

효모의 종류를 달리한 캠벨 얼리 포도 발효주의 제조

김경환* · 한기동
영남대학교 식품공학과

Received: January 14, 2011 / Revised: February 16, 2011 / Accepted: February 17, 2011

Wine Making using Campbell Early Grape with Different Yeasts. Kim, Kyeong Hwan* and Gi-Dong Han. Department of Food Science, College of Food Science, YeungNam University, KyungBuk 712-749, Korea – Physicochemical and organoleptic characteristics of *Campbell Early* red wines made by traditional method were investigated. The pH values of all *Campbell Early* red wines were ranged 3.0~3.3 during fermentation. The acidity value of *Campbell Early* red wine made by traditional method was 0.4~0.9%. Sucrose and alcohol contents were 6~7 Brix and 13.2~14.4% at the end of fermentation, respectively. *Campbell Early* red wine had the high sensory scores for color, aroma, taste, sharpness, after taste, and overall balance. Because *Campbell Early* red grapes are well fermented due to the rich fermentative sugar content, *Campbell Early* red wines made by adding EC-1118 yeast were shown to be the most appropriate.

Key words: *Campbell Early*, red wine, fermentation, yeast

서 론

최근 우리나라의 경제사정이 좋아지면서 식생활문화와 음주문화의 변화와 함께 포도주에 대한 관심이 높아지고, 와인 소비량도 매년 늘어나게 되어 주류 시장의 상당부분이 와인으로 대체되고 있다. 농림수산식품부의 과실류 가공현황 통계를 보면 2006년 포도 생산량은 33만톤이며, 포도 가공량은 1만4천톤으로 가공 비율이 4.4%이고, 2007년 포도 생산량은 32만9천톤이며, 포도 가공량은 7천톤으로 가공 비율이 2.1%로 감소했고, 포도 가공량 중 술의 제조는 1천4백15톤으로 포도 생산량의 0.45%이다. 2008년에는 포도 생산량은 33만4천톤이지만, 포도 가공량은 5천톤으로 가공 비율이 1.5%로 더욱 감소했고, 포도 가공량 중 술의 제조는 7백14톤으로 포도 생산량의 0.23%로 감소했다. 와인의 소비량은 늘어나지만 국내 와인 생산량이 감소하는 것은 수입산 와인의 매출 증대로 해석할 수 있다. 이는 국내산 와인이 수입 와인에 비해 경쟁력이 떨어지는 결과라고도 볼 수 있다[9, 10].

이로 인하여 국내 포도 재배 농가의 어려움이 날로 증가되고 있다. 유럽, 미국 등지에는 포도재배 뿐만 아니라 2차 가공에 해당되는 포도주 생산과정에 관한 연구가 광범위하게 진행되어 있으나, 우리나라의 경우 포도주 개발의 역사가 짧아서 대중화되지 못하고 최근에야 본격적인 연구가 진행되고 있다.

포도주 제조법은 물리적, 화학적, 생물학적 방법이 있는데, 이 중에서 산미가 강한 사과산을 분해함으로써 산을 감소시켜 부드럽고 순한 포도주를 제조하는 생물학적 방법에는 malolactic fermentation과 maloalcoholic fermentation이 있다.

국내산 포도를 이용한 포도주의 연구개발이 1980년대 이전에는 별로 없었으나[2, 7, 13, 19] 2000년 이후 최근까지 국내산 포도의 단점을 보완하기 위하여 연구개발이 활발히 진행되어 왔다.

