

## 한국산 적포도주의 색도 변화에 관한 연구 (II)

이장은 · 신용섭<sup>1</sup> · 심준기<sup>1</sup> · 김성수<sup>2</sup> · 고경희\*

가톨릭대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>안성시농업기술센터, <sup>2</sup>한국식품개발연구원

## Study on the Color Characteristics of Korean Red

Jang Eun Lee, Yong Sub Shin<sup>1</sup>, Jun Ki Sim<sup>1</sup>,  
 Sung Soo Kim<sup>2</sup> and Kyung Hee Koh\*

Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea

<sup>1</sup>An seong-si Agricultural Development and Technology Center

<sup>2</sup>Korea Food Research Institute

Five kinds of red wine from three different grape varieties, such as Gerbong (G), Campbell (C), Moru (M), Gerbong + Moru (70 : 30, GM), and Gerbong + Campbell (70 : 30, GC) were prepared in the year of 2000. The total phenolic content and color changes were monitored using hunter colorimeter and spectrophotometry methods during wine processing. The total phenolic content of Gerbong (G), Campbell (C), Moru (M), Gerbong + Moru (70 : 30, GM), and Gerbong + Campbell (70 : 30, GC) were 712.6 mg/L, 3472.9 mg/L, 2209.4 mg/L, 2019.4 mg/L, and 1184.5 mg/L, respectively. Between total phenolic content and hunter colorimeter value (*L*, *a*, and *b*) of red wine showed no significant difference, but that of spectrophotometry color value (hue and intensity) were significantly different ( $p < 0.001$ ). The total phenolic content, hue, and intensity values represented significantly different between grape varieties ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ). The hue showed a negative correlation relationship ( $r^2 = 0.8660$ ,  $p < 0.0001$ ), and that of intensity was a positive ( $r^2 = 0.8304$ ,  $p < 0.0001$ ) between total phenolic contents. The total phenolic content of red wine could be estimated simply using these equations,  $Y_{\text{Total phenolic content (mg/L)}} = 3319.3 - X_{\text{Hue}}/2208.36$ , and  $Y_{\text{Total phenolic content (mg/L)}} = 1230.97 - X_{\text{Intensity}}/98.93$

**Key words:** total phenolic content, hue, intensity, gerbong, campbell, moru

## 서 론

포도가공품의 대표적인 포도주는 세계적으로 널리 음용 되고 있는 알코올 음료로, 폐놀계 물질이 풍부한 식품으로 알려져 있다. 이에 여러 다양한 연구에서 포도주의 건강기능성을 밝혔으며, 이는 포도주의 생화학적 효과가 폐놀계 물질들에서 비롯됨을 뒷받침하였다<sup>(1,2)</sup>. 최근 각종 과채류에 다량으로 존재하는 천연물질인 플라보노이드(flavonoids)에 관심이 모아지고 있는데, 플라보노이드류는 폴리페놀 화합물로서 안토시아닌류(anthocyanins), 플라보놀류(flavonols), 플라본류(flavones), 카테킨(catechins) 및 플라바논류(flavanones)등으로 구성된다<sup>(3)</sup>. 이들은 차, 사과 및 과채류 외에 포도껍질에 많이 존재하여, 포도껍질과 함께 발효시킨 적포도주는 폐놀계 물질의 급원이 될 수 있다. 최근 Gaulejac 등<sup>(4)</sup>은 적포도주의

안토시아닌이 효과적인 자유라디칼 소거제이고 xanthin oxidase와 같은 산화적 효소의 억제제임을 입증하였으며<sup>(5)</sup>, 국내에서 Koh 등<sup>(6)</sup>은 ESR(electron spin resonance spectroscopy)를 이용하여 한국산 포도주의 superoxide radical 소거효과를 확인한 바 있다. 이에 Kerry 등<sup>(7)</sup>은 적포도주에서 분리한 폐놀 성분이 LDL(low density lipoprotein)의 산화를 억제함을, Pace 등<sup>(8)</sup>은 적포도주의 레스베라트롤(*trans-resveratrol*)과 퀘르세틴(*quercetin*)이 혈소판 응집을 억제한다는 것을 *in vitro*에서 확인하여, 이는 적포도주가 심장병, 동맥경화 등 많은 관상심장 질환에 효과적일 수 있다는 설에 근거를 제시하였다. 실제로 Fuhrman 등<sup>(9)</sup>의 보고에서는 17명의 지원자가 2주간 적포도주를 섭취함으로써 HDL plasma가 증가되었으며, Hashimoto 등<sup>(10)</sup>과 Namiki 등<sup>(11)</sup>의 보고에서 적포도주를 섭취한 사람의 혈관 구경과 혈류 증가를 확인한 바 있다. 최근에 Cao 등<sup>(12)</sup>은 여자노인을 대상으로 엘더베리(*elderberry*)추출물을 섭취하게 한 후 혈장과 소변을 분석하여, 안토시아닌이 체내에서 배당체 형태로 흡수됨을 확인하여, 이들 물질의 연구가 활발히 진행되고 있음을 알 수 있다.

이러한 포도주의 폐놀계 물질들은 포도주의 색, 향, 맛 등 관능적 요소 뿐만 아니라 적포도주의 숙성정도에 많은 영향

\*Corresponding author : Kyung Hee Koh, Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea, Yonk-dong, Wonmi-gu, Puchon 420-743, Korea

Tel: 82-32-340-3313

Fax: 82-32-340-3111

E-mail: verokoh@catholic.ac.kr

을 끼치므로 포도주 양조에 있어서 중요하게 다루어지는 부분이다<sup>(13)</sup>. 이러한 배경 하에 우리 나라에서도 와인의 소비는 증가되고 있는 추세이며 건강기능성과 관련하여 백포도주 보다는 적포도주가 더 선호되고 있다.

