

숙성기간에 따른 머루와인의 품질적 특성

†강병태 · 윤옥현* · 이재우* · 김순희
김천대학 호텔조리제빵과, *김천대학 식품영양과

Qualitative Properties of Wild Grape Wine having Different Aging Periods

†Byung-Tae Kang, Ok-Hyun Yoon*, Jae-Woo Lee* and Soon-Hee Kim
Dept. of Hotel Culinary Art & Baking Technology, Gimcheon College, Gimcheon 740-704, Korea
*Dept. of Food & Nutrition, Gimcheon College, Gimcheon 740-704, Korea

Abstract

Qualitative properties- polyphenol compounds(total phenolics, anthocyanin, flavonoids, tannins), color parameters and anti-oxidant activities- of wild grape wine having different aging periods were studied. The contents of total phenolics and anthocyanin decreased significantly in accordance with aging terms($p<0.05$). The total phenolics and anthocyanin of the oldest wine(WG3) represented only 43% and 45% of it's related compound in the wine aged for one year(WG1), respectively. The contents and the degree of polymerization of tannins, including condensed tannins, also decreased but not showed statistically significant. However, The contents of flavonoids of the 2 year old wine(WG2) decreased significantly related to that of WG1, remaining, then, almost constant at that levels during aging. The L^* values, b(yellow) values and the hue (h_{ab}) values were increased in long aged wines(WG2, WG3), while the intensity of color(CI) and, the a(red) parameter value decreased. The antiradical activity of wild grape wines was shown to be high(87 EDA%) in WG1. The corresponding coefficient of tannin concentrations with antiradical activity($r^2=0.9189$) suggests that the tannin content may be strongly related to the antioxidant properties of wild grape wines.

Key words: wild grape wine, aging, polyphenol compound, color, antioxidant.

서 론

머루(wild grape, *Vitis cignetia*)는 포도과의 속하는 냉쿨성 목본식물로 한국, 일본 등지에 야생으로 많이 자라고 있으며, 최근 머루 가공품 생산을 위해 이를 재배하는 농가가 늘고 있다. 성숙한 머루 열매는 크기가 8 mm 내외로 포도보다 작고, 짙은 흑자색을 띠며, 신맛이 강한 편이나, 다량의 무기질과 유기산, 비타민류가 풍부하여 머루즙이나 머루주 형태로 응용되고 있다(Hwang & Ahn 1975). 예로부터 민간에서는 설사, 두통, 괴혈병 치료나 이노제로 열매나 줄기, 뿌리 등을 이용하여 왔다(JNMC 1977). 최근 와인 소비 증가로 국내산 와인에 대한 관심이 증가하면서 머루주 발효에 대한 관심도 더불

어 증가하고 있다. 그러나, 머루주에 대한 국내 연구로는 매우 미미하여 개량 머루주의 감산(Kim SK 1996; 2008)과 머루주의 이화학적 분석 및 항산화 효과에 대한 연구(Choi 등 2006) 뿐이다.

폴리페놀 화합물과 와인의 색은 와인의 품질적 특성을 결정짓는 중요한 요소이다. 페놀 화합물은 식물이 갖고 있는 대표적인 생리활성 물질로 anthocyanin, flavonol, tannin 등의 종류가 다양한 생화학적, 약리학 기능-항산화, 항암, 항알러지, 혈관이완작용-을 하는 것으로 알려져 있다(Mazza & Miniati 1993; Girard & Mazza 1998). 안토시아닌과 탄닌은 red wine의 색과 미각적 특성, 특히, 와인의 body와 수렴성을 결정해 주는 중요 요소로 다양한 화합물이 밝혀져 있다(Vidal 등 2004).

