

Muscat Bailey A 품종 포도주의 청징과 여과에 따른 이화학적 특성

방병호^{1*} · 백진경^{1*} · 이승욱² · 정은자¹ · 이문수³ · 이동희²

¹을지대학교 식품영양학과

²건국대학교 생물공학과

³한국생명공학연구원

Physicochemical Characteristics Based on Fining and Filtering of Muscat Bailey A Grape Wine

Byung-Ho Bang^{1*}, Jean Kyung Paik^{1*}, Seung-Wook Lee², Eun-Ja Jeong¹,
Moon-Soo Rhee³, and Dong-Heui Yi²

¹Department of Food and Nutrition, Eulji University

²Department of Biological Engineering, Konkuk University

³Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

ABSTRACT Since the domestic grape wine industry has been stagnant, the quality of Korean wine must be improved to compete with imported wines. For improving the quality of domestic wine up to 'unfined' or 'unfiltered' wine, this study investigated the possibility of producing 'unfined' or 'unfiltered' wine and their physicochemical characteristics. Muscat Bailey A as a domestic grape was selected to make wine. Prior to refining process after alcohol fermentation, the wine samples were divided into three specimens depending on the treatment of bentonite for clarification and filter (sample A treated with both bentonite and filter, sample B treated with bentonite only, and sample C treated without bentonite and filter). The physicochemical characteristics of each specimen after one week maturation were then investigated. Sample C showed highest values in total phenol and organic acid content among others. Samples B and C showed more stability in intensity, hue, and color. Although it is hard to compare domestic wine with imported wine, it may be possible to improve the quality of domestic wine and contribute to the development of the domestic wine industry when further studies are conducted on in-depth fermentation of wine and improvement of microbiological stability.

Key words: wine, Muscat Bailey A, unfined wine, unfiltered wine

서 론

최근 들어 포도주의 다양한 건강기능성이 알려지고 소비자들은 알코올 함유량이 낮은 주류를 점점 선호하게 되면서 (1) 포도주의 소비량은 지속적으로 증가 추세를 보이고 있다 (2). 하지만 국내에서 생산되는 포도주는 품질과 다양성의 확보 측면에서 소비자들의 요구에 따라가지 못하고 있는 실정이며, 이는 서양과는 달리 우리나라의 경우 포도주 개발의 역사가 짧고 최근에는 본격적인 연구가 진행되고 있어서이기도 하다(3).

최근 국내에 성공적으로 정착한 수입 포도주들 가운데에는 종종 그 라벨에서 'unfined' 혹은 'unfiltered'라는 문구를 볼 수 있다는 점에 주목할 필요가 있다. 흔히 포도주라고

하면 가장 먼저 시각적으로 보고 느낄 수 있는 아름다운 색의 맑고 빛나는 포도주를 떠올린다. 하지만 그와 같이 포도주에는 눈에 보이는 약간의 입자도 떠올라다녀서는 안 된다는 인식에도 불구하고 최근에는 포도주의 원료인 포도 그 자체의 색과 향, 맛을 느끼고 싶어 하는 소비자들의 또 다른 욕구에 따라 'unfined' 혹은 'unfiltered' 포도주의 생산이 늘어가고 있는 추세이며 이를 생산하는 대부분의 나라에서는 상업적 마케팅의 일환으로 사용되고 있다. 이와 같은 추세에 맞춰 국내에서도 포도주를 양조하는 과정에서 정제 과정을 하지 않아도 될 정도의 양조 기술을 가지고 있다면, 정제 과정에 들어가는 설비 시설비용 등 그 밖의 비용 절감 효과를 기대할 수 있거나 다른 부분에 더 많은 투자를 할 수도 있을 것이다.

물론 포도주 양조 과정 중에 청징과 여과의 역할은 포도주를 혼탁하게 만드는 콜로이드성 물질을 제거하여 액을 맑게 해줄 뿐만 아니라 포도주의 미생물학적인 안정화도 시켜준다. 이와 관련하여 다양한 청정제의 처리가 포도주의 품질에

Received 28 July 2015; Accepted 10 September 2015

Corresponding author: Dong-Heui Yi, Department of Biological Engineering, Konkuk University, Seoul 05029, Korea
E-mail: dhyi@konkuk.ac.kr, Phone: +82-2-450-3522

*These authors contributed equally to this work.

