

발효전 포도 으깬이의 열처리 온도에 따른 와인 품질특성

장은하¹ · 정석태^{2*} · 노정호¹ · 정성민¹ · 이한찬¹ · 최종욱³

¹국립원예특작과학원 과수과, ²국립농업과학원 발효이용과, ³경북대학교 식품공학과

Wine Quality Properties with Reference to the Temperature of Grape-Must Prior to Fermentation

Eun-Ha Chang¹, Seok-Tae Jeong^{2*}, Jeong-Ho Roh¹, Sung-Min Jeong¹,
Han-chan Lee¹ and Jong-Uck Choi³

¹National Institute of Horticultural & Herbal Science RDA, Suwon 440-310, Korea

²National Academy of Agricultural Science RDA, Suwon 441-853, Korea

³Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University, Daegu 720-701, Korea

Abstract

We investigated the effect of grape-must temperature (50°C, 60°C, and 70°C) on wine quality. We used Muscat Bailey A (MBA) grapes; these are often used in wine making in Korea. The numbers of viable bacteria, yeasts and molds in grape-must decreased with an increase in temperature. Polyphenol oxidase activities in grape-must were reduced at high temperatures. Redness; and, total anthocyanin, polyphenol, and tannin contents of MBA grape wine were higher after heating at 70°C than after use of lower temperatures. Antioxidant activity was also enhanced after exposure to high temperatures, which may be attributable to the presence of increased levels of polyphenolic compounds in the grape-must. Thus, the heat treatment to prepare grape-must before wine fermentation greatly affects wine quality.

Key words : red wine, heating temperature, polyphenol, antioxidant

서 론

과채류에 다량 함유되어 있는 페놀성 물질은 phenolic hydroxyl기로 인하여 단백질 또는 효소 단백질, 기타 거대분자들과 결합하는 성질, 항산화 효과 그리고 2가 금속이온과의 결합력을 가지며 수산기를 통한 수소공여와 페놀 고리구조의 공명 안정화에 의한 항산화 능력을 나타내는 것으로 알려져 있다(1). 포도가공품 중 하나인 포도주는 세계적으로 널리 음용되고 있는 알코올성 음료로 폴리페놀(polyphenol)계 물질이 풍부한 것으로 알려져 있다(2). 폴리페놀 화합물 중 플라보노이드류에는 안토시아닌류(anthocyanins), 플라보놀류(flavonols), 플라본류(flavones), 카테킨(catechins) 및 플라바논류(flavanones) 등이 있다(2). 이들은

차 및 과채류 외에 포도껍질에 많이 존재하여 포도껍질과 함께 발효시킨 적포도주는 폴리페놀계 물질의 공급원이 될 수 있다(2). 적포도주의 안토시아닌은 효과적인 자유라디칼 소거제이고 xanthin oxidase와 같은 산화적 효소의 억제제이다(3,4). 적포도주에서 분리한 페놀성분은 LDL (low density lipoprotein)의 산화를 억제하며(5), *in vitro*에서 레스베라트롤(trans-resveratrol)과 퀘르세틴(querceetin)이 혈소판 응집을 억제하기에 적포도주가 심장병, 동맥경화 등 많은 관상심장 질환에 효과적일 수 있다고 보고하였다(6). 또한 17명의 지원자가 2주간 적포도주를 섭취함으로써 HDL plasma가 증가되었다고 보고되었다(7). 이러한 포도주의 페놀계 물질들은 포도주의 색, 향, 맛 등 관능적 요소뿐만 아니라 적포도주의 숙성정도에 많은 영향을 미치므로 포도주 양조에 있어서 중요하게 다루어지는 물질이다.

우리나라에서 생산되고 있는 포도 품종은 당도가 낮고

*Corresponding author. E-mail : jst@korea.kr,
Phone : 82-31-299-0560, Fax : 82-31-299-0554

신맛이 강하며 색이 옅어 포도주를 제조하기에는 적합하지 않다고 여겨져 왔다(8,9). 국산 포도주는 머루로 제조한 일부를 제외하고는 수입산 포도주보다 폴리페놀 함량이나 탄닌 함량, 적색도가 낮다고 보고되었다(10). 따라서 국산 포도주의 품질 향상을 위하여 폴리페놀 함량을 높일 수 있는 제조기술을 개발할 필요가 있다. 본 연구에서는 폴리페놀 함량이 높은 국산포도주를 제조하기 위해 발효전 원료의 전처리 방법으로 열처리 방법을 도입하고 포도주의 품질을 분석하였다. 특히 처리별 포도주의 기능성 성분인 폴리페놀 물질과 항산화 활성을 비교하였다.

재료 및 방법

재료 및 사용 효모

포도주 제조에 사용된 포도는 2008년 천안시 입장면에서 생산된 Muscat Bailey A 품종이었고 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* (Fermivin 7013, DSM Food Specialties B.V. Netherlands)을 사용하였다.