† Corresponding author: Byung-Tae Kang, Dept. of Hotel Culinary Art & Baking Technology, Gimcheon College, Gimcheon 740-704, Korea. Tel: +82-54-420-4131, Fax: +82-54-420-4480, E-mail: btkang@gimcheon.ac.kr

와인의 장기간 숙성은 이러한 페놀 화합물의 존재로 가능하며, 숙성기간 동안 산화, 분해, 축합 등의 과정을 거쳐 색과 풍미의 변화를 일으키며, 이는 다양한 품질의 와인을 생산할 수 있게 만든다(Santos-Buelga & Scalbert 2000; Amous 등 2001).

본 연구에서는 숙성기간이 다른 머루와인의 품질적 특성을 페놀 화합물의 함량과 와인의 색을 중심으로 분석하고, 페놀 화합물의 종류와 항산화 활성과의 상관관계를 규명함으로써 머루와인의 품질에 미치는 숙성기간의 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 머루와인 제조

분석에 사용한 머루와인은 김천 소재 수도산 산머루농산에서 2006년, 2007년, 2008년에 생산된 머루를 사용하여 제조한 것으로 제조과정은 일반적인 와인 제조방법에 따라 22°C 온도 하에 스테인레스 탱크에서 실시하였다. 주모로 사용한 효모종균은 자연에서 분리한 *Saccharomyces cerevisiae* sp. KCS7을 5% 농도로 접종하였다(윤 등 2005). 머루의 당도가 높아 (22°brix 내외) 보당은 하지 않았으며, 아황산 농도는 150 ppm을 첨가하였다. 와인 숙성을 위한 용기는 유럽산 오크통을 사용하였으며, 저온(10°C 이하)에서 각각 1년(WG1), 2년(WG2), 3년(WG3)을 숙성시켰다. 비교군으로 사용한 포도와인은 마주양사에서 수입 제조한 2006년산 Cabernet Sauvignon 와인(CS)을 사용하였다.

2. 일반성분 분석

알코올 함량은 증류장치로 와인을 증류한 증류액을 주정계로 측정된 값을 Gay Lussac표에 대비하여 산출하였다(NTSTI 1999). pH는 pH meter(HM-30G, DKK TOA Cop. Japan)로 측정하였고, 총 산도는 자동적정장치(AUT-211, TOA Electronics Ltd. Japan)에 증류수 100 ml와 시료 2 ml를 가하고 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH ml수를 주석산으로 환산하여 나타내었다(NTSTI 1999). 환원당 함량은 DNS법으로 측정하여 포도당 양으로 나타내었다(Miller GL 1959).

3. 페놀 화합물 함량

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법으로 측정하였다(Singleton & Rossi 1965). 즉, 증류수 3.9 ml에 희석한 시료와인 100 μ l를 혼합하고 folin-ciocalteu 시약 500 μ l를 가하여 5분간 방치하였다. 상기 혼합액에 포화 탄산나트륨용액 500 μ l를 첨가하여 실온에서 30분간 정치한 후 725 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 페놀 함량은 gallic acid equivalent(GAE) mg/l로 표

시하였다.

플라보노이드 함량은 Zhishen 등(1999)이 개발한 분광분석법을 이용하여 측정하였다. 즉, 증류수 4 ml에 희석 시료와인 1 ml를 가하고 5분이 경과한 다음, 5% NaNO₂ 0.3 ml와 10% AlCl₃ 0.3 ml를 차례로 가하였다. 대조군은 시료 대신 증류수 1 ml를 가하였다. 시작 시간으로부터 6분이 경과한 후 1 M NaOH 2 ml를 가하고 증류수를 추가로 가하여 10 ml로 만든 다음, 510 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 플라보노이드 함량은 catechin equivalent(CE) mg/l로 표시하였다.

안토시아닌 함량은 SO₂ 표백법(Ribereau-Gayon & Stonestreet 1965)으로 다음과 같이 측정하였다. 와인 1 ml, 0.1% HCl에 탄올 1 ml, 2% HCl 20 ml를 혼합하여 용액 A를 만든 후, 대조군에는 용액 A 2 ml와 증류수 0.8 ml를 가하고, 시료군에는 용액 A 2 ml에 증류수 0.4 ml와 아황산나트륨(D=1.24) 0.4 ml를 가한 다음, 실온에서 20분간 정치한 후 520 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 안토시아닌 함량은 대조군의 흡광도 값에서 시료군의 흡광도 값을 뺀 값에 875을 곱한 값을 mg/l로 표시하였다.

