으로 하고 20분까지 acetonitrile:water 비율을 3:7, 45분까지 5:5, 55분까지 3:7로 조절하여 분석하였다.

알콜 함량 분석

발효물 중의 에탄올 함량은 GC(Agilent Technologies 6890N, USA) 분석 장치를 사용하였다. 분석에 사용된 컬럼은 HP-FFAP(50 m × 0.2 mm, Agilent Technologies)이었으며 검출을 위해서는 FID를 사용하였다. 주입부의 온도는 150°C, 검출부의 온도는 230°C이었으며 컬럼의 온도는 40°C에서 분당 3°C씩 승온하여 100°C에서 1분간 유지 한 후 분당 20°C씩 승온하여 250°C에 이르도록 조정하였다. Carrier gas는 순도 99.99%이상의 헬륨을 사용하였으며 30 mL/min의 속도로 흘려주었다.

결과 및 고찰

원료 전처리 형태별 발효 중 *trans-resveratrol* 함량 캠벨얼리 포도 및 송이가지의 전처리 형태별 발효 양상 및 *trans-resveratrol* 함량을 비교해 본 결과는 Fig. 1과 같았다.

세가지 방법 모두 알콜 함량의 증가 추세 및 최대 알콜 함량에서 큰 차이를 보이지 않아 송이가지의 첨가가 효모 증식에 미치는 영향은 없음을 알 수 있었다(Fig. 1, A). 반면 *trans-resveratrol* 함량에 있어서는 많은 차이를 보였다. 포도를 잘게 분쇄하여 발효하였을 경우(process II)는 손으로 으깨어 발효하는 경우에(process I) 비해 2배 이상의 *trans-resveratrol*이 발효물에 용출됨을 알 수 있었는데 이는 껍질이 분쇄되면서 발효액과 접촉하는 표면적이 증가하여 더 많은 *trans-resveratrol*이 용출된 것으로 판단된다. 또한 송이가지를 분쇄하여 첨가한 발효물(process III)이 가장 많은 *trans-resveratrol*을 함유함을 알 수 있었는데 포도만을 으깨어 발효한 경우에(process I)에 비해 약 3배 이상의 *trans-resveratrol*이 적포도주에 함유되었다. 이는 송이가지에 다량 함유된 *trans-resveratrol*이 용출 된 것에 기인한다.

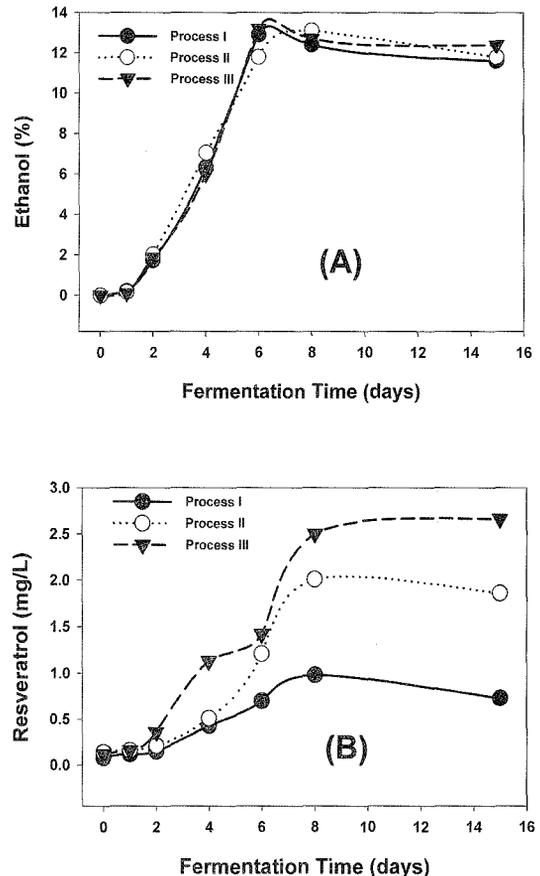


Fig. 1. Effect of pre-treatment of grape fruit(Campbell early) and its fruit stem on ethanol (A) and *trans-resveratrol* (B) content during fermentation.