포도주 제조방법

발효 전 열처리 온도에 따른 포도주 품질 특성을 알아보기 위해 적포도주 제조는 다음과 같이 하였다. 포도의 송이 줄기를 제거하고 으개는데 포도 으개미 7 kg에 대한 메타중아황산칼륨(potassium metabisulfite, $K_2S_2O_5$)을 100 mg/kg 농도로 첨가하였다. 포도즙의 당도는 초기 당도를 고려하여 백설탕으로 22 °Brix로 조절하였다. 메타중아황산칼륨 처리 후 5시간 이상이 지난 뒤 포도 무게에 대하여 0.02% (w/w)의 효모를 활성시킨 다음 접종하고 25°C 온도를 유지하면서 20L 스테인레스스틸 발효조에서 5일 동안 발효를 시켰다. 접종 후 매일 2회씩 교반해 주어 상층의 과피 및 과육으로 형성된 cap을 가라앉히는 maceration을 실시하였다. 1차 발효 후 압착하고 발효액을 용기에 넣고 에어락(air lock)을 설치하여 25°C에서 잔당 발효를 7일 동안 실시하였다. 발효가 완료된 다음 15일 후 1차 양금분리를 실시하였다. 이러한 제조공정을 메타중아황산칼륨(아황산염) 첨가군으로 하였으며, 상기와 같은 방법으로 포도주를 제조하면서 포도과쇄 시 메타중아황산칼륨을 첨가하지 않은 처리구를 무처리구로 하였다. 열처리 방법의 경우 포도 줄기를 제거하고 메타중아황산칼륨을 첨가하지 않고 포도 으개미를 중심온도가 각각 50, 60, 70°C가 될 때까지 열이 고르게 전달되도록 제어하면서 서서히 가열하였다. 목적하는 온도까지 도달하면 25°C로 급히 식힌 후 백설탕을 넣어 22°Brix로 조절하고 효모를 접종해 상기와 동일한 발효와 숙성을 수행하였다. 실험에 사용한 포도주는 모두 1차 양금분리 후의 포도주를 사용하였다.

미생물 측정

포도 must의 균수 측정은 아황산 처리의 경우 포도를

으갠 후 메타중아황산칼륨을 처리하고 5시간이 지난 후에 시료를 채취하였다. 열처리구의 경우 포도 으개미를 각각 50, 60, 70°C가 될 때까지 가열하고 25°C로 식힌 후 시료를 채취하였으며 모든 시료 채취는 같은 온도에서 행하였다. 채취한 시료를 멸균된 0.85% 생리 식염수로 단계별 희석하여 희석액 1 mL를 aerobic 측정용 배지 및 yeast & mold 측정용 배지(3M Petrifilm plate)에 접종해 일반세균은 35°C에서 24~48시간, 효모 및 곰팡이는 25°C에서 3~5일 동안 배양한 후 colony forming unit (CFU/mL)로 균수로 나타내었다.

Polyphenol oxidase 활성 측정

포도 으개미의 Polyphenol oxidase (PPO) 활성 측정은 무처리, 아황산 처리, 열처리구의 시료 200 mL에 cold acetone (-20°C)을 시료의 1.5배 첨가하고 acetone 양에 대하여 5%의 PEG6000을 첨가해 homogenizer를 이용해 2분간 마쇄한 뒤 여과하고 여과지에 생성된 powder를 cold acetone으로 여러 번 세척해 주었다. 여과지에 생성된 acetone powder는 수시간 실온에서 방치하여 말린 후 분석에 사용하였다. 각 처리구의 시료를 1M KCl이 첨가된 0.05M potassium phosphate buffer (pH 6.2)와 acetone powder를 100 : 1 (v/w)로 섞고 상온에서 30분 동안 교반한 뒤 15,000 rpm에서 15분 동안 원심분리 시켰다. 상등액을 여과한 후 3 mL (1 cm light path) cuvette에 0.05M potassium phosphate buffer (pH 6.2) 2 mL와 0.2M catechol 0.25 mL를 넣고 여기에 효소추출물 0.1 mL를 넣어 420 nm에서 1분 간격으로 15분 동안 흡광도를 측정하였다. 효소단위는 1분 동안 흡광도 0.01 unit의 변화를 효소활성으로 나타내었다.

pH 및 총산

pH는 pH meter (Model 115PD, Istek, Korea)로 측정하였고, 총산은 포도주 시료 5 mL에 증류수 20 mL를 넣은 다음 0.1 N NaOH로 pH 8.2까지 적정하여 주석산(tartaric acid)으로 환산하였다.

알코올 함량

알코올 함량은 포도주를 5분간 60~70°C의 탕욕 안에서 보존하여 이산화탄소를 제거한 후 포도주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 냉각기에 연결하여 가열한 후 수기에 증류액을 90 mL 받고 증류수로 100 mL 정용한 후 15°C에서 주정계를 이용하여 측정하였다.

글리세롤 함량

글리세롤 함량은 포도주를 3배 희석한 후 HPLC용 메탄올과 3차 증류수로 활성화한 Sep-pak C18 cartridge로 처리하고 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC (Agilent 1100 HPLC Chemstation, California, USA)로 분석하였다.

분석조건으로 column은 sugar pack (6.5×300 mm Alltech Inc., Kentucky, USA)을 사용하였고 이동상으로 50 mM Ca-EDTA를 0.5 mL/min의 속도로 분석하였다. Detector는 RID를 사용하였고 injection volume은 20 μ L로 하였으며 농도별 글리세롤 표준곡선을 이용해 환산하여 나타내었다.

취발산 함량

포도주의 취발산 함량은 알코올 농도 측정에 이용한 포도주 증류액 30 mL를 취한 후 0.01 N NaOH로 pH 8.2까지 적정하여 초산으로 나타내었다.

적색도, hue 및 intensity

포도주의 적색도는 포도주 원액을 2 mm light path cuvette에 담아 520 nm에서 흡광도로 측정하였다. Hue 및 intensity는 포도주를 각각 420 nm, 520 nm에서 흡광도를 측정하여 hue는 420 nm/520 nm의 비율로, intensity는 420 nm + 520 nm의 합으로 하였다.