포도주에 관한 국내 연구 결과를 살펴보면 Lee [8] 등은 국내산 Sheridan 포도 품종에 역삼투압 시스템을 이용하여 포도 착즙액 중의 수분을 제거함으로써, 자체 당도를 높여 보당과정 없이도 우수한 포도주를 제조하여 이화학적 성분 분석과 향기성분의 변화를 연구하였고, Park [15] 등은 국내산 포도 품종인 Campbell Early가 적포도주 제조에 적합한지 여부를 확인하기 위하여 국내 포도 산지별, 수확시기에 따른 포도의 산도, 당도 및 유기산 등 포도주 발효에 관련된 화학적 성분을 분석하여, 포도주 원료로써 적합한지를 조사한 결과 우리나라 식생활과 우리 입맛에 맞는 포도주의 개발 가능성이 충분하다고 했으며, Kim [5] 등은 적포도주 제조시, 탈색현상이 관찰되고, 효모를 첨가하지 않은 포도주는 잡균 오염에 의한 이취가 발생하여 이상 발효의 우려가 있으므로, 포도주 발효를 위해서는 가당과 효모 첨가가 필요하다고 권장하였다.

본 연구에서는 국내산 캠벨 얼리 포도를 사용하여 발효 효모를 달리한 전통 제조방법에 따른 캠벨 얼리 포도 발효주의 이화학적 및 관능적 특성을 비교하였다.

*Corresponding author

Tel: +82-53-810-3814, Fax: +82-53-810-4662

E-mail: kyeohkim@naver.com

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 캠벨 얼리 포도는 2010년 인천광역시 강화군에서 재배된 것이며, 효모는 시중에서 판매되고 있는 Fermivin(France), K1-V1116(Lalvin, Beaverbank, Canada), EC-1118(Lalvin, Beaverbank, Canada), IOC HARMONIE(France), IOC B2000(France)을 사용하였다.

캠벨 얼리 포도 발효주의 제조방법

캠벨 얼리 포도 발효주의 제조 방법은 과실주를 제조하는 방법[12]으로써 캠벨 얼리 포도를 제경 후, 10,000 g을 취하여 발효에 이용하였고, 백설탕을 이용하여 24 Brix가 될 때까지 보당하였다. 살균제 및 산화방지제로 potassium metabisulfite ($K_2S_2O_5$) 100 ppm을 혼합하여 시판되는 효모 5종을 0.02%씩 각각 접종한 다음 25°C에서 15일간 발효하였다. 효모접종은 건조 효모를 이용하여 권장수준인 5.0×10^6 cells/mL이 되는 0.02%를 potassium metabisulfite를 혼합한 후 5시간이 경과된 뒤에 접종하였다[5]. 효모 5종 모두 알코올 함량이 13~14%에 도달하는 시점인 15일째에 발효를 종료하고 여과한 다음 12°C에서 저온 숙성시켰다.

pH 및 산도의 측정

pH는 발효과정 동안 온도보정 기능이 있는 pH meter (Mettler Toledo DELTA 320, USA)로 매일 실온에서 측정하였고, 산도는 AOAC법[1]에 의하여 발효액 10 mL을 pH가 8.3에 도달할 때까지 0.1 N NaOH 용액으로 적정 한 후 0.1 N NaOH 소요량을 tartaric acid(%) 함량으로 환산하였다.

당도 및 알코올 함량 측정

시료를 매일 채취하여 당도계(PAL-1, Digital, Atago, Tokyo, Japan과 Master-T, Automatic, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 당도를 측정하였고, AOAC법에 따라 시료 100 mL를 증류한 후 0.1도 단위의 주정계(DongMyeong Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 알코올 함량을 측정하였다.

색도 분석

15일간 발효를 끝낸 각각의 캠벨 얼리 포도 발효주의 색도를 측정하였다. 색도는 발효 후 여과한 시료를 색차계(CR-200, Minolta, Osaka, Japan)을 이용하여 Hunter value(L: lightness, a: redness, b: yellowness)로 표시하였다. 이때 사용된 표준색판은 L = 96.43, a = +0.03, b = +1.79이었다.