총 탄닌 함량은 Ribereau-Gayon & Stonestreet법(1966)에 따라 다음과 같이 실시하였다. 2개의 시험관에 1/50로 희석한 와인 1 ml와 증류수 0.5 ml, 12 N HCl 1.5 ml를 혼합한 용액을 각각 가하고 1개의 시험관은 30분간 중탕 가열한 후 냉각시키고 나머지 시험관은 실온에 정치시켰다. 양 시험관에 95% 에탄올 0.25 ml를 가한 후, 550 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 탄닌 함량은 시료군의 흡광도 값에서 대조군의 흡광도 값을 뺀 값에 19.33을 곱한 값을 g/l로 표시하였다.

HCl 지수(I_{HCl})는 Ribereau-Gayon 등(2000)이 개발한 분광분석법을 이용하여 측정하였다. 와인 1 ml에 12 N HCl 1.5 ml와 증류수 0.5 ml를 가하고 1/30로 희석한 다음, 280 nm의 파장에서 즉시 흡광도(d₀)를 측정하고, 상기 용액을 7시간 정치한 후 원심 분리한 상등액을 같은 파장에서 흡광도(d₁)를 측정한다. HCl 지수는 다음 식을 이용하여 계산하였다.

$$I_{HCl} = (d_0 - d_1) / d_0 \times 100$$

젤라틴 지수(I_{gelatin})는 Glories(1978)가 개발한 분광분석법에 따라 실시하였다. 와인 50 ml에 젤라틴 용액 5 ml를 가하고 3일간 정치한 다음, 12,000 rpm에서 5분간 원심분리한 후 얻은 상등액으로 탄닌 함량(C₁)을 측정하였다. 대조군은 젤라틴을 넣기 전에 탄닌 함량(C₀)을 측정하였다. 젤라틴 지수는 다음 식을 이용하여 계산하였다.

$$I_{gelatin} = (C_0 - C_1) / C_0 \times 100$$

4. 색도 분석

와인의 색도 분석은 색차계(SP-80, TOKYO Denshoku Co., Japan)를 이용하여 Hunter's value인 L, a, b값을 측정하였고, Glories Y(1978)의 분광분석법에 준하여 색의 강도와 색소 중합체를 분석하였다. 먼저 각 와인시료를 420 nm, 520 nm, 620 nm 파장에서 흡광도를 측정하여 색의 강도(CI=420+520+620)와 채도(hue=420/520)를 계산하였다. 색소 중합체(PP) 측정은 첫 번째 시험관에 와인 0.5 ml에 모델와인(12% 에탄올, 주석산 5 g/l, pH 3.2) 4.5 ml와 2 M 아황산나트륨 20 µl를 가한 후, 5분간 정치한 다음 420 nm와 520 nm 파장에서 흡광도를 측정하고, 두 파장의 흡광도 값을 합하여 IC(SO₂)를 구하였다. 두 번째 시험관에는 와인 0.5 ml에 모델와인 4.5 ml와 증류수 20 µl를 가한 후, 5분간 정치한 다음 420 nm와 520 nm 파장에서 흡광도를 측정하고, 두 파장의 흡광도 값을 합하여 IC(H₂O)를 구하였다. 색소 중합체 비는 IC(SO₂)/IC(H₂O)×100의 식으로 계산하였다.