총안토시아닌 및 총폴리페놀 측정

총폴리페놀 및 총안토시아닌 함량은 증류수로 5배 희석한 적포도주 1 mL에 0.2 M sodium acetate (pH 1.0) 9 mL를 넣어 총폴리페놀은 280 nm, 총안토시아닌은 520 nm에서 측정하였다. 총폴리페놀은 gallic acid 표준용액 검량선으로, 총안토시아닌은 malvidin-3-glucoside 표준용액 검량선으로 환산하여 나타내었다.

탄닌 함량

탄닌 함량은 Folin-Ciocalteu의 방법에 따라 측정하였다. 시료 1 mL에 증류수 60 mL를 가하고 Folin-Ciocalteu (Sigma, USA)시약 5 mL를 가하여 반응시키고 여기에 15% 탄산나트륨 15 mL를 첨가한 후 증류수로 100 mL 정용하였다. 2시간 동안 실온에서 방치한 후 765 nm에서 흡광도를 측정하고 탄닌산(tannic acid) 용액 표준곡선을 이용하여 탄닌 함량으로 나타내었다.

안토시아닌 색소 분석

포도주의 안토시아닌 색소 분석은 포도주를 5배 희석하고 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC (Agilent 1100 HPLC Chemistation, California, USA)로 분석하였다. HPLC의 조건은 다음과 같이 column은 Zorbax C18 (4.6×250 mm, 5 μ m, Agilent, California, USA)이었고, 이동상은 gradient로 10% formic acid/H₂O와 acetonitrile을 95:5의 비율로 시작해 용매의 농도를 바꿔가면서 0.7 mL/min의 속도로 흘러주었다. Column oven의 온도는 30°C, injection volume은 10 μ L였으며 detector는 variable wavelength detector로 검출파장 520 nm에서 측정하였다.

ABTS

총 항산화력의 측정은 ABTS (2, 2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) cation decolorization assay법에 의해 시행하였다(11). ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 라디칼을 형성시킨 후 이 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 1.0이 되도록 물의 흡광계수($\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 라디칼 용액 5 mL에 포도주 시료 0.2 mL를 가하여 흡광도의 변화를 90분 후에 측정하였으며 표준물질로서 L-ascorbic acid를 농도별로 제조하여 ABTS 라디칼 용액에 동량 첨가하였다. 포도주의 ABTS 라디칼 제거능은 ascorbic acid equivalents antioxidant capacity (AEAC) (mg/L)로 나타내며 ascorbic acid 표준곡선을 이용하여 정량하였다.

알코올 성분 분석

알코올 성분 분석은 포도즙 및 포도주 10 mL에 증류수 20 mL를 넣고 증류한 후 증류액 5 mL를 받아 GC (Varian Instrument co. Ltd., model 3900, California, USA)로 분석하였다. Column은 Supelco Wax (30 m length×0.25 mm i.d×1.0 μ m film thickness)를 이용하였으며 injection volume은 1 μ L 이었다. Injector 온도는 250°C, oven 온도는 110°C, FID detector 온도는 250°C로 설정하였으며 carrier gas 설정은 He gas 20 mL/min, H₂ gas 30 mL/min, Air 300 mL/min로 설정하였고 column flow rate는 5 mL/min으로 설정하였다.

결과 및 고찰

포도 으깬이의 미생물수 측정

발효 전 각각의 온도에서 열처리에 따른 MBA 으깬이의 미생물 분포에 미치는 영향을 살펴보기 위해 미생물을 측정 한 결과를 Table 1에 나타내었다. 일반세균수는 무처리구가 $2.0 \times 10^4 \pm 3924$ CFU/mL로 가장 많았고 다음으로 아황산 처리가 $1.4 \times 10^4 \pm 4131$ CFU/mL로 많았다. 열처리 온도에 따라서는 열처리 온도가 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 효모수와 곰팡이수도 무처리구에서 가장 높게 나타났으나 열처리 60, 70°C에서는 효모와 곰팡이가 나타나지 않았다. 이는 열처리가 효모나 곰팡이를 사멸시켰기 때문이라 생각되며, 50°C는 효모나 곰팡이를 사멸시키기에 낮은 온도여서 완전히 사멸되지 않았다고 생각된다. 포도 으깬이에 아황산의 처리는 미생물의 생육을 억제시키지만 열처리 50°C보다는 효과가 낮게 나타났다. 본 실험에서는 50~70°C 정도의 처리에서도 미생물의 생육에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 1. Viable cell numbers of total bacteria, yeasts and molds of Muscat Bailey A grape-must by heating temperature conditions

Microorganisms	Viable cell numbers (CFU/mL)				
	Control	Sulfite	Heating at 50°C	Heating at 60°C	Heating at 70°C
Total bacteria	2.0×10 ⁴ ±3924 ^{a)}	1.4×10 ⁴ ±4131	2.5×10 ³ ±913	1.4×10 ³ ±426	5.2×10 ² ±179
Yeasts	2.7×10 ³ ±32	2.1×10 ³ ±304	2.0×10 ³ ±153	0	0
Molds	2.0×10 ³ ±52	1.7×10 ² ±58	2.0×10±10	0	0

^{a)}Averages of three replications and standard deviations.