국내에서 행해진 포도주의 색도에 관한 연구로는 Song 등<sup>(14)</sup>의 백포도주 양조 시 아황산과 pectinase를 첨가하여 페놀류의 함량과 갈변도를 조사한 연구와, Lee 등<sup>(15)</sup>의 역삼투압 시스템을 이용한 포도주의 페놀류와 색도조사, Koh 등<sup>(6)</sup>의 한국산 포도주의 페놀성분과 라디칼 소거효과 연구 등이 있으나, 아직까지 국내산 포도품종을 이용한 포도주의 색도에 관해 깊이 있게 행해진 연구는 거의 없다.

본 연구에서는 국내에서 재배한 거봉, 캠벨, 머루를 이용하여 적포도주를 제조하였고, 특히 껍질의 색소가 부족한 거봉의 색도를 개선하기 위해 머루와 캠벨 품종을 함께 배합하였다. 이에 이들의 총 페놀함량과 색도 변화를 관찰함으로써, 고 품질의 국산 적포도주 제조 가능성을 연구하였다.

재료 및 방법

포도주 제조

실험에 사용한 포도는 2000년 10월 12일 경기도 안성시에서 거봉(Gerbong, *Vitis labruscana* L)과 캠벨(Campbell Early, *Vitis labruscana* B)을 수확하여 사용하였으며, 머루는 파주에서 재배된 머루(Moru, *Vitis amurensis*)를 이용하였다. 총 과실무게를 각각 200 kg으로 하여 이를 거봉 100%(G), 머루 100%(M), 캠벨 100%(C), 거봉 70% + 머루 30%(GM), 거봉 70% + 캠벨 30%(GC)의 비율로 제경, 파쇄 작업을 거쳐 포도즙을 제조하였다. 파쇄 작업을 거친 약 150 L 포도즙은 가당하여 당도를 21°brix로 맞추고, *S. cerevisiae* 0.2 g/L와 발효보조제(*Gist-brocades*, France) 0.3 g/L를 첨가하였다. 알코올 발효가 끝난 후 포도주는 껍질을 분리하여 오크통 안에서 숙성시킨 후, 청정, 여과를 통해 750 mL 유리병에 담아 저장하였다. 모든 포도주는 11 ± 1°C에서 발효, 숙성하며 분석하였다.

총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법을 이용하여 측정하였다. 10배 희석한 시료 1 mL에 증류수 60 mL를 가하고, Folin-Ciocalteu's(Sigma, USA)를 5 mL를 가하여 정확히 30초간 반응시켰다. 이에 15 mL의 포화 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>를 첨가한후 증류수로 100 mL 부피를 맞추후 2시간 후에 765 nm에서 흡광도를 측정하여 gallic acid를 이용, phenolic content mg/L GAE로 환산하였다<sup>(13)</sup>.

색도 측정

포도주의 L, a, b value는 Hunter colorimeter(Model TC-3600, Denshoku Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다<sup>(16)</sup>.

Hue, intensity

포도주를 각각 420 nm, 520 nm에서 흡광도를 측정하여 hue는 420 nm/520 nm의 비율로, intensity는 420 nm + 520 nm의 합으로 하였다<sup>(17)</sup>.

통계처리

모든 실험은 3회 반복으로, SAS package(version 6.12)를 이용하여 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)법으로 유의차를 검증하였다. 총 페놀함량과 hue, intensity 간의 상관관계는 단순회귀분석을 통해 확인하였다<sup>(19)</sup>.

결과 및 고찰

총 페놀 함량의 변화

적포도주 양조시 총 페놀함량은 포도품종, 양조기술, 발효 온도, 착즙의 정도 등에 큰 영향을 받는다<sup>(13)</sup>. Adrian 등<sup>(20)</sup>은 백포도주보다 적포도주에서 레스베라트롤의 함량이 더 높았고, 그러한 차이를 제조과정 중 포도즙이 포도껍질과 함께 발효된 시간으로 설명하였다. 즉 포도껍질과 함께 발효시킨 적포도주는 발효과정 중 에탄올의 생성으로 포도껍질의 페놀성분이 포도즙으로 침출되어 결과적으로 백포도주보다 높은 페놀함량을 얻게된다. 이는 Darías 등<sup>(21)</sup>과 Okuda 등<sup>(22)</sup>의 보고와도 일치하며, Lee 등<sup>(15)</sup>은 셰레단(*sheridan*) 품종으로 적포도주를 제조시 총 페놀의 함량이 460~500 mg/L로 발효 6개월까지 증가추세를 보였다고 보고하였다.

Auw 등<sup>(17)</sup>은 노블(Noble) 포도즙의 총 페놀함량이 162 mg/L였으며, 발효 3일째 961 mg/L, 발효 14일째 1,269 mg/L로 발효기간 중 페놀함량이 점점 증가함을 보고하여 본 연구결과와 일치함을 보였다. Fig. 1은 발효과정 중 총 페놀함량의 변화이다. 본 연구에서 모든 포도주는 초기 283.6 mg/L~895.4 mg/L의 총 페놀함량을 보이다가, 포도껍질과 함께 접촉해 있었던 발효 19일까지 총 페놀함량이 증가하여 1,573.9~4,181.0 mg/L 범위였으며, 각 품종별로 G(거봉)는 1,573.9 mg/L, M(머루)은 4,181.0 mg/L, C(캠벨)는 2,711.6 mg/L, GM(거봉 + 머루)은 2,998.7 mg/L, GC(거봉 + 캠벨)은 2,373.6 mg/L였다. 이는 발효 중 에탄올 생성과 함께 포도껍질의 페놀성분이 에탄올에 용출되어 포도주 안으로 침출되었기 때문이다. 포도주의 페놀성분은 flavan-3-ols, flavan-3,4-diols, 안토시