Process I : Grape fruits were crushed by hand.

Process II : Grape fruits were homogenized by macerator.

Process III : Grape fruits and fruit stem were homogenized by macerator.

따라서 발효 중에 *trans-resveratrol* 함량을 높이기 위해서는 원료(포도 및 송이가지)를 분쇄하여 균질화하고 송이가지를 첨가하는 것이 매우 유용함을 알 수 있었다.

포도 품종에 따른 발효 중 *trans-resveratrol* 함량

국내에서 재배되는 주요 포도 품종 중 캠벨얼리, 엠비에이와 세단 포도 및 각각의 송이가지를 사용하여 적포도주를 제조하여 *trans-resveratrol* 함량을 비교한 결과는 Fig. 2와 같았다. 캠벨얼리, 엠비에이와 세단 품종을 사용하여 8일간 발효 후 생성된 *trans-resveratrol*의 최대 농도는 각각 2.50 mg/L, 2.87 mg/L 및 1.40 mg/L이었으며 엠비에이 품종을

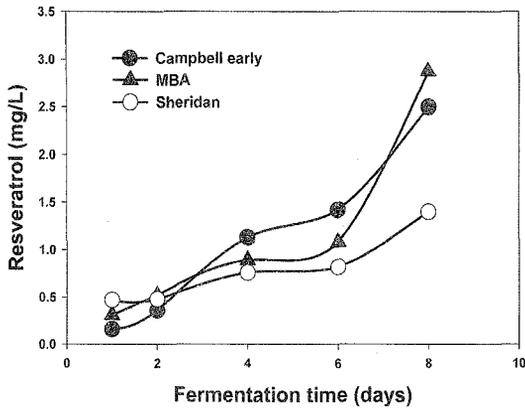


Fig. 2. Effect of grape varieties on *trans*-resveratrol content during fermentation.

사용하였을 때 가장 많은 *trans*-resveratrol이 함유됨을 알 수 있었다. 따라서 *trans*-resveratrol 고함유 발효물의 제조를 위해서는 엠비에이가 적당한 품종임을 알 수 있었다.

발효 온도에 따른 발효 중 *trans*-resveratrol 함량

25°C와 30°C로 온도를 달리하여 발효하였을 경우 발효물의 *trans*-resveratrol 함량과 알콜 함량의 변화는 Fig. 3과 같았다. 발효 중 알콜 함량의 변화를 조사한 결과 25°C에서 발효하였을 경우 발효 4일 및 6일 경과시 알콜 함량이 각각 약 4%, 10%이었으며 8일 경과시 13%에 이르렀다. 반면 30°C에서 발효하였을 경우 알콜 함량이 4일 경과시 8%이었으며 6일 경과시 14%에 도달하여 30°C에서 발효한 경우가 25°C에서 발효한 경우에 비해 발효 속도가 빠름을 알 수 있었다. 발효 온도에 따른 *trans*-resveratrol 함량을 비교한 결과 25°C에서 발효한 경우 8일 경과 후 *trans*-resveratrol 함량이 2.87 mg/L로써 최대 함량을 보였고 30°C에서 발효한 경우 6일 경과 후 3.86 mg/L로써 최대 함량을 보여 30°C에서 발효한 경우에 더 많은 *trans*-resveratrol이 적포도주에 용출됨을 알 수 있었다. 즉, 25°C에서 발효한 경우에 비해 30°C에서 발효한 경우가 알콜 생성 속도가 빠르고 최대 알콜 농도도 높았으며 발효물 중의 *trans*-resveratrol 함량도 높았다. 이는 포도 및 송이가지에 포함된 *trans*-resveratrol은 물에 비해 알콜에 용해도가 높은 특성을 가지고 있으므로 30°C에서 발효한 경우가 25°C에서 발효한 경우에 비해 더 높은 농도의 알콜에 더 장시간 노출 되어 용출량이 많아진 것으로 판단된다. 따라서 *trans*-