폴리페놀 함량 측정

항산화 물질인 폴리페놀은 주로 과일의 껍질에 많이 분포하고, 과육에는 소량 포함된 것으로 알려져 있다. 효모를 달리하여 15일간의 발효 후, 한달간의 숙성을 한 각각의 캠벨

얼리 포도 발효주에 함유된 폴리페놀의 총 함량은 gallic acid를 표준물질로 사용하여, 희석한 발효액(10배 희석) 1 mL에 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 5 mL를 첨가하고 5분간 안정화 시킨다. 그리고, sodium carbonate 포화용액 4 mL를 첨가한 후 발색을 위해 2시간 방치, 분광광도계(UV-Visible Spectrophotometer, UV-1601, SHIMADZU, Japan)로 725 nm에서 흡광도를 측정하여 표준곡선으로부터 계산하였다[17].

관능검사 및 통계분석

관능검사는 잘 훈련받은 남녀 패널 15명을 선정하여 검사를 실시하였다. 관능검사 항목으로는 캠벨 얼리 포도 발효주의 색상, 향, 맛, 목넘김, 후미, 종합적 기호도로 평가는 5단계 평점법을 사용하여 매우 좋다에 5점, 매우 싫다에 1점의 점수로 표시하였다. SPSS Ver. 18.0 package program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 시험군의 평균과 표준편차를 산출하고 Duncan의 다중범위분석법을 이용하여 각 시험구간의 유의차를 5%($p < 0.05$) 유의수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

pH 및 산도 측정

15일간의 발효과정 중 매일 시료를 채취하여 pH를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 캠벨 얼리 포도에 효모 EC-1118을 접종한 발효주는 초기에 pH 3.26, 발효 도중에 pH 3.11, 발효 종료 시는 pH 3.23이고, 효모 K1-V1116을 접종한 발효주는 초기에 pH 3.23, 발효 도중에 pH 3.15, 발효 종료 시는 pH 3.25이고, Fermivin을 접종한 발효주는 초기에 pH 3.33, 발효 도중에 pH 3.07, 발효 종료 시는 pH 3.30이고, IOC HARMONIE를 접종한 발효주는 초기에 pH 3.22, 발효 도중에 pH 3.10, 발효 종료 시는 pH 3.22이고, IOC B2000을 접종한 발효주는 초기에 pH 3.06, 발효 도중에 pH 2.97, 발효 종료 시는 pH 3.04로, 효모의 종류를 달리하여

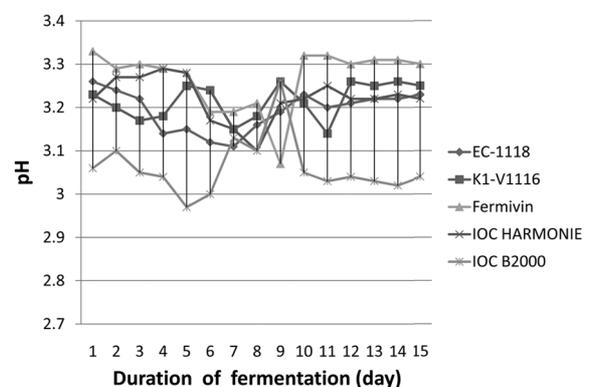


Fig. 1. Changes of pH in Campbell Early red wines during fermentation at 25°C by different yeast methods.

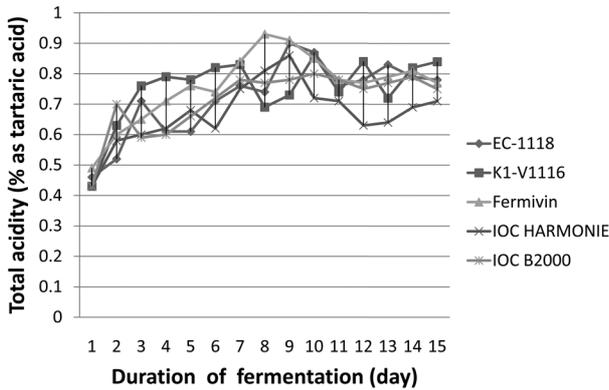


Fig. 2. Changes of titratable acidity in *Campbell Early* red wines during fermentation at 25°C by different methods.

