Korean J. Food Preserv.
Vol. 16, No. 6. pp. 977-984, December 2009

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

동결 농축 Campbell Early 포도 과즙의 무가당 적포도주 발효 특성

황성우 · 박희동[1,†]
경북대학교 식품공학과, [1]경북대학교 발효생물공학연구소

Characteristics of Red Wine Fermentation of Freeze-Concentrated Campbell Early Grape Juice using various Wine Yeasts

Sung-Woo Hwang and Heui-Dong Park[1,†]
Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
[1]*Institute of Fermentation Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea*

Abstract

Campbell Early grapes, the major grape variety in Korea, contain 13 - 15% (w/v) sugar, which is lower than that appropriate for fermentation of red wine. Therefore, chaptalization with sucrose is usually used to increase the sugar level to an extent adequate to produce a wine containing about 12% (v/v) alcohol. In the present study, fermentation of freeze-concentrated Campbell Early grape juice at 25 °Brix was investigated using several industrial wine yeasts including *Saccharomyces cerevisiae* OC2, *S. cerevisiae* Fermivin, and *S. cerevisiae* W-3. During fermentation, changes in the levels of soluble solids, alcohol, total acid, and yeast viable counts were investigated. Alcohol content reached maximal levels after 9 days of fermentation, and was 12.6% (v/v) when the Fermivin strain was used and 13% (v/v) when each of the OC2 and W-3 strains was used. No significant between-strain difference was found, except for slightly slower alcohol production and sugar consumption, and a higher total acid content when strain OC2 was used. Changes in the yeast viable counts were similar during fermentation. The physicochemical characteristics of Campbell Early wine prepared using freeze-concentrated juice were investigated by measuring the levels of total phenolic compounds, organic acids, acetaldehyde, and minor alcohols and assessment of color values. Similar levels of soluble solids and total phenolic contents were observed in wines fermented by the three different strains, but a higher level of total acid was noted in OC2-fermented wine and a lower level of alcohol in Fermivin-fermented wine. The highest level of malic acid and the lowest level of lactic acid were detected in Fermivin-fermented wine. Although the wines showed variable levels of acetaldehyde and minor alcohols, the concentrations of these materials were much lower than those mandated by legal regulations promulgated by the Korean National Tax Service. Red and violet colors in OC2-fermented wine were darker than those of W-3-fermented wine. In sensory evaluation, W-3-fermented wine obtained the highest scores for color and flavor. However, the best taste score was reported for the OC2-fermented wine, whereas Fermivin-fermented wine was awarded the highest score in overall acceptance.

Key words : Campbell Early; freeze-concentration; grape; red wine; wine yeasts

서 론

우리나라의 주요 포도 재배 지역은 최저 온도가 섭씨 15℃ 이상인 지역으로 김천, 경산, 영동, 영천, 천안 및 안성 등에 분포되어 있다. 포도 품종은 조생종인 Campbell Early가 전체포도 재배 면적의 약 70%인 7,900 ha에서 재배되고 있다(1,2). 우리나라는 기후의 특징으로 8, 9월에 포도수확이 집중되어 생과용으로 일시적으로 출하되는데 포도는 다른 과실에 비해 저장성이 떨어짐으로 가격의 등락이 심하다. 생산되는 포도 중에서 약 8.3%가 가공에 이용되고 있으며 포도주 제조에 약 0.5%가 이용되고 있어 우리나라의 포도 가공기술은 매우 미약한 실정이다(1).

†Corresponding author. E-mail : hpark@knu.ac.kr,
Phone : 82-53-950-5774, Fax : 82-53-950-6772

현재 국내에서 가장 많이 재배되는 Campbell Early 품종은 미국에서 개량한 잡종인 *Vitis labruscana*에 속하며(3), 우리나라 국내 기후 조건에 매우 적합하며 향이 우수하여 오랜 기간 동안 생과로 사용되어 우리의 입맛에 적합한 포도이다. 또한, 당분의 함량이 14-15% 정도로서 과즙의 제조에 적합한 특성을 가지고 있으나 신맛이 너무 강하여 포도주로서의 가공에는 다소 문제점이 있다.