5. 항산화 효과

1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH)에 대한 전자공여능(electron donating ability, EDA)을 통한 항산화 활성은 Blois MS(1958) 방법에 따라 측정하였다. 와인 0.2 ml에 0.4 mM DPPH 3.8 ml를 가하고 10초간 혼합한 후, 실온에서 30분간 반응하고 517 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 음성대조군은 시료대신 에탄올을 동량 첨가하여 실험하였고, 양성대조군으로는 상용 항산화제인 butylated hydroxyanisole(BHA, Sigma Co.), quercetin(Sigma Co.)을 이용하여 동일한 방법으로 실시하였다. EDA는 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도 값을 구하여 다음 식으로 계산하여 백분율로 표시하였다.

$$\text{전자공여능 (EDA, \%)} = \frac{(\text{대조군의 흡광도} - \text{실험군의 흡광도})}{\text{대조군의 흡광도}} \times 100$$

6. 통계처리

본 실험은 독립적으로 3회 반복 실시하여 얻은 결과를 실험군당 평균으로 나타내었고, SPSS 통계프로그램(Version 10.0, SPSS Inc. USA)을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)과 Duncan's multiple range test($p < 0.05$)로 유의성을 검정하였다. 페놀 화합물과 항산화 활성의 상관관계는 단회기분석(simple regression analysis)을 통하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분

Table 1의 결과에 의하면 머루와인의 알코올 함량은 11.8%

Table 1. Physicochemical parameters of aged wild grape wines

	WG1	WG2	WG3	CS
Alcohol(%)	11.8	11.8	11.8	12.0
Total acidity ¹⁾	11.25	10.25	10.15	5.60
pH	3.63	3.58	3.61	3.65
Reducing sugar ²⁾	26.6	15.0	13.0	18.0

WG1, WG2 and WG3 expressed wild grape wines aged for one year, 2 years and 3 years, respectively. CS as reference expressed Cabernet Sauvignon wine aged for 3 years,

¹⁾ Expressed as g/l of tartaric acid, ²⁾ Expressed as g/l of glucose.

로 숙성기간에 따른 차이는 없었다. 총 산은 숙성기간이 길수록 약간 감소하는 추세를 나타내었으나, 모든 머루와인에서 대조군인 Cabernet Sauvignon 와인(CS)의 산도보다 1.5배 이상 높은 수치를 나타내었다. 그러나 pH는 머루와인군과 포도 와인에 큰 차이가 없었다. 환원당 함량은 총 산과 같이 숙성기간이 길수록 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 산도와 환원당의 감소 경향으로 볼 때 숙성기간이 길수록 Malolactic 발효가 진행되고 있음을 추정할 수 있다.

2. 페놀 화합물의 함량

숙성기간별 머루와인 내 페놀 화합물 성분들의 함량은 Table 2에서 보는 바와 같았다. 모든 종류의 페놀 화합물이 숙성기간이 길어질수록 감소하였는데, 그 경향에서는 차이가 있었다. 총 페놀, 안토시아닌은 숙성기간이 길수록 유의성 있게 감소하는 경향을 보였는데, 숙성 1년 와인(WG1) 기준으로 총 페놀의 경우, 74%(WG2)와 43%(WG3)의 함량을, 안토시아닌의 경우, 53%(WG2), 45%(WG3)의 함량이 각각 존재하는 것으로 분석되었다. 반면에 플라보노이드는 숙성 2년(WG2) 이후 52%로 감소한 후 더 이상 줄어들지 않았다. 탄닌 역시 66%(WG2)와 55%(WG3)로 숙성기간에 따라 감소하였지만 유의성은 약하였다. 페놀 화합물 중 안토시아닌은 대조군인 포도 와인(CS)에 비하여 머루와인(WG3)에서 그 함량이 유의하게 높은 것을 볼 수 있었다($p < 0.05$). 숙성기간이 길어질수록 안토시아닌 함량이 감소하는 것은 안토시아닌 분자가 와인 내에서 매우 불안정하고, 분해에 매우 민감하여 pH, 온도, 효소, 빛, 안토시아닌의 구조와 농도, 복합체를 형성하는 화합물-플라보노이드, 페놀산, 금속- 등의 존재 여부에 영향을 받기 때문이다(Markakis P 1982). 숙성기간이 같은 포도와인(CS)과 비교했을 때 머루와인(WG3)은 상대적으로 낮은 탄닌 함량을 가지고 있음을 알 수 있었으며, 이는 탄닌의 중합도(I_{HCl})와 축합된 탄닌(Condensed tannin, I_{gelatin})의 비율에서도 확인할 수 있었다. 탄닌의 중합도와 축합된 탄닌의 함량도 숙성기간에