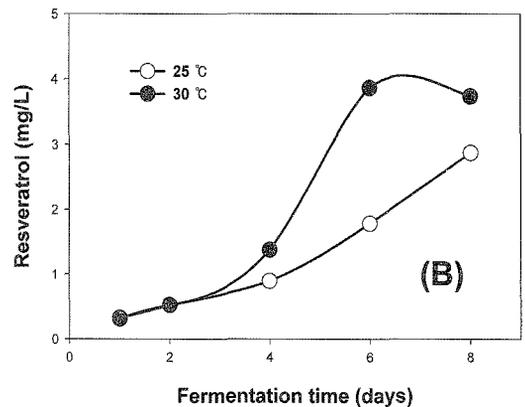
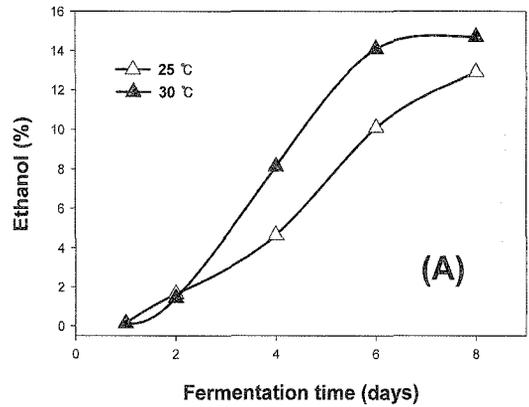


Fig. 3. Effect of fermentation temperature on production of ethanol (A) and *trans*-resveratrol (B) during fermentation.

resveratrol 고함유 발효물의 제조를 위해서 30°C에서 발효하는 것이 적합함을 알 수 있었다.

발효 중 원료의 침지 및 송이가지 첨가량이 *trans*-resveratrol 함량에 미치는 영향

발효가 진행되면 원료(포도 및 송이가지)가 상부로 떠오르게 되는데 이에 따라 원료 중에 포함된 *trans*-resveratrol이 충분히 용출되지 않을 수 있다. 따라서 발효 중 원료를 발효액에 침지시켜 *trans*-resveratrol 함량의 변화를 조사하였다. 또한, 원료 중 송이가지를 1%, 5%로 달리하여 첨가하여 *trans*-resveratrol 함량을 정량해 보았다(Fig. 4). 발효 8일째 *trans*-resveratrol 함량이 최대를 보여 송이가지 1% 첨가시는 5.03 mg/L, 5% 첨가시는 5.32 mg/L의 *trans*-resveratrol을 함유하였다. 발효 중 원료를 침지하지 않고 송이가지를 1% 첨가하였을 경우 최대 함량인 3.86 mg/L (Fig. 3, B)에 비해 침지하였을 경우(Fig. 4) 5.03 mg/L의 *trans*-resveratrol을 함유하

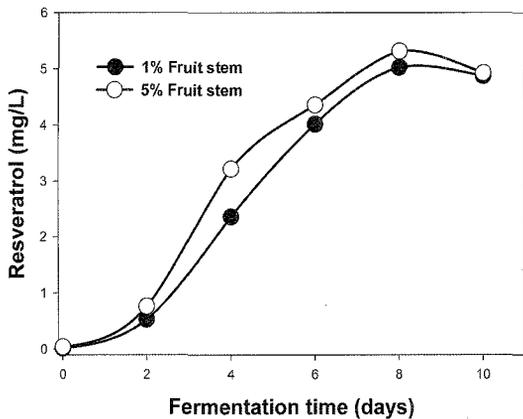


Fig. 4. Effect of fruit stem amount on production of *trans-resveratrol* during fermentation.

