

## Campbell Early를 이용하여 만든 포도주의 산도 감소에 관한 연구

이주경 · 김재식\*

경북대학교 발효생물공학과

### Study on the Deacidification of Wine Made from Campbell Early

Ju-Kyung Lee and Jae-Sik Kim\*

Department of Fermentation Biotechnology, Kyungpook National University

**Abstract** The domestic grape cultivar Campbell Early has high levels of both malic acid and tartaric acid. Therefore, the processing of wine made from Campbell Early must include decreasing the acidity. Six different methods were tested for reducing excess acidity: traditional vinification, precipitation, cold stabilization, malolactic fermentation (MLF), carbonic maceration and cold fermentation. Wines had higher pH values and lower total acidity than control after all the processing methods except cold stabilization. With regard to the measured organic acid content, the control contained 2,927 ppm tartaric acid, 2,421 ppm malic acid and 486 ppm lactic acid, but the precipitated wine contained 2,346 ppm tartaric acid. The MLF wine contained 828 ppm malic acid and 2,394 ppm lactic acid. Wine after carbonic maceration contained 792 ppm malic acid and cold fermentation decreased the organic acid contents in general. Sensory analysis showed that the carbonic maceration and precipitation methods resulted in wines that were excellent in color, flavor, taste and overall preference.

**Key words:** Campbell Early, deacidification, carbonic maceration, precipitation, wine

## 서 론

세계적인 포도주 생산국은 이탈리아, 프랑스, 스페인 3국이 유럽 전체의 80% 이상을 차지하며, 이어서 미국, 아르헨티나, 남아프리카, 칠레가 주요 생산국이다. 이들의 국가는 *Vitis vinifera*종으로 포도주 제조에 적합한 포도 품종과 생육조건에 적합한 기후와 토질로 인하여 포도주 생산이 오래전부터 시작되었지만, *Vitis labrusca*종에 속하는 Campbell Early가 주된 포도 품종인 우리나라는 요즈음 들어 생활수준의 향상과 식생활의 변화와 웰빙 바람과 함께 포도주 생산이 증가하고 있다. 그러나 외국산 포도주의 수입 증가와 국내 포도주 산업의 부진으로 국내산 포도주의 시장 점유율은 점점 약화되고 있다(1). 이러한 어려움을 극복하기 위해서는 국내산 포도주의 품질 향상을 통한 국산 포도주의 이미지를 개선하는 것이 필요하다. 최근 우리나라에서 국내산 포도주의 품질 개선을 위해 많은 연구들이 행해지고 있다. Lee 등(2)은 포도 품종을 달리하여 적포도주, 백포도주, 스위트와인을 제조하여 한국산 포도를 이용한 포도주의 제조 가능성과 기호도를 분석해 보았으며, Bae 등(3)은 우리나라 포도의 부족한 당을 보충하기 위하여 쌀과 포도를 혼합하여 쌀포도주를 제조하여, 발효특성을 살펴보았다. Lee 등(4)은 포도주의 신맛을 조절하려는 목적에서 *Leuconostoc oenos*를 고정화시키는 연구를 진행하였고

Bae 등(5)은 포도주 양조 시 사용되는 *Saccharomyces cerevisiae*를 대체할 수 있는 발효제 탐색을 위해서 *Monascus anka*로부터 얻은 균체를 이용하여 적포도주를 제조하고 이의 품질을 평가한 결과 적포도주의 제조 가능성을 확인하였다. Kim 등(6-7)은 가당 및 효모첨가가 Campbell Early를 이용하여 제조한 포도주 발효에 미치는 영향을 연구하여 효모를 첨가하지 않은 포도주는 잡균 오염에 의한 이취가 발생하여 이상 발효의 우려가 있다고 했고, xylitol 첨가 시 기호도가 증가함을 보고하였다. Park 등(8)은 국내산 포도를 이용하여 carbonic maceration 발효방법으로 포도주를 제조하여 국내산 포도주의 품질 향상의 한 가지 방안으로 연구가치가 있다고 보고했으며, Lee 등(9)은 거봉과 캠벨과 머루를 이용하여 한국산 적포도주의 관능적 특성에 관해 연구하여 캠벨 품종으로 제조한 포도주는 국내 다른 포도주에 비해 맛과 색의 선호도가 높다고 보고하였다. 그러나 지금까지 국내산 포도주의 감산에 대해 체계적으로 연구한 예는 없는 실정이다.

Campbell Early는 내한성과 내병성이 강하고(10) 우리나라의 재배 조건과 적합하여 우리나라 포도 품종의 65%를 차지하고 있지만 당도가 평균 13°Brix로 낮고, 산도가 높아 포도주를 담기에는 신맛이 강한 특징을 가지고 있다(11). 따라서 Campbell Early 품종 포도를 이용하여 포도주를 제조하기 위해서는 모자라는 당은 설탕 등을 첨가하여 보당 한다고 해도, 강한 산도는 적당한 방법으로 줄여주는 것이 매우 중요하다.

