

청징방법에 따른 사과와인의 색과 투명도에 미치는 영향

방병호^{1*} · 정은자^{1*} · 강혜란² · 이문수³ · 이동희² · 백진경¹

¹울지대학교 식품영양학과

²건국대학교 생물공학과

³한국생명공학연구원

Effects of Fining Treatments on Color and Clearness of Apple Wine

Byung-Ho Bang^{1*}, Eun-Ja Jeong^{1*}, Hyeran Kang², Moon-Soo Rhee³,
Dong-Heui Yi², and Jean Kyung Paik¹

¹Department of Food and Nutrition, Eulji University

²Department of Biological Engineering, Konkuk University

³Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

ABSTRACT Comparative fining trials were conducted in a laboratory to study the effects of fining treatments including polyvinylpolypyrrolidone (PVPP) and bentonite on the color and clearness of apple wine. The wines were subjected to three different fining treatments: PVPP, PVPP+bentonite (applied at the same time), and PVPP+bentonite (24 h later). Based on the results, all treatments induced noticeable decreases in wine color (APHA value) and turbidity. The treatment including PVPP and bentonite at the same time provided the best results in relation to wine color and clearness. PVPP was the most effective in the reduction of phenolic compounds, which means it helped wine obtain a paler color. Organic acids and aromatic profile were not altered by the fining treatments.

Key words: apple wine, fining treatment, bentonite

서 론

사과는 국내에서 재배되고 있는 주요 과일이기는 하나, 국내의 사과 소비는 꾸준히 줄어들고 있다. 사과는 주로 생과 용으로 소비되고 일부분만이 가공용으로 이용되고 있으며, 소비 수요도 한정되어 있어 생산된 사과를 효율적으로 이용하기 위해서는 적절한 가공 방안의 모색이 필요하다(1). 사과 가공품 중 약 95% 이상을 차지하는 것이 주스 및 음료의 형태다. 서양에서는 사과를 이용하여 발효한 후 알코올 함량이 5.5~12% 정도인 음료를 사과와인이라 하며, 프랑스에서는 'cider, marchand, boisson' 등으로 불리고 독일에서는 'apfel wein, champagner apfel wein' 등으로 불린다. 우리나라에는 1969년 최초의 과실주로 등장한 뒤 인기를 얻었지만, 현재는 농가에서 소규모로 생산, 판매되고 있다. 국산 사과로 양조한 와인에 관한 연구는 국산 포도로부터 분리한 알코올 효모로 발효한 사과주의 발효 특성, 아이스 와인 제조를 위한 동결농축 사과즙의 알코올 발효 특성, 시판와인

효모에 의한 국산 사과 품종들의 발효 특성 등과 같이 아직 미비한 단계이다(2-4).

본 연구에서는 국산 사과로 양조한 사과와인의 품질개선을 통한 소비 향상을 위하여 청징을 통한 와인의 색과 투명도 개선 방법을 연구하고자 하였다. 제품의 색은 그 제품에 대한 소비자의 선호도에 큰 영향을 미치고 상품으로서의 와인의 품질을 판단하는 주요 요소 중 하나로 소비자가 와인을 고를 때 가장 먼저 시선을 두게 되는 요소이기 때문에 소비 결정에 큰 영향을 미친다고 볼 수 있다(5). Kim 등(6)의 연구에 의하면 수확 시기에 따른 사과주의 관능검사 결과 정상 수확에서는 전반적인 기호도 및 색의 선호도가 높게 나타났고, 맛에서는 늦수확 후지에서 높은 선호도를 보였다. Choi 등(7)의 연구에서는 색, 맛, 종합적 기호도 측면에서 W-3 아이스 사과주가 SS89 사과주보다 다소 높게 나타났으며, Hong(8)의 연구에서는 발효균주의 혼합비율에 따라 사과주의 색, 향, 전반적인 기호도가 다르게 나타난다고 보고하였다. 이처럼 소비 결정에 영향을 미치는 것뿐만 아니라 색은 와인의 위생과 음용 안전성을 판단할 수 있는 기준이 되며, 여과 여부에 따른 와인 스타일 분류 기준이 되기도 하고, 또 혼탁 형성을 저지하기 위해 적용한 양조자의 양조 기술을 가늠하게 해주는 근거가 되기도 한다.