포도 으깬이의 polyphenoloxidase (PPO)활성 측정

과채류에 있어 효소적 갈변은 식물조직의 손상 시 유도되는데 효소적 갈변에 관여하는 효소들을 polyphenoloxidase, polyphenolase 또는 phenolase라고 부른다(12). 이들은 페놀성 물질을 o-quinone으로 산화하는 효소들을 포함하며 o-dihydroxyphenol을 o-quinone으로 전환하거나 monophenol류를 o-diphenol로 전환시키는 것이 그 대표적인 예이다(12). Polyphenoloxidase류의 기질은 식물 조직에 들어있는 phenol성 화합물, 주로 flavonoid류이며 이것들에는 catechins, anthocyanidins, leucoanthocyanidins, flavonols 및 cinnamic acid 유도체 등이 있다(12). 발효 전 MBA포도 으깬이를 열처리했을 때 PPO의 활성을 측정한 결과 Fig. 1.에서 보는 바와 같이 아황산염 처리에서 가장 낮은 활성을 나타내었고 무처리구에서 가장 높은 활성을 나타내었다. 온도별 열처리에서는 온도가 증가할수록 효소활성이 낮아지는 것으로 나타났으나 열처리 60°C까지 PPO활성이 높게 나타났다. 반면 열처리 70°C에서는 PPO활성이 무처리보다 58%까지 감소되었다. 갈변억제제 중 sulfite류가 PPO에 의해 생성되는 갈변물질인 quinone과 결합해 quinone sulfite complexes를 형성하고 PPO를 불활성화시켜 갈변을 효과적으로 억제시킨다고 하였으며, PPO 활성에 다양한 sulfite 함량의 억제 효과를 보고하였다(13). 본 실험에서도 아황산 처리군보다 70°C열처리군의 PPO의 활성이 낮은 것은 아황산처리에 의

해 PPO가 불활성화되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한 PPO 활성은 60°C까지 열처리를 해도 열에 안정한 것으로 나타났으며, 이는 Napoleon 포도의 PPO는 열에 안정해 70°C 열처리에도 80%의 효소활성을 갖는다는 보고와 유사한 결과를 보였다(14). PPO 활성을 억제시키려는 연구들에는 pH, 온도 변화에 의한 PPO활성억제(15,16), 첨가제를 이용한 o-quinone의 불활성화(17), 갈변화의 최종단계에서 반응하는 아미노산, 단백질, 페놀화합물 등의 제거와 같은 보고들이 있으나(18,19) 적포도주에서 페놀화합물은 기능성을 나타냄과 동시에 포도주의 품질을 결정짓는 것이므로 포도주 제조에 적절한 방법으로 PPO를 불활성화시키는 것이 중요하다. 따라서 포도주제조에 있어 적정 열처리는 폴리페놀함량을 높일 뿐 아니라 아황산을 처리하지 않고도 갈변을 억제할 수 있는 방법으로 이용될 수 있다.

포도주의 pH, 총산, 알코올, 글리세롤 및 휘발산 함량

발효 전 각각의 온도에서 열처리에 의한 MBA 포도주의 pH는 Table 2에서 보는바와 같이 pH 3.70~3.88로 나타났다. 총산함량은 0.58~0.82%로 무처리구가 가장 낮은 총산함량을, 아황산염 처리가 가장 높은 함량을 나타내었으나, 온도별 열처리가 총산에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 알코올 함량은 10.1~10.3%를, 글리세롤 함량은 0.72~0.77%로 처리구 간에 차이가 크지 않은 것으로 나타났다. 휘발산 함량은 64~177 mg/L를 나타내어 무처리구에서 가장 높은 휘발산 함량인 177±6.93을 나타내었고 열처리에서는 열처리 온도가 높을수록 낮은 휘발산 함량을 나타내어 열처리에 의한 산화방지 및 산화미생물의 살균으로 함량이 낮게 나타난 것으로 생각된다. 아황산염 처리의 경우 휘발산 함량이 78±1.45를 나타내어 적정의 아황산을 처리하는 것이 포도주의 산화방지 및 산화미생물의 생육을 억제하여 휘발산 함량을 낮추는데 효과적임을 알 수 있었다. 본 연구결과에서 제시한 휘발산 함량은 선행연구결과(10)에서 분석한 것보다 비교적 낮았는데, 원료의 재배지나 수확시기, 발효전 원료의 보관방법 등에 영향을 받는 것으로 생각된다.

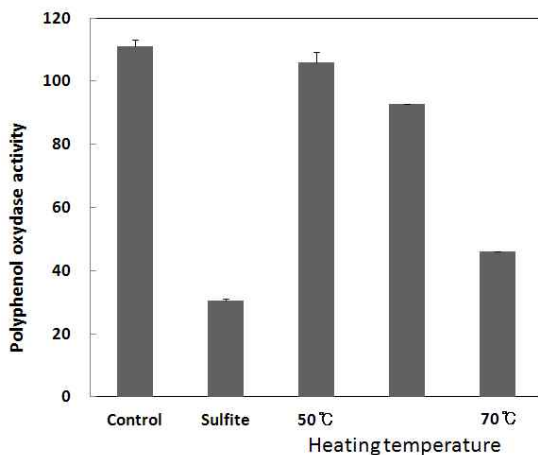


Fig. 1. Polyphenoloxidase activity of Muscat Bailey A grape-must by heating temperature condition.