따라서 본 연구에서는 국내산 포도주의 감산 연구를 위해 6가지 다른 방법으로 산도 감소 효과를 실험해 보았다. 일반적인 포도주 제조 방법을 이용한 control, CaCO<sub>3</sub>나 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>를 첨가하여 tartaric acid를 중화해서 침전시키는 precipitation, 발효가 끝난 포도주를 -4°C에 2-3주간 두어 얼음 형성시키는 cold stabilization, lactic acid bacteria를 이용하여 malic acid를 lactic acid와 탄산가

\*Corresponding author: Jae-Sik Kim, Department of Fermentation Biotechnology, College of Agriculture & Life-Sciences, Kyungpook National University, 1370 Sangyeok-Dong, Buk-gu, Daegu, Korea  
Tel: 82-53-950-7339  
Fax: 82-53-950-7339  
E-mail: dstsik@mail.knu.ac.kr

Received February 2, 2006; accepted May 16, 2006

스로 전환시켜 산도를 감소시키고 부드러운 맛을 생성시키는 malolactic fermentation(이하 MLF로 기술), 포도를 파쇄하지 않고 혐기적인 조건에서 자체적으로 발효시키는 carbonic maceration, cold tolerant yeast를 사용하여 7-10°C에서 2주간 발효시키는 cold fermentation 등(12) 6가지 방법을 사용하여 포도주의 산도 감소 효과 및 숙성 중의 품질 변화를 관찰하여 Campbell Early 품종 포도에 적합한 감산 방법을 찾아내어 국내 포도주의 고급화와 상업화의 가능성을 타진해 보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

포도는 2004년도 9월 경북 상주 모동에서 수확한 Campbell Early 품종을 구입하여 저장해 두었다가 포도 품질이 비교적 양호한 것을 선별하여 실험 재료로 사용하였다. 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* Fermivin(Gist-brocades, Chile) 제품을 사용하였다.

MLF에 필요한 lactic acid bacteria로는 *Oenococcus oeni* EQ-54 (Lallemand S.A., France)를 사용하였고, cold tolerant yeast는 Fermivin cryo(Gist-brocades, Chile)를 구입하여 사용하였다. CaCO<sub>3</sub> (Sankyo Seifum Co., Japan)는 precipitation 시험구에 포도주의 숙성 중에 첨가하였다.

### 포도주 제조

**재래식 방법:** 일반 적포도주 제조를 위해 포도 4 kg을 준비하여 물로 깨끗이 세척한 후 줄기를 제거하고 포도 알맹이를 파쇄하였다(13). 포도주의 색소추출 및 잡균 오염 방지를 위해 potassium metabisulfite(K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)를 포도 무게 기준으로 100 ppm 첨가하였다(6). 2시간 이상 방치한 후 포도 무게의 0.02%(w/w)의 효모를 접종하고 25°C로 품온을 유지하면서 발효를 하였다. 발효 7일 후 발효전으로부터 이산화탄소의 분출이 현저히 줄고 알코올 농도가 최대치에 이르면 발효를 종료하고 포도주를 압착한 후 여과하여 앙금질 하면서 12°C에서 60일 동안 숙성시켰다.

**Precipitation:** 주석산을 CaCO<sub>3</sub>와 결합시켜 침전시키는 방법인 precipitation 시험구는 재래식 방법과 동일하게 발효시켰으며, 단지 발효가 끝난 후 3주 후에 포도주 양의 0.07%(w/v)에 해당하는 CaCO<sub>3</sub>를 첨가하여 12°C에서 60일간 숙성시켰다(12).

**Cold stabilization:** 포도주를 저온에서 방치하여 주석산을 석출시키는 방법인 cold stabilization 시험구 역시 재래식 방법과 동일하게 발효시켰으며, 발효가 끝난 후 -4°C의 냉동고에서 2주간 방치한 후 여과하고 여액을 다시 12°C에서 60일간 숙성시켰다.

**Malolactic fermentation(MLF):** MLF는 깨끗이 씻은 포도 4 kg을 파쇄한 후 50 ppm의 K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 첨가하고 2시간을 둔 후 포도 무게의 0.02%(w/w) 효모를 접종하고 25°C 품온을 유지하면서 발효를 하였다. 포도즙을 발효시키는 중 발효 2일째에 포도 무게의 0.08%(w/w) *Oenococcus oeni*를 첨가하여 9일 동안 발효시킨 후 12°C에서 60일간 숙성시켰다.

**Carbonic maceration vinification process:** 포도 8 kg을 물로 깨끗이 세척한 후 포도 과립을 터트리지 않고 가지에 붙어 있는 포도송이 상태로 탄산가스의 압력에 견딜 수 있는 stainless steel 발효조에 채웠다. 발효조의 공기를 탄산가스로 대치하기 위하여 입구를 봉한 후 1.8기압의 탄산가스를 붙여 넣어서 외부 공기의

유입을 차단하였다. 탄산가스의 지속적인 공급을 위해 포도 무게의 0.01%(w/w) 효모를 포도 넣을 때 같이 넣어 주어 탄산가스 발생원으로 하였다. 발효는 29°C에서 2주간 행하고(12) 발효가 끝난 후 발효조 배수구를 통해 흘러나오는 free-run wine을 수득한 후 나머지 고형물을 압착하여 포도 조직 내에 남아있는 포도주를 추출하였다. Free-run wine을 유리병에 담은 후 공기를 차단시키면서 잔당을 소모하기 위해서 24°C에서 발효시켰다. 1주일 후 거의 공기방울이 올라오지 않는 것을 확인하고 압착하고 여과하여 12°C에서 60일간 숙성시켰다.

**Cold fermentation process:** 포도 4 kg을 준비하여 물로 깨끗이 세척한 후 줄기를 제거하고 포도 알맹이를 파쇄한 후 K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 첨가하였다. 2시간 이상 둔 후 Fermivin cryo를 0.02%(w/w) 접종하여 10°C에서 2주간 발효시켰다(12). 발효가 끝난 후 압착하고 여과한 후 앙금질 하면서 12°C에서 60일간 숙성시켰다.

