

시판 와인효모의 발효 특성과 포도주 품질

노형일 · 장은하 · 정석태[†] · 장광엽¹
농촌진흥청 원예연구소, ¹전북대학교 생물학과

Characteristics of Fermentation and Wine Quality

Hyenog-Il Roh, Eun-Ha Chang, Seok-Tae Joeng[†] and Kwang-Yeop Jahng¹

National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 440-310, Korea

¹Division of Biological Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

Abstract

This study investigated the effect of 12 different commercial yeast strains on the characteristics of fermentation and wine quality. All yeast strains had more rapid fermentation at higher temperatures. Wines fermented with the AR2, EC-1118, Premier Cuvee, and RC212 strains had faster sedimentation rates than wines fermented with the other strains. Wines fermented with EC-1118, Montrachet, and Primeur had low titratable acidity whereas wines fermented with D47 and VR5 had high titratable acidity. There was a correlation ($r = 0.826$) between tannin content and wine redness. Wines fermented with Fermivin, Montrachet, Primeur, VR5, Noble, and Merit strains produced lower levels of sulfur dioxide during fermentation. Wines fermented with D47, K1V-1116, AR2, and VR5 had high concentrations of glycerol, a compound known to add to 'mouth feel'. Wines fermented with the Fermivin, Montrachet, and Noble strains had lower concentrations of volatile acids than wines fermented with the other strains.

Key words : wine, yeast, red color, tannin, anthocyanin

서 론

최근 생활수준의 향상과 식생활의 변화, 웰빙 등 건강에 대한 관심이 고조되면서 기능성 성분으로 잘 알려진 폴리페놀을 다량 함유하고 있는 포도주의 소비가 높아지고 있으며 동물성 지방을 많이 섭취하는 프랑스에서 심장병 환자가 적은 이유가 포도주를 일상적으로 마시는 식습관 때문이라는 '프렌치 패러독스'가 알려지면서 포도주의 소비확대에 도화선이 되었다. 이러한 추세에 맞추어 국내의 포도주 소비량도 점차적으로 늘어 2000년 972만병, 2002년 1천110만병으로 매년 폭발적인 증가추세를 보이고 있으며, 수입량 또한 증가하여 현재 국내 와인시장의 약 92%를 점유하고 있다(1,2).

포도주에 대한 관심이 고조되고 소비량이 늘어남에 따라

1990년대 후반부터는 국내에서도 포도를 이용한 국내 포도주 양조산업이 부활하여 국산 포도주 양조량도 증가하고 있는 추세에 있다. 또한 최근 젊은 층의 음주문화도 변하고 있는 시점에서 볼 때, 포도주에 대한 소비는 매년 증가할 것으로 보이며 그에 따라 국내 와인산업도 발전하리라 판단된다.

국내에서는 1960년대 들어서 Park 등(3)이 캠벨얼리 품종을 원료로 포도주 제조 시험을 한 이외에 품종 선택을 목적으로 품종별 포도주 가공 적성에 관한 연구(4)가 수행된바 있으며, 포도주에 대한 관심이 높아지면서 Lee 등(5)은 *Vitis vinifera* 품종으로 만든 적포도주의 휘발성분을 분리하고 동정하였으며, Choi 등(6)은 포도주의 알코올 발효 중 고급 알코올 생성에 미치는 요인을 분석하였다. 포도주는 원료의 특성이 품질에 가장 큰 영향을 미치는 것은 하지만 기타 제조방법이나 사용하는 효모에 따라서도 품질에 차이가 난다(7). 포도주 주질 개선을 위한 효모에 관한 연구로는 Byun(8)이 우량 균주 효모를 사용하여 포도주를 발효하여

[†]Corresponding author. E-mail : jst@rda.go.kr,
Phone : 82-31-240-3628, Fax : 82-31-240-3641