포도주의 품질은 원료 포도의 품질과 발효기술에 의해 많은 영향을 받으며 원료 포도의 품종, 재배 지역의 기후와 재배방법 및 숙도에 따라 달라진다(4). 국산 포도주의 품질에 관한 연구로서 Park(5)은 Campbell Early와 Muscat Bailey A 등 다양한 품종으로 포도주를 제조하여 Muscat Bailey A는 당의 함량이 높아 무가당 발효가 가능하고 그 외의 종은 보당이 필요하다고 하였으며 효모를 첨가하여 발효시키는 것이 자연 발효 시키는 것보다 품질 면에서 우수하였다고 보고한 바 있다. 또한, Park 등(6)이 Campbell Early 품종을 원료로 한 포도주 제조 시험 연구 이외에 Gong 등(7)에 의한 포도주용 포도 품종 선택을 목적으로 품종별 포도주 가공 적성에 관한 연구가 있다. Lee 등(8)은 한국산 적포도주의 관능적 특성, 색도 변화 및 총 페놀 함량에 관한 연구 결과를 보고 하였다. 포도주용 포도는 당도가 20% 이상이 되어야 알코올 농도가 11% 정도의 포도주를 만들 수 있다(3). 또한 pH는 3.2-3.6 정도, 총산의 함량이 0.6-0.8%가 적당한 수준인데 Campbell Early의 경우 pH는 3.2-3.5로서 적절하지만 총산의 함량은 0.65-0.85%로서 산미가 다소 강한 편이다(9). Yoo 등(10)은 한국산 우량 효모 균주를 사용하여 포도주 제조 시 품질을 평가하여 주모의 함량을 약 5%로 사용하도록 권장한 바가 있다. 기타 국산 Campbell Early 포도를 이용한 포도주의 연구로는 사과산과 주석산 등의 유기산의 조절에 관한 보고들이 있다(11-13). 국산 Campbell Early 포도를 사용하여 포도주를 발효시키면 당도가 약 14-15%로서 보당이 불가피하고 이에 따라 포도주의 향미가 약한 단점이 있으나 현재까지 포도과즙의 농축에 의한 무가당 포도주의 제조에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 동결 농축 방법으로 Campbell Early 포도 과즙을 농축하여 무가당 포도주의 제조 가능성을 검토하고자 몇몇 산업용 포도주 효모들에 의한 농축 포도 과즙의 알코올 발효 특성과 무가당 포도주의 품질 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 균주

포도주 발효에 사용한 원료 포도는 2007년 8월에 경북 영천에서 수확한 Campbell Early 포도 상품을 구입하여 -20℃에서 냉동 보관하면서 사용하였다. 또한 포도주의 산화 방지 및 발효 과정 중 오염을 방지하기 위해 200 ppm의 potassium metabisulfite($K_2S_2O_5$)를 첨가하였다. 본 실험에 사용한 균주는 경북대학교 식품공학과 미생물공학실에 보관중인 *S. cerevisiae* OC2와 *S. cerevisiae* W-3 및 시판중인 활성 건조효모인 *S. cerevisiae* Fermivin을 사용하였다. 효모의 배양을 위하여 YPD 배지(2.0% glucose, 1.0% yeast extract, 2.0% bactopeptone)를 사용하여 30℃에서 정지기까지 진탕배양 하였다.

포도주의 제조

무가당 포도주 제조를 위한 포도 농축과즙은 원료인 영천 Campbell Early 포도를 세척, 제경 및 파쇄하고 $K_2S_2O_5$를 200 ppm 첨가한 다음 파쇄한 포도 40 kg을 착즙하여 얻은 포도 과즙을 -20℃의 동결 농축기에서 포도즙의 최종 당도를 25 °Brix가 되도록 동결 농축하였다. 동결 농축된 포도즙을 5 L 발효조에 넣고 YPD 배지에서 배양한 효모를 각각 5%되게 접종하여 20℃에서 발효시켰다. 발효 중 이산화탄소의 발생이 현저히 줄고 알코올 농도가 최대치에 도달한 것으로 판단될 때 압착을 하여 포도주를 분리하였다.

포도주의 발효 특성 분석

포도주의 총산은 AOAC 방법(14)에 따라 포도주의 술덧을 여과하여 얻은 여액을 0.1 N NaOH로 적정하여 주석산으로 환산하였으며, pH는 pH meter(Mettler Toledo Co. Model 340, Schwerzenbach, Germany)를 이용하여 측정하였다. 당도의 측정은 포도주 발효액을 원심분리(8,000 rpm, 10 min)하여 얻은 상징액을 당도계(ATAGO, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량의 측정은 상징액 80 mL에 증류수 20 mL를 첨가하고 증류하여 80 mL의 증류액을 얻은 다음 이 증류액을 주정계로 측정한 값을 Gay Lussac 표를 이용해 15℃로 온도 보정하여 환산하였다(14). 환원당 함량의 측정은 Dinitrosalicylic acid(DNS)법(15)에 따라 측정하였다. 즉 시료 1.0 mL에 DNS 시약 3.0 mL를 첨가하여 95℃에서 5분간 반응시킨 다음 증류수를 21 mL를 첨가한 후 분광광도계(Shimazdu Co. UV-1601, Kyoto, Japan)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하고 포도당 표준곡선으로부터 환원당 함량을 환산하였다.

효모 생균수 측정

포도주 발효과정 중의 효모수의 변화는 발효 중인 포도주의 술덧을 멸균 생리식염수로 적당히 희석한 다음 표준평판 계수법를 이용하여 YPD 고체배지에 도말한 다음 30℃에서 24 시간 배양한 후 형성된 콜로니를 계수하였다.