Table 2. Physicochemical characteristics of Muscat Bailey A red wines produced by heating temperature condition of grape-must before wine fermentation

	Physicochemical characteristics of MBA wines						
	pH	Total acid (% w/v)	Alcohol (% v/v)	Glycerol (% w/v)	Volatile acid (mg/L)	Hue	Intensity
Control	3.88±0.21 ^{a)}	0.58±0.04	10.2±0.20	0.74±0.02	177±6.93	0.80±0.03	2.24±0.19
Sulfite	3.72±0.12	0.82±0.01	10.3±0.26	0.77±0.02	78±1.45	0.64±0.00	2.48±0.12
Heating at 50°C	3.70±0.42	0.76±0.07	10.1±0.12	0.73±0.01	125±1.33	0.77±0.01	2.71±0.11
Heating at 60°C	3.75±0.25	0.78±0.03	10.2±0.20	0.72±0.02	72±6.77	0.74±0.01	2.82±0.17
Heating at 70°C	3.82±0.12	0.75±0.08	10.3±0.23	0.76±0.02	64±7.87	0.64±0.02	3.13±0.11

^{a)}Averages of three replications and standard deviations.

포도주 적색도

발효 전 아황산 및 열처리가 MBA 포도주의 적색도에 미치는 영향에 대해 측정하였다. Fig. 2.에서와 같이 적색도의 값이 1.245~1.913 (A520 nm)으로 무처리구의 적색도가 가장 낮고 열처리 온도가 높아질수록 적색도가 증가하였다. 아황산처리의 적색도는 열처리 50°C와 비슷한 값을 나타내었다. 포도주의 색은 총폴리페놀 함량, 미생물의 활성, 아황산 등 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는데 아황산은 포도주의 산화를 억제하는 항산화제로서의 역할, 바람직하지 않은 미생물의 생육을 억제하는 역할 등으로 포도주 양조 시 필수적인 첨가제이다(20). 이런 이유로 인해 본 실험에서도 아황산처리가 무처리구보다 적색도가 높게 나타났으며 아황산처리가 포도주의 색을 보호하는데 큰 역할을 하는 것으로 나타났다. 무처리구의 적색도가 다른 처리구에 비해 낮은 이유는 포도주의 산화에 의한 것으로 판단되었다. 적포도 품종은 색소가 포도 껍질 안에 있어 포도주 스 제조 시 그대로 착즙하면 색소가 잘 용출되지 않을 뿐 아니라 수율도 떨어지므로 예비 열처리를 한 후 착즙하는 것이 좋다고 알려져 있다. 열처리 조건이 포도즙의 착즙 수율에 미치는 연구에서 상온에서 착즙한 경우 수율이 약

50%였으며 색이 연한 갈색이었으나 95°C에서 30분 열처리 하였을 때 착즙 수율이 77.5%이었으며 색이 진한 보라색을 나타내었다고 보고하였다. 그러나 100°C에서 가열하면 수율이 오히려 낮아지며, 색이 암갈색으로 변해 오히려 식감을 떨어뜨린다고 보고하였다(21). 본 실험에서도 열처리 온도가 증가할수록 포도주의 색이 진한 보라색을 나타내어 실험과 유사한 결과를 나타내었다.

포도주의 총안토시아닌 함량

총안토시아닌 함량은 Fig. 3.에서와 같이 무처리구가 911 mg/L, 아황산 처리가 1221 mg/L, 50, 60, 70°C의 열처리구가 각각 1029, 1089, 1403 mg/L를 나타내어 무처리구에서 가장 낮은 함량을 나타내었고 열처리구는 온도가 증가할수록 함량이 증가하였다. 안토시아닌은 세포의 세포질액상 부분에서 합성되어 액포 내로 수송된다(22). Toshiya 등(23)은 strawberry 배양 세포의 열처리로부터 안토시아닌 방출과 관련된 연구에서 열처리 온도가 높으면 안토시아닌 방출이 높고 세포내 색소의 잔존률과 세포 생존률은 낮다고 했으며 세포질액상부분에서 안토시아닌이 계속 새롭게 합성될 때

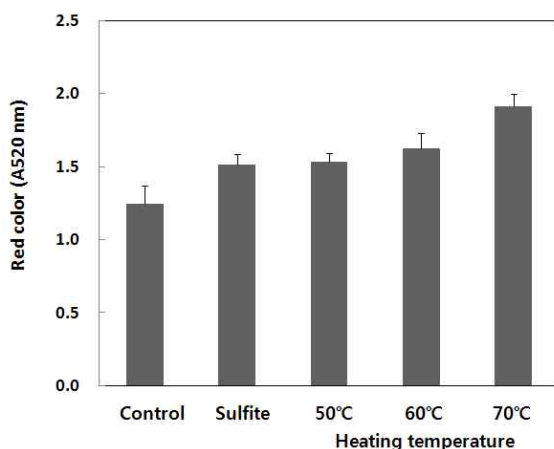


Fig. 2. Red color of Muscat Bailey A red wines produced by heating temperature condition of grape-must before wine fermentation.

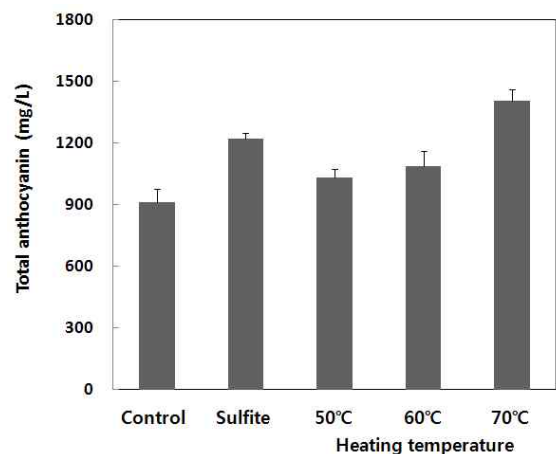


Fig. 3. Total anthocyanin of Muscat Bailey A red wines produced by heating temperature of grape-must before wine fermentation.