세척한 포도로 담근 포도주와 비교하였으며, Yoo 등(9)은 한국산 포도를 우량 효모 균주 배양액을 사용하여 포도주로 발효시키고 품질을 평가하였고 Jeong 등(10)은 포도주 양조용 효모의 발효특성을 유사 포도과즙과 백포도인 샤르도네를 이용하여 연구한바 있다. 그러나 국산 포도주에 적합한 효모의 선발이나 그 선발된 효모를 이용한 포도주 제조의 경우, 미생물 관리능력이나 배양 기술이 없는 영세한 소규모 업체에서 그러한 균주를 이용하여 포도주를 제조한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 건조효모는 전 세계적으로 수십 종이 개발되어 있으며 국내에도 다수 수입되어 사용되고 있는 실정이다. 하지만 이러한 시판 건조 효모의 발효특성이나 주질 특성에 대한 정보는 건조 효모 제조회사에서 제공되고 있는 정보 이외에는 거의 없는 실정이다. 특히 같은 효모라도 원료나 발효방법에 따라 그 특성이 조금씩 다를 수 있다는 것을 감안한다면, 이들 국내에서 유통되고 있는 시판건조효모에 대하여 국내 주요 포도 품종을 이용한 발효 특성 및 주질의 특성을 시급히 밝혀 사용자에게 정보를 제공하는 것이 매우 중요한 일이 아닐 수 없다.

본 연구에서는 국내 포도 재배면적의 74%를 점유하고 있으며 포도주용으로 많이 이용되고 있는 캠벨얼리 품종을 이용하여, 국내에서 유통되고 있는 시판 건조효모의 발효특성과 발효완료 후 포도주의 품질 특성에 대하여 연구하였기에 그 결과를 보고하고자 한다. 본 연구의 결과는 포도주 생산업체에서 목적하는 품질의 포도주를 만들기 위하여 그 목적에 부합하는 시판효모를 선택하는데 있어서 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 포도는 2006년 충남 천안에서 수확한 캠벨얼리 품종으로 수확 및 선별 후 플라스틱 필름으로 밀봉한 다음 -20°C에서 동결 저장해 두면서 시험재료로 사용하였다.

사용균주

효모처리별 발효특성을 검정하기 위해 사용된 효모는 총 12종으로 국내에서 유통되고 있는 와인제조용 건조 효모였으며 균주의 종류별 제조회사와 특징은 Table 1과 같다.

원료 처리

동결 포도를 상온에서 24시간 정도 서서히 해동시킨 다음 송이줄기를 제거하고 포도송이를 으갠 후 5 L 들이 발효조에 3 kg씩 넣어 발효에 이용하였다. 초기 과즙의 당도는 16 °Brix였으나 시판 백설탕으로 가당하여 22 °Brix가 되도록

하였으며, potassium metabisulfite(K₂S₂O₅)를 150 mg/kg 농도로 처리하였다. 효모접종은 건조 효모를 권장수준인 5.0×10⁶ cells/mL이 되는 0.02%를 potassium metabisulfite를 처리한 후 5시간이 경과된 뒤에 접종하였다(11).

Table 1. Commercial wine yeast strains used in this study

Strains	Trade name or other designation	Species	Characteristics ⁶⁾	
			Optimum temp. range(°C)	Alcohol tolerance(%)
Fermivin	DSM ¹⁾	<i>S. cerevisiae</i>	15~35	14
EC-1118	Lalvin ²⁾	<i>S. bayanus</i>	7~35	18
D 47	Lalvin	<i>S. cerevisiae</i>	10~30	14
K1-V1116	Lalvin	<i>S. cerevisiae</i>	15~30	18
RC212	Lalvin	<i>S. cerevisiae</i>	15~30	12~14
Premier Cuvee	Red Star ³⁾	<i>S. bayanus</i>	7~35	8~10
Montrachet	Red Star	<i>S. cerevisiae</i>	15~30	8~10
AR2	Permicru ⁴⁾	<i>S. cerevisiae</i>	12~24	14
Primeur	Permicru	<i>S. cerevisiae</i>	15~30	15
VR5	Permicru	<i>S. cerevisiae</i>	18~30	15.5
Noble	Viniflora ⁵⁾	<i>S. cerevisiae</i>	14~33	15
Merit	Viniflora	<i>S. cerevisiae</i>	15~30	17

¹⁾DSM Food Specialties B.V. Netherlands.