### 포도주 발효과정 중의 이화학적 분석 및 관능검사

당도는 상온에서 hand refractometer(ATAGO, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 환원당 함량의 측정은 DNS(dinitrosalicylic acid)법(14)에 따라 측정하였고, 알코올은 국제청 주류분석법(15)에 따라 주정계로 측정하여 Gay-Lussac의 주정 환산표로 보정하였다. pH는 pH Meter(TOA, Japan)를 사용하여 측정하였고, 총산은 10 mL의 포도주를 0.1 N NaOH로 적정하여 아래의 식에 따라 주석산으로 산출하였다.

총산(Total acidity, %) = 소요된 0.1 N NaOH의 mL × 0.1 N NaOH의 factor × tartaric acid(0.0076) × 회석배수 × 100 / 시료채취량(mL)

효모 생균수 측정은 저장 중인 시료를 생리 식염수로 희석하여 회석액 0.1 mL를 YPD(Yeast extract, Peptone, Dextrose)배지에 도말하여 25°C에서 48시간 배양한 후 형성된 colony수를 colony forming unit(CFU/mL)로 나타내었다. 유기산 함량은 5배 희석한 포도주를 주사기를 사용하여 Sep-pak C18 cartridge를 통과(MeOH-Water-Sample) 시킨 후 0.45 μm membrane filter를 사용하여 시료를 여과한 후 HPLC(Waters 600S, USA)로 유기산을 분석하였다. 유기산 분석 조건은 Table 1과 같았다. 총페놀 함량은 Folin Denis법(16)에 따라 비색 정량하였고, hue는 각 시료를 5배씩 희석한 후 UV-visible Spectrometer(Shimadzu UV 1601, Japan)를 이용하여 A420/A520(갈변도)으로 나타내었으며 색도는 colorimeter (Minolta RS-232C, Japan)를 이용하여 L, a, b 값을 측정하였다. 포도주의 관능평가는 남녀 비를 1:1로 하여 음주 경험이 있는 K대학교 식품공학과 학생 20명을 대상으로 6가지 포도주의 color, flavor, taste, preference에 대하여 특성강도(character intensity)를 1(매우 약함)-5(매우 강함) scale로 표시하고, preference는 1(매우 나쁨)-5(매우 좋음)로 표시하여 QDA(Quantitative Descriptive Analysis) 방법으로 비교하였다(9).

Table 1. Operation conditions of HPLC for the organic acid

Specification	Condition
Mobile phase	25 mM H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> solution (pH 2.1)
Column	VYDAC C18 : 218TP (4.6 × 250 mm)
Flow rate	1.0 mL/min
Detector	UV 210 nm
Injection volume	20 μL

**Table 2. Chemical characteristics of red wines prepared by six different fermentation methods using Campbell Early**

Fermentation method	Sugar content (°Brix)	Reducing sugar (%)	Alcohol (%)	pH	Total acidity (g/100 mL)
Control	4.5	0.11	6.8	3.41	0.77
Precipitation	4.5	0.07	7	3.42	0.74
Cold stabilization	5	0.4	7.1	3.41	0.78
MLF	5	0.2	7.4	3.59	0.62
Carbonic maceration	5	0.2	7.6	3.71	0.5
Cold fermentation	4	0.08	7.7	3.5	0.52