첨가한 캠벨 얼리 포도 발효주의 발효과정에서 모든 발효주의 pH가 전체적으로 낮아졌다 발효 종료 시에는 발효 초기 때와 비슷해짐을 알 수 있다. 이는 캠벨 얼리 포도 같은 경우, 포도 과실 자체가 발효하기에 알맞은 pH 조건을 가지고 있다고 볼 수 있다.

포도주의 pH는 발효과정 및 숙성, 저장 중 잡균의 오염과 관련하여 저장성에 큰 영향을 준다고 알려져 있다[14]. 포도주 발효 또는 저장시 권장되고 있는 pH는 3.2~3.5 사이로서, pH가 3.6 이상이면 잡균 오염이 일어날 수 있으며 3.2 이하이면 신맛이 강해 품질이 떨어진다고 보고된 바 있다 [15]. 발효중에 생성되는 산으로는 초산(acetic acid), 유산(lactic acid), 호박산(succinic acid) 등을 들 수 있다[3].

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 함량 상대적으로 낮으므로 포도와 포도주의 신맛은 주로 tartaric acid와 malic acid가 결정한다[15].

효모를 달리한 캠벨 얼리 포도 발효주의 산도는 발효 기간 동안인 15일간 매일 측정하였는데(Fig. 2), 산도가 0.43~0.49%에서 시작하여 발효 도중에 0.80~0.93% 까지 증가했다가 발효 종료시 0.71~0.84%가 되었다. Roh[16] 등은 포도주의 경우 총산 함량이 0.5~0.7% 정도라 보고하였는데, 본 실험에서는 이 보다 약간 높은 수치가 나타났다. 이것은 캠벨 얼리 포도 발효주가 신맛이 나는 것과 관계가 있으리라고 본다.

당도 및 알코올 함량 측정

15일간의 발효과정 중 시판효모 5종을 각각 접종한 캠벨 얼리 포도 발효주에서 매일 시료를 채취하여 측정된 당도는 Fig. 3과 같다.

캠벨 얼리 포도 발효주의 당도는 전체적으로 발효 초기에 24 Brix에서 발효 종료 시 6.8~7.1 Brix로 감소하였다. 당

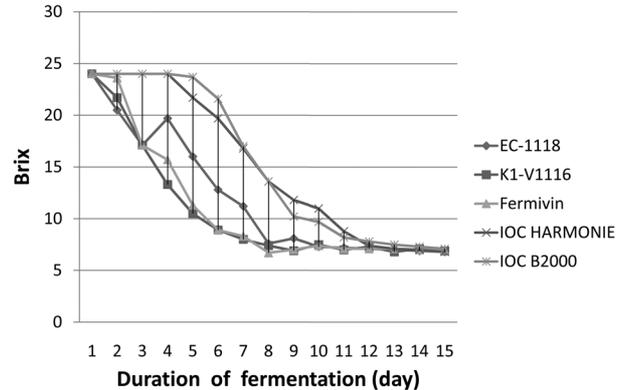


Fig. 3. Changes of sugar content in *Campbell Early* red wines during fermentation at 25°C by different methods.

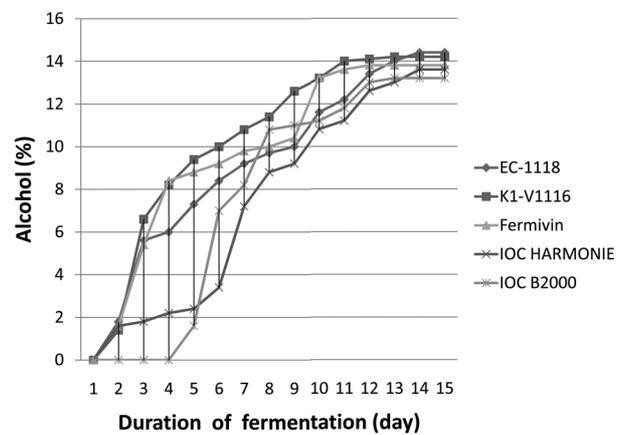


Fig. 4. Changes of alcohol concentration in *Campbell Early* red wines during fermentation at 25°C by different methods.