미치는 영향을 파악하였으며(4) 포도주 내의 미생물은 제거되고 환원당 함량과 고형물 함량이 감소하는 결과를 보인 한외여과공정을 이용한 포도주의 품질 개선에 관한 연구 등(5) 포도주의 청징 과정과 여과 과정에 대한 연구가 진행되어 왔다. 그러한 가운데 Moreno와 Azpilicueta(6)의 연구에서는 오크통 안에서 숙성된 포도주를 가지고 'filtered'와 'unfiltered' 포도주의 에스테르 농축도를 비교 분석하였다. 아울러 포도주에 존재하는 미생물 균수를 측정하여 발효 후 증가된 총 균수가 숙성 과정을 거친 후 다시 감소하는 결과를 보인 연구처럼 안정성 검사에 관한 연구도 진행되어 왔다(5). 그러나 국내에서는 아직 국내 품종으로 만든 포도주로 청징과 여과 과정 유무에 따른 자료가 부족한 상황에서 양조 기술의 발전도 기대할 수 없음을 인지하고, 본 연구에서는 국내에서 재배되는 포도 품종 중에 Muscat Bailey A 품종이 다른 품종에 비해 당의 함량이 높아 포도주 제조에 더 적합하다는 연구 결과에(7) 따라 국내산 Muscat Bailey A 품종을 원료로 사용하여 청징 과정과 여과 과정의 조건의 차이에 따른 이화학적 특성 비교 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

포도 및 효모

포도주 제조에 사용한 Muscat Bailey A 품종은 경상북도 영천시에서 수확한 포도 10 kg을 사용하였다. 실험에 사용된 효모는 *Saccharomyces bayanus* 균주로 제조된 활성건조효모 Lalvin EC-1118(Winekit Korea, Chungnam, Korea) 제품을 구입하여 사용하였다.

청징제 및 여과기

청징제로는 혼탁을 일으키는 단백질을 안정화에 효과적인 벤토나이트를 사용하였다. 여과기는 Buon Vino Super Jet (Buon Vino, Ontario, Canada) 제품을 이용하였으며, 여과지는 같은 회사에서 제조한 Super Jet filter pad #2를 사용하였다. Super Jet filter pad #2는 청징용 여과지로서 입자 크기는 1 µm로 한 번 여과기를 사용할 때 두께 5 mm의 여과지 세 장을 여과 틀 사이에 넣고 고정한 후 여과를 진행하였다.

포도주 제조

실험 재료로 구입한 Muscat Bailey A 품종을 제경 및 파쇄하여 포도즙을 만들었다. Tartaric acid 7.5 g을 가산하여 pH 3.48로 조절하였고 포도즙의 당도를 28°Brix가 되도록 백설탕(CJ, Seoul, Korea)을 첨가하였다. Potassium metabisulfite($K_2S_2O_5$)는 포도즙의 pH에 맞게 1 g(0.1 g/L 기준)을 넣었으며, 효모는 2 g(0.2 g/L 기준)을 증류수에 녹인 다음 포도즙에 첨가하였다. 이렇게 준비된 포도즙을 20°C의 인큐베이터에 넣어 알코올 발효를 시작하였다. 실험 20일차, 포도즙에서 이산화탄소의 발생을 볼 수 없었을 뿐

만 아니라 알코올 발효를 종료하고 착즙하여 고형물 분리 후 분리한 포도즙에 $K_2S_2O_5$ 를 0.5 g(0.05 g/L 기준) 첨가하고 20°C의 인큐베이터에서 안정화를 하였다. 실험 45일차, 포도즙을 청징과 여과에 따라 세 가지 시료(시료 A: 청징제 첨가, 여과기 사용하는 시료, 시료 B: 청징제 첨가, 여과기는 사용하지 않는 시료, 시료 C: 청징제 무첨가, 여과기 사용하지 않는 시료)로 나누었다. 안정화를 거친 후 시료 A는 여과기를 사용하여 병입을 하였으며, 시료 B, C는 여과기를 사용하지 않고 병입을 한 후 15°C에서 병 숙성을 하였다.

pH 및 총 산도 측정

pH는 알코올 발효 전후, 병 숙성 후에 pH meter(model 420, Thermo Orion, San Diego, CA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총 산도는 AOAC법을 참고하여 국제정기술연구소 주류분석 규정에 따라 CO_2 를 제거한 시료액을 적정한 후 tartaric acid로 환산하여 백분율을 나타내었다(8).