사과와인과 같은 옅은 색의 과일와인의 경우 혼탁하지 않

Received 28 June 2016; Accepted 27 February 2017

Corresponding author: Jean Kyung Paik, Department of Food and Nutrition, Eulji University, Seongnam, Gyeonggi 13135, Korea
E-mail: jkpaik@eulji.ac.kr, Phone: +82-31-740-7141

*These authors contributed equally to this work.

고 투명도가 높으며 그 색이 맑아야 품질이 좋은 와인이라 할 수 있는데(9), 보통 과일와인의 알코올 발효액은 과피 및 과육의 파편, 섬유질, 펙틴질과 같은 점질물 그리고 타닌, 단백질 등의 성분으로 인해 혼탁한 경우가 많다. 또한, 이러한 혼탁물질들은 외관을 나쁘게 할 뿐 아니라 비정상적인 냄새를 발생시키는 원인물질이기도 하므로 와인의 품질을 크게 떨어뜨릴 수 있어 청징하여 혼탁을 방지한다. 대표적인 와인 청징제로 벤토나이트가 사용되는데 이 청징제는 탁월한 단백질 제거 효과를 지니고 있다(10). 사과와인의 청징에서는 단백질로 인한 혼탁도 막아야 하지만 지나치게 짙은 누런색이나 옅은 갈색을 띠는 것도 피해야 할 점이다.

화이트 계열의 와인에서 갈변은 페놀성분이 산화되면서 발생하고 와인의 색을 진하게 하며 결과적으로 와인의 품질 저하를 가져온다(9). Cosme 등(11)의 연구에 따르면 화이트와인의 갈변이 일어날 때 페놀성분의 산화도 함께 일어나며 와인색이 누런색이나 누런 갈색을 띠다고 보고한 바 있다. 이것은 페놀 성분은 항산화 작용이 뛰어나 건강에 유익한 성분인 동시에 와인의 산화에 대한 민감성을 높여 갈변 위험을 높이는 요소로도 작용한다는 것을 의미한다. 이러한 점에서 볼 때 갈변을 유도하는 페놀 물질을 흡착해 낼 수 있는 청징제를 사용하면 와인에 함유된 페놀 성분이 줄어들면서 와인의 투명도와 와인 색의 안정성이 개선된다고 예상할 수 있는데, 페놀 성분의 청징에는 polyvinylpyrrolidone(PVPP)이 다른 청징제들보다 탁월한 효과를 지니고 있다는 것이 이전 연구에서 보고된 바 있다(12).

Kim과 Bae(13)의 연구에서 PVPP로 청징한 사과주스의 탁도 값이 두드러지게 낮았으며, 색도 값의 변화에서도 맑기는 높아지고 적색은 낮아졌다고 보고했다. 사과와인은 사과주스와 비교하여 본다면 알코올 함량이 높은 환경이므로 과연 사과와인에서도 사과주스에서 보인 결과와 마찬가지로 PVPP가 효과적일지 확인할 필요가 있다고 판단되었다.

이에 본 연구에서는 발효가 끝난 사과와인을 청징하는 조건에 PVPP 단일 청징조건을 넣어 와인의 총페놀 함량과 투명도 및 색에 어떤 변화가 생기는지를 연구하였다. 또한, 전체적인 와인의 투명도와 색 개선을 위하여 벤토나이트를 함께 사용하면서 두 청징제를 동시에 첨가한 조건과 시차를 두고 첨가한 조건이 어떠한 차이를 보이는지도 비교하였다.

재료 및 방법

재료

사과는 경북 청송에서 수확된 홍로 품종의 생과를 사용하였다. 홍로는 1980년 우리나라 원예연구소에서 ‘스퍼어리블레이즈’에 ‘스피골드데리셔스’를 교배하여 개발된 품종으로 1988년 홍로라고 이름 지어졌다(14). 발효에 사용한 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* 균주로 제조된 활성 건조효모인 Fermivin(Winekitkorea, Yesan-gun, Korea)을 구입하였다.