총 폴리페놀 화합물의 정량

총 폴리페놀 화합물의 함량 측정은 Folin-Denis법(16)에

의해 비색 정량하였다. 포도주 여과액 2 mL에 50% phenol reagent(Folin-Ciocalteu's reagent) 2 mL를 첨가하여 3분 동안 실온에서 방치한 후 10% Na_2CO_3 용액 2 mL를 첨가하여 실온에서 1시간 방치한 다음 분광광도계(Shimazdu Co. UV-1601, Kyoto, Japan)를 사용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 화합물의 양은 tannic acid를 표준물질로 사용하여 환산하였다.

유기산 함량 분석

포도주의 유기산 함량을 분석하기 위하여 발효액을 메탄올과 증류수로 활성화 시킨 Sep-pack C18 cartridge와 0.45 μm membrane을 통과시킨 후 HPLC(Waters, 600E Massachusetts, USA)를 사용하여 분석하였으며 분석조건은 Table 1과 같다(17).

Table 1. Operating conditions of HPLC for the analysis of organic acid contents in the wine

Item	Conditions
Instrument	Waters Co. 600E Model
Column	Shodex RSpak KC-811 (ϕ 8.0 × 300 mm)
Column temp.	40℃
Mobile phase	0.1 % Phosphoric acid
Injection volume	10 μL
Flow rate	1.0 mL/min
Detector	Refractive Index Detector (RI, Model 410)

아세트알데히드 및 미량 알코올의 정량

포도주의 아세트알데히드 및 미량 알코올의 정량은 gas chromatograph(GC)를 이용하여 분석하였다. 시료를 증류한 다음 0.45 μm membrane filter로 여과 후 분석하였으며 GC 조건은 Table 2와 같다(17). 각 피크의 동정은 표준품의 retention time과 비교하였고 함량은 피크의 면적으로 계산하였다.

Table 2. Operating conditions of GC for the analysis of acetaldehyde and minor alcohol contents in the wine

Item	Conditions
Instrument	Hewlett Packard 6890 series Ⅱ
Column	HP-FFAP(0.25 mm × 30 m)
Column temp.	60℃(4 min) → 210℃(6℃/min) → 210℃(2 min)
Carrier gas	H_2,
Injection volume	1.0 μL
Make-up gas	N2, 30 mL/min
Detector	Flame Ionization Detector(FID)
Injector temp.	190℃
Detector temp.	200℃
Split ratio	100 : 1

색도 측정

각 시료를 UV-visible Spectrometer(Shimadzu Co., UV 1601, Japan)를 이용하여 420 nm와 520 nm에서 흡광도를 측정하여 hue 값은 A420 nm / A520 nm의 비율로 intensity는 A420 nm와 A520 nm의 합으로 하였다(18). 색도는 Colorimeter(Minolta RS-232C, Japan)를 이용하여 L, a, b 값을 측정 하였다(19).

관능검사

포도주의 관능검사는 색, 맛, 향 및 전반적인 기호에 대하여 경북대학교 식품공학과 학생 중 본 실험에 관심 있는 관능요원 20명을 선정하였다. 최고 5점, 최저 1점으로 5단계 기호도 척도 법으로 실행하였다(20). 이때 관능평점은 5, 대단히 좋다(very good); 4, 약간 좋다(good); 3, 보통이다(fair); 2, 약간 나쁘다(poor); 1, 아주 나쁘다(very poor)로 하였다. 모든 데이터는 SAS를 이용한 Duncan의 다중 비교 분석법으로 유의성을 검증하였다(21).

결과 및 고찰

포도주의 발효 특성

포도의 당 구성은 대부분 포도당과 과당이지만 발효되지 않는 당이 일반적으로 아주 적은 양 존재한다. Gay-Lussac equation에 의하여 포도당 1분자는 에탄올 2분자와 탄산가스 2분자로 분해된다. 포도주 발효과정 중의 당도 변화는 Fig. 1A와 같다. Campbell Early 포도주의 초기 당도는 25 °Brix로 발효를 시작하였으며 발효가 진행됨에 따라 모든 균주는 비슷한 경향으로 당도가 감소하는 것을 확인 할 수 있으며 특히, *S. cerevisiae* W-3 당도가 다소 빠르게 감소하는 경향을 보였다. Campbell Early를 사용하여 발효가 진행 일에 따라 알코올 함량을 측정한 결과는 Fig. 1B와

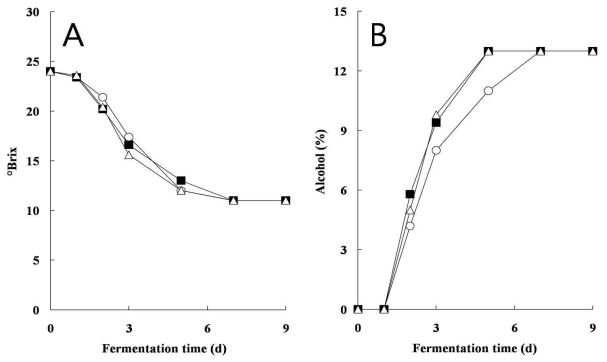

Fig. 1. Changes in the soluble solids (A) and alcohol contents (B) during fermentation of freeze-concentrated Campbell Early grape juice by various wine yeasts.