여 약 1.3 배 이상 *trans-resveratrol* 함량이 증가하였다. 즉, 고농도의 *trans-resveratrol*을 함유하기 위해서는 발효 중 원료의 침지가 필요한 것으로 판단된다. 반면 송이가지 첨가량을 늘렸을 경우 1%에 비해 5% 첨가시 눈에 띄는 *trans-resveratrol* 함량의 증가는 관찰 되지 않았다(Fig. 4). 이는 발효액 중의 *trans-resveratrol* 함량은 송이가지의 첨가량보다는 *trans-resveratrol*의 용출 용매인 알콜 함량에 더 많은 영향을 받는 것으로 생각된다. 즉, 발효 종료 후 최대 알콜 함량이 14 -15%에 이르게 되는데 이와 같은 농도의 알콜에 용출될 수 있는 *trans-resveratrol*이 일정한 한계에 도달하여 송이가지 첨가량을 늘려주어도 더 이상 증가하지 않는 것으로 판단된다. 따라서 적포도주 제조시 경제성과 공정의 효율성을 고려하면 송이가지 첨가량은 1%가 적합함을 알 수 있었다.

본 연구의 결과를 종합하면 국내에서 생산되는 엠비에이 포도에 송이가지를 1%(w/w)되게 첨가한 후 분쇄하여 균질화하고 발효 중에 포도 및 송이가지 분쇄물이 상부로 떠오르지 않도록 침지하여 30°C에서 8일간 발효함으로써 *trans-resveratrol*이 고농도로(5.03 mg/L) 함유된 적포도주를 얻을 수 있었다. Table 1과 같이 Kim *et al.*(1999)이 국내의 적포도주의 *trans-resveratrol* 함량을 측정된 결과와 본 연구의 결과를 비교해보면 상기의 결과는 국내의 적포도주에 비해 약 1.5 - 26배 이상의 *trans-resveratrol*을 함유 하고 있음을 알 수 있었다. 따라서 본 연구의 결과물은 기능성이 우수한 적포도주로 산업화되어 국내산 적포도주의 경쟁력 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 1. Contents of *trans-resveratrol* in various red wines [This study, Kim *et al.*(1999)]

Wine (vintage, country)	<i>trans-resveratrol</i> content (mg/L)
This study	5.03
Noul (1998, Korea)	3.30
Delicato (1994, USA)	0.52
Sutter Home (1995, USA)	0.79
Riunite (1996, Italy)	0.33
Beaujolais (1996, France)	2.45
Beaujolais-Village (1996, France)	1.10
J.P. Chenet (1997, France)	3.39
Medoc (1996, France)	0.19
Merlot (1996, France)	2.09

요 약

포도에 많이 함유된 것으로 알려진 *trans-resveratrol*은 항산화효과, 항염증효과, 암세포억제효과 및 혈소판 응집억제 효과 등 다양한 기능성을 가진물질로 기능성 식품 또는 의약품 소재로 주목 받고 있다. 본 연구에서는 국내산 포도를 이용하여 *trans-resveratrol*이 다량 함유된 기능성 적포도주 제조 기술을 개발하였다. 포도의 송이가지에는 다량의 *trans-resveratrol*이 포함되어 있으나 거의 전량 폐기되고 있다. 송이가지를 첨가하여 발효하였을 경우 첨가하지 않았을 경우에 비해 상당히 많은 양의 *trans-resveratrol*이 적포도주에 함유되어 송이가지는 고농도의 *trans-resveratrol*을 함유한 적포도주 제조 시 매우 유용한 원료이었다. 국내 주요 포도 품종인 캠벨얼리(Campbell early), 엠비에이(Muscat Bailey A, MBA) 및 셰단(Sheridan) 중 엠비에이 품종을 사용하였을 때 *trans-resveratrol* 함량이 가장 높았다. 발효 온도는 25°C에서 발효하였을 경우에 비해 30°C에서 발효하였을 경우 발효 속도가 빨랐으며 *trans-resveratrol* 함량도 약 1.3배 이상 높았다. 송이가지 첨가량에 따른 *trans-resveratrol* 함량의 변화를 조사한 결과 1%(w/w) 첨가시에 비해 5% 첨가시 눈에 띄는 *trans-resveratrol* 함량의 증가는 관찰되지 않았다. 결과적으로 본 연구에서는 국내산 엠비에이 포도와 송이가지를 이용하여 5.03 mg/L의 *trans-resveratrol*을 함유한 적포도주를 제조 할 수 있었으며 이는 국내의 적포도주 *trans-resveratrol* 함량의 1.5 - 26배 이상 높은 결과였다.