청징에는 벤토나이트와 PVPP를 사용하였으며, 청징조건은 PVPP 단일 청징, 벤토나이트와 PVPP를 동시 투입 청징, 그리고 PVPP 투입 24시간 후 벤토나이트를 투입하는 조건으로 정하였다.

사과를 이용한 와인 제조

사과주 제조는 원료인 홍로사과를 파쇄 착즙하였다. Kim 등(15)의 연구에 의하면 사과의 껍질과 과육, 씨별 페놀 성분과 플라보노이드 성분의 함량을 비교한 뒤 껍질 부분에 각 성분이 가장 높게 함유되어 있다는 결과를 보고하였다. 이에 본 연구는 사과와인 양조에 씨를 제외한 과육과 과피를 포함하여 파쇄 착즙하였다. 착즙된 주스에는 산화 방지와 미생물 오염 방지, 갈변 방지를 위해 이산화황을 첨가하였다. Park 등(16)과 Shin 등(17)의 연구에 의하면 파쇄 착즙된 과즙의 당도는 14°Brix인 결과를 보여 본 연구에서는 과즙에 백설탕(CJ, Seoul, Korea)을 넣어 최종 당도를 22°Brix로 맞추고 구연산을 첨가하여 pH를 3.53으로 조정된 뒤 효모를 0.5 g/L로 접종하고 25°C에서 15일간 발효하였다. 이후 이산화탄소의 발생이 현저히 줄고 알코올 농도가 최대치 도달한 것으로 판단되어 발효를 종료하고 고형물을 분리하였다.

발효된 사과와인의 청징처리

고형물을 분리한 양조된 와인을 청징처리를 하지 않은 컨트롤 와인과 각기 청징조건을 다르게 한 와인시료 A, B, C로 나누어 A시료에는 PVPP 0.5 g/L를 첨가하고 B시료에는 PVPP와 벤토나이트를 각각 0.25 g/L와 0.75 g/L를 동시에 첨가하였다. C시료의 경우에는 벤토나이트가 카세인 및 PVPP와 혼용되어 스페인의 웨리와인 청징에 사용된 연구(9)를 참고하여 PVPP 0.25 g/L를 투입한 뒤 24시간 후에 벤토나이트 0.75 g/L를 투입하여 두 청징제의 투입시간 차에 따른 차이를 확인하고자 하였다.

스페인 레드와인의 안토시아닌 함량과 색, 유기산에 미치는 청징제별 영향 연구에서는 1 g/L, 포르투갈의 화이트와인에 청징이 미치는 이화학적, 관능적 특성 연구에서는 0.25 g/L를 첨가하여 분석한 바 있다(18,19). 국내 사과 주스의 갈변에 관한 연구에서는 그 사용량이 해외 연구의 사용량에 비해 많은 1.25 g/L였다(13). PVPP는 그 효과가 높은 데 비해 향과 맛에 관여하는 성분들을 지나치게 흡착해낼 우려도 있으므로 와인의 특성을 고려하여 최소한의 사용량을 결정하는 것이 중요하다 판단되어 우선 단일 청징시료에는 0.5 g/L를 사용하기로 하였다.

알코올 및 당도 함량, pH 측정

와인 시료의 샘플을 채취하여 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리한 후 상등액을 0.45 µm membrane filter(Whatman, Philadelphia, PA, USA)로 여과한 다음 당도계(Wine-kitkorea)로 당도를 측정하였다. 알코올 함량은 알콜라이저

(Anton Paar, Vienna, Austria)로 측정하였다. pH는 pH meter(Model 420, Thermo Orion, San Diego, CA, USA)로 측정하였다.

유리당 측정

사과와인의 유리당 함량을 분석하기 위하여 원심 분리(3,500 rpm, 15 min, 4 °C)한 후 0.45 µm membrane filter(Whatman)로 여과 후 HPLC(YoungLin Instrument Co., Ltd., Anyang, Korea)를 사용하였다. Aminex HPX-87H(30 cm×7.8 mm) column을 이용하여 유동 속도는 0.6 mL/min, 주입량은 20 µL로 측정하였다.