당 및 알코올 농도 변화 측정

포도즙이 알코올 발효를 하는 20일 동안 네 번에 걸쳐 당도 및 알코올의 변화를 측정하였다. 원심분리기(Combi-514R, Hanil Science, Daejeon, Korea)를 이용하여 3,000 rpm으로 10분 동안 원심분리 한 후 상등액의 맑은 부분만을 취하여 당도(°Brix)는 wine refractometer(Winekitkorea)를 사용하여 측정하고, 알코올(%)의 변화는 wine alcolyzer (Anton Paar, Vienna, Austria)를 사용하여 측정하였다.

총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법을 이용하여 측정하였다(9). 표준물질은 gallic acid monohydrate(Kanto Chemical Co., Inc., Tokyo, Japan)를 사용하였고 표준물질 샘플은 0, 50, 100, 200, 400 mg/L의 농도로 준비하여 총 페놀 함량을 구하였다.

Intensity, hue 및 color 측정

색의 양을 나타내는 intensity와 색의 진하기를 나타내는 hue를 측정하기 위해서 각각의 시료에서 채취한 샘플을 원심분리 하고 상층의 맑은 부분만을 채취하여 1:9 비율로 증류수에 희석한 후 spectrophotometer(S-3100, Scinco, Seoul, Korea)를 사용하였다. 색상을 나타내는 color는 spectrophotometer를 이용하여 1 mm 두께의 cell로 Hunter의 L^* (lightness), a^* (redness), b^* (yellowness) 값을 측정하였다(10).

유기산 함량 측정

각각의 시료 샘플을 원심분리(3,500 rpm, 15 min, 4°C)한 후 상등액을 취하고 Membrane filter(Puradisc NYL, 25 mm 0.2 µm, Whatman, Philadelphia, PA, USA)로 여과한 후 HPLC(YoungLin Instrument Co., Ltd., Anyang,

Korea)를 사용하여 측정하였다. 분석 시 Aminex HPX-87H(30 cm×7.8 mm) column을 사용하고 시료 주입량은 20 µL, 유동속도는 0.6 mL/min으로 수행하였다.

휘발성 향기 성분 측정

알코올 발효 중에 생성되는 ethyl acetate, methyl alcohol, fusel oil 등 포도주의 향기 성분을 구성하는 이러한 발효 부산물들을 Gas Chromatography(ThermoElectron, San Jose, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 분석 시 Innowax Closed Linked(3 cm×0.2 mm×1.0 µm ID) column을 사용하고 유동 속도는 1.0 mL/min으로 수행하였다.

통계분석

본 연구에서 얻은 자료는 SPSS 통계 프로그램(Version 18.0, IBM, Armonk, NY, USA)을 이용하여 통계 분석을 실시하였다. 모든 시료는 3번씩 측정되었으며 기술통계를 이용하여 평균과 표준오차로 나타내었다. 각 샘플 간의 차이는 ANOVA 분석을 실시한 후 Duncan 다중검정방법에 의해 사후검정을 실시하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

pH 및 총 산도 측정

pH는 포도주의 향미, 색깔, 미생물학적 안정성, 산화, SO₂ 첨가량 등에 영향을 주어 품질을 좌우한다고 볼 수 있다. 또한 발효과정 및 숙성, 저장 중 잡균의 오염과 저장성에 큰 영향을 준다는 점에서 중요하며 pH가 3.6 이상이면 저장 중 잡균의 오염이 일어날 수 있으며 반대로 pH가 3.2 이하면 지나치게 신맛이 강해 품질이 떨어진다고 보고된 바 있다(11).

각 시료들의 pH 측정과 총 산도 값의 결과는 Table 1과 같다. 실험에 사용된 포도즙의 알코올 발효 전 pH는 3.62로 잡균의 오염이 발생할 수도 있을 거라 생각되어 보다 안정된 pH를 얻고자 tartaric acid 7.5 g을 가산하여(12) pH는 3.48로 조절하였다. 알코올 발효 초기에는 pH 수치가 감소하다가 알코올 발효가 끝나고 난 후의 pH는 3.52로 약간 높아졌으며, 병 숙성 후의 pH는 3.43~3.44로 다시 안정적으로 나타났다. 이러한 pH의 변화는 발효에 의해 생성된 에

탄올의 영향에 의해서 주석산 일부가 potassium bitartrate의 형태로 변했다가 고형물 분리 후 K₂S₂O₅의 첨가 등으로 인해 안정화된 현상으로 사료된다.