성분은 효모의 영양원이나 발효 기질로 이용되므로 발효 후기에는 총당 함량은 감소하게 되며 발효기간 중 당분이 효모 발효 기질로 이용되어 일정한 기간까지 알코올 함량이 상승된다[4, 18]고 하였다.

알코올 함량은 Fig. 4와 같이 5종 효모 모두 꾸준히 증가하여 발효 종료 시점에서 13~14%로 시판 포도와인의 알코올 함량 12.5%~13.5%와 유사하게 나타났고, Park[14] 등이 포도와인에 적합한 알코올 함량이 11~13%라고 하였는데 본 실험결과와도 비슷하였다.

색도 분석

시판 효모의 종류를 달리한 캠벨 얼리 포도 발효주 5종류의 색도 비교는 Table 1과 같다. 밝은 정도를 나타내는 L값은 EC-1118 40.29, K1-V1116 43.52, Fermivin 81.45이고, IOC HARMONIE 86.65로 가장 높게 나타났으며, IOC B2000 37.14로 가장 낮게 나타났다. 적색도를 나타내는 a값은 EC-1118 12.79이고, K1-V1116 8.75로 가장 낮게 나타났으며, Fermivin 23.39이고, IOC HARMONIE 25.20으로

Table 1. Color values of *Campbell Early* red wines manufactured with different methods.

Yeast	Hunter's value ¹⁾		
	L	a	b
EC-1118	40.29 ± 0.31 ^{2)3)b}	12.79 ± 0.51 ^b	2.25 ± 0.13 ^d
K1-V1116	43.52 ± 0.40 ^c	8.75 ± 0.03 ^a	0.99 ± 0.02 ^c
Fermivin	81.45 ± 0.02 ^d	23.39 ± 0.18 ^d	-0.16 ± 0.03 ^b
IOC HARMONIE	86.65 ± 0.08 ^e	25.20 ± 0.13 ^c	-2.29 ± 0.08 ^a
IOC B2000	37.14 ± 0.12 ^a	16.25 ± 0.27 ^c	4.95 ± 0.05 ^e

¹⁾ L, lightness 0~100 (black: 1, white: 100); a, redness (-: green, +: red); b, yellowness (-: blue, +: yellow).

²⁾ Mean ± SD.

³⁾ Superscripts in the same column not sharing a common superscript are significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

가장 높게 나타났으며, IOC B2000 16.25이다. 황색도를 나타내는 b값은 EC-1118 2.25, K1-V1116 0.99, Fermivin -0.16 이고, IOC HARMONIE -2.29로 가장 낮게 나타났으며, IOC B2000 4.95로 가장 높게 나타났다.

폴리페놀 함량 측정

15일간의 발효와 한달간 숙성 후, 시판 효모의 종류를 달리한 캠벨 얼리 포도 발효주 5종류의 폴리페놀 함량 측정은 Table 2와 같다. 효모 EC-1118은 1020.6 ppm, K1-V1116은 924.2 ppm으로 폴리페놀 함량이 가장 낮았고, Fermivin은 933.4 ppm, IOC HARMONIE는 1094.8 ppm, IOC B2000은 1267.2 ppm으로 가장 높게 나타났다. 이것은 발효속도가 가장 느리고, 알콜 생성량이 가장 낮은 두 효모가 폴리페놀 함량이 가장 높다는 것은 발효속도와 알콜 생성량과는 크게 관계가 없는 것으로 보인다.