총산과 유기산 측정

총산은 원심 분리한 시료의 상등액 10 mL에 1% phenolphthalein을 지시약으로 하여 potassium biphthalate로 표정한 0.1 N NaOH 용액으로 담홍색이 될 때까지 적정하였다. 유기산 함량 분석을 위해 각 시료를 원심분리 후 상등액을 여과한 다음 HPLC(YoungLin Instrument Co., Ltd.)로 분석하였다. 분석 시 Aminex HPX-87H(30 cm×7.8 mm) column을 사용하고 시료 주입량은 20 µL, 유동 속도는 0.6 mL/min으로 수행하였다.

총페놀 함량 측정

총페놀 함량은 Folin-Denis법(20)을 약간 수정하여 측정하였다. Gallic acid를 이용한 표준곡선 검량식에 적용하여 시료의 총페놀 함량을 구하였다.

Turbidity, intensity, hue 및 color 측정

원심 분리한 시료의 상등액을 spectrophotometer(S-3100, Scinco, Seoul, Korea)로 측정하였다. 이때 reference는 12%의 에탄올 용액의 흡광도 측정값으로 하였다. Color는 APHA 값을 측정하였다. APHA 500(Fisher Scientific, Fair Lawn, NJ, USA)을 증류수에 희석하여 각 시료에 섞은 뒤, ELISA reader(BioTek, Winooski, VT, USA)를 사용하여 측정하였다.

휘발성 향기성분

발효 도중 생성되는 methyl alcohol, acetaldehyde, fusel oil 등 향기성분을 구성하는 발효 부산물은 Gas Chromatography(ThermoElectron, San Jose, CA, USA)를 이용하여 분석하였으며, 그 분석조건은 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)을 이용하여 통계 분석을 실시하였다. 모든 시료는 3번씩 측정되었으며 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차로

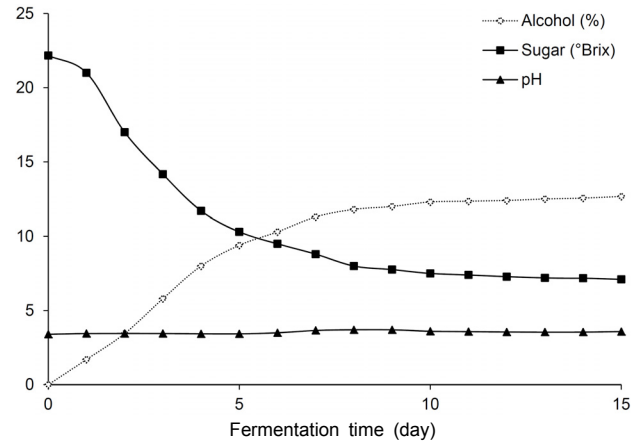


Fig. 1. Kinetics of alcohol formation, sugar consumption, and pH during fermentation.

나타내었다. 각 샘플 간의 차이는 ANOVA 분석을 실시한 후 LSD 다중검정방법에 의해 사후검정을 실시하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

알코올 및 당 함량과 pH

사과와인의 알코올 및 당 함량과 pH의 변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 알코올 함량의 경우 발효가 진행되면서 증가세를 보였으며, 11일 이후 12.3%의 함량을 보인 뒤 그 증가세가 줄어 거의 변화가 없었다. 발효 종료 시 알코올의 함량은 12.67%를 나타내었다. 효모 집중 사과즙의 당도는 22.17°Brix로 발효 시간이 지날수록 당도가 감소하였다. 발효 6일차까지 급격한 감소를 하던 당도는 7일 이후 그 감소세가 현저히 줄어들었고 10일 이후로는 거의 변화가 없었으며, 발효 종료 시 사과와인의 최종 당도는 7.1°Brix였다. pH의 경우 발효 첫날보다 1일째에 pH가 감소하였고 6일 이후 2일간 상승한 이후부터는 발효 종료 시까지 큰 변화가 없었으며 발효 종료 시의 pH는 3.58이었다.