총 산도는 일반적으로 0.6~0.8%가 적당한 수준이라고 보고되었다(13). 각 시료들의 총 산도 측정 결과 시료 A는 0.887, 시료 B는 0.900, 시료 C는 0.927로 적정 수준보다는 조금 높은 총 산도 값을 나타내었는데 이는 Yang(14)의 연구에서와 같이 국내에서 재배되는 Muscat Bailey A 포도 품종의 특징으로 생각된다. 총 산도가 높으면 시고 쏘는 맛이 있기에 경우에 따라 양조용 포도 재배 과정에서부터 적절한 산도 조절이 필요할 뿐만 아니라 총 산도가 낮은 포도즙을 혼합하거나 설탕 용액, calcium carbonate 등을 넣어 희석 또는 중화시키는 작업 등 양조 과정에서 산도를 조절할 수 있는 연구가 더 필요할 것으로 보인다(15).

당 및 알코올 농도 변화

알코올 함량은 포도즙의 당 함량에 영향을 받으며 이론적으로 당 함량의 무게비로는 51.1%, 부피비로는 59%가 알코올로 전환된다(16).

알코올 발효 중 당의 농도 변화와 알코올의 농도 변화를 측정한 값은 Fig. 1과 같다. 과쇄 후 포도즙의 당도는 가당을 하여 28°Brix로 조절하였다. 포도즙의 알코올 발효가 진행되면서 발효 15일차까지 완만한 곡선을 그리며 감소되는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 발효 온도를 20°C에서 진행

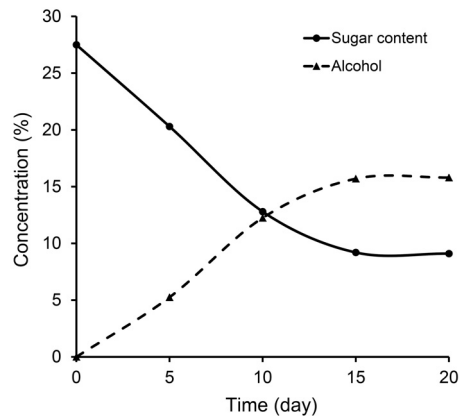


Fig. 1. Changes of sugar content and alcohol concentration during red wine fermentation.

Table 1. Analysis of the pH and total acidity during red wine fermentation

Compounds	pH			Total acidity
	Before fermentation	After fermentation	After aging	
Sample A ¹⁾	3.48±0.00	3.52±0.01	3.44±0.00	0.887±0.001 ^c
Sample B ²⁾	3.48±0.00	3.52±0.01	3.44±0.00	0.900±0.001 ^b
Sample C ³⁾	3.48±0.00	3.52±0.01	3.43±0.00	0.927±0.003 ^a

¹⁾Added of bentonite for clarification and used of a filter.

²⁾Added of bentonite for clarification but not used of a filter.

³⁾Neither added of bentonite for clarification nor used of a filter.

All the data were expressed as mean±SE.

Means with the different letters (a-c) in same column are significantly different by Duncan's multiple range test.

하여 당의 분해 속도가 천천히 이루어졌음을 알 수 있었다. 알코올 발효가 끝났을 때의 당도는 9.1°Brix로 비교적 dry한 타입의 포도주를 얻을 수 있었다.

당의 농도 변화와 마찬가지로 발효 15일차까지 발효 속도가 천천히 진행되었다. 포도즙 내 기포의 생성이 거의 없고 당의 농도 변화가 없을 때를 알코올 발효가 종료된 시점이라 판단하고 측정된 최종 알코올 농도의 값은 15.7%로 일반적으로 판매되는 포도주보다는 높은 알코올의 값을 얻게 되었다.

총 페놀 함량 비교

포도껍질과 함께 발효시킨 적포도주에서 발효 과정 중 에탄올 생성으로 포도 껍질의 페놀 성분이 용출된다고 한다(15). 청징과 여과에 따른 조건의 변화가 총 페놀 함량에 영향을 미치는지 알아보기 위해 측정된 결과 시료 A는 566 mg/L, 시료 B는 643 mg/L, 시료 C는 696 mg/L의 총 페놀 함량을 얻을 수 있었다(Table 2).