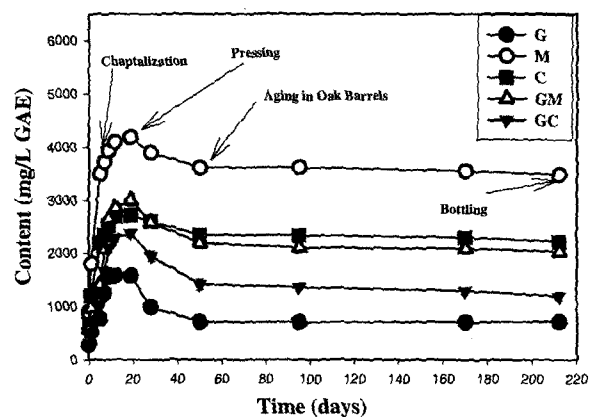


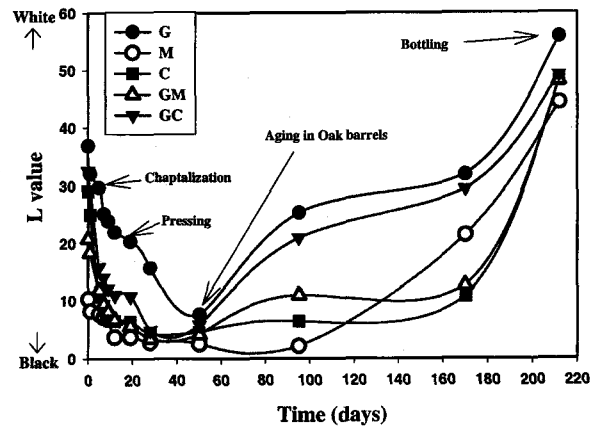
Fig. 1. Changes on total phenolic content during red wine processing. G: Gerbong 100%; M: Moru 100%; C: Campbell 100%; GM: Gerbong 70%+Moru 30%; GC: Gerbong 70%+Moru 30%.

아닌, 안토시아닌, 플라보놀, 플라본과 같은 hydroxybenzoic acid, hydroxycinnamic acid, 플라보노이드의 유도체를 포함하고 있다. 일반적으로 숙성전에는 카테킨, 에피카테킨(epicatechin), 프로시아닌(procyanidin) B2, B3, B4, 퀘르세틴(querctetin), 갈릭산(gallic acid) 등의 저분자량을 가진 페놀성분들이 주를 이루다가, 숙성을 거치면서 이들 성분은 서로 중합하여 고분자의 페놀성분을 생성한다. 따라서 포도주 발효가 진행되면서 탄닌과 안토시아닌의 중합체 형성으로 안토시아닌의 함량은 점차적으로 감소하게 된다<sup>(30)</sup>. 실제로 본 연구에서 역시 발효 19일 이후 포도주의 총 페놀함량은 706.5~3,605.5 mg/L로 감소하였다. 이러한 발효과정 중의 copigmentation에 의한 안토시아닌의 감소는 더욱 안정된 색소 중합체를 형성하고, 이들은 pH의 변화와 SO<sub>2</sub> 첨가에 안정하여 숙성 후 적포도주의 색소안정에 큰 기여를 한다. 적포도주의 경우 총 페놀함량은 숙성 전 1,300 mg/L에서 숙성 후 955~1,215 mg/L의 함량을 가지나 이는 기후, 포도 품종, 양조 기술 등에 따라 크게 달라진다.

SO<sub>2</sub>는 포도주의 산화를 억제하는 항산화제로써의 역할, 바람직하지 않은 미생물의 생육을 억제하는 역할 등으로 포도주 양조 시 필수적인 첨가제이다. 그러나 이는 적포도주에 있어서 과량 첨가 시 포도주의 색소를 퇴색시키는 작용이 있고, 그 사용량이 백포도주에 비해 적어 적포도주에는 25~75 mg/L이하의 양이 허용된다<sup>(23)</sup>. 따라서 본 연구에서 SO<sub>2</sub>첨가와, 착즙, 압착 과정 등의 제조공정 역시 총 페놀함량의 감소에 원인이 되었을 것이라 사료된다. 본 실험에서 오크통에서 숙성과정시의 총 페놀함량에는 큰 변화가 없었다. 그러나 문헌에 의하면 오크통에서의 숙성 시 포도주의 총 페놀함량은 오크나무에서 추출된 페놀성분에 의해 점차적으로 증가한다는 연구도 있었으며, 실제로 gallic acid의 경우 American-oak barrels에 12개월간 저장하였을 시 4.0 mg/L까지 증가하여 non-flavonoid phenolics의 함량을 7%까지 증가시킨다는 보고도 있었다<sup>(29)</sup>.