사과즙과 사과와인의 유리당 비교분석

발효 전 사과즙과 발효가 끝난 사과와인의 유리당 조성을 분석하였으며 그 결과는 Table 1과 같다. 발효가 진행되면서 효모는 glucose를 fructose보다 먼저 발효시키기 때문에 발효가 끝나가는 시점에 존재하는 당은 대부분 fructose이다. Sucrose는 첨가된 것이든 자연적으로 존재하던 것이든 모두 glucose와 fructose로 분해되어 발효 중에 사라진다. 양조한 사과와인의 유리당 조성 분석 결과 사과즙과 비교하

Table 1. Free sugar concentration of apple juice and apple wine (%)

	Sucrose	Glucose	Fructose
Apple must	8.46	2.21	10.46
Apple wine	0.00	0.00	7.05

Table 2. Composition of total acids, contents of the organic acids, and total phenol in wine (%)

	Control	A ¹⁾	B ²⁾	C ³⁾	Significance
Total acid	0.98±0.01	0.97±0.01	0.98±0.01	0.96±0.00	NS ⁴⁾
Citric acid	0.31±0.01	0.34±0.00	0.29±0.00	0.28±0.00	NS
Malic acid	0.26±0.00	0.28±0.01	0.23±0.00	0.24±0.00	NS
Lactic acid	0.02±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00	NS
Acetic acid	0.09±0.00	0.07±0.00	0.05±0.00	0.06±0.00	NS
Total phenol (mg/ mL)	0.134±0.016	0.119±0.007	0.122±0.003	0.126±0.018	NS

¹⁾A: addition of PVPP at a rate of 0.5 g/L.

²⁾B: addition of PVPP at a rate of 0.5 g/L, followed by 0.75 g/L bentonite.

³⁾C: addition of bentonite at a rate of 0.75 g/L, 24 hours after 0.25 g/L PVPP added.

⁴⁾NS: statistically no significant difference.

All the data were expressed as mean±SD.

여 glucose와 sucrose는 모두 발효되고 fructose만 7.05% 검출되었다.

총산과 유기산 비교분석

사과와인의 맛과 향, 발효, pH, 와인의 안정성 등은 산의 영향을 크게 받는다. 4개 와인시료의 총산 함량을 비교 분석한 결과는 Table 2와 같으며, 시료별 큰 차이를 보이지 않는 것으로 보아 청징이 발효가 끝난 와인의 총산 함량에 미치는 영향은 미미한 것으로 볼 수 있다. 또한, 과일의 유기산은 신맛의 주된 요인으로서 과일 특유의 맛과 향, 과즙의 산도 등에 큰 영향을 미친다. 사과에 함유된 유기산으로는 malic acid, citric acid, succinic acid 등이 주를 이루는데, 그중 malic acid는 사과산이라고도 하며 천연주스의 색조 유지에 큰 역할을 하고 산미에 긍정적인 영향을 준다(21). 각 시료의 유기산 함량을 분석한 결과 시료 간의 유기산 함량 차이가 뚜렷하지 않으므로(Table 2) 유기산의 함량에 청징조건이 미치는 영향은 미미한 것으로 생각하며, 이는 선행된 Bae 등(12)의 연구결과와도 일치한다.

총페놀 함량 비교분석

총페놀은 과일이나 그 가공식품을 통해 섭취 및 흡수되어 혈장 내의 유해 활성산소종을 소거할 수 있는 식이성 폴리페놀 성분의 총량을 의미하며 식품의 생체 항산화성과 상관성이 크다(22). 하지만 폴리페놀 성분은 산화를 거치면서 와인에 갈변을 유도하기도 한다(23). 본 연구에서는 청징조건에 따른 각 시료의 총페놀 함량 차이를 알아보았으며, 측정 결과 Table 2와 같으며 A시료의 경우 벤토나이트와 함께 청징한 B, C시료들보다 페놀 함량이 낮게 나와 PVPP가 페놀

성분을 흡착하여 침전한다는 Kim과 Bae(13)의 연구결과와 일치하는 것으로 나타났다. B와 C시료 간의 차이에서는 B시료의 총페놀 함량이 더 적은 것으로 보아 시차를 두고 청징을 하면 페놀 성분의 감소가 동시 투입보다 적게 된다는 것을 알 수 있었다.