Yook 등(17)의 연구에 의하면 국내산 포도주의 경우는 780~890 mg/L 정도 검출된 것으로 보고되었다. 제조된 시료들은 국내산 포도주의 총 페놀 함량에 조금 부족한 수치이긴 하지만 청징 과정과 여과 과정을 모두 거친 시료 A의 총 페놀 값이 시료 B의 값과 비교했을 때는 12% 정도, 시료 C의 값과 비교했을 때는 19% 정도 낮은 수치를 나타냈다. 이 측정 결과에 의하면 청징제 첨가의 영향과 함께 여과기의 사용이 총 페놀 함량에 차이가 나타나는 것을 보여주고는 있으나 지금까지 청징제 첨가 및 여과기의 사용 또는 여과지의 종류에 따른 페놀 검출에 관련된 보고는 미미한 상태이기에 이와 같은 연구가 더 필요할 것으로 보인다.

Intensity, hue 및 color 비교

청징과 여과에 따른 조건이 intensity, hue와 color에 미치는 영향을 알아보기 위해 측정된 결과는 Table 2와 같다. Intensity 값은 포도 종류에 따라 0.3~1.8 정도가 정상적이며 420 nm와 520 nm의 비율로 나타내는 hue 값은 포도주의 갈변 정도와 관계가 있는데, 숙성 전의 포도주는 0.5~0.7 정도이며 숙성됨에 따라 1.2~1.3 정도가 된다(18).

Intensity 값의 결과 시료 A는 0.589, 시료 B는 0.865, 시료 C는 0.882로 시료 B와 시료 C의 값에서 나타나듯이 청징 과정에 의한 차이는 거의 없었으나 여과 과정을 거친 시료 A는 다른 시료들에 비해 30% 정도 낮은 수치를 나타내

었다. 측정된 값이 높을수록 색의 양적 감소 변화가 적기 때문에 색의 안정성이 증가되는데, 측정 결과와 같이 여과 과정을 거치지 않은 시료 B, C의 intensity 값이 높게 나오므로 보다 안정된 색을 가지고 있음을 나타냈다. 또한 총 페놀 함량과 intensity는 상관관계를 보여 총 페놀 함량이 높을수록 intensity가 높아진다는 보고와 일치하였다(19).

Hue 값의 결과 시료 A는 0.622, 시료 B는 0.696, 시료 C는 0.702로 아직 숙성이 많이 진행되지 않았음을 알 수 있었다. 또한 hue 값이 낮을수록 투명한 선홍빛을 나타내고 높을수록 불투명한 붉은색을 나타내는데, 측정 결과에 의하면 여과 과정을 거친 시료 A의 hue 값이 다른 시료들과 비교하여 약간 낮은 값을 나타내어 시료 B, C보다 투명성이 높음을 나타냈다. Color는 시료 B와 시료 C의 수치는 큰 차이가 없었으나 여과 과정을 거친 시료 A와는 많은 차이를 보였다. L* 값은 시료 A가 시료 B, C보다 훨씬 높은 값을 나타냈다. 시료 A가 다른 시료들에 비해 선명한 색상을 나타내는 것을 의미한다. 이는 여과 과정에서 여과지가 또 한 번의 청징 역할을 하면서 콜로이드성 물질들을 걸러주었기 때문이라고 생각된다. b* 값은 시료 B, C가 -값을 나타낸 것에 비해 시료 A 값이 보다 높은 수치를 나타낸 것을 보면 산화가 진행 중인 포도주인 것으로 보였다. 포도주의 적색도는 근본적으로 함유되어 있는 안토시아닌의 함량에 영향을 받지만 포도주가 숙성됨에 따라 안토시아닌이 다른 물질과 결합하여 침전되거나 또는 산화가 되어 붉은 색상을 잃을 수도 있다. 병 숙성 기간이 짧았던 것을 생각해 보면 여과 과정을 거치면서 공기 중에 노출된 시간 동안 어느 정도 산화가 진행되었을 것이라고 생각된다.

기존 연구 결과에서 포도주의 품질 지표로는 b* 값보다 L*, a* 값이 적당하다고 보고 있으며(17) Muscat Bailey A 포도 품종 자체의 색상이 약하기 때문에 교배를 통한 품종의 개량이나 양조 과정 중 숙성 방법에 대한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

유기산 함량 비교

유기산은 주석산(tartaric acid), 사과산(malic acid), 구연산(citric acid)과 같이 포도에서 유래된 산과 젖산(lactic acid), 초산(acetic acid)과 같이 발효에서 나오는 산 등으로 포도에서 신맛을 내는 주요 성분이며 포도주 품질에도 영향을 끼친다. 주석산은 포도주의 pH, 박테리아에 대한 저항성, 품질 등에 관련이 있으며 사과산은 포도주의 신맛을 부드럽