발효가 끝난 후 각 포도주의 총 페놀함량은 Table 2에 제시하였다. M이 3472.9 mg/L로 가장 높은 값을 G가 712.6 mg/L로 가장 낮은 총 페놀함량을 가졌다. 각 포도주의 총 페놀함량의 순서는 M > C = GM > GC > G 순으로 나타났으며, 각 품종간 유의적 차이를 보여, 포도 품종이 페놀함량의 차이에 큰 영향을 주는 것을 알 수 있었다( $p < 0.001$ ). Okuda 등<sup>(22)</sup>은 일본에서 재배한 거봉으로 적포도주를 제조 시 총 페놀함량이 1,500 mg/L 내외였다고 보고하였는데, 본 실험에서 G의 페놀함량보다 2배 가량 높은 수치이다. Koh 등<sup>(6)</sup>은 한국산 적포도주의 총 페놀함량이 1330.7 mg/L~2741.4 mg/L라고 보고하였으며, 한편 Ritchey 등<sup>(24)</sup>은 미국 내 21종, 까베르네 소비뇽 품종의 적포도주 총 페놀함량을 조사한 결과, 1,700~1,900 mg/L로 평균 1,784 mg/L라고 보고하였다. 이는 본 연구에서 M, C, GM 포도주의 페놀함량보다 낮은 값으로, 국산 포도로 적포도주를 제조하였을 시 거봉에 캠벨과 머루를 함께 배합하면, 총 페놀함량이 미국 적포도주의 수준에 이를 수 있음을 보여준다.

Ritchey 등<sup>(24)</sup>은 까베르네 소비뇽 품종의 시판 포도주의 페놀성분을 조사한 결과 cinamates: 61.9 mg/L, gallate: 30.2 mg/L, flavonols: 52.8 mg/L, catechins: 93.0 mg/L, mal-



**Fig. 2. Changes on L value during red wine processing.** G: Gerbong 100%; M: Moru 100%; C: Campbell 100%; GM: Gerbong 70%+Moru 30%; GC: Gerbong 70%+Moru 30%.

vidins: 88.8 mg/L였다고 보고하였고, Gomez 등은 포도주의 색도를 procyanidin, coumaric acid, catechin, delphinidin-3-glucoside의 4가지 성분의 계산식으로 설명하여 이들 성분이 포도주의 색도에 큰 영향을 미침을 보고하였다. 따라서 앞으로의 연구에서는 국내산 포도품종으로 제조된 포도주의 페놀성분 분석 연구가 요구되어진다.

**색도변화**

포도주 평가 시 중요한 항목 중의 하나인 색도는 품질을 평가해 주는 요소이기도 하지만, 양조과정 중의 색도 변화는 발효과정, 혹은 숙성정도를 예측할 수 있는 지표가 되기도 한다<sup>(13)</sup>. Fig. 2는 발효과정 중 L value의 변화이다. 본 연구에서 포도주의 색도는 발효초기 불투명한 붉은 빛을 띠다가 발효와 숙성을 거치면서 점점 투명하고 짙은 붉은 색을 띠었다. 발효 초기 각 포도주의 L value는 G(거봉)는 36.9, M(머루)은 10.3, C(캠벨)는 29.1, GM(거봉 + 머루)은 20.8, GC(거봉 + 캠벨)는 32.6였으나, 발효 50일까지 감소하여 2.5~7.6 사이의 값을 보인 후 점점 증가하는 경향을 보였다. 이는 Lee 등<sup>(15)</sup>의 발효 중 L value가 감소했다는 보고와는 일부 일치하나, 본 연구에서는 오크통에서의 숙성과정을 거치면서 L value가 증가하는 경향을 보였다. 포도주의 색은 총 페놀함량, 미생물의 활성, SO<sub>2</sub> 등 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는 데, 본 연구에서 숙성중의 L value가 감소된 것은 SO<sub>2</sub> 첨가와 청징, 여과 등을 통한 결과일 것이라 사료된다. 발효가 끝난 후 각 포도주의 L value는 Table 1에 나타내었다. 모든 포도주는 발효초기보다 L value가 증가하여 탁하고 어두

**Table 1. Hunter color values of final wine product**

|            | G                 | M                 | C                  | GM                | GC                |
|------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| L value**  | 55.8 <sup>a</sup> | 44.3 <sup>c</sup> | 48.1 <sup>b</sup>  | 48.1 <sup>b</sup> | 49.1 <sup>b</sup> |
| a value**  | 7.5 <sup>c</sup>  | 16.2 <sup>b</sup> | 17.0 <sup>ab</sup> | 19.5 <sup>a</sup> | 15.0 <sup>b</sup> |
| b value*** | 7.8 <sup>a</sup>  | -6.3 <sup>c</sup> | -2.0 <sup>c</sup>  | -3.6 <sup>d</sup> | 0.6 <sup>b</sup>  |

G: Gerbong 100%; M: Moru 100%; C: Campbell 100%; GM: Gerbong 70% + Moru 30%; GC: Gerbong 70% + Moru 30%. Means in the same row with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test (\*\*:  $P < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ).

Table 2. Color characteristics of final wine product

|  | G                  | M                   | C                   | GM                  | GC                  |
|--|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Total phenolic content (mg/L GAE) <sup>***</sup> | 712.6 <sup>d</sup> | 3472.9 <sup>a</sup> | 2209.4 <sup>b</sup> | 2019.4 <sup>b</sup> | 1184.5 <sup>c</sup> |
| Hue <sup>**</sup>                                | 1.318 <sup>a</sup> | 0.135 <sup>d</sup>  | 0.488 <sup>c</sup>  | 0.410 <sup>c</sup>  | 0.780 <sup>b</sup>  |
| Intensity <sup>**</sup>                          | 1.113 <sup>d</sup> | 24.564 <sup>a</sup> | 8.183 <sup>b</sup>  | 7.880 <sup>b</sup>  | 2.452 <sup>c</sup>  |

G: Gerbong 100%; M: Moru 100%; C: Campbell 100%; GM: Gerbong 70% + Moru 30%; GC: Gerbong 70% + Moru 30%. Means in the same row with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test (\*\*:  $P < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ).