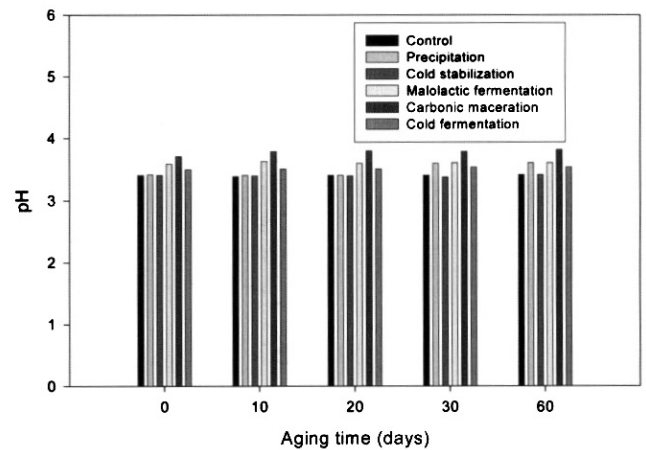
## 결과 및 고찰

### 제조방법을 달리한 Campbell Early 포도주의 발효특성

6가지로 방법을 달리하여 Campbell Early 포도주를 제조하였을 때 발효가 끝난 포도주의 pH, 산도, 당도, 환원당 그리고 알코올 함량은 Table 2와 같았다. 발효 전 포도의 당도가 14°Brix인데 발효가 진행됨에 따라 6가지 방법 공히 4-5°Brix까지 감소하였다. 환원당은 발효 종료 시 0.4-0.1%로 거의 알코올로 전환되어 잔류 환원당이 거의 소진되었음을 알 수 있었다. 발효 종료 시 알코올은 약간의 차이는 있으나 비슷한 함량을 나타내었다. 이론적으로 포도즙 내의 당의 51.34%가 ethyl alcohol로 전환되나 실질적으로 약 48% 정도가 alcohol이 된다(17-18). 본 연구에서는 알코올이 6.8-7.7%로써 정상적으로 발효가 일어났음을 알 수 있었고, 산도 감소를 위해 포도주 제조 방법을 달리해도 정상적인 알코올 발효가 일어남을 알 수 있었다. 발효 전 must(포도송이를 파쇄한 즙)의 pH는 3.2-3.6이 적당한데 본 연구에서는 발효 전 must의 pH가 3.6으로 적당한 수치였다. 발효가 끝났을 때 control, precipitation, cold stabilization 포도주의 pH는 3.41이었으나, MLF 포도주는 pH가 3.59로 증가한 것을 확인할 수 있었다. 이로써 MLF의 결과로 pH가 상승된 것을 확인할 수 있었다. 이는 MLF를 행한 포도주는 pH가 상승하여 맛이 부드러워지고 향기성분이 좋아진다는 연구결과(17)와 유사하였다. Carbonic maceration 포도주는 발효 종료 시 pH가 3.71이었다. 이는 carbonic maceration이 포도주의 pH를 높인다는 보고(18)와 일치하였다. 포도주의 경우 pH가 3.6이상이 되면 잡균이 발생할 가능성이 높다(19)고 하였는데 carbonic maceration 포도주는 pH가 3.6 이상이므로 이후에 여기에 대한 대책이 필요할 것으로 생각된다. Cold fermentation 포도주는 발효 종료 시 pH가 3.5로 control보다 다소 높았다. 각 포도주의 총산을 비교해보면 control, precipitation, cold stabilization은 발효 종료 시 0.74-0.78 g/100 mL을 나타내었다. 이는 Park 등(8)이 최근에 보고한 국내산 캠벨로 제조한 포도주의 총산이 0.7-0.84 g/100 mL 이라고 보고한 연구 결과와 유사하였다. MLF는 균을 접종한 이후부터 총산이 감소하기 시작하여 발효 종료 시 0.62 g/100 mL이었다. 이로써 MLF의 결과로 포도주의 pH가 상승하고 산도가 감소함을 확인할 수 있었다. 발효 종료 시 carbonic maceration의 산도는 0.5 g/100 mL로 발효를 종료하였고 cold fermentation은 0.52 g/100 mL이었다. 이로써 carbonic maceration과 cold fermentation은 control과 비교했을 때 발효과정 중에 산도가 감소하는 것을 알 수 있었다.

### 제조방법을 달리한 Campbell Early 포도주의 숙성 중 산도 감소 효과

**pH변화:** 6가지 포도주의 숙성 중 pH의 변화를 측정된 결과는 Fig. 1과 같았다. Control과 cold stabilization은 숙성 전은 3.41이



**Fig. 1. Changes in pH of red wines prepared by six different fermentation methods during aging.**

었고, 숙성 후는 3.42로 거의 변화가 없었다. 그리고 MLF는 숙성 전 3.59로 다른 포도주에 비해 pH가 높았으나 숙성 후에는 3.61로 별 변화가 없었다. 이로써 MLF의 효과가 발효 중에 일어남을 알 수 있었다. 그러나 다른 포도주들은 숙성 전보다 숙성 후가 pH가 상승하였다. Precipitation은 숙성 전 pH가 3.42였으나 숙성 중 calcium carbonate를 첨가한 후 pH가 3.61로 상승하였다. 이를 통하여 포도주에 calcium carbonate를 첨가하면 pH가 상승함을 알 수 있었다. Carbonic maceration은 숙성 전 pH가 3.71로 다른 포도주보다 높은 pH를 나타냈으며 숙성 후 pH도 가장 높았다. 이는 carbonic maceration이 인공적인 효모의 접종에 의해 발효가 되는 것이 아니라 포도가 자체적으로 효소를 이용하여 포도에 있는 당을 분해하여 알코올을 생성하는 발효특성 때문인 것으로 보인다(18). Cold fermentation은 숙성 전 pH가 3.50로 carbonic maceration보다 낮았으나 control보다는 높았다. 이로써 cold fermentation이 재래식 방법으로 제조한 포도주보다 pH의 감소가 적은 것을 알 수 있었고, 숙성 후에도 pH가 3.54로 증가한 것으로 보아 cold fermentation이 pH 상승효과가 있다는 것을 확인할 수 있었다.

**총산함량 변화:** 6가지 포도주의 총산은 Fig. 2와 같았다. Control은 숙성 전 0.77 g/100 mL이었고, 숙성과정을 거치면서 0.74 g/100 mL, 0.68 g/100 mL로 감소하였다. Precipitation은 발효 종료 시 0.74 g/100 mL이었는데 20일 동안의 숙성기간 중에 약간의 감소가 일어나 0.66 g/100 mL이었다. CaCO<sub>3</sub> 첨가 후 총산은 더욱 감소하여 0.58 g/100 mL의 총산 함량을 나타내었다. 이로써 calcium carbonate를 포도주에 첨가해서 화학적으로 중화시키는 것이 포도주의 산도를 감소시키는 하나의 방법이 될 수 있다는 것을 알

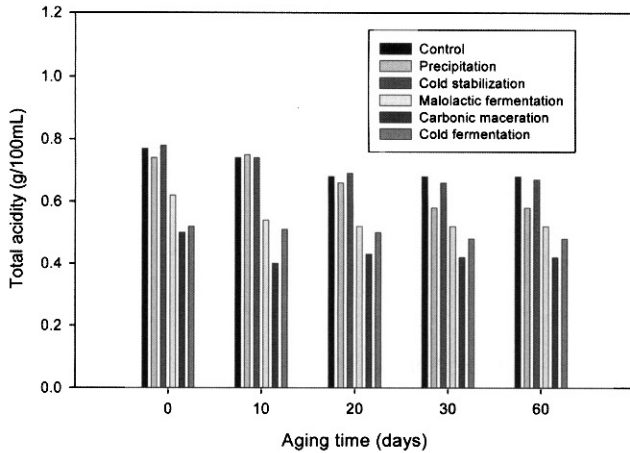


Fig. 2. Changes in total acidity of red wines prepared by six different fermentation methods during aging.