액포 안으로 이동하지 못하고 남아있는 안토시아닌은 초기에 방출되고 이미 액포에 축적되어 있는 안토시아닌은 열처리 후 방출될 것이라 보고하였다. 그러나 너무 높은 온도에서 열처리하면 오히려 안토시아닌 함량이 줄어들기 때문에 (24) 적당한 열처리 온도를 적용하는 것이 필요하다.

포도주의 hue 및 intensity

MBA 포도주의 Hue값과 intensity의 값을 Table 2에 나타내었다. Hue 값은 무처리구에서 가장 높은 값을 나타내었고 아황산 처리와 열처리 70°C에서 가장 낮은 값을 나타내었다. Intensity 값은 반대로 무처리가 가장 낮은 값을 나타내었고 열처리 온도가 증가할수록 값이 증가하였다. Hue는 총폴리페놀과 음의 상관관계($r=-0.8264$)를, intensity는 총폴리페놀 함량과 양의 상관관계($r=0.8901$)를 보여 총폴리페놀 함량이 높을수록 높은 intensity와 낮은 hue값을 보였다. 이는 노블, 까베르네 쇼비뇽, 샹브르신 품종으로 제조한 적포도주의 높은 hue 값일 때 낮은 총폴리페놀 함량을 가지며 520 nm에서 높은 흡광도를 보인 포도주는 높은 총폴리페놀 함량을 갖는 결과와도 일치하였다(25).

포도주의 탄닌 및 총폴리페놀 함량

총폴리페놀 함량을 측정된 결과는 Fig. 4에서 보는 바와 같이, 무처리구가 1128 mg/L, 아황산 처리가 1327 mg/L, 열처리 50, 60, 70°C가 각각 1259, 1312, 1548 mg/L를 나타내어 열처리온도가 증가함에 따라 증가하는 특징을 보였다. 탄닌 함량도 총폴리페놀과 같은 경향을 나타내었다(Fig. 5). 열처리한 배의 총폴리페놀 함량은 열처리조건에 따라 증가하였으며(26), peanut hulls를 고온에서 볶음처리 하였을 때 열처리 시간이 증가할수록 총폴리페놀 함량이 증가하는 연구(27) 결과로 미루어 볼 때 단백질과 결합된 고분자의 페놀성화합물이 열처리에 의해 저분자의 페놀성화합물로

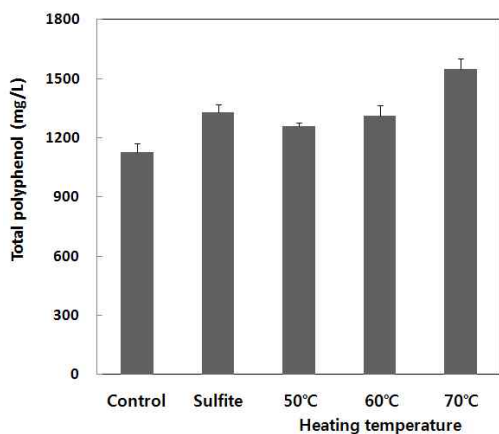


Fig. 4. Total polyphenol of Muscat Bailey A red wines produced by heating temperature condition of grape-must before wine fermentation.

전환되었거나 열처리에 의해 이들 페놀화합물의 결합이 파괴 또는 고온고압상태에서 새로운 페놀화합물이 생성되었기 때문이라 생각된다.

포도주의 안토시아닌 색소

포도 *Vitis vinifera* 종의 주요 색소는 malvidin-3-glucoside와 petunidin-3-glucoside, peonidin-3-glucoside이며 *Vitis rotundifolia* 품종의 주요 적색소는 cyanidin-3-glucoside와 delphinidin-3-glucoside로 보고하였다(28). 발효 전 각각의 온도에서 열처리 및 무처리한 MBA 포도주의 주요 안토시아닌 색소는 Table 3에서 보듯이 malvidin-3-glucoside 색소가 높았으며 다음으로 cyanidin-3-glucoside, petunidin-3-glucoside가 높았다. 처리별 주요 안토시아닌 색소 함량은 무처리구가 가장 낮은 함량을 나타내었고 아황산 처리에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 온도별 처리를 보면 열처리 70°C에서 높은 색소 함량을 나타내었고 열처리 50, 60°C에서는 비슷한 함량을 나타내었다. 포도주 제조시 원료의 안토시아닌 용출을 용이하게 하기위해 열처리가 효과적이었으며 50°C나 60°C 보다는 70°C가 더 효과적이었다.