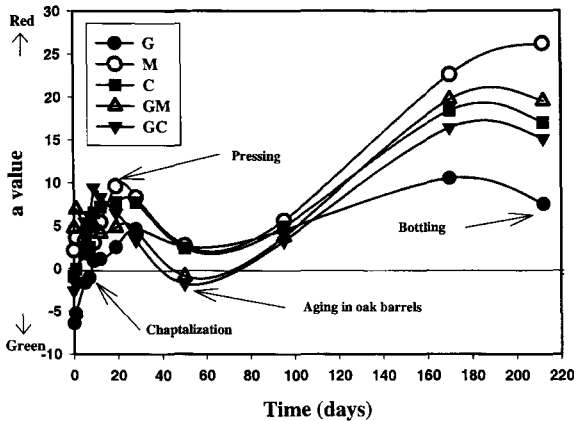


Fig. 3. Changes on a value during red wine processing. G: Gerbong 100%; M: Moru 100%; C: Campbell 100%; GM: Gerbong 70%+Moru 30%; GC: Gerbong 70%+Moru 30%.

운 색에서 밝고 투명한 색을 띠었다. 각 품종별로 유의적인 차이를 보여, L value가 44.3인 M은 유의적으로 가장 어두운 색을, G는 55.8로 가장 밝은 색을 보였다( $p < 0.01$ ).

Fig. 3은 발효기간 중 a value의 변화를 나타낸 그림이다. Kim 등<sup>(26)</sup>은 포도주 발효가 진행되는 동안 붉고 혼탁한 색에서 짙고 투명한 색으로 바뀌었다고 보고하였는데, 이는 본 실험에서 숙성과정 중 L value가 증가하고, a value가 증가된 것으로 설명될 수 있다. 발효초기 a value는 G는 -6.4, M은 2.1, C는 -0.9, GM은 4.7, GC는 -2.6의 값을 보이다가, 발효 28일째 G는 4.6, M은 8.3, C는 7.7, GM은 4.4, GC는 3.3으로 증가하여 적색에 가까운 색으로 변화하였다. 알코올 발효 후 모든 포도주의 a value는 숙성 전까지 감소함을 보였는데, 본 연구에서의 이러한 a value 감소현상은 착즙에 의한 총 페놀함량의 감소, pH의 증가, SO<sub>2</sub>의 첨가 등으로 인함이라고 사료된다. 실제로 Zoecklein<sup>(13)</sup>은 발효과정 중 적포도주의 색소는 총 페놀의 함량 변화와 SO<sub>2</sub> 첨가량, 여과, 또한 말로-락틱발효(malolactic fermentation)에 의해 손실될 수 있다고 하였으며, Heredia 등<sup>(25)</sup>은 pH가 1.5~4 범위 내에서 증가할수록 안토시아닌의 색도가 손실된다고 보고하였다. 각 품종별 a value를 Table 1에 제시하였다. M이 26.2로 가장 높은 값을 가져 붉은 색이 가장 진함을 알 수 있었으며, G는 7.5로 가장 낮은 값을 가졌다. 각 품종별 a value는 유의적 차이를 보였다( $p < 0.01$ ). 포도주의 a value와 총 페놀함량과의 상관관계 분석에서 a value가 증가할수록 총 페놀함량이 높은 경향을 보였지만, 이들 두 항목간에 상관관계는 보이지 않았다.

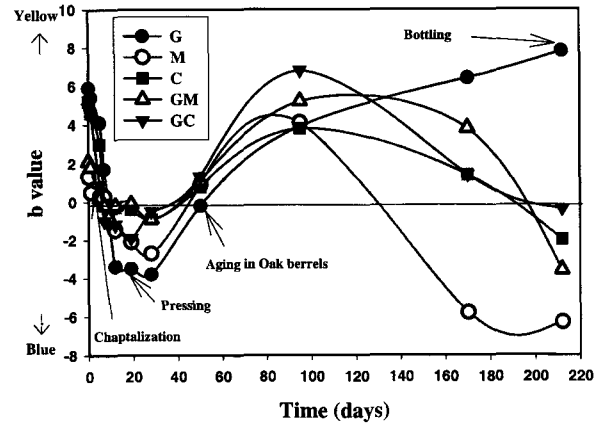


Fig. 4. Changes on b value during red wine processing. G: Gerbong 100%; M: Moru 100%; C: Campbell 100%; GM: Gerbong 70%+Moru 30%; GC: Gerbong 70%+Moru 30%.

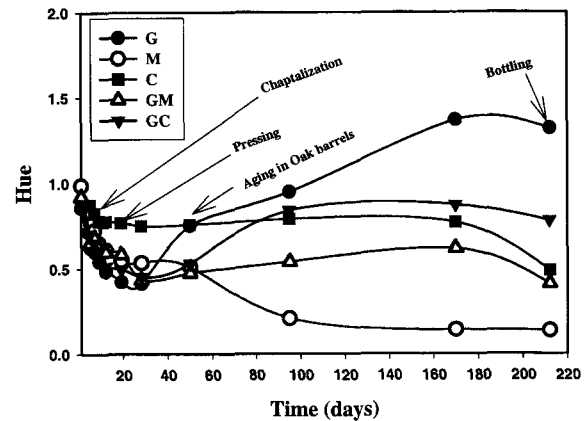


Fig. 5. Changes on hue value during red wine processing. G: Gerbong 100%; M: Moru 100%; C: Campbell 100%; GM: Gerbong 70%+Moru 30%; GC: Gerbong 70%+Moru 30%.