Table 2. Influence of aging period on the total phenolics, flavonoids, anthocyanin and tannin of wild grape wines

	WG1	WG2	WG3	CS
Total phenolics (mg gallic acid/ l)	4,817 ^c	3,567 ^b	2,100 ^a	3,133 ^b
Flavonoids (mg catechin/ l)	1,092 ^c	567 ^b	597 ^b	607 ^b
Anthocyanin (mg/ l, 520 nm)	175 ^d	92 ^c	79 ^b	50 ^a
Tannin (g/ l, 550 nm)	3.46 ^d	2.29 ^{bc}	1.92 ^b	2.52 ^c
I _{HCl} (%)	9.7 ^{ab}	7.5 ^a	4.7 ^a	14.3 ^{bc}
I _{gelatin} (%)	29.1 ^b	9.6 ^a	16.4 ^{ab}	47.9 ^c

WG1, WG2 and WG3 expressed wild grape wines aged for one year, 2 years and 3 years, respectively. CS as reference expressed Cabernet Sauvignon wine aged for 3 years. All values are the average of three replicates. Different superscript letters between columns indicate significant difference($p < 0.05$).

따라 감소하는 경향을 나타내었으나 유의성은 없었다. 일반적으로 안토시아닌의 농도가 높으면 탄닌의 중합도가 낮아지는 것으로 알려져 있으며, 중합도가 10 이하이고 축합된 탄닌의 비율이 35 이하이면 와인의 body가 가볍고 풍미가 약하며 쓴맛을 가지는 것으로 평가하고 있다(Ribereau-Gayon 등 2000). 와인에서 폴리페놀의 조성은 숙성 동안 축합과 중합, 산화반응의 결과로 극적으로 변하는데 특히, 축합과 중합은 안토시아닌과 탄닌(flavanol)간의 반응에 의한다(Arnous 등 2001). 머루의 경우, 안토시아닌 함량은 높으나 탄닌의 함량과 중합도가 낮기 때문에 숙성에 따른 축합과 중합반응이 활발하지는 않은 것으로 추정된다.

3. 와인의 색

와인의 품질을 결정하는 또 하나의 요소인 색(color)을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 장기 숙성 머루와인(WG2, WG3)에서 명도(L*)는 숙성 1년 와인(WG1)에 비해 밝아진 반면에 색의 강도(CI)는 낮아졌다. 그러나 대조군인 포도와인(CS)에 비해서는 여전히 높은 색의 강도를 나타내었다. 이러한 차이는 숙성기간에 따른 색 물질(coloring matters)의 침전 차이에 의한 결과로 볼 수 있으며, 침전물질로는 중합체와 안토시아닌-탄닌 부가물로 추정하고 있다(Drinkine 등 2007). 숙성 머루와인간의 적색소(a) 차이는 크지 않았으나 약간 감소하는 경향을 보였고, 노란색소(b)도 장기 숙성 와인(WG2, WG3)에서 증가하였으나 유의성은 없었다. 일반 와인에서 적색소(a)의 감소는 direct condensation 산물의 비율 증가와 안토시아닌 비율의 감소 때문으로, 숙성 1년차에는 direct condensation 산

Table 3. Influence of aging period on the color parameters of wild grape wines

	WG1	WG2	WG3	CS
L*	19.5	41.2	38.6	53.7
a	46.3	43.0	44.2	33.4
b	13.6	22.5	16.7	18.1
C* ^{ab}	48.2	48.6	47.3	38.0
h ^{ab}	18.2	30.7	22.9	31.6
CI ¹⁾	2.96 ^c	1.40 ^d	1.38 ^c	0.82 ^b
pp(%)	57.0 ^a	57.8 ^a	56.0 ^a	73.4 ^b

WG1, WG2 and WG3 expressed wild grape wines aged for one year, 2 years and 3 years, respectively. CS as reference expressed Cabernet Sauvignon wine aged for 3 years. All values are the average of three replicates.