○ ; OC2, ■ ; Fermivin, △ ; W-3

같다. 발효 중 알코올의 생성은 *S. cerevisiae* OC2의 경우 발효 약 7일 후 *S. cerevisiae* Fermivin과 *S. cerevisiae* W-3의 경우에는 약 5일 후에 거의 최대값에 도달하였다. 모든 시험구에서 발효 완료 후 알코올 함량은 약 13%로 나타났다. 알코올 함량은 must의 당 함량에 좌우된다. 즉, 이론적으로 당 함량의 무게비로는 51.1%, 부피비로는 59.0%가 alcohol로 전환 된다(22). 본 연구에서는 발효 후 알코올 함량이 모두 이론적 수치인 59.0%에 근접한 양의 알코올을 생산하여 올바른 발효가 이루어졌음을 알 수 있었다.

발효 중 총산 함량의 변화는 Fig. 2와 같다. 발효 전 모든 시험구에서 농축액의 총산 함량은 0.65%으로서 낮게 나타났다. 일반적으로 포도 내 총산은 0.6-0.8%가 적당 수준으로 되어있다(23). 포도 과즙을 농축하여 얻은 농축액의 경우 총산의 함량이 원료 포도의 총산 함량과 거의 유사한 값을 나타내어 동결 농축 과정 중에 상당량의 유기산이 제거 된 것으로 추정된다. 발효 완료 후 *S. cerevisiae* OC2에서 0.71%로 다른 시험구에 비해 약간 높게 나타났으며, *S. cerevisiae* Fermivin과 *S. cerevisiae* W-3의 경우에서는 발효 후기에 약 0.65%를 나타내었다. 발효 중 총산의 함량은 모두 0.6-0.8% 수준을 유지하여 일반적으로 포도 내의 총산 함량은 적당한 수준으로 되어 있다는 보고와 유사한 경향을 보여주었다. Kim 등(24)과 Koh 등(25)은 포도주 초기 발효 시 효모의 생균수가 5.0×10^6 CFU/mL, 2.0×10^6 CFU/mL가 되도록 별도의 효모를 첨가하여 포도주를 발효하는 것이 유리하다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 이와 유사한 양의 효모를 첨가하여 발효를 행하면서 발효 과정 중 생균수의 변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. Campbell Early의 경우 일정한 패턴으로 나타나 발효가 정상적으로 일어났음을 알 수 있었다. 발효 기간 중 모든 균주에서 생육이 우수하였으나 발효력이 다소 빠른 *S. cerevisiae* Fermivin 균주가 *S. cerevisiae* OC2, *S. cerevisiae* W-3 에 비하여 생균수가 다소 높은 것으로 나타났다.

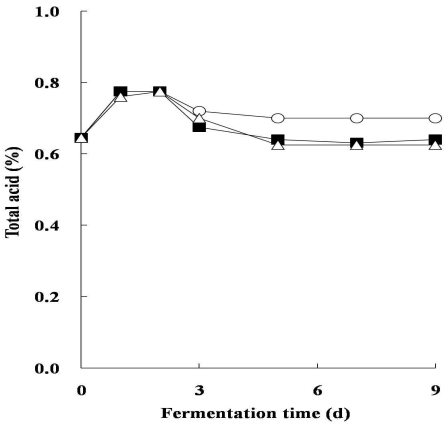

Fig. 2. Changes in the total acid contents during fermentation of freeze-concentrated Campbell Early grape juice by various wine yeasts.

○ ; OC2, ■ ; Fermivin, △ ; W-3

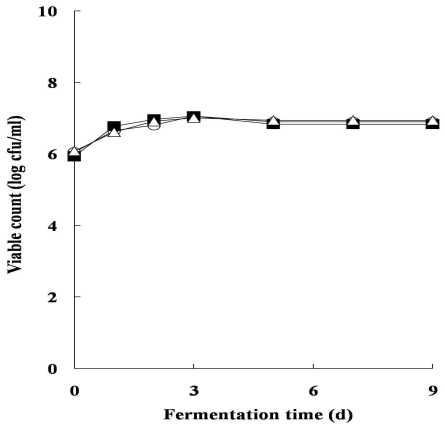

Fig. 3. Changes in the yeast viable counts during fermentation of freeze-concentrated Campbell Early grape juice by various wine yeasts.