Turbidity, intensity, hue 및 color 비교분석

본 연구에서는 청징제와 투입방법이 사과와인의 색과 투명도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각 와인 시료의 turbidity와 intensity, hue의 값을 분광광도계를 이용하여 측정하였다. 또한, 'water white'와 유사한 색을 띠는 액체의 색상을 나타내는 APHA 값을 측정하였으며 그 결과는 Table 3과 같다. 탁도의 경우 두 청징제를 동시에 혼용한 B시료의 탁도가 가장 낮아 가장 맑은 것으로 나타났다. Intensity 측정값을 살펴보면, 4개의 시료 중에서는 B시료가 pale color에 가장 가깝다고 볼 수 있다. Hue는 B시료의 색이 황적 대비상 황색에 가장 가깝다는 것을 알 수 있다.

휘발성 향기성분 비교분석

휘발성 향기성분은 알코올 발효 중에 생성되며 주로 머스트의 성분과 발효 조건, 접종된 효모 등에 의한 영향을 받는다(24). 본 실험에서의 각 시료 간의 향기성분 분석 결과, 예상대로 향기성분은 청징에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며 그 결과는 Table 4와 같다.

분석 결과 양조한 사과와인은 1,180 mg/mL의 acetaldehyde 함량을 보이는데, acetaldehyde는 알코올음료의 carbonyl compounds 중 가장 중요한 성분으로 발효가 진행되는 동안 효모에 의해서 생성된다. 최소감응농도(sen-

Table 3. Composition of turbidity, intensity, hue, and color (APHA value) of apple wines

	Control	A	B	C
Turbidity	0.008±0.000 ^a	0.004±0.000 ^c	0.002±0.000 ^d	0.006±0.000 ^b
Intensity	0.296±0.000 ^a	0.249±0.000 ^c	0.246±0.000 ^d	0.259±0.000 ^b
Hue	4.103±0.000 ^c	4.413±0.000 ^b	4.467±0.000 ^a	4.078±0.000 ^d
APHA value	384	274	269	289

Samples are the same as in Table 2.

All the data were expressed as mean±SD.

Means with the different letters in same row are significantly different by LSD multiple range test.

Table 4. Composition of concentration of volatile compounds in apple wines (mg/mL)

	Control	A	B	C	Significance
Acetaldehyde	1,180.04±12.51	1,187.94±23.78	1,185.26±26.37	1,182.31±20.94	NS ²⁾
Ethyl acetate	59.76±1.09	60.05±1.59	58.89±1.87	60.73±1.47	NS
Fusel oil ¹⁾	1,231.67	1,243.43	1,262.98	1,265.82	NS

¹⁾Sum of the n-propanol, i-butanol, n-butanol, i-amyl alcohol, n-amyl alcohol.

²⁾NS: statistically no significant difference.

Samples are the same as in Table 2.

All the data were expressed as mean±SD.

sory threshold)는 리터당 100~125 mg이며 green apple 향으로 묘사되기도 하며 시큼한 향이나 금속 물질에서 나는 향으로 묘사되기도 한다. Cider와 사과와인에서 acetaldehyde의 최소감응농도(flavor threshold)는 리터당 약 30 mg이다(25). Ethyl acetate는 와인의 관능적 특성에 중요한 영향을 미치며 일반적으로 와인 내에 함량이 150 mg/mL 이하인 경우 상쾌한 과일 향을 풍긴다(26). 분석 시료들의 경우 60 mg/mL 전후의 함량을 지니 상큼하고 향기로운 과일 향을 지닌 것으로 볼 수 있다. Higher alcohol은 알코올 음료의 flavor compounds 중 가장 많은 양을 차지하는 성분 그룹으로 300 mg/mL 이하의 함량을 지닐 때 와인에 적합한 복합성을 부여하나 400 mg/mL 이상이 될 경우 좋지 않은 향미를 내는 것으로 알려져 있다(27). Fusel oil은 에틸 알코올보다 끓는점이 높고 분자 구조상 탄소수가 많은 복잡한 알코올을 총칭하며, 알코올음료의 품질 평가에 중요한 판단 기준이 된다(28).