¹⁾ Values represents the unit of absorbance. Different superscript letters between columns indicate significant difference($p < 0.05$).

물이, 이후에는 pyranoanthocyanin이 와인 색에 기여하는 것으로 보고 있다(Boido 등 2006). Pyranoanthocyanins은 에탄올이 산소를 매개로 전환된 아세트알데히드와 안토시아닌, 탄닌의 축합생성물로 오크통 숙성에서 볼 수 있는 색소체인데(Boido 등 2006), 그 중 methyl pyranoanthocyanin은 노란 색소 성분으로 밝혀졌다(He 등 2006). 본 연구에서도 오크통 숙성을 수행하였기 때문에 비록 탄닌의 중합도는 낮지만 이러한 축합체 생성이 와인의 색에 영향을 준 것으로 생각된다. 와인의 채도(C*)는 숙성기간에 따른 차이가 없었으며, 색상(h_{ab})은 숙성기간에 따라 증가하는 경향을 보였다. 색상 값의 증가는 direct condensation 산물의 비율과 pyranoanthocyanin의 비율(특히, 4-vinylphenol adduct)의 증가 덕분으로, 이는 와인의 색을 purple-red에서 red-orange로 전환시키는 bathochromic shift를 유발한다(Boido 등 2006). 레드와인의 붉은 색을 이루는 페놀 화합물의 조성은 안토시아닌 이외에도 안토시아닌 유도체와 색소 중합체(polymeric pigment)가 관여하는데(Cheynier 등 2006), 머루와인에서 색소중합체 비율은 56~57% 비율을 차지하여 대조군인 포도와인의 73%에 비하여 상대적으로 낮게 나타났다. 이러한 결과 역시 머루와인의 낮은 탄닌 함량과 중합도 때문인 것으로 생각된다.

4. 항산화 활성

숙성기간이 다른 머루와인 내 페놀 화합물의 항산화 활성을 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 숙성 1년 머루와인(WG1)의 자유라디칼 포획효과가 87% 내외로, 합성 항산화제인 BHA(90%)와 포도 내의 대표적인 항산화 물질인 Quercetin(92%)만큼 높은 활성을 나타내었다. 이러한 활성은 장기 숙성 와인(WG2, WG3)에서도 80% 내외를 유지하였다. 이는 대조군인

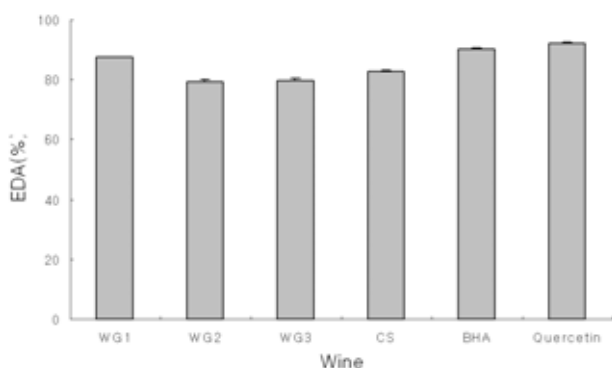


Fig. 1 Antioxidant activities of aged wild grape wines.

WG1, WG2 and WG3 expressed wild grape wines aged for one year, 2 years and 3 years, respectively. CS as reference expressed Cabernet Sauvignon wine aged with 3 years. BHA and Quercetin tested at a concentration of 1 mg/ml. The data are displayed with mean±standard deviation(n=3).