○ ; OC2, ■ ; Fermivin, △ ; W-3

포도주의 일반 특성

발효가 종료된 후 여과하여 제성한 포도주의 특성은 Table 3과 같다. *S. cerevisiae* Fermivin 포도주의 경우 알코올의 함량이 *S. cerevisiae* OC2 포도주와 *S. cerevisiae* W-3 포도주의 13%보다 다소 낮은 12.6%로 나타났으며 브릭스 당도는 세 가지 균주 모두 11.0으로 유사하게 나타났다. 잔존 환원당의 함량은 발효 9일 후에 대부분의 환원당이 소모되었다. 총산의 함량은 *S. cerevisiae* OC2 포도주가 0.7%로서 *S. cerevisiae* Fermivin, *S. cerevisiae* W-3 포도주의 0.64, 0.65%보다 다소 낮았으며 pH는 *S. cerevisiae* OC2 포도주가 약간 낮았다. 총 폴리페놀 화합물의 함량은 S. cerevisiae W-3 포도주가 1.62 mg/mL, *S. cerevisiae* Fermvin 포도주가 1.67 mg/mL으로서 다소 높았으며 *S. cerevisiae* OC2 포도주는 1.32 mg/mL으로 약간 낮은 함량을 나타냈다.

Table 3. General properties of the wine after fermentation of freeze-concentrated Campbell Early grapes by various wine yeasts

Item	Strain		
	OC2	Femivin	W-3
Alcohol (%, v/v)	13.0	12.6	13.0
Soluble solids (°Brix)	11.0	11.0	11.0
Reducing sugar (mg/mL)	5.03	12.68	6.42
Total acid (%)	0.70	0.64	0.65
pH	3.65	3.69	3.68
Total polyphenol (mg/mL)	1.32	1.67	1.62

유기산의 함량

포도주에 검출되는 유기산으로는 tartaric acid, malic acid 및 citric acid가 있으며 실험에서 사용한 포도의 유기산 함

량과 발효가 끝난 후 발효주에서 나타난 유기산의 조성 및 각 유기산의 함량은 Table 4와 같다. 와인의 신맛은 주로 tartaric acid와 malic acid에 의해 결정된다. 또한, Amerine 등(26)에 의한 유기산의 종류가 과실 및 과실주의 산미에 미치는 영향에 관한 연구에 의하면 총산 함량이 동일하였을 때에는 malic acid > tartaric acid > citric acid > lactic acid의 순으로 산미가 강하다고 한다. 발효 완료 후 포도주에서 lactic acid, malic acid, tartaric acid 및 citric acid가 검출되었다. Malic acid의 함량은 *S. cerevisiae* Femivin 포도주가 다소 높게 나왔으며 tartaric acid는 *S. cerevisiae* W-3, citric acid와 lactic acid는 S. cerevisiae OC2 포도주에서 높은 함량을 보였다. 일반적으로 Campbell Early 포도주에는 약 2,400 ppm의 malic acid와 약 3,000 ppm의 tartaric acid와 약 500 ppm의 lactic acid가 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(27). 본 연구의 결과 무가당 포도주의 malic acid의 함량은 1,200-1,458 ppm, tartaric acid 함량은 377-678 ppm, lactic acid 함량은 1,854-2,587 ppm으로 tartaric acid의 함량이 매우 낮았으며 lactic acid 함량이 매우 높은 것으로 나타났다. 이러한 현상은 동결농축 과정 중에 상당량의 tartaric acid가 제거되었으며 발효 중에 말로락틱 발효가 진행되었기 때문으로 추정된다.

Table 4. Contents of organic acid in the wine after fermentation of freeze-concentrated Campbell Early grapes by various wine yeasts

Strain	Organic acid (ppm)			
	Malic acid	Tartaric acid	Citric acid	Lactic acid
OC2	1,200	481	230	2,567
Fermivin	1,458	377	88	1,854
W-3	1,351	678	183	2,152

알데히드 및 미량 알코올 함량

알데히드는 알코올이 산화되면서 만들어지고 포름알데히드, 아세트알데히드 등 종류가 많으나 이들 중 술에서 흔히 볼 수 있는 것은 아세트알데히드이다. 아세트알데히드는 단백질 분해 중간 대사 과정에서 미생물에 의해 생성된다. 간 독성, 발암성 등 사람의 건강에 나쁜 영향을 미치는 물질로서 와인의 아세트알데히드 함량은 식품공전에서 기준을 정하여 관리하고 있는 항목이다. 본 연구에서 발효시킨 Campbell Early의 *S. cerevisiae* W-3 포도주에서 40.27 ppm로 다른 시험구보다 다소 높게 나왔으며 *S. cerevisiae* OC2 포도주에서 31.61 ppm로 가장 낮은 수치를 나타냈다. 아세트알데히드 함량은 모든 시험구에서 식품 공전의 기준치인 700 ppm보다 매우 낮게 나타났다(Table 5).

메탄올은 과실 중의 pectin methylesterase가 pectin을 가수분해하여 생성되기 때문에 포도주의 정상성분이기는 하지만 과량을 섭취한 경우 시신경을 마비시키거나 심하면 생명에 치명적으로 작용할 수 있다. 본 연구에서 발효 시킨 Campbell Early의 메탄올 함량은 *S. cerevisiae* W3 포도주에서 가장 낮게 나타났으며 그 외 모든 시험구에서 식품공전에 명시된 과실주의 메탄올 허용기준치인 1,000 ppm보다 매우 낮게 나타났다(Table 5).