수 있었다. Cold stabilization은 발효 후 숙성에 의해 0.69 g/100 mL로 산도가 감소했으나  $-4^{\circ}\text{C}$ 에서 처리한 이후에는 산도가 0.66 g/100 mL, 0.67 g/100 mL로 약간 감소함을 알 수 있었다. MLF는 숙성 전 총산이 0.62 g/100 mL이었으나 숙성 후는 0.54 g/100 mL, 0.52 g/100 mL로 산도가 감소한 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 통해 MLF 균에 의한 산도 감소는 숙성 과정보다는 발효 중에 더 많이 일어난다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 발효가 끝난 후 발효 과정을 통해 MLF 균의 생육에 도움을 주는 당이 거의 알코올로 바뀐 상태이므로 MLF 균이 생육하기 힘들기 때문으로 여겨진다. Carbonic maceration의 경우는 숙성 전 산도가 0.50 g/100 mL이었으나 시간이 지남에 따라 0.40 g/100 mL, 0.42 g/100 mL로 감소하였다. 이로써 carbonic maceration 역시 재래식 포도주 제조 방법과 같이 숙성 중에 산도가 감소함을 알 수 있었다. Cold fermentation은 숙성 전 산도가 0.52 g/100 mL이었고 숙성 후 산도는 0.51 g/100 mL, 0.48 g/100 mL로 숙성과정을 통해 감소가 거의 일어나지 않음을 알 수 있었다. 이는 cold fermentation 포도주의 발효온도가  $10^{\circ}\text{C}$ 로 숙성온도인  $12^{\circ}\text{C}$ 와 차이가 크지 않아 숙성중의 변화가 적음을 알 수 있었다.

#### 유기산 함량

포도주가 가지고 있는 유기산 함량에 의하여 총산이 결정되므로 포도주 내의 유기산 함량은 포도주 맛에 영향을 끼치는 요소 중 하나이다. 포도주의 주된 유기산은 tartaric acid, malic acid, citric acid이지만, citric acid 함량은 상대적으로 낮으므로 포도와 포도주의 신맛은 주로 tartaric acid와 malic acid가 결정한다(8). 6 가지 포도주의 유기산 함량은 측정된 결과를 Table 3에 나타내었다. Precipitation은 tartaric acid가 2,346 ppm으로 2,928 ppm의 control보다 감소하였다. 숙성 중 MLF는 tartaric acid가 2,316 ppm

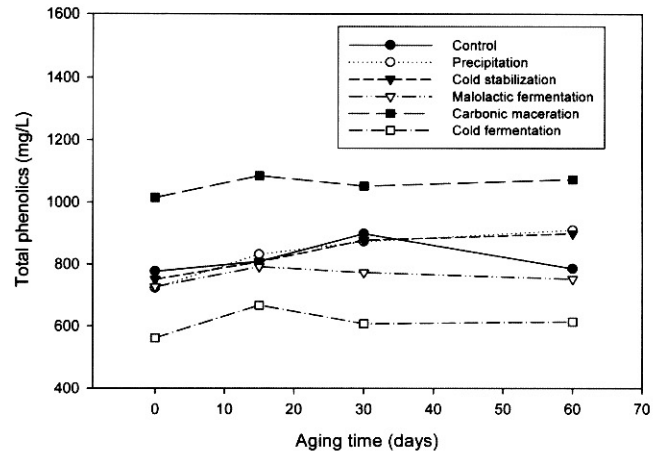


Fig. 3. Changes in total phenolic compound of red wines prepared by six different fermentation methods during aging.

으로 control과 차이가 나지 않았으나, malic acid는 828 ppm으로 줄었고, lactic acid는 2,394 ppm으로 증가하였다. 이로써 MLF 포도주는 발효 및 숙성 과정 중에 malic acid가 lactic acid로 전환되었음을 확인할 수 있었다. Malic acid와 lactic acid는 포도주의 맛과 품질을 결정하는 주요한 요소이므로 재래식 포도주 발효 과정에서 MLF를 실시하여 적포도주 내의 malic acid를 감소시키고, 포도주에 부드러운 맛을 내게 하는 lactic acid를 증가시키는 작업은 Campbell Early 포도주 발효에 매우 중요한 과정으로 여겨졌다. Carbonic maceration은 숙성 중에 tartaric acid와 malic acid가 1,623 ppm, 792 ppm으로 control에 비해 많이 감소하였다. 이러한 결과는 carbonic maceration으로 포도주를 제조하면 MLF와 유사하게 malic acid 함량이 감소한다는 연구의 결과(18)와 일치하였다. 그리고 carbonic maceration이 control보다 lactic acid가 더 많이 생성된다는 것을 알 수 있었다. Cold fermentation은 전체적으로 유기산 함량이 적음을 확인할 수 있었다.