포도 와인(CS)의 활성(83%)보다 약간 낮은 결과로 머루 와인의 항산화 활성이 포도 와인의 활성과 크게 차이가 없음을 나타낸다. 머루 와인 내 페놀 화합물의 종류별 함량과 항산화 활성의 상관관계를 회기 분석한 결과, 총 페놀, 플라보노이드, 안토시아닌, 탄닌의 상관계수(r^2)가 각각 0.7625, 0.7005, 0.1136, 0.9189로 나타났다. 이러한 결과는 탄닌 함량이 머루 와인의 항산화 활성과 강하게 연관되어 있음을 나타낸다. 탄닌은 flavanol 단량체(catechin, epicatechin)와 proanthocyanin으로 구성되어 있는데, 이들의 강력한 항산화 활성은 많이 보고되고 있다(Simonetti 등 1997; Soleas 등 1997; Arnous 등 2001). 안토시아닌의 상관계수가 다른 폴리페놀류에 비해 매우 낮은 것은 상대적으로 적은 안토시아닌의 양과, 숙성기간에 따른 안토시아닌의 축합이나 유도체 형성 때문으로 추정하고 있다(Arnous 등 2001).

결과적으로, 페놀 화합물과 와인의 색을 중심으로 봤을 때, 머루 와인은 포도 와인에 비하여 안토시아닌 함량이 높아 색의 강도와 적색도가 높지만 숙성기간이 길수록 페놀 화합물의 함량이 급격히 줄어들고, 특히, 항산화 활성과 연관성이 높은 탄닌의 함량과 중합도가 감소하는 경향을 보여 와인의 body와 풍미에는 부정적일 것으로 생각된다. 따라서, 포도 와인과 달리 숙성기간을 단기간(1년 이내)으로 유지하는 것이 머루 와인의 품질 유지에 적합할 것으로 사료된다.

요 약

오크통에서 숙성기간이 다른 머루 와인의 페놀 화합물 함량과 색, 항산화 활성 등을 분석하였다. 페놀 화합물의 함량

은 숙성기간이 긴 머루 와인일수록 감소하였는데, 그 경향은 종류에 따라 차이가 있었다. 총 페놀, 안토시아닌, 탄닌은 숙성기간이 길수록 감소하였고 플라보노이드는 숙성 2년 와인에서 크게 낮았으나 그 이후에는 차이가 없었다. 특히, 총 페놀과 안토시아닌은 유의성 있는 함량 차이를 보였다. 탄닌의 중합도와 축합된 탄닌의 함량도 숙성기간에 따라 감소하는 경향을 나타내었으나 유의성은 없었다. 와인의 명도(L*)는 숙성기간이 길수록 높아져 점차 밝은 색으로 변화하였으나 색의 강도(CI)는 감소하였는데, 대조군인 포도 와인의 강도보다는 높았다. 머루 와인의 적색소(a)는 감소하였고, 노란색소(b)와 색상(h_{ab})은 점차 증가하는 경향을 보였다. 숙성기간이 1년 인 머루 와인의 자유라디칼 포획효과가 87% 내외로 항산화제 BHA(90%)와 Quercetin(92%)만큼 높은 활성을 나타내었다. 이러한 활성은 장기 숙성 와인에서도 80% 내외를 유지하였다. 페놀 화합물의 종류별 함량과 항산화 활성의 상관관계를 회기 분석한 결과, 총 페놀, 플라보노이드, 안토시아닌, 탄닌의 상관계수(r^2)가 각각 0.7625, 0.7005, 0.1136, 0.9189로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 2009년도 우수인력양성 전문 대학 교육역량강화사업의 연구비 지원으로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Arnous A, Makris DP, Kefalas P. 2001. Effect of principal polyphenolic components in relation to antioxidant characteristics of aged red wines. *J Agric Food Chem* 49:5736-5742
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Boido E, Alcalde-Eon C, Carrau F, Dellacassa E, Rivas-Gonzalo C. 2006. Aging effect on the pigment composition and color of *Vitis vinifera* L. Cv. tannat wines. Contribution of the main pigment families to wine color. *J Agric Food Chem* 54:6692-6704
- Cheyrier V, Duenas-Paton M, Salas E, Maury C, Souquet JM, Sami-Manchado P, Fulcrand H. 2006. Structure and properties of wine pigments and tannins. *Am J Enol Vitic* 57:298-305
- Choi SY, Cho HS, Kim HJ, Ryu CH, Lee JO, Sung NJ. 2006. Physicochemical analysis and antioxidative effects of wild grape(*Vitis coignetia*) juice and its wine. *Korean J Food*