Fig. 4는 발효기간 중 b value의 변화이다. 발효초기 b value는 G는 5.9, M은 1.3, C는 5.2, GM은 2.1, GC는 4.9였으며, 발효 27일 -3.8~-0.5까지 감소하다가 다시 증가하였다. 발효 90일 이후 모든 포도주는 노란색에 가까운 색을 보였으나, 숙성을 거치면서 G를 제외한 모든 포도주의 b value가 감소하였다. 발효가 끝난 후 포도주의 b value는 Table 1에 제시하였다. G를 제외한 모든 포도주가 -6.3~-0.6사이의 음의 값을 가져 청색에 가까운 색을 보였으며 품종별 유의적 차이를 보였다( $p < 0.001$ ).

Hue, intensity

Fig. 5는 발효기간 중 hue의 변화를 나타낸 결과이다. Hue는 420/520 nm로 나타내어 지며, 주로 적포도주의 경우 0.5 내외의 값을, 백포도주에 가까울수록 1.0 이상의 큰 값을 가진다고 보고되었다<sup>(13)</sup>. 발효 초기 G(거봉)는 0.856, M(머루)는 0.986, C(캠벨)는 0.883, GM(거봉 + 머루)은 0.921, GC(거봉 + 캠벨)는 0.875의 hue 값을 보이다가, 발효 95일째 G는 0.856, M은 0.986, C는 0.883, GM은 0.921, GC는 0.875의 값을 보여 G를 제외하고 모든 포도주의 hue 값이 감소하는 경향을 보였다.

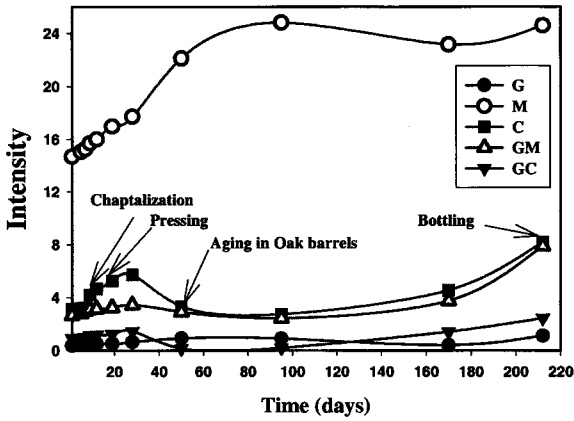


Fig. 6. Changes on intensity value during red wine processing. G: Gerbong 100%; M: Moru 100%; C: Campbell 100%; GM: Gerbong 70%+Moru 30%; GC: Gerbong 70%+Moru 30%.

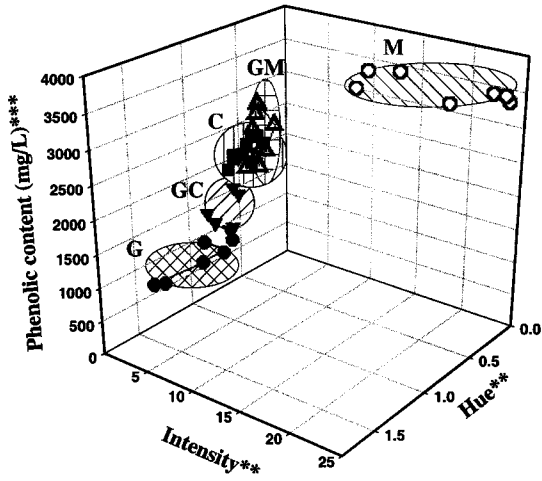


Fig. 7. Representation of phenolic content, intensity and hue of red wine. G: Gerbong 100%; M: Moru 100%; C: Campbell 100%; GM: Gerbong 70%+Moru 30%; GC: Gerbong 70%+Moru 30%. \*\* $p < 0.01$  and \*\*\* $p < 0.001$  are significantly different by Duncan's multiple range test.

Fig. 6은 발효기간 중 intensity를 나타낸 결과이다. 발효 초기 intensity는 G는 0.368, M은 14.682, C는 3.127, GM은 2.651, GC는 0.925의 값을 보이다가, 점점 증가하여 발효 170 일째 G는 0.405, M은 23.142, C는 4.555, GM은 3.761, GC는 1.142의 값을 보여, 발효후기로 갈수록 intensity가 증가함을 알 수 있었다.

발효후 각 포도주의 hue와 intensity를 Table 2에 제시하였다. 각 포도 품종별로 hue 값에 유의적인 차이를 보였으며, G는 1.0 이상의 값을 보여 적포도주에 부적합하였다. 또한 intensity 역시 각 품종별로 유의적인 차이를 보여, M은 가장 높은 intensity를 G는 가장 낮은 intensity 값을 보였다 ( $p < 0.01$ ). Fig. 8은 hue, intensity 값과 총 페놀함량의 상관관계를 나타낸 결과이다. Hue는 총 페놀함량과의 상관관계를 보여 총 페놀함량이 높을수록 낮은 hue 값을 가짐을 알 수 있었다( $r^2 = 0.8304, p < 0.0001$ ). 반면 intensity는 총 페놀함량과 양의 상관관계를 보여 총 페놀함량이 높을수록 높

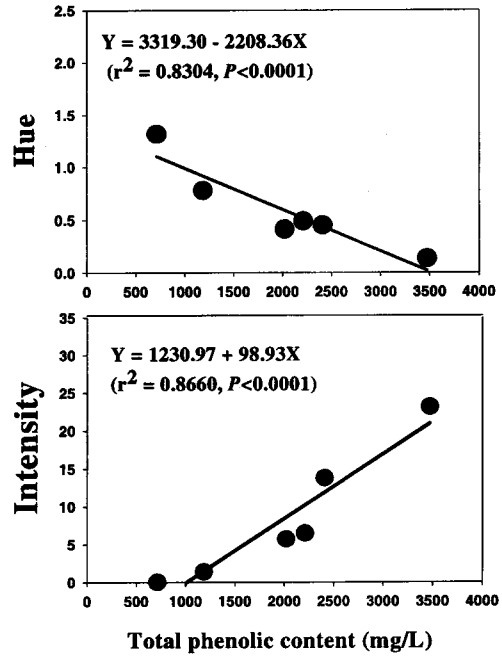


Fig. 8. Correlation relationship between total phenolic content and color characteristics.