Lee[6] 등의 연구에 따르면 SO₂ 첨가, 착즙, 압착 등 제조

공정 과정에서 폴리페놀 함량이 감소하였고 오크통에서 숙성 중에는 포도주의 폴리페놀 함량은 변화가 없었다고 하였다. Mirabel[11] 등의 연구에 따르면 오크통에서 숙성할 경우 오크나무에서 추출된 폴리페놀의 영향으로 포도주의 총 폴리페놀 함량이 높게 나타났으며 12개월 오크통에서 숙성하였을 때 gallic acid가 4.0 mg/L까지 증가하였고 non-flavonoid phenolics의 함량이 7% 증가하였다고 보고하였다.

관능평가

시판 효모의 종류를 달리한 캠벨 얼리 포도 발효주 5종류의 색, 향, 맛, 목넘김, 후미, 종합적 기호도는 Table 3에 나타내었다. 색에 대한 기호도는 EC-1118이 3.93으로 가장 높았고, K1-V1116은 2.93, Fermivin은 3.07, IOC HARMONIE가 2.73으로 가장 낮았고, IOC B2000은 3.13이다. EC-1118은 K1-V1116, Fermivin, IOC HARMONIE, IOC B2000과 유의적인 차이를 보였으나, EC-1118을 제외한 K1-V1116, Fermivin, IOC HARMONIE, IOC B2000 서로간에는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

향에 대한 기호도는 EC-1118이 3.67로 가장 높았고, K1-V1116은 3.53, Fermivin은 2.33으로 가장 낮았고, IOC HARMONIE가 3.20, IOC B2000은 3.00이다. EC-1118은 K1-V1116, IOC HARMONIE와 유의적인 차이가 없으나, Fermivin, IOC B2000과 유의적인 차이를 보였으며, K1-V1116은 IOC HARMONIE, IOC B2000과 유의적인 차이가 없으며, EC-1118, Fermivin과 유의적인 차이를 보였다.

Table 2. Polyphenol concentration of *Campbell Early* red wines manufactured with different methods.

Yeast	Polyphenol concentration (ppm)
EC-1118	1020.6
K1-V1116	924.2
Fermivin	933.4
IOC HARMONIE	1094.8
IOC B2000	1267.2

Table 3. Sensory evaluation of *Campbell Early* red wine manufactured with different methods.

Yeast	Color	Aroma	Taste	Sharpness	After Taste	Overall Balance
EC-1118	3.93 ± 0.799 ^{1)2)b}	3.67 ± 0.617 ^c	3.80 ± 1.014 ^c	3.47 ± 0.516 ^b	3.60 ± 0.828 ^c	3.73 ± 0.704 ^b
K1-V1116	2.93 ± 1.100 ^a	3.53 ± 0.915 ^{bc}	3.27 ± 0.704 ^{bc}	3.40 ± 0.986 ^b	3.33 ± 0.816 ^{bc}	3.60 ± 0.507 ^b
Fermivin	3.07 ± 0.799 ^a	2.33 ± 0.900 ^a	2.60 ± 0.737 ^a	2.47 ± 0.834 ^a	2.53 ± 1.125 ^a	2.67 ± 0.724 ^a
IOC HARMONIE	2.73 ± 0.594 ^a	3.20 ± 0.862 ^{bc}	3.47 ± 1.060 ^{bc}	3.20 ± 0.941 ^b	3.13 ± 0.915 ^{abc}	3.53 ± 1.060 ^b
IOC B2000	3.13 ± 0.640 ^a	3.00 ± 0.756 ^b	2.87 ± 0.743 ^{ab}	3.07 ± 0.884 ^a	2.93 ± 0.799 ^{ab}	2.80 ± 0.676 ^a

¹⁾Mean ± SD.

²⁾Superscripts in the same column not sharing a common superscript are significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Fermivin은 EC-1118, K1-V1116, IOC HARMONIE, IOC B2000과 유의적인 차이를 보였다.