참고문헌

- Adrian, M., P. Jeandet, R. Bessis and J. M. Joubert. 1996. Induction of phytoalexin(resveratrol) synthesis in grapevine leaves treated with aluminum chloride(AlCl₃). *J. Agric. Food Chem.* **44**: 1979-1981
- Carbo, N., P. Costelli, F.M. Baccino and F.J. Lopez-Soriano. 1999. Resveratrol, a natural product present in wine, decreases tumor growth in a rat tumor model. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **254**: 739-743
- Cho, Y.J., J.E. Kim, H.S. Chun, C.T. Kim, S.S Kim and C.J. Kim. 2003. Contents of resveratrol in different parts of grapes. *Korean J. Food Sci. Technol.* **35**: 306-308
- Dourtoglou, V.G, D.P. Makris, F.B. Dounas and C. Zonas. 1999. trans-Resveratrol concentration in wines produced in Greece. *J. Food Composition and Analysis* **12**: 227-233
- Han, Y.N., S.Y. Ryu and B.H Han. 1984. Antioxidant activity of resveratrol closely correlates with its monoamine oxidase A inhibitory activity. *Arch. Pharm. Res.* **32**: 801-804
- Hascalik, S., O. Celik, Y. Turkoz, M. Hascalik, Y. Cigremis, B. Mizrak and S. Yologlu. 2004. Resveratrol, a red wine constituent polyphenol, protects from ischemia-reperfusion damage of the ovaries. *Cynecol. Obstet. Invest.* **57**: 218-223
- Hur, S.K., S.S. Kim, Y.H. Heo, S.M. Ahn, B.G. Lee and S.K. Lee. 2001. Effects of the grapevine shoot extract on free radical scavenging activity and inhibition of pro-inflammatory mediator production in RAW264.7 macrophages. *J. Applied Pharmacology* **9**: 188-193
- Hurh, Y.J., J.H. Kim, H.J. Seo, G. Kong and Y.J. Surh. 1999. Anticarcinogenic activity of resveratrol, a major natioxidant present in red wine : Induction of apoptosis in human cancer cells. *Environmental Mutagens & Carcinogens* **19**: 56-62
- Jang, M., L. Cai., G.O. Udeani, K.V. Slowing, C.F. Thomas, C.W.W. Beecher, H.H.S. Fong, N.R. Farnsworth, A.D. Kinghorn, R.G. Mehta, R.C. Moon and J.M. Pezzuto. 1997. Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived form grapes. *Science* **275**: 218-220
- Jeandet, P., R. Bessis and B. Gautheron. 1991. The production of resveratrol (3,5,4'-trihydroxystilbene) by grape berries in different developmental stages. *Am. J. Enol. Vitic.* **42**: 41-46
- Kim, K.S., S.Y. Ghim, Y. B. Seu and B. H. Song. 1999. High level of trans-resveratrol, a natural anti-cancer agent, found in Korean Noul red wine. *J. Microbiol. Biotechnol.* **9**: 691-693
- Langcake, P. and R.J. Pryce. 1979. The production of resveratrol by *Vitis vinifera* and other members of the vitaceae as a response to infection or injury. *Physiological Plant Pathology* **9**: 77-86
- Le Corre, L., P. Fustier, N. Chalabi, Y.J. Bignon and D. Bernard-Gallon. 2004. Effects of resveratrol on the expression of a panel of genes interacting with the BRCA1 oncosuppressor in human breast cell line. *Clin. Chim. Acta* **344**: 115-121