요 약

본 연구에서는 국산 홍로품종을 원료로 양조한 사과와인에 PVPP와 벤토나이트를 이용하여 청징조건을 다르게 적용한 후 사과와인의 색과 투명도에 어떠한 영향을 미치는지 비교 분석하였다. 와인시료는 청징조건에 따라 청징을 하지 않은 Control 시료와 0.5 g/L의 PVPP로 단일 청징한 A시료, 0.25 mg/L의 PVPP와 0.75 mg/L의 벤토나이트를 동시에 투입하여 청징한 B시료, 0.25 mg/L의 PVPP 투입 24시간 후 0.75 mg/L의 벤토나이트를 넣어 청징한 C시료로 나누어 15°C에서 7일간 보관 뒤 침전물과 분리하였으며, 각 시료의 총산과 유기산, 휘발성 향기성분, 총페놀과 intensity, hue, color(APHA value)를 비교 분석하였다. 총산과 유기산, 휘발성 향기성분의 경우 청징조건이 다른 시료 간의 분석결과가 유사하므로 청징에 의한 영향은 아주 적은 것으로 판단된다. 그러나 총페놀과 intensity, hue, color(APHA value)의 비교분석 결과 총페놀 함량의 경우 청징에 의해 감소하며 특히 PVPP가 이 성분을 흡착하여 침전시키는 데 효과가 큰 것으로 나타났다. 또한, 총페놀 함량이 낮아진 와인 시료에서 와인의 맑기가 더 맑아지고 색이 개선되는 결과가 나타나 사과와인의 개선에 PVPP가 효과적이라는 것을 알 수 있었다. Browning의 개선과 함께 사과와인의 외관에 있어 중요

한 것이 혼탁을 일으키는 단백질 제거이므로, 이에 탁월한 효과를 지닌 벤토나이트를 PVPP와 혼용하여 청징한 실험도 진행하였다. 두 청징제를 동시에 넣는 조건과 PVPP 투입 24시간 후 벤토나이트를 넣는 조건으로 나누어 청징하였을 때, 동시에 투입하는 것이 더 높은 색 개선 효과를 지닌 것으로 나타났다. 이는 벤토나이트가 단백질을 흡착하여 침전하면서 페놀화합물을 흡착한 PVPP의 침전을 도와 바닥에 더 잘 가라앉게 한 것으로 해석할 수 있다. 두 청징제를 동시에 청징한 와인과 PVPP 단일 청징 와인을 비교해본 결과, 두 청징제의 동시 혼용조건에서 와인이 더 맑으면서도 pale color에 가까운 색을 띠는 것을 확인하였다. 아울러 PVPP 청징의 경우 적용 전 실험실에서 연구 스케일로 실험을 진행한 뒤 적정량을 결정하여 사용한다면 지나친 청징에 대한 우려와는 달리 관능적인 기질을 보존하면서도 색과 투명도를 개선할 수 있다고 생각한다.

REFERENCES

1. Kwak HS, Seo JS, Bae H, Lee H, Lee Y, Jeong Y, Kim M. 2016. Effect of fermentation temperature on quality characteristics of apple wine. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45: 155-159.
2. Choi SH. 2011. Isolation of alcohol yeasts from Korean domestic grape varieties and fermentation characteristics of freeze-concentrated apple wine. *PhD Dissertation*. Kyungpook National University, Daegu, Korea.
3. Nam CU. 2008. Fermentation characteristics of freeze-concentrated apple juice to make apple ice wine. *MS Thesis*. Kyungpook National University, Daegu, Korea.
4. Choi YJ. 2012. Fermentation characteristics of for different apple varieties by commercial wine yeasts. *MS Thesis*. Kyungpook National University, Daegu, Korea.
5. Calvo C, Salvador A, Fiszman SM. 2001. Influence of colour intensity on perception of colour and sweetness in various fruit-flavoured yoghurts. *Eur Food Res Technol* 213: 99-103.
6. Kim DH, Lee SB, Park HD. 2014. Fermentation characteristics of cider from late harvest Fuji apples by a sugar tolerant yeast, *Saccharomyces cerevisiae* SS89. *Korean J Food Preserv* 21: 917-924.
7. Choi SH, Baek SY, Yeo SH, Park HD. 2012. Rapid fermentation of freeze-concentrated ice apple wine by a sugar tolerant yeast, *Saccharomyces cerevisiae* SS89. *Korean J Food Preserv* 19: 413-419.
8. Hong YA. 2006. Characteristics of apple wine fermentation by the mixed culture of *Saccharomyces cerevisiae* W3 and