맛에 대한 기호도는 EC-1118이 3.80로 가장 높았고, K1-V1116은 3.27, Fermivin은 2.60으로 가장 낮았고, IOC HARMONIE가 3.47, IOC B2000은 2.87이다. EC-1118은 K1-V1116, IOC HARMONIE와 유의적인 차이가 없으나, Fermivin, IOC B2000과 유의적인 차이를 보였으며, K1-V1116은 IOC HARMONIE, IOC B2000과 유의적인 차이가 없으며, EC-1118, Fermivin과 유의적인 차이를 보였다. Fermivin은 IOC B2000과 유의적인 차이가 없으며, EC-1118, K1-V1116, IOC HARMONIE와 유의적인 차이를 보였다.

목넘김에 대한 기호도는 EC-1118이 3.47로 가장 높았고, K1-V1116은 3.40, Fermivin은 2.47으로 가장 낮았고, IOC HARMONIE가 3.20, IOC B2000은 3.07이다. EC-1118은 K1-V1116, IOC HARMONIE와 유의적인 차이가 없으나, Fermivin, IOC B2000과 유의적인 차이를 보였으며, Fermivin은 IOC B2000과 유의적인 차이가 없으며, EC-1118, K1-V1116, IOC HARMONIE와 유의적인 차이를 보였다.

후미는 EC-1118이 3.60로 가장 높았고, K1-V1116은 3.33, Fermivin은 2.53으로 가장 낮았고, IOC HARMONIE가 3.13, IOC B2000은 2.93이다. EC-1118은 K1-V1116, IOC HARMONIE와 유의적인 차이가 없으나, Fermivin, IOC B2000과 유의적인 차이를 보였으며, K1-V1116은 EC-1118, IOC HARMONIE, IOC B2000과 유의적인 차이가 없으며, Fermivin과 유의적인 차이를 보였다. Fermivin은 IOC HARMONIE, IOC B2000과 유의적인 차이가 없으며, EC-1118, K1-V1116과 유의적인 차이를 보였다.

종합적 기호도는 EC-1118이 3.73으로 가장 높았고, K1-V1116은 3.60, Fermivin은 2.67으로 가장 낮았고, IOC HARMONIE가 3.53, IOC B2000은 2.80이다. EC-1118은 K1-V1116, IOC HARMONIE와 유의적인 차이가 없으나, Fermivin, IOC B2000과 유의적인 차이를 보였으며, Fermivin은 IOC B2000과 유의적인 차이가 없으며, EC-1118, K1-V1116, IOC HARMONIE와 유의적인 차이를 보였다.

요 약

인천광역시 강화군에서 재배된 시판 효모의 종류를 달리 한 캠벨 얼리 포도 발효주 5종류를 사용하여 전통 제조방법에 따른 캠벨 얼리 포도 발효주의 이화학적 및 관능적 특성을 비교하였다. 15일간의 발효과정 중 매일 시료를 채취하여 pH를 측정된 결과 pH는 3.0~3.3으로 큰 변화가 없었다. 산도는 0.4~0.9%로 유지되었으며, 당도는 발효주의 초기당이 24 Brix에서 발효 종료 시 6~7 Brix로 감소하였고, 알코올 함량은 발효 종료 시 13.2~14.4%로 나타났다. 특히, 발효 종료시 EC-1118의 알코올 함량이 다른 효모들에 비해서