#### Campbell Early 포도주의 품질 평가

**총페놀 함량:** 포도주의 총페놀 함량은 Fig. 3과 같았다. Carbonic maceration이 1,073 mg/L로 6가지 포도주 중 가장 높은 총페놀 함량을 나타내었다. 포도주에 풍부한 페놀계 물질의 생화학적 효과는 포도주의 건강기능성을 유도한다는 보고(20-21)가 있는데 이런 점에서 carbonic maceration은 충분히 가치가 있는 포도주 제조 방법이라고 생각되었다. 반면에 cold fermentation은 614 mg/L로 가장 적은 함량을 나타내었다. 이는 cold fermentation이 낮은 온도에서 발효됨에 따라 페놀이 적게 용출되었기 때문이라고 여겨진다. 숙성 중에는 탄닌과 안토시아닌이 중합체 형성으로 인하여 총페놀 함량이 점점 줄어드는데 이는 기후, 포도품종, 양조기술에 따라 크게 달라진다(22). 본 실험에서는 총페놀 함량에 큰

Table 3. Changes in organic acid content of red wines prepared by six different fermentation methods during aging (unit: ppm)

Fermentation method	Oxalic acid	Tartaric acid	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid	Citric acid
Control	45	2,928	2,421	486	123	306
Precipitation	54	2,346	2,298	453	93	270
Cold stabilization	51	2,525	2,217	468	387	264
MLF	54	2,316	828	2,394	1,365	459
Carbonic maceration	39	1,623	792	1,044	75	156
Cold fermentation	18	1,041	993	24	18	57

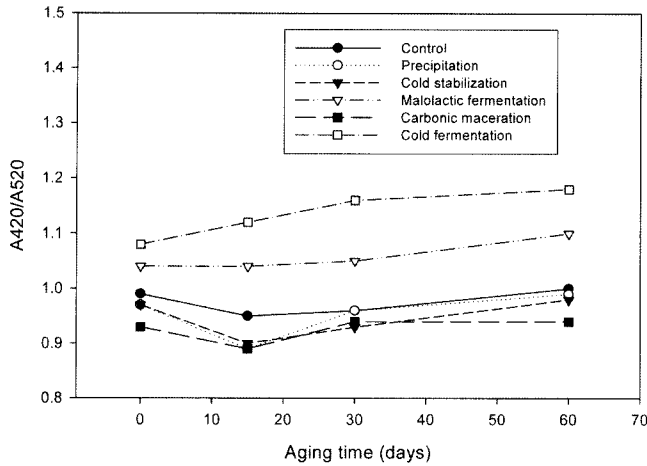


Fig. 4. Changes in hue (A420/A520) of red wines prepared by six different fermentation methods during aging.

변화가 없었는데 이는 숙성 기간이 길지 않았고, 양조 기술에서도 차이가 있었기 때문이라고 생각되었다.

**Hue:** 포도주의 갈변도를 나타내는 hue는 과도하게 산화되었을 때 1.0 이상이 되는데(22) Fig. 4에서 보는 것과 같이 MLF와 cold fermentation이 1.10과 1.18로 hue 값이 높음을 알 수 있었다. Carbonic maceration은 0.94로 다른 포도주보다 낮은 hue 값을 나타내면서 갈변이 가장 적게 일어났음을 알 수 있었다. Hue 값은 총페놀 함량과 음의 상관관계를 나타내어 총페놀 함량이 높을수록 낮은 hue 값을 갖는다고(23) 하였는데 본 실험에서도 이와 일치했다. 총페놀 함량이 752 mg/L, 614 mg/L이었던 MLF와 cold fermentation이 hue 값도 1.10과 1.18로써 높은 수치를 나타내었고, 1,073 mg/L로 가장 많은 함량을 가졌던 carbonic maceration은 0.94로 가장 낮은 hue 값을 나타내었다. 이로 보아 총페놀 함량이 적은 MLF와 cold fermentation은 장기적인 숙성 중에는 산화가 많이 진행될 수 있음을 보여주었다. 그러나 60일 동안의 숙성 중에는 총페놀 함량과 마찬가지로 hue 값에서도 큰 변화는 나타나지 않았다.

**색도:** 6가지 포도주의 색도를 L, a, b 값으로 나타낸 결과 Table 4와 같았다. 포도주의 lightness를 나타내는 L 값을 살펴보면 다른 포도주와 비교했을 때 cold fermentation이 L 값이 높은 것을 확인할 수 있었다. 이는 Zeocklein(22)의 연구에서와 같이 적포도주의 색소가 총페놀 함량의 변화와 SO<sub>2</sub> 첨가량, 여과, 또는 MLF에 의해 손실될 수 있다고 보고했는데 본 연구에서는 낮은 발효 온도로 인해 색소용출이 적게 되었기 때문이라고 생각되었다. 또한 redness를 나타내는 a 값은 carbonic maceration이 다른 포도주