- Lee, J.C., S.M. Lee, J.H. Kim, S.M. Ahn, B.G. Lee and I.S. Chang. 2003. Protective effect of resveratrol on the oxidative stress-induced inhibition of gap junctional intercellular communication in HaCaT keratinocytes. *J. Applied Pharmacology* **11**: 224-231
- Leiro, J., E. Alvarez, J.A Arranz, R. Laguna, E. Uriarte and F. Orallo. 2004. Effects of cis-resveratrol on inflammatory murine macrophages. *J. Leukocyte Biology* **75**: 1156-1165
- Liontas, A. and H. Yeger. 2004. Curcumin and resveratrol induce apoptosis and nuclear translocation and activation of p53 in human neuroblastoma. *Anticancer Res.* **24**: 987-998
- McMurtrey, K.D., J. Minn, K. Pobanz and T P. Schultz. 1994. Analysis of wines for resveratrol using direct injection high-pressure liquid chromatography with electrochemical detection. *J. Agric. Food Chem.* **42**: 2077-2080
- Pace-Asciak, C.R., S. Hahn, E.P. Diamandis, G. Soleas and D.M. Goldberg. 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
- Paul, B., A. Chereyathmanjijil, I. Masih, L. Chapuis and A. Benoit. 1998. Biological control of *Botrytis cinerea* causing grey mold disease of grapevine and elicitation of stilbene phytoalexin(resveratrol) by a soil bacterium. *FEMS Microbiology Letters* **165**: 65-70
- Pendurthi, U.R., J.T. Williams and L.V.M. Rao. 1999. Resveratrol, a polyphenolic compound found in wine, inhibits tissue factor expression in vascular cells: A possible mechanism for the cardiovascular benefits associated with moderate consumption of wine. *Arteriscler. Thromb. Vasc. Biol.* **19**: 419-426
- Pezet, R., V. Pont and P. Cuenat. 1994. Method to determine resveratrol and pterostilbene in grape berries and wine using high-performance liquid chromatography and highly sensitive fluorimetric detection. *J. Chromatography* **663**: 191-197
- Renaud, S. and M. De Lorgeril. 1993. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet.* **339**: 1523-1526
- Romero-Perez, A. I., R.M. Lamuela-Raventos, C. Andres-Lacueva and M. C. Torre-Boronat. 2001. Method for the quantitative extractin of resveratrol and piceid isomers in grape berry skins. *J. Agric. Food Chem.* **49**: 210-215
- Sarig, P., Y. Zutkhi, A. Monjauze, N. Lisker and R. Ben-Arie. 1997. Phytoalexin elicitation in grape berries and their susceptibility to *Rhizopus stolonifer*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **50**: 337-347

- Sato, M., Y. Suzuki, T. Okuda and K. Yokotsuka. 1997. Contents of resveratrol, piceid, and their isomers in commercially available wines made from grapes cultivated in Japan. *Biosci. Biotech. Biochem.* **61**: 1800-1805
- Siemann, E.H. and L. L. Creasy. 1992. Concentration of the phytoalexin resveratrol in wine. *Am. J. Enol. Vitic.* **43**: 49-52
- Szewczuk, L.M., L. Forti, L.A. Stivala and T.M. Penning. 2004. Resveratrol is a peroxidase-mediated inactivator of COX-1 but not COX-2. *J. Biol. Chem.* **279**: 22729-22737
- Vrhovsek, U., R. Eder and S. Wendelin. 1995. The occurrence of *trans*-Resveratrol in Slovenian red and white wines. *Acta Alimentaria* **24**: 203-212