- Issatchenkia orientalis* KMBL 5774. *PhD Dissertation*. Kyungpook National University, Daegu, Korea.
9. Barón R, Mayen M, Merida J, Medina M. 1997. Changes in phenolic compounds and colour in pale Sherry wines subjected to fining treatments. *Z Lebensm Unters Forsch A* 205: 474-478.
 10. Blade WH, Boulton R. 1988. Absorption of protein by bentonite in a model wine solution. *Am J Enol Vitic* 39: 193-199.
 11. Cosme F, Ricardo-da-Silva JM, Laureano O. 2008. Interaction between protein fining agents and proanthocyanidins in white wine. *Food Chem* 106: 536-544.
 12. Bae SK, Lee YC, Kim HW. 2001. The browning reaction and Inhibition of apple concentrated juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 6-13.
 13. Kim HW, Bae S. 2002. The effect of antibrowning agents on enzymatic reaction in apple concentrate. *Korean J Food Sci Technol* 34: 454-458.
 14. Kim SH, Park SJ, Han JW, Cho JG, Choi HS, Lim TJ, Yun HK. 2012. Relative contribution rate on soil physico-chemical properties related to fruit quality of 'Hongro' apple. *J Bio-Environment Control* 21: 102-107.
 15. Kim Y, Choi H, Choi I. 2011. Antioxidative activities of Korean apple polyphenols. *J Food Sci Nutr* 16: 370-375.
 16. Park NY, Kim JW, Woo SC, Jeong YJ. 2010. Quality changes in apple juice containing pulp upon sterilization by hot water. *Korean J Food Preserv* 17: 230-235.
 17. Shin EJ, Kang BH, Lee SH, Lee DS, Hur SS, Shine KS, Kim SH, Son SM, Lee JM. 2011. Monitoring on alcohol fermentation properties of apple juice for apple vinegar. *Korean J Food Preserv* 18: 986-992.
 18. Castillo-Sanchez JJ, Mejuto JC, Garrido J, Garcia-Falcon S. 2006. Influence of wine-making protocol and fining agents on the evolution of the anthocyanin content, colour and general organoleptic quality of Vinhão wines. *Food Chem* 97: 130-136.
 19. Cosme F, Capao I, Filipe-Ribeiro L, Bennett RN, Mendes-Faia A. 2012. Evaluating potential alternatives to potassium caseinate for white wine fining: Effects on physicochemical and sensory characteristics. *LWT - Food Sci Technol* 46: 382-387.
 20. Folin O, Denis W. 1915. A colorimetric method for the determination of phenols (and phenol derivatives) in urine. *J Biol Chem* 22: 305-308.
 21. Lee SJ, Jang HL, Shin SR, Yoon KY. 2012. Quality characteristics of apple juice according to the sterilization methods. *Korean J Food Preserv* 19: 178-184.
 22. Lee HR, Jung BR, Park JY, Hwang IW, Kim SK, Choi JU, Lee SH, Chung SK. 2008. Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the Korean market. *Korean J Food Preserv* 15: 445-449.
 23. Castillo-Sanchez JX, Garcia-Falcon MS, Garrido J, Martinez-Carballo E, Martins-Dias LR, Mejuto XC. 2008. Phenolic compounds and colour stability of Vinhão wines: Influence of wine making protocol and fining agents. *Food Chem* 106: 18-26.
 24. Regodón Mateos JA, Perez-Nevado F, Ramírez Fernández M. 2006. Influence of *Saccharomyces cerevisiae* yeast strain on the major volatile compounds of wine. *Enzyme Microb Technol* 40: 151-157.
 25. Heinonen IM, Lehtonen PJ, Hopia AI. 1998. Antioxidant activity of berry and fruit wines and liquors. *J Agric Food Chem* 46: 25-31.
 26. Apostolopoulou AA, Flouros AI, Demertzis PG, Alkrida-Demertzi K. 2005. Differences in concentration of principal volatile constituents in traditional Greek distillates. *Food Control* 16: 157-164.
 27. Lambrechts MG, Pretorius IS. 2000. Yeast and its importance to wine aroma. *S Afr J Enol Vitic* 21: 97-129.
 28. Rankine BC. 1967. Formation of higher alcohols by wine yeasts, and relationship to taste thresholds. *J Sci Food Agric* 18: 583-589.