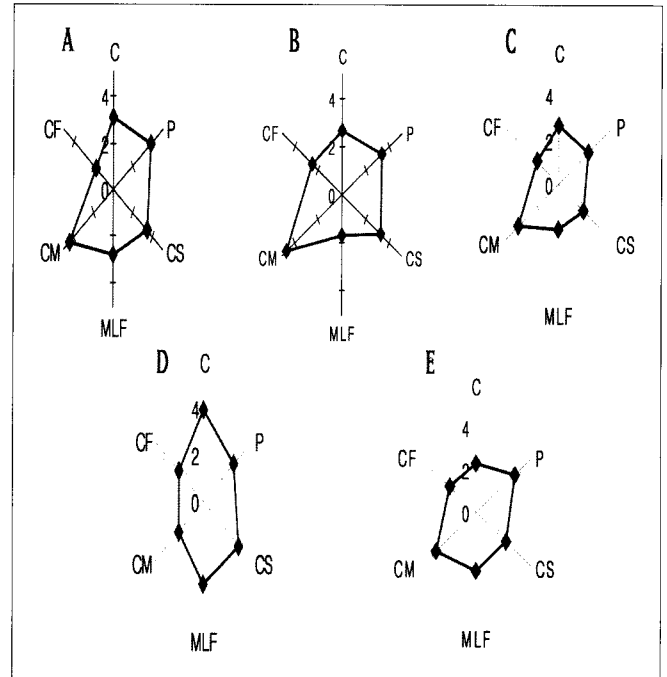


Fig. 5. Sensory characteristics of red wines prepared by six different fermentation methods in color, flavor, taste and preference aspect. A: red, B: bright, C: grape flavor, D: acidic, E: total preference.

에 비해 가장 낮은 값을 나타내었는데 이는 carbonic maceration이 보라색 계통의 검붉은 색을 나타내었기 때문으로 여겨졌다. 이는 L, b 값에서도 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 Park 등(24)이 carbonic maceration wine이 conventional wine보다 색깔이 진하다고 한 결과와 일치하였다.

**관능검사:** 산도를 감소시키기 위해 6가지 방법으로 제조한 포도주의 색, 맛, 향, 종합적인 기호도를 조사하기 위해 관능검사를 실시한 결과는 Fig. 5와 같았다. 포도주의 색에 가장 영향을 많이 주는 red와 bright 항목은(9) carbonic maceration이 4.40와 4.65의 점수로 가장 높았고, precipitation은 3.80과 3.30으로 그 다음으로 높았다. 그리고 cold stabilization이 3.40와 3.25의 점수로 precipitation과 비슷한 결과를 나타내었다. Carbonic maceration의 색이 재래식 방법으로 만든 포도주의 선명한 붉은색과는 다른 검붉은 색을 띠었는데 관능검사의 결과로 볼 때 포도주의 색이 진할수록 더 선호도가 있다는 것을 알 수 있었다. 이는 상대적으로 색이 연했던 MLF와 cold fermentation의 선호도가 낮은 것을 봐도 알 수 있었다. Grape flavor는 carbonic maceration이 3.75로 가장 높았고, 그 다음으로 precipitation과 control이 2.75와 2.60으로

Table 4. Changes in color of red wines prepared by six different fermentation methods during aging<sup>1)</sup>

Fermentation method	L	a	b
Control (C)	23.760 ± 0.067 <sup>2)</sup>	61.860 ± 0.040	40.957 ± 0.124
Precipitation (P)	24.930 ± 0.047	62.030 ± 0.200	42.923 ± 0.084
Cold stabilization (CS)	26.513 ± 0.064	64.753 ± 0.166	45.633 ± 0.084
MLF	27.333 ± 0.024	60.830 ± 0.087	47.027 ± 0.031
Carbonic maceration (CM)	19.883 ± 0.076	47.870 ± 0.180	30.307 ± 0.111
Cold fermentation (CF)	35.753 ± 0.024	59.693 ± 0.111	60.530 ± 0.040

<sup>1)</sup>Color L: black(0)→white(100), a: red(100-0)→green(0- -80), b: yellow(70-0)→blue(0- -80).

<sup>2)</sup>Values represent the mean ± standard deviation of three replications.

로 높았다. MLF와 cold fermentation은 색 항목과 마찬가지로 2.05와 2.00으로 가장 낮았다. 본 실험에서 가장 중요하게 평가한 신맛은 control이 3.90으로 가장 높았고 cold stabilization이 3.72로 두 번째로 신맛이 강했다. Carbonic maceration과 cold fermentation은 2.50, 2.60으로 신맛의 강도가 약했다. 이로써 이화학적인 분석치 뿐만 아니라 관능적인 측면에서도 carbonic maceration과 cold fermentation은 신맛이 감소했음을 알 수 있었다. 종합적인 기호도에서는 carbonic maceration과 precipitation이 각각 3.55와 3.50로 높은 선호도를 나타내었고, control과 cold fermentation은 각각 2.25와 2.35로 낮은 선호도를 나타내었다. 색, 향에서 우수하고 신맛이 적은 carbonic maceration과 precipitation 포도주가 선호도가 높았고, cold fermentation과 같이 신맛은 적으나 색과 향에서 낮게 평가된 포도주가 선호도에서 낮은 것으로 나타났다. 이로써 본 논문에서 실험한 6가지 다른 포도주 제조 방법 중 선명하고 진한 붉은색을 가지며, 포도향이 풍부하고, 신맛이 강하지 않았던 carbonic maceration과 precipitation 포도주가 높은 선호도를 가지는 것을 알 수 있었다.