- & *Nutr* 19:311-317
- Drinkine J, Lopes P, Kennedy JA, Teissedre P, Saucier C. 2007. Ethylidene-bridged flavan-3-ols in red wine and correlation with wine age. *J Agri Food Chem* 55:6292-6299
- Girard B, Mazza G. 1998. Functional grape and citrus products. In *Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects*. pp139-191. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster. PA
- Glories Y. 1978. Recherches sur la matiere colorante des vins rouges. These de doctorates sciences, Universite de bordeaux II. France
- He J, Santos-Buelga C, Silva AM, Mateus N, de Freitas V. 2006. Isolation and structural characterization of new anthocyanin-derived yellow pigments in aged red wine. *J Agric Food Chem* 54:9598-9603
- Hwang JK, Ahn SY. 1975. Studies on the anthocyanins in wild vines. *J Korean Agric Chem Soc* 18:183-193
- Jiangsu New Medical College. 1977. Dictionary of Chinese Traditional Medicine(Vol 2). pp2315 Shanghai
- Kim SK. 1996. Deacidification of new wild grape wine. *Korean J Food & Nutr* 9:265-270
- Kim SK. 2008. Optimal condition for deacidification fermentation of wild grape wine by mixed culture. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 51:17-23
- Markakis P. 1982. Stability of anthocyanins in foods. In *Anthocyanins as Food Colors*. pp163-180. Academic Press Inc. London. UK
- Mazza G, Miniati E. 1993. In *Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains*. pp149-199. CRC Press. Boca Raton
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31:426-428
- National Tax Service Technical Insititute. 1999. Alcoholic Beverage Analysis rule. pp.196-197. Sejung Pub. Co. Seoul. Korea
- Ribereau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdiou D. 2000. *Handbook of Enology(2nd) Vol.2*. pp.177. John Wiley & Sons Ltd. England
- Ribereau-Gayon P, Stonestreet E. 1965. Determination of anthocyanins in red wine. *Bull Soc Chim* 9:2649-2652
- Ribereau-Gayon P, Stonestreet E. 1966. Dosage des tanins du vin rouge et determination de leur structure. *Chim Anal* 48:188-196
- Santos-Buelga C, Scalbert A. 2000. Proanthocyanidins and tannin-like compounds-Nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *J Sci Food Agric* 80:1094-1117
- Simonetti P, Pietta P, Testolin G. 1997. Polyphenol content and total antioxidant potential of selected Italian wines. *J Agric Food Chem* 45:1152-1155
- Singleton V, Rossi JA Jr. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16:144-158
- Soleas GJ, Tomlinson G, Diamandis EP, Goldberg DM. 1997. Relative contributions of polyphenolic constituents to the antioxidant status of wines: Development of a predictive model. *J Agric Food Chem* 45:3995-4003
- Vidal S, Francis L, Noble A, Kwiatkowski M, Cheynier V. 2004. Taste and mouth-feel properties of different types of tannin-like polyphenolic compounds and anthocyanins in wine. *Anal Chim Acta* 513:57-65
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64:555-559
- 윤옥현, 강병태, 이재우, 한만덕, 최영훈. 2005. 자두주 생성균주 사카로마이세스속 케이씨에스 7 및 이를 이용한 자두주의 제조방법. 특허 제0483228호

(2009년 10월 5일 접수; 2009년 12월 15일 채택)