Table 5. Contents of acetaldehyde and minor alcohols in the wine after fermentation of freeze-concentrated Campbell Early grapes by various wine yeasts

Strain	Content (μg/mL)				
	Acetaldehyde	Methanol	Propyl alcohol	iso-Butyl alcohol	iso-Amyl alcohol
OC2	31.61	152.9	61.87	51.67	124.0
Fermivin	32.49	130.4	58.55	58.81	133.2
W-3	40.27	82.7	10.14	51.99	144.0

Fusel oil은 에틸알코올보다 끓는 점이 높고 분자 구조상 탄소 수가 많은 복잡한 알코올을 총칭해서 이르는 말로 주류의 품질을 평가하는 중요한 항목이 되는 성분이며 포도주 제조 중 생성되는 고급 알코올의 양에 따라 포도주 품질에 큰 영향을 미친다(28) 이를 구성하는 주요 고급 알코올로는 iso-butyl alcohol, iso-amyl alcohol 및 n-propyl alcohol 등으로 이들 각각의 성분은 매우 독특한 냄새와 휘발성으로 인하여 포도주와 같이 알코올 농도가 낮은 알코올성 음료에는 flavor나 body에 결정적인 영향을 미치는 중요한 구성성분이다(29). 본 연구에서 제조한 포도주의 n-propyl 알코올의 함량은 *S. cerevisiae* W-3 포도주가 10.14 μg/mL로 현저하게 낮았으며 S. cerevisiae OC2 포도주와 *S. cerevisiae* Fermivin 포도주는 각 각 61.87 μg/mL, 58.55 μg/mL로 나타났다. iso-butyl alcohol의 함량은 *S. cerevisiae* Fermivin 포도주가 58.81 μg/mL으로 가장 높은 함량을 보였고 *S. cerevisiae* OC2 포도주와 *S. cerevisiae* W-3 포도주가 각 각 51.67 μg/mL, 51.99 μg/mL으로 나타났으며 iso-amyl alcohol 함량은 S. cerevisiae OC2 포도주가 124.0 μg/mL, *S. cerevisiae* Fermivin 포도주가 133.2 μg/mL, *S. cerevisiae* W-3 포도주가 144 μg/mL으로 나타났다(Table 5).

색 도

포도주의 색도와 갈변도를 알아보기 위해 hue 값과 intensity 값 그리고 Hunter의 색도값을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 적포도주는 흡광도 520 nm와 420 nm에서 극대 흡수치와 극소 흡수치를 나타내며 숙성이 진행됨에 따라 520 nm에서 흡광도가 점차 낮아지고 420 nm에서는 점차 증가한다. 따라서, intensity 값은 A420과 A520을 합한 값으로 나타내고 A420으로 A520을 나눈 값을 hue 값으로 나타낸다(30). 포도주의 hue 값은 포도주의 갈변정도나 포도주의 광택, 윤기와 관계가 있으며(31), 미숙 적포도주의 일반

적인 hue 값은 0.5 부근이며 과도하게 산화된 경우 1.0 이상이 된다고 한다(32). 본 연구 결과 포도주의 hue 값은 0.91-0.97로 나타나 1.0 이하의 값으로 적합하였다. Intensity 값은 갈변이 진행될수록 증가하는 경향을 보이며 1.0 이상의 값을 나타내면 적포도주로 적합하지 않다고 알려져 있다(33). Intensity를 측정한 결과 모든 시험구에서 2.75-2.91 정도 높게 나왔으나 이것은 갈변에 의한 높은 측정치가 아니라 동결 농축에 의해 높게 나온 것으로 추정된다.

포도주를 평가할 때 중요한 항목 중의 하나인 색도는 품질을 평가해 주는 요소이기도 하지만 양조과정 중의 색도 변화는 발효과정, 혹은 숙성정도를 예측할 수 있는 지표가 되기도 한다(34) 포도주의 색은 적색 색소인 anthocyanin계 색소와 황색, 녹색계 색소인 chlorophyll, carotene, xanthophyll, flavone 등으로 대별된다. 적포도주에서는 적색색소가 침강, 퇴색, 갈변이 되며 갈변은 주로 polyphenol성 물질의 산화가 주원인이다. Anthocyanin 색소의 함량을 나타내주는 지표로 알려진 520 nm에서의 흡광도를 조사한 결과는 *S. cerevisiae* OC2 포도주에서 1.771, *S. cerevisiae* Fermivin 포도주에서 1.765, *S. cerevisiae* W-3 포도주에서 1.642로 나타났다. 발효 종료 후 모든 시험구의 L 값은 39.70-41.70, a 값은 40.98-44.74로 나타나 발효가 진행이 되면 적색에 가까운 색으로 변한다는 Kim(35)의 최종 수치와 유사한 경향을 나타내었다. 숙성과정을 거치면 a 값은 pH의 증가, SO2의 첨가, 총 폴리페놀 함량의 감소 등의 이유로 감소한다(36). b value는 22.25-23.01로 시험구간의 유의적인 차이는 없었다.