Table 2. Phenol, Intensity, hue, and color values of the three different samples

Compounds ¹⁾	Phenol (mg/L)	Intensity	Hue	Color		
				L*	a*	b*
Sample A	566	0.589±0.007 ^b	0.622±0.006 ^b	86.45±0.07 ^a	17.01±0.13 ^b	0.29±0.00 ^a
Sample B	643	0.865±0.005 ^a	0.696±0.009 ^a	69.29±0.03 ^b	19.26±0.07 ^a	-1.92±0.01 ^b
Sample C	696	0.882±0.002 ^a	0.702±0.002 ^a	68.58±0.02 ^c	19.05±0.02 ^a	-2.35±0.02 ^c

¹⁾Sample compounds are the same as in Table 1.

All the data were expressed as mean±SE.

Means with the different letters (a-c) in same column are significantly different by Duncan's multiple range test.

게 해주지만 많은 양이 존재할 경우에는 풋내를 증가시키기도 한다. 또한 구연산은 포도주의 향에 신선함을 증가시키지만 사과산과 더불어 발효가 진행됨에 따라 감소하는 것이 일반적이다. 이는 lactic acid bacteria에 의한 malo-lactic fermentation 과정을 통해 구연산은 젖산과 초산으로, 사과산은 젖산으로 전환되는 것을 의미한다. 이 과정을 거치면 포도주의 산도는 감소하고 pH가 상승하여 맛이 부드러워져 마시기 좋아진다. 국내산 포도주의 자연적으로 행해지는 malo-lactic fermentation에 의한 전환율을 약 36.1%라고 보고하였다(15).

Malo-lactic fermentation은 15°C 이하의 저장 온도, 14%에 가까운 알코올 농도, SO₂의 농도 및 처리에 따라 느리게 진행되거나 정지되고 증식에 방해를 받는다. 수치에서 나타나듯이 측정된 모든 시료들에서 높은 malic acid와 낮은 lactic acid의 함량을 보여주고 있어 malo-lactic fermentation 과정이 일어나지 않았다고 볼 수 있다. 이는 15% 이상의 알코올 농도와 알코올 발효 후 고형물을 분리하는 과정에서 첨가된 K₂S₂O₅의 영향으로 생각된다.

각 시료별로 모든 유기산의 함량이 시료 C > 시료 B > 시료 A의 순서로 높게 나타났다(Table 3). 각 시료별로 그 차이가 크지는 않아 청징 과정과 여과 과정에 의한 차이 외에도 유기산 함량에 영향을 끼치는 다른 요인들의 연구도 요구된다고 본다.

휘발성 향기 성분

포도주에서 나오는 대부분의 과일 향은 여러 가지 에스테르에서 나온다. 이러한 에스테르는 포도 자체에서 나오거나 알코올 발효 중에 효모의 효소에 의해 생성되며 오크통에서 숙성되는 기간에 생성되기도 하여 숙성 기간이 길어질수록 그 양이 많아진다. 일반적인 포도주의 에스테르 함량은 200~400 mg/L 정도이며, 이 중에 ethyl acetate와 isoamyl acetate 함량이 가장 많다(14). 휘발성 향기 성분을 측정한

결과 값은 Table 4와 같다. Aldehyde는 알코올과 산의 중간 단계로 알코올의 산화 과정에서 나타나는 화합물이다. Lee (20)의 연구에 의하면 휘발성이 큰 aldehyde 특성상 발효가 진행됨에 따라 휘발되어 날아가 버린다고 한다. 측정 결과에 의하면 시료 B, C에 비해 시료 A에서 조금 더 많은 값을 나타냈다. 이는 포도주에 있는 aldehyde 중 대부분을 차지하는 acetaldehyde가 발효가 끝난 포도주에서는 에탄올과 산소의 반응 혹은 탈수소 반응으로 생성되는데, 여과 과정을 거친 시료 A에서 조금 더 활발한 반응으로 인해 시료 B, C보다 많은 값을 나타낸 것으로 보인다.

대표적인 휘발성 에스테르 중 하나인 ethyl acetate는 휘발산에 속하는 초산의 부산물이다. 낮은 농도(50~80 mg/L)일 경우에는 포도주에 복합성을 기여하는 등 긍정적인 면도 있지만 비교적 높은 농도(120 mg/L)에서는 자극적인 맛을 주고 쓴맛을 더 강하게 만들어 줄 수 있다. 측정 결과에 따르면 모든 시료들에서 ethyl acetate의 함량이 비교적 낮은 농도를 보이며 그로 인한 부정적인 에스테르의 형성은 없었던 것으로 보인다. 또한 각 시료들의 측정 결과는 크게 차이가 나지는 않았지만 유기산 분석에서 초산 함량이 많았던 시료 C > 시료 B > 시료 A의 순서대로 ethyl acetate 값이 많은 것으로 나타났다.