많이 생성되었다. 그러므로 이화학적 특성을 비교해 볼 때 효모 EC-1118이 알코올 생성 능력이 뛰어나므로 산업화에도 적합하리라고 본다. 색도분석 결과 L값은 black과 white 사이의 다양한 값이 나타났고, a값은 red 계열에 가깝게 나타났으며, b값은 blue와 yellow 사이의 다양한 값이 나타났다. 폴리페놀 함량은 1000 ppm 전후로 나타났으며, 관능평가 결과 전체적인 기호도는 효모 EC-1118이 가장 높았으며, Fermivin은 색을 제외한 나머지 기호도에서 전체적으로 가장 낮은 기호도를 보였다. 관능적 특성을 비교했을 때 색상, 향, 맛, 목넘김, 후미, 종합적 기호도 등 모든 부분에서 효모 EC-1118이 가장 높은 평가를 받았다. 위와 같은 연구결과로 볼 때 이화학적 특성과 관능적 특성에서 효모 EC-1118이 캠벨얼리 포도주에 가장 적합한 효모인 것으로 판단된다. 이러한 결과가 포도주 산업과 연계된다면 더 좋은 제품이 나올 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. AOAC, *Official Methods of Analysis*, 2000, Association of Official Analytical Chemists, p. 942, 17th ed. Washington DC., U.S.A.
2. Byun, S. S. 1980, A comparative study on the manufacturing processes of red wine. *Kor. J. Nutr.* **13**: 139-144.
3. Graham, H. F. 1994, *Wine Microbiology and Biotechnology*, pp. 165-196, Department of Food Science and Technology, The university of New South Wales, Sydney, Australia.
4. Han, E. H., T. S. Lee, B. S. Noh, and D. S. Lee. 1997. Quality characteristics in mash of takju prepared by using different nuruk during fermentation, *Kor. J. Food Sci. Technol.* **29**: 555-562.
5. Kim, J. S., S. H. Kim, J. S. Han, B. T. Yoon, and C. Yook. 1999. Effects of sugar and yeast addition on red wine fermentation using campbell early. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **31**: 516-521.
6. Lee, J. E., Y. S. Shin, J. K. Shim, S. S. Kim, and K. H. Koh. 2002. Study on the color characteristics of korean red wine, *Kor. J. Food Sci. Technol.* **34**: 164-169.
7. Lee, S. O. and M. Y. Park. 1980. Immobilization of leuconostoc oenos cells for wine deacidification. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **12**: 299-304.
8. Lee, S. Y., H. A. Kang, Y. I. Chang, and K. S. Chang. 1999. The changes of physicochemical composition of wine by reverse osmosis system, *Food Eng. Prog.* **3**: 1-7.
9. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2007. *Current states of fruits processing*, pp. 7-8.
10. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2008. *Current states of fruits processing*, pp. 7-8.
11. Mirabel, M., C. Saucier, C. Guerra, and Y. Glories. 1999. Copigmentation in model wine solution: occurrence and relation to wine aging. *Am. J. Enol. Vitic.* **50**: 211-218.
12. No, W. S. and S. H. Lee. 2004. *Zymurgy*, pp. 114-117, Baek-san Publishing Co., Seoul.

13. Park, Y. H. 1975. Studies on the grape variety and the selection of yeast strain for wine - making in Korea. *J. Kor. Agr. Chem. Soc.* **18**: 219-227.
14. Park, W. M., H. G. Park, S. J. Rhee, K. I. Kang, C. H. Lee, and K. E. Yoon. 2004. Properties of wine from domestic grape, *vitis labrusca* cultivar campbell's early, fermented by carbonic maceration vinification process. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **36**: 773-778.
15. Park, W. M., H. G. Park, S. J. Rhee, C. H. Lee, and K. E. Yoon. 2002. Suitability of domestic grape cultivar campbell's early for production of red wine. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **34**: 590-596.
16. Roh, H. L., E. H. Chang, S. T. Joeng, and K. W. Jahng, 2008. Characteristics of fermentation and wine quality. *Kor. J. Food Preserv.* **15**: 317-324.
17. Singleton, V. L. and J. A. Jr. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, **16**: 144-158.
18. So, M. H., Y. S. Lee, and W. S. Noh. 1999. Change in microorganisms and main components during takju brewing by modified nuruk. *Kor. J. Food Nutr.* **12**: 226-232.
19. Yoo, J. Y., H. M. Seog, D. H. Shin, and B. Y. Min. 1984. Enological characteristics of korean grapes and quality evaluation of their wine. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.* **12**: 185-190.