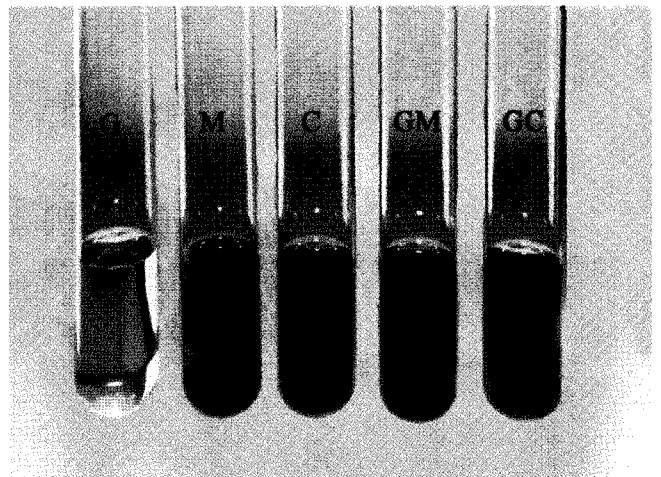


Fig. 9. Color of experimental red wine. G: Gerbong 100%; M: Moru 100%; C: Campbell 100%; GM: Gerbong 70%+Moru 30%; GC: Gerbong 70%+Moru 30%.

은 intensity를 보였다( $r^2 = 0.8660, p < 0.0001$ ). 이는 Auv 등<sup>(17)</sup>의 노블, 까베르네 소비뇽, 상브르신(chambourcin) 품종으로 제조한 적포도주가 높은 hue 값을 가질 때 낮은 총 페놀함량을 가지며, 520 nm에서 높은 흡광도를 보인 포도주는 높은 총 페놀함량을 갖는 결과와도 일치하였다. 따라서 이는 실험방법이 다소 간단한 hue와 intensity를 측정함으로써 포도주의 총 페놀함량을 예측할 수 있는 간편, 정확한 방법으로 제시될 수 있을 것이다( $Y_{Hue} = 3319.30 - 2208.36X_{Total\ phenolic\ content(mg/L)}$ ,  $Y_{Intensity} = 1230.97 + 98.93X_{Total\ phenolic\ content(mg/L)}$ ).

Fig. 7은 발효기간 중의 각 포도주를 총 페놀함량, hue, intensity와의 관계를 표현한 결과이다. Fig. 7에서 보는 바와 같이 G는 색도가 약하고 총 페놀함량이 낮은 공간에, M은

색도가 강하여 총 페놀함량이 높은 공간에 위치하고 있다. 또한 C, GM, GC는 페놀함량의 중간공간에 각각 위치하고 있어 품종 별 색도의 차이가 매우 큼을 알 수 있다. 특히 거봉에 머루와 캠벨을 함께 배합한 GM과 GC는 그 위치가 C와 M에 근접하여, 두 가지 품종을 함께 배합함으로써 색도가 개선되었음을 보여준다.

## 요 약

국내산 포도품종을 이용하여 5가지 포도주 G(거봉100%), M(머루100%), C(캠벨100%), GM(거봉70% + 캠벨30%), GC(거봉70% + 캠벨30%)를 제조하여, 발효 과정 및 저장 중 포도주의 색도 변화를 분석하였다. 각 포도주의 총 페놀함량은 G는 712.6 mg/L, M은 3,472.9 mg/L, C는 2,209.4 mg/L, GM은 2,019.4 mg/L, GC는 1,184.5 mg/L이었으며, 각 품종별 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 총 페놀함량과 L, a, b value 간에는 상관관계를 보이지 않은 반면 hue와 intensity는 총 페놀함량과 상관관계를 보였다. 총 페놀함량, hue, intensity는 각 포도 품종간 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ). Hue는 총 페놀함량과 음의 상관관계( $r^2 = 0.8660$ ,  $p < 0.0001$ )를, intensity는 양의 상관관계( $r^2 = 0.8304$ ,  $p < 0.0001$ )를 가졌다. 이상의 결과로, 적포도주의 총 페놀함량은 다음과 같은 간단한 방정식에 의해 구할 수 있을 것이다.

$$Y_{\text{Total phenolic content(mg/L)}} = 3319.3 - X_{\text{Hue}}/2208.36,$$

$$Y_{\text{Total phenolic content(mg/L)}} = 1230.97 - X_{\text{Intensity}}/98.93$$

## 감사의 글

이 연구는 농림부에서 지원한 농림기술개발사업 기획연구 과제(GAO21303)의 일부로 지원에 감사드립니다(2000-2001).