펙틴의 분해로 생성되는 methyl alcohol은 포도 껍질과 함께 발효시키는 적포도주에서 많이 생성된다. 따라서 착즙 수율을 높이고 색소 추출 등의 효과를 얻기 위해 펙틴 분해 효소를 사용하면 methyl alcohol 함량이 크게 증가한다. 측정한 각 시료들의 수치에는 크게 차이는 나지 않았고 대체적으로 일반적인 함량 수준이거나 조금 많은 양이 측정되었을 뿐이었다.

Fusel oil은 에탄올보다 끓는점이 높고 분자 구조상 탄소 수가 많은 알코올을 말한다. 알코올 발효의 부산물로 fusel oil의 양에 따라 포도주의 품질이 결정될 정도로 중요하다 (21). 일반적인 포도주에 140~420 mg/L 정도가 있으며 함

Table 3. Organic acid values of the three different samples (mg/mL)

Compounds ¹⁾	Tartaric acid	Malic acid	Citric acid	Lactic acid	Acetic acid
Sample A	1.261±0.002 ^c	2.679±0.001 ^c	0.707±0.001 ^c	0.171±0.001 ^c	0.162±0.002 ^c
Sample B	1.754±0.002 ^b	3.679±0.001 ^b	0.977±0.002 ^b	0.231±0.001 ^b	0.261±0.001 ^b
Sample C	1.894±0.002 ^a	3.822±0.001 ^a	1.070±0.002 ^a	0.281±0.001 ^a	0.538±0.001 ^a

¹⁾Sample compounds are the same as in Table 1.

All the data were expressed as mean±SE.

Means with the different letters (a-c) in same column are significantly different by Duncan's multiple range test.

Table 4. Volatile flavor compounds of the three different samples (mg/L)

Compounds ¹⁾	Aldehyde	Ethyl acetate	Methyl alcohol	Fusel oil ²⁾
Sample A	22.4±0.1 ^a	41.7±0.2 ^c	252.6±0.2 ^b	451.0±0.3 ^b
Sample B	15.4±0.0 ^b	44.4±0.0 ^b	244.3±0.1 ^c	440.2±0.4 ^c
Sample C	15.2±0.0 ^b	45.1±0.1 ^a	271.1±0.4 ^a	461.3±0.3 ^a

¹⁾Sample compounds are the same as in Table 1.

²⁾Sum of the n-propanol, i-butanol, n-butanol, i-amyl alcohol, n-amyl alcohol compounds.

All the data were expressed as mean±SE.

Means with the different letters (a-c) in same column are significantly different by Duncan's multiple range test.

량이 적을수록 복합적인 bouquet을 만드는 데 도움을 주고 농도가 높아지면 포도주의 섬세한 향을 가려버린다. 측정 결과는 각 시료들 간의 차이는 거의 없었으며 모든 시료들이 일반적인 포도주의 함량 기준에 비해 비교적 많은 값을 나타내고 있어 포도주의 섬세한 향과 복합적인 bouquet은 기대하기 어려울 것으로 예상된다. 각 시료들의 휘발성 향기 성분의 측정 결과 대부분의 함량 값에 크게 차이를 보이지 않았다. 이는 청징 과정과 여과 과정에서는 휘발성 향기 성분에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보이며 그보다는 효모의 종류, 발효 과정의 조건, 숙성 방법과 기간 등에 따라서 차이가 나타나는 것이라고 생각된다.