Table 6. Color values of the wine after fermentation of freeze-concentrated Campbell Early grapes by various wine yeasts

Strain	OD_{520}	Hue	Intensity	Hunter's color value		
				L	a	b
OC2	1.771	0.91	2.91	39.70	44.74	22.30
Fermivin	1.765	0.97	2.83	40.42	43.20	22.25
W-3	1.642	0.95	2.75	41.70	40.98	23.01

Table 7. Sensory evaluation of the wine after fermentation of freeze-concentrated Campbell Early grapes by various wine yeasts

Strain	Sensory score			
	Color	Flavor	Taste	Overall acceptance
OC2	2.80^{b}	3.00^{a}	2.70^{a}	2.80^{a}
Fermivin	2.80^{a}	2.60^{a}	2.40^{a}	2.90^{a}
W-3	3.10^{ab}	3.00^{a}	2.40^{a}	2.70^{a}

*a, b and c represent scores within a row followed by the same superscript are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test. Sensory evaluation was conducted by 10 members of panel using scoring difference test and sensory scores were 5, excellent ; 3, fair ; 1, very poor.

관능 검사

관능 검사원 20 명이 시료의 색, 향, 맛, 전반적인 기호에 대하여 5점 채점법으로 검사한 결과는 Table 7과 같다. 색은 *S. cerevisiae* W-3 포도주가 가장 우수한 것으로 나타났으며 향과 맛은 *S. cerevisiae* OC2 포도주가 가장 우수한 점수를 받았으며 전반적인 기호도에서는 *S. cerevisiae* Fermivin 포도주가 가장 우수한 것으로 나타났다.

요 약

Campbell Early 포도 품종은 생육 조건이 우리나라의 기후 조건에 매우 적합하며, 생과로서 향이 좋고, 오랜 기간 생과로 먹어 왔으므로 우리의 입맛에 잘 맞는 포도로서 과즙의 제조에는 적합한 특성을 가지고 있으나 당의 함량이 14-15%로서 포도주 가공을 위하여 보당을 하여야 하는 등 포도주 제조에는 다소 문제점이 있다. 국내산 포도주의 품질 개선을 위한 원료 전처리 방법으로 본 연구에서는 동결농축 기술을 이용하여 Campbell Early 포도 과즙을 농축한 후 다양한 포도주 효모를 사용하여 무가당 포도주의 제조 시험을 행하였다. 포도주 효모로는 산업용 포도주 효모인 *S. cerevisiae* OC2, *S. cerevisiae* Fermivin, *S. cerevisiae* W-3를 이용하여 농축 포도 과즙의 알코올 발효를 행하면서 발효 특성과 발효 후 여과하여 제성한 포도주의 품질 특성을 조사하였다. 발효가 끝날 시점의 알코올 함량은 12.6-13.0%로 비슷하였으며 환원당의 함량은 거의 흔적 정도로 검출되었으며 pH는 약 3.6-3.7, 총산 함량은 0.6-0.7%로 모든 시험구에서 정상적으로 발효가 일어났음을 알 수 있었다. 발효 종료 후 여과한 포도주의 아세트알데히드, 메탄올, fusel oil의 함량은 식품공전에 명시된 과실주의 기준치보다 매우 낮게 나왔으며 총 폴리페놀 함량이 모든 시험구에서 1.32-1.67 mg/mL 정도를 나타내었다. 각 시험구의 포도주는 모두 농축으로 인하여 진한 색을 띄었고 특히 적색을 나타내는 520nm에서의 흡광도가 높았으며 이는 색도인 L, a, b 값을 통해서도 확인하였다. 관능 검사를 실시한 결과는 색은 *S. cerevisiae* W-3 포도주가 가장 우수한 것으로 나타났으며 향과 맛은 *S. cerevisiae* OC2 포도주에서 가장 우수한 점수를 받았으며 전반적인 기호는 *S. cerevisiae* Fermivin 포도주가 가장 우수한 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2008학년도 경북대학교 연구교수 연구비에 의하여 연구되었음.