## 문 헌

- Halliwell, B. The antioxidant paradox. *Lancet* 355: 1179-1180 (2000)
- Pietta, P.G. Flavonoids as antioxidants. *J. Nat. Prod.* 63: 1035-1042 (2000)
- Belitz, H.D and Grosch, W. *Food Chemistry*. pp. 749-800. Springer, Berlin, Germany (1999)
- Gaulijac, N.S., Glories, Y. and Vivas, N. Free radical scavenging effect of anthocyanin in red wines. *Food Research International* 32: 327-333 (1999)
- Sato, M., Ramarathnam, N., Suzuki, Y., Ohkubo, T., Takeuchi, M. and Ochi, H. Varietal differences in the phenolic contents and superoxide radical scavenging potential of wine from different sources. *J. Agric. Food Chem.* 44: 80-85 (1995)
- Koh, K.H., Lee, J.H., Yoon, K.R., Choi, S.Y. and Seo, K.L. Phenolic compounds of Korean red wine and their superoxide radical scavenging activity. *Food Sci. Biotechnol.* 7: 131-135 (1998)
- Kerry, N.L. and Abbey, M. Red wine and fractionated phenolic compounds prepared from red wine inhibit low density lipoprotein oxidation in vitro. *Atherosclerosis* 135: 93-102 (1997)
- Pace, C.R., Hahn, S., Diamandis, E.P., Soleas, G. and Goldberg, D.M. The red wine phenolics trans-resveratrol and quercetin block human platelet aggregation and eicosanoid synthesis: Implication for protection against coronary heart disease. *Clinica. Chimica. Acta.* 235: 207-219 (1995)
- Fuhrman, B., Lavy, A. and Aviram, M. Consumption of red wine with meals reduces the susceptibility of human plasma and low-density lipoprotein to lipid peroxidation. *Am J. Clin. Nutr.* 61: 549-554 (1995)
- Hasimoto, M., Kim, S.B., Eto, M., Yoshizum, M., Ako, J., Iljima, K., Sugimoto, N., Nagano, K., Sudoh, N., Toba, K., Ouchi, Y., Kondo, K., Itakura, H. and Hosoda, K. Improvement of flow-mediated vasodilatation of the brachial artery in men by intake of red wine. *J. ASEV. Jpn.* 9: 183-184 (1998)
- Namiki, K. and Sato, M. Increasing effect of wine in blood fluidity. *J. ASEV. Jpn.* 9: 185-186 (1998)
- Cao, G., Muccitelli, H.U., Moreno, C.S. and Prior, R.L. Anthocyanins are absorbed in glycosylated forms in elderly women: A pharmacokinetic study. *Am. J. Clin. Nutr.* 73: 920-926 (2001)
- Zoecklein, B.W., Fugelsang, K.C., Gump, B.H. and Nury, F.S. *Production Wine Analysis*. pp. 129-168. Van Nostrand Reinhold, New York, USA (1990)
- Song, D.H., Kim, C.J., Rho, T.W. and Lee, J.S. Phenolics contents and browning capacity during the white wine making. *Korean J. Food. Sci. Technol.* 20: 787-793 (1988)
- Lee, S.Y., Kang, H.A., Chang, Y.I. and Chang, K.S. The changes of physicochemical composition of wine by reverse osmosis system. *Food Eng. Prog.* 3: 1-7 (1999)
- Ayala, F., Echavarri, J.F. and Negueruela, A.I. A new simplified method for measuring the color of wines. III. All Wines Brandy. *Am. J. Enol. Vitic.* 50: 359-363 (1999)
- Auw, J.M., Blanco, V., O'keefe, F.O. and Sims C.A. Effect of processing on the phenolics and color of cabernet sauvignon, chambourcin, and noble wines and juices. *Am. J. Enol. Vitic.* 47: 279-286 (1996)
- Pickering, G.J., Heatherbell, D.A. and Barnes, M.F. The production of reduced-alcohol wine using glucose oxidase treated juice. Part III. Sensory. *Am. J. Enol. Vitic.* 50: 307-316 (1999)
- SAS user's guide. Statistic, SAS institute, Inc., Cary, USA (1985)
- Adrian, M., Jeandet, P., Breuil, A.C., Levite, D., Debord, S. and Bessis, R. Assay of resveratrol and derivative stilbenes in wines by direct injection high performance liquid chromatography. *Am. J. Enol. Vitic.* 51: 37-41 (2000)
- Darias, M.J., Jacinto, J., Rodriguez, O., Diaz, E. and Lamuela, R. M. Effect of skin contact on the antioxidant phenolics in white wine. *Food Chem.* 71: 483-487 (2000)
- Okuda, T. and Yokotsuka, K. Trans-resveratrol concentrations in berry skin and wines from grapes grown in japan. *Am. J. Enol. Vitic.* 47: 93-99 (1996)
- Wood, B.J.B. *Microbiology of Fermented Foods*. pp. 218-231. Thomson Science. London, UK (1998)
- Ritchey, J.G. and Waterhouse, A.L. A standard red wine: Monomeric phenolic analysis of commercial cabernet sauvignon wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 50: 91-100 (1999)
- Heredia, F.J., Francia, E.M., Rivas, J.C., Vicario, I.M. and Santos, C. Chromatic characterization of anthocyanins from red grapes: I. pH effect. *Food Chem.* 63: 491-498 (1998)
- Kim, J.S., Sim, J.Y. and Yook, C. Development of red wine using domestic grape Campbell Early. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 319-326 (2001)
- Darias, M.J., Carrillo, M., Diaz E. and Boulton R.B. Enhancement of red wine colour by pre-fermentation addition of copigments. *Food Chem.* 73: 217-220 (2001)
- Ibern, G.M., Andres, L.C., Lamuela, R.M., Buxaderas, S., Singleton, V.L. and Torre, M.C. Browning of cava (sparkling wine) during aging in contact with lees due to the phenolic composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 51: 29-36 (2000)
- Mirabel, M., Saucier, C., Guerra, C. and Glories, Y. Copigmentation in model wine solution: Occurrence and relation to wine aging. *Am. J. Enol. Vitic.* 50: 211-218 (1999)
- Shahidi, F., Nacz, M. *Food phenolics*. pp. 128-135. Technomic Publishing Company, Lancaster, PA, USA (1995)