요 약

본 연구에서는 국내산 포도 품종을 이용한 'unfined' 혹은 'unfiltered' 포도주의 제조 가능성을 알아보고자 하였다. 경북 영천에서 재배된 Muscat Bailey A 품종을 이용하여 제조하였으며 가당을 하여 28°Brix로 조절하였다. 알코올 발효 후 정제 과정에 들어가기에 앞서 청징제 첨가와 여과기 사용 여부에 따라 시료 A, B, C로 나누어 청징, 여과, 병 숙성 후의 각 시료별 이화학적 성분을 측정하여 비교 분석하였다. 시료 A는 청징제를 첨가하고 여과기도 사용하였고 시료 B는 청징제만 첨가하고 여과기는 사용하지 않았으며, 시료 C는 청징제도 여과기도 사용하지 않았다. 병 숙성을 마친 후의 각 시료별 총 페놀 함량, intensity, hue, color, 유기산 함량, 휘발성 향기 성분을 측정하여 비교 분석하였다. 총 페놀 함량은 시료 C가 다른 시료들에 비교해 최대 19% 정도 높은 수치를 나타내었고, intensity와 hue, color의 측정 결과는 예상대로 여과 과정을 거친 시료 A가 다른 시료들과 비교하여 가장 선명하고 투명한 색상을 나타냈으나 색의 안정성 면에서는 떨어졌다. 유기산 함량과 휘발성 향기 성분의 측정은 전체적인 결과에서 각 시료별로 차이가 크게 나타나지 않았다. 이는 청징 과정과 여과 과정의 유무에 따른 차이라고 하기보다 다른 요인들에 의해 영향을 받게 된다고 사료된다. 실험 결과 중에서 시료별 큰 차이를 나타내지 않았던 유기산 함량은 발효 중 malo-lactic fermentation 과정이 이루어졌더라면 더욱 좋은 결과를 얻을 수 있었을 것이라 생각되며, 휘발성 향기 성분은 청징 과정이나 여과 과정이 아닌 다른 양조 과정에서의 조건의 변화가 필요할 것으로 보인다.

REFERENCES

- 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.
- Kim KH, Han GD. 2011. White wine making using *Campbell Early* grapes with different kinds of yeasts. *Korean J Culinary Res* 17: 162-171.
- Lee JE, Won YD, Kim SS, Koh KH. 2002. The chemical characteristics of Korean red wine with different grape varieties. *Korean J Food Sci Technol* 34: 151-156.
- Chang EH, Jeong ST, Jeong SM, Lim BS, Noh JH, Park KS, Park SJ, Choi JU. 2011. Deacidification effect of Campbell Early must through carbonic-maceration treatment: isolation and properties of the bacteria associated with deacidification. *Korean J Food Preserv* 18: 973-979.
- Chung JH, Mok C, Lim S, Park YS. 2003. Ultrafiltration for quality improvement of wine. *Korean J Food Sci Technol* 35: 386-392.
- Moreno NJ, Azpilicueta CA. 2006. The development of esters in filtered and unfiltered wines that have been aged in oak barrels. *Int J Food Sci Technol* 41: 155-161.
- Park YH. 1975. Studies on the grape variety and the selection of yeast strain for wine-making in Korea. *J Korean Agric Chem Soc* 18: 219-227.
- AOAC. 2000. *Official methods of analysis*. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 942.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299: 152-178.
- Auw JM, Blanco V, O'keefe SF, 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.
- Park WM, Park HG, Rhee SJ, Lee CH, Yoon KE. 2002. Suitability of domestic grape, cultivar Campbell's Early, for production of red wine. *Korean J Food Sci Technol* 34: 590-596.
- Patterson T. 2014. *Home winemaking for dummies*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA. p 220-224.
- Jackson RS. 2008. *Wine science*. Elsevier Inc., San Diego, CA, USA. p 418-424.
- Yang JH. 2011. Effects of types of yeast and fining agents on wine making. *MS Thesis*. Konkuk University, Seoul, Korea.
- Lee SJ, Lee JE, Kim SS. 2004. Development of Korean red wines using various grape varieties and preference measurement. *Korean J Food Sci Technol* 36: 911-918.
- Jackisch P. 1985. *Modern winemaking*. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA. p 164-165.
- Yook C, Seo MH, Kim DH, Kim JS. 2007. Quality improvement of Campbell Early wine by mixing with different fruits. *Korean J Food Sci Technol* 39: 390-399.
- Sudraud P. 1963. Etude experimentale de la vinification en rouge. *PhD Dissertation*. University of Bordeaux, Talence, France.
- Lee JE, Shin YS, Sim JK, Kim SS, Koh KH. 2002. Study on the color characteristics of Korean red. *Korean J Food Sci Technol* 34: 164-169.
- Lee SL. 2011. The effect of grape skin contact time during maceration in winemaking. *MS Thesis*. Konkuk University, Seoul, Korea.
- Park JY. 2011. Quality characteristics of sugar-free red wine produced from dried Korean grapes. *MS Thesis*. Konkuk University, Seoul, Korea.