참고 문헌

1. Ministry of Agriculture & Forestry (2006) Agricultural and forestry statistical yearbook. Seoul, Korea
2. Kim S.K. (2005) The present state of grape cultivation in Korea. In: Syposium on development of Yeongdong grape cluster regional innovation. Yeongdong Grape Cluster Organization, Yeongdong, Korea, p.4-10
3. Amerine, M.A. and Vernon, L.S. (1997) Wine: An introduction, 2nd ed. University of California Press, Los Angeles, California, USA
4. Lee, S.J. (1984) Cultivation of grape and quality of wine. Food Sci., 17, 15-18
5. Park, Y.H. (1975) Studies on the grape variety and the selection of yeast stain for wine-making. Korean J. Agric. Chem. Soc., 18, 219-227
6. Park, K.L., Nah, S.S., Yoo, Y.J. and Hong, S.C. (1969) Studies on the red wine production (in Korean). Tech. Bull. Natl. Inst. Technol. Qual., 9, 07-112
7. Gong, S.J., Hong, S.B. and Lee, D.K. (1973) Investigation on grape varieties for winering (in Korean). Tech. Bull. Natl. Horti. Res. Inst., 15, 19-23
8. Lee, J.E., Won, Y.D., Kim, S.S. and Koh, K.H. (2002) The Chemical characteristic of Korean red wine with different grape varieties. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 151-156
9. Wagner, P.M. (1994) A guide to wine making in America-grapes into Wine. Alfred A.K., New York, USA
10. Yoo, J.H., Seng, H.M., Shin, D.H. and Min, B.Y. (1984) Enological characteristics of Korean grapes and quality evaluation of their wine (in Korean). Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng., 12, 185-190
11. Ruffner, H.P. (1982) Metabolism of tartaric acid and malic acid in Vitis. Vitis, 21, 247-259
12. Beelman, R.B. and Gallander, J.F. (1979) Wine deacidification. Adv. Food Res., 25. 1-53
13. Richard, P.V. (1981) Commercial winemaking, processing and controls. Westport A.V.I. Inc., Westport, USA p.272
14. A.O.A.C. (2000) Official method of analysis 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA
15. Ahmed, H. (2004) Principles and reactions of protein extraction, purification and characterization. CRC Press, London, UK, p.350-352
16. Amerine, M.A. and Ough, C.S. (1980) Methods for analysis of musts and wine. Wiley & Sons, New York, USA, p.176-180
17. Kim D.H., Hong, Y.A., Park H.D. (2008) Co-fermentation of grape must by Issatchenkia orientalis and Saccharomyces cerevisiae reduces the malic acid content in wine. Biotechnol. Lett., 30, 1633-1638
18. Auw, J.M., Blanco, V., O'keefe F.O. and Sims C.A. (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
19. Kim, G.H. (1998) Studied on quality maintenance of fresh fruit and vegetables using modified atmosphere packaging. Korean J. Post. Sci. Technol., 5, 23-28
20. Lawless, H.T. and Heymann, H. (1988) Sensory evaluation of food: principles and practices. Chapman and Hall, San Francisco, CA, USA
21. Hubbard, M. R. (1990). Statistical quality control for the food industry. Van Nostrand Reinhold, New York, USA
22. Jackisch P. (1985) Modern winemaking. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA, p.164-165
23. American Wine Society (1994) The complete handbook of winemaking. Kent INC., Ypsilanti, MI, USA, p.87-93
24. Kim, J.S., Kim, S.H. and Han, J.S. (1999) Effect of sugar and yeast addition on red wine fermentation using Campbell's Early. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 516-521
25. Koh, K.H. and Chang, W.Y. (1998) Change of chemical components during seibel white grape must fermentation by different yeast strains (in Korean). Korean J. Food Sci. Technol., 30, 487-493
26. Amerine, M.A., Roessler, E.B. and Ough, C.S. (1965) Acid and the acid taste: Ⅰ. The effect of pH and titrable acidity. Am. J. Enol. Vitic., 16, 29-37
27. Lee, J.K., Kim, J.S. (2006) Study on the deacidification of wine made from Campbell Early. Korean J. Food Sci. Technol., 38, 408-413
28. Rankine, B.C. (1967) Formation of higher alcohols by wine yeasts and relationship to taste tresholds. J. Sci. Food Agric., 18, 583-589
29. Jackson R.S. (2000) Wine science: principle, practice, perception. 2nd Ed. Academic Press, San Diego, USA
30. Sudraud, P. (1963) Etude experimentable de la vinification en rouge. Doctoral Thesis, University of Bordeaux, France
31. Bae, S.M. (2002) Wine making principles. Bae Sang Myun Brewery Institute Co. Ltd., Seoul, Korea, p.53
32. Pietta, P.G. (2000) Flavonoids as antioxidants. J. Nat. Prod., 63, 1035-1042
33. Koh, K.H. and Lee J.E. (2003) A study on the sensory

characteristics of Korean red wine. Korean J. Food Sci. Tecnol., 35, 841-848
34. Zoecklein, B.W., Fugelsang, K.C., Gump, B.H. and Nury, F.S. (1995) Wine analysis and production. Chapman and Hall, New York, USA p.129-168
35. Kim, J.S., Sim, J.Y. and Yook, C. (2001) Development of red wine using domestic grape Campbell's Early. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 516-521
36. Lee, J.E., Shin Y.S., Sim J.K., Kim, S.S. and Koh, K.H. (2002) Study on the color characteristics of Korean red wine. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 164-169

(접수 2009년 8월 6일, 채택 2009년 11월 20일)