Table 3. Anthocyanin pigments of Muscat Bailey A red wines produced by heating temperature condition of grape-must before wine fermentation

	Athocyanins				
	Delpinidin-3-glucoside	Cyanidin-3-glucoside	Petunidin-3-glucoside	Peonidin-3-glucoside	Malvidin-3-glucoside
Control	0.27±0.1	86.26±7.0	55.59±2.4	4.28±0.7	97.29±6.4
Sulfite	9.14±0.3	102.74±1.3	87.22±4.4	10.26±0.7	188.72±0.8
Heating at 50°C	3.37±0.3	97.07±4.4	69.41±7.9	8.06±1.7	142.08±12.1
Heating at 60°C	1.39±0.1	98.78±9.2	66.38±6.6	8.20±1.8	144.13±17.0
Heating at 70°C	5.78±3.1	106.93±1.0	79.03±3.4	10.98±1.0	158.65±5.8

포도주의 항산화활성

포도주의 상대적 항산화력 측정은 potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 ABTS 라디칼이 포도주 내의 항산화 물질에 의해 제거되어 라디칼 특유의 색인 청록색이 탈색되는 것을 이용한 측정방법이다. 이 방법의 장점은 hydrogen-donating antioxidants와 chain breaking antioxidants 모두를 측정할 수 있고 aqueous phase와 organic phase 모두에 적용이 가능하며 표준물질을 사용함으로써 시료 간 상대비교가 가능하다는 점이다(11). 본 연구에서는 표준물질로 수용성인 ascorbic acid를 사용하여 항산화력을 AEAC 값으로 산출하였다. MBA 포도주의 항산화활성은 Fig. 6에서와 같이 무처리구가 1755±142, 아황산 처리가 3038±111, 50, 60, 70°C에서 각각 2607±132, 2595±94, 3384±160 AEAC, mg/L의 값을 나타내어 열처리 온도가 증가할수록 항산화활성도 증가했으며, 무처리구가 가장 낮은 활성을 나타내

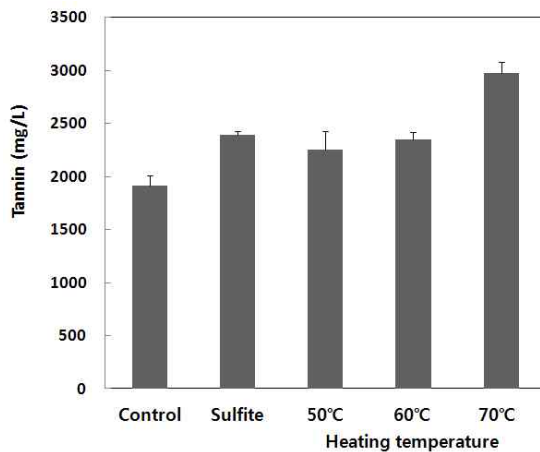


Fig. 5. Tannin of Muscat Bailey A red wines produced by heating temperature condition of grape-must before wine fermentation.

었다. 무처리구의 경우 포도주의 폴리페놀이 많이 산화되었기 때문에 활성이 낮은 것으로 생각되며 열처리의 경우 온도의 증가에 따라 항산화효과를 나타내는 폴리페놀 함량이 증가하였기 때문이라 생각된다. 아황산처리는 열처리 50°C나 60°C보다 높은 활성을 나타내었는데 탄닌함량이나 총폴리페놀함량에서도 아황산처리가 더 높은 함량을 나타내었기 때문에 항산화활성도 이와 유사한 결과를 나타내었다. 폴리페놀 물질은 포도주에 있어 중요한 성분으로 포도주의 색, 수렴성, 쓴맛, 산화에 직접 관여할 뿐 아니라 항산화제로서 건강에 유익한 영향을 미친다고 알려져 있다.(2) Woo 등(29)의 연구에서도 열처리 감초의 경우 열처리 온도가 높을수록 총항산화력이 증가하였다고 보고하였다. 이러한 결과와 비교해 볼 때 열처리로 인하여 폴리페놀산화효소가 실행되고 포도의 항산화 성분인 폴리페놀이 산화되지 않고 환원된 상태로 존재하며 열처리에 의해 추출율이 증가하기 때문에 항산화 활성이 증가되는 것으로 판단된다.

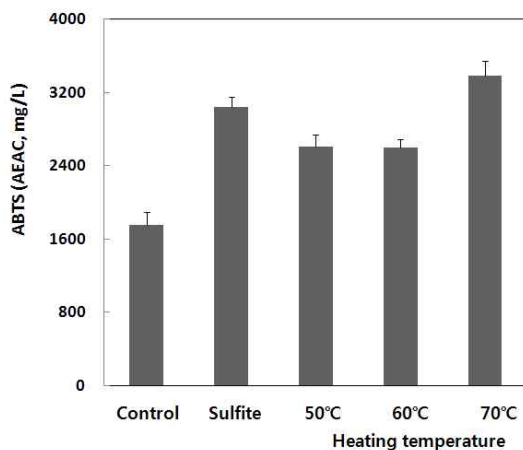


Fig. 6. ABTS of Muscat Bailey A red wines produced by heating temperature condition of grape-must before wine fermentation.