## 요 약

본 연구에서는 국내산 포도주의 감산 연구를 위해 Campbell Early를 이용하여 control, precipitation, cold stabilization, MLF, carbonic maceration, cold fermentation과 같이 6가지 다른 방법으로 산도 감소 효과를 실험해 보았다. 6가지 방법으로 제조한 포도주가 4-5°Brix의 당도와 6.8-7.7%의 알코올 함량을 나타냄으로써 산도 감소를 위해 발효 방법을 달리해도 정상적인 발효가 진행되었음을 확인할 수 있었다. 그리고 숙성 중에 pH와 총산, 유기산 함량을 측정하여 감산의 정도를 알아본 결과 cold stabilization을 제외하고는 각 포도주들이 control보다 pH는 증가하고 총산은 감소하였다. 특히 carbonic maceration은 총산이 0.42 g/100 mL로 산도 감소에 효과적인 방법임을 확인할 수 있었다. 이는 HPLC를 이용하여 측정할 유기산 함량에서도 알 수 있었다. Control의 tartaric acid가 2,928 ppm인 반면 precipitation은 2,346 ppm으로 precipitation으로 인해 tartaric acid가 감소했음을 확인할 수 있었다. Control의 malic acid는 2,421 ppm, lactic acid는 486 ppm이었으나 MLF의 경우는 malic acid가 828 ppm으로 감소했고, lactic acid는 2,394 ppm으로 증가한 것을 확인할 수 있었다. 그리고 carbonic maceration은 malic acid가 993 ppm으로 눈에 띄게 감소하였고, cold fermentation은 유기산 함량이 전체적으로 감소한 것을 확인할 수 있었다. 산도가 감소한 포도주의 품질을 평가하기 위해 총페놀 함량, hue, 색도, 관능검사를 실시한 결과 산도 감소 효과가 우수한 precipitation과 carbonic maceration 방법으로 제조한 포도주가 품질 평가에서도 우수하게 나타났다. 이로써 본 연구에서는 carbonic maceration과 precipitation이 Campbell Early 포도주에 적합한 감산 방법이며, 제조한 포도주도 선명하고 진한 붉은색을 가지며, 포도향이 풍부하고, 신맛이 강하지 않음을 확인할 수 있었다.

## 문 헌

1. KMAF. Agricultural and forestry statistical yearbook. Korean Ministry of Agriculture and Forestry. Seoul, Korea (2001)
2. Lee SJ, Lee JE, Kim SS. Development of Korean red wines using various grape varieties and preference measurement. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 911-918 (2004)
3. Bae SD, Bae SM, Kim JS. Fermentation characteristics of rice-grape wine fermented with rice and grape. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 616-623 (2004)
4. Lee SO, Park MY. Immobilization of *Leuconostoc oenos* cells for wine deacidification. Korean J. Food Sci. Technol. 12: 299-304 (1980)
5. Bae IY, Lee KY, Shin MS, Lee HG. Development of red wine using *Monascus anka*. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 744-748 (2004)
6. Kim JS, Kim SH, Han JS, Yoon BT, Yook C. Effects of sugar and yeast addition on red wine fermentation using Campbell Early. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 516-521 (1999)
7. Kim JS, Sim JY, Yook C. Development of red wine using domestic grapes, Campbell Early. Part ( I )-Characteristics of red wine fermentation using Campbell Early and different sugar. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 319-326 (2001)
8. Park WM, Park HG, Rhee SJ, Lee CH, Yoon KE. Suitability of domestic grape, cultivar Campbell's Early, for production of red wine. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 590-596 (2002)
9. Lee JE, Hong HD, Choi HD, Shin YS, Won YD, Kim SS, Koh KH. A study on the sensory characteristics of Korean red wine. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 841-848 (2003)
10. MAF. Fruit handbook. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul, Korea. pp. 394-397 (1997)
11. Kim JH, Kim CC, Ko KC, Park HS, Kim KR, Lee JC. Particulars in pomology (3rd ed). Hyangmance Pub. Co., Seoul, Korea. pp. 232-235 (1992)
12. Iverson J. Home wine making step by step. 3rd ed. Stonemark Pub. Co., Medford, USA. pp. 89-118 (2000)
13. Jackson RS. Wine science. 2nd ed. Academic Press, San Diego, CA, USA. pp. 282-291 (2000)
14. Chae SK, Kang KS, Ma SJ, Bang KU, Oh MH. Food analysis. Ji-gu Pub. Co., Seoul, Korea. pp. 99-102 (1999)
15. National Tax Service Technical Service Institute. Alcoholic beverage analysis rule. Sejung Pub. Co., Seoul, Korea. p. 196 (1975)
16. Piggot JR. Sensory analysis of food. Elsevier Applied Science Publishers, London, UK. pp. 141-161 (1984)
17. Amerine MA, Singleton VL. Wine: An Introduction. 2nd ed. University of California Press, CA, USA. pp. 117-133 (1996)
18. Wagner PM. A guide to wine making in America-grape into wine. Alfred AK, New York, USA (1994)
19. Bae SM. Wine making principal. Bae Sang Myun Brewery Pub. Co., Seoul, Korea. pp. 195-197 (2002)
20. Halliwell B. The antioxidant paradox. Lancet 355: 1179-1180 (2000)
21. Pietta PG. Flavonoids as antioxidants. J Nat. Prod. 63: 1035-1042 (2000)
22. Zoecklein BW, Fugelsang KC, Gump BH, Nury FS. Production wine analysis. Van Nostrand Reinhold, New York, USA. pp. 129-168 (1990)
23. Lee JE, Shin YS, Sim JK, Kim SS, Koh KH. Study on the color characteristic of Korean red wine. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 164-169 (2002)
24. Park WM, Park HG, Rhee SJ, Kang KI, Lee CH, Yoon KE. Properties of wine from domestic grape, *Vitis labrusca* cultivar. Campbell's Early, fermented by carbonic maceration vinification process. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 773-778 (2004)