요 약

본 연구는 포도 원료의 열처리 온도(50, 60 and 70°C)가 포도주 품질에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 실험에 사용한 재료는 국내에서 주요 포도주용으로 생산되고 있는 품종중의 하나인 Muscat Bailey A를 이용하였다. 열처리 온도가 높아질수록 포도 으깬이 중에 살아있는 세균, 효모, 곰팡이 수는 현저하게 줄어들었으며 폴리페놀산화효소의 활성도 낮아졌다. 발효완료 후 포도주의 적색도나 총안토시아닌, 총폴리페놀, 탄닌 함량은 70°C 열처리에서 다른 처리구보다 높은 특징을 보였다. 또한 항산화활성도 원료의 열처리 온도가 높을수록 높아져, 높은 열처리 온도에서 폴리페놀성 물질 함량이 높고 폴리페놀산화효소의 활성이 낮은 것과 연관이 있는 것으로 판단된다. 결과적으로 발효 전 포도 원료의 열처리가 포도주 품질에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Jeong SM, Son MH, Lee SC. (2003) A survey on contents of phenolic compounds of market fruit and vegetables juices. *J. Basic Sci.*, 18, 117-123
2. Yair M. (1997) Concepts in wine chemistry. The wine appreciation guild Ltd. San Francisco, USA, P.20-27
3. Gaulijac NS, Glories Y, Vivas N. (1999) Free radical scavenging effect of anthocyanin in red wines. *Food Res. Int.*, 32, 327-333
4. Sato M, Ramarathnam N, Suzuki Y, Ohkubo T, Takeuchi M, Ochi H. (1999) Varietal differences in the phenolic contents and superoxide radical scavenging potential of wine from different sources. *J. Agric. Food Chem.*, 44, 80-85
5. Kerry NL, Abbey M. (1997) Red wine and fractionated phenolic compounds prepared from red wine inhibit low density lipoprotein oxidation in vitro. *Atherosclerosis*, 135, 93-102
6. Pace CR, Hahn S, Diamandis EP, Soleas G, Goldberg DM. (1995) 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
7. Fuhrman B, Lavy A, Aviram M. (1995) 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

8. Park YH. (1975) Studies on the grape variety and the selection of yeast strain for wine-making. Korea J. Korean Agric. Chem. Soc., 18, 219-227
9. Lee JK, Kim JS. (2006) Study on the deacidification of wine made from campbell early. Korean J. Food Sci. Technol., 38, 408-413
10. Chang EH, Jeong ST, Park KS, Yun HK, Roh JH, Jang HI, Choi JU. (2008) Characteristics of domestic and imported red wines. Korean J. Food Preserv., 15, 203-208
11. Re. R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic. Biol. Med., 26, 1231-1237
12. Chae SG, Kim SH, Shin DH, Oh HG, Lee SJ, Jang MH, Choi U. (2000) Standard Food Chemistry. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, p.333-340
13. Sayavedra-Soto LA, Montgomery MW. (1986) Inhibition of polyphenoloxidase by sulfite. J. Food Sci., 51, 1531-1536
14. Estrella ND, Marta SM, Antonio Jose PL, Jose Manuel LN. (2007) Characterization of polyphenol oxidase from napoleon grape. Food Chem., 100, 108-114
15. Zemel GP, Sims CA, Marshall MR, Balaban M. (1990) Low pH inactivation of polyphenoloxidase in apple juice. J. Food Sci., 55, 562-563
16. Yemenicioglu A, Ozkan M, Cemeroglu B. (1997) Heat inactivation kinetics of apple polyphenoloxidase and activation of its latent form. J. Food Sci., 62, 508-510
17. Monsalve-Gonzalez A, Barbosa-Canovas GV, McEvily AJ, Iyengar R. (1995) Inhibition of enzymatic browning in apple products by 4-hexylresorcinol. Food Technol., 49, 110-118
18. Gokmen V, Borneman Z, Nijhuis HH. (1998) Improved ultrafiltration for color reduction and stabilization of apple juice. J. Food Sci., 63, 504-507
19. Siebert KJ, Lynn PY. (1997) Haze-active protein and polyphenols in apple juice assessed by turbidimetry. J. Food Sci., 62,79-84
20. Zoecklein BW, Fugelsang KC, Gump BH, Nury FS. (1990) Production wine analysis. Van Nostrand Reinhold, New York, USA, p.129-168
21. Kim JS, Kim SH, Lee WK, Pyun JY, Yook C. (1999) Effects of heat treatment on yield and quality of grape juice. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 1397-1400
22. Marrs KA, Alfenito MR, Lloyd AM, Wallbot V. (1995) A glutathiones-transferase involved in vacuolar transfer encoded by the maize gene bronze-2, Nature, 375, 397-400
23. Toshiya T, Makoto I, Hiroshi M, Motohiko H, Shintaro F. (2003) Release of anthocyanin from strawberry cultured cell with heating treatment. Biochem. Eng. J., 15, 205-210
24. Lee SY, Park JD. (2004) Effects of heating temperatures and times on anthocyanin pigments in grape juice. Korean J. Food Preserv., 11, 336-341
25. Auw JM, Blanco V, O'keefe FO, Sims CA. (1996) Effect of processing on the phenolics and color of cabernet sauvignon, chambourcin and noble wines and juices. Am. J. Enol. Vitic., 47, 279-286
26. Hwang IG, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Yang MH, Jeong HS. (2006) Change of physicochemical characteristics of korean pear(*pyrus pyrifolia nakai*) juice with heat treatment condition. Korean J. Food Sci. Technol., 38, 342-347
27. Lee SC, Jeong SM, Kim SY, Park HR, Nam KC, Ahn DU. (2006) Effect of far-infrared radiation and heat treatment on the antioxidant activity of water extracts from peanut hulls. J. Agric. Food Chem., 94, 489-493
28. Mazza G. (1995) Anthocyanins in grape and grape products. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 35, 341-371
29. Woo KS, Jang KI, Kim KY, Lee HB, Jeong HS. (2006) Antioxidative activity of heat treated licorice(*Glycyrrhiz uralensis fisch*) extracts. Korean J. Food Sci. Technol., 38, 355-360