²⁾Lallemand Inc. Montreal. Canada.

³⁾Red Star Yeast & Products. Milwaukee. USA.

⁴⁾DSM Food Specialties B.V. Netherlands.

⁵⁾Gusmer Enterprises, Inc. Horsholm. Denmark.

⁶⁾Information from commercial wine yeast maker.

발효 관리

가당을 하고 효모를 첨가한 으갠이(grape must)는 25°C로 온도가 유지되는 항온실에서 발효를 시켰으며, 발효를 왕성하게 하고 과피나 씨로부터 폴리페놀의 추출을 용이하게 하기 위해 효모 접종 후 매일 2회씩 떠오른 포도과피를 발효액 속으로 뒤집어 주었다. 알코올 발효와 더불어 포도 원료로부터의 색소나 탄닌 등 폴리페놀 물질의 추출이 주목적인 1차 발효는 5일간 진행하였는데, 예비시험 결과 캠벨얼리 품종의 경우 5일 정도에 적색소인 안토시아닌은 거의 다 추출되는 것으로 확인되었다. 1차 발효액은 압착한 다음 7일간 2차 발효로 잔당을 발효시켰으며 발효완료 후 부유물이 침전된 다음 앙금분리를 실시하였다. 15°C 발효의 경우는 착즙한 포도 과즙에 설탕을 첨가하여 당 농도를 22 °Brix로 조절한 다음 효모를 접종한 후 15°C 항온실에서 발효시키면서 당의 경시적인 변화를 조사하였다.

포도주 발효 및 품질 특성 분석

온도별 발효 특성

15°C 발효의 경우 포도 과즙을 사용하였으며, 발효중 당의 경시적인 변화를 굴절당도계(ATAGO PR-101, Japan)를

이용하여 측정하였다. 25°C 발효의 경우는 효모 접종 후 5일 경과한 다음 압착을 하였으며 이때 발효액의 당도는 시료를 산으로 가수분해 시킨 후 Somogyi-Nelson법을 이용하여 측정하였다. 먼저 포도주 시료 1 mL에 1 N HCl 용액 1 mL를 가한 뒤 10분간 가열한 후 1.1 N NaOH 1 mL를 가하여 분해액의 중화 및 알칼리화를 유도시켰다. 분해액은 농도에 따라 적절히 희석한 후 Somogyi-Nelson 법에 따라 발색시켜 분광광도계를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 당의 함량은 농도별 glucose 용액 표준곡선을 이용하여 당함량으로 환산하여 나타내었다.

침강속도

효모 접종 후 25°C에서 5일간 발효시킨 것을 압착하였으며 포도주 착즙 후 1일 간격으로 샘플을 채취하여 혼탁도를 측정하였다. 샘플은 광구병에서 표면 5 cm 깊이의 포도주를 5 mL씩 채취하여 분광광도계(Agilent 8453E UV-Visible, USA)를 이용하여 2 mm cell에 담아 발효액의 침강속도(혼탁도, 600 nm)를 측정하였다.

포도주의 이화학적 특성

pH는 포도주 원액을 pH meter(Istek 115PD, Korea)로 측정하였으며, 총산은 포도주 시료 5 mL에 증류수 20 mL를 넣은 다음 0.1 N NaOH로 pH 8.2까지 적정하여 tartaric acid로 환산하였다. 알코올 농도는 포도주를 5분간 60~70°C의 탕욕 안에서 보온하여 탄산가스를 제거한 후 포도주 시료 100 mL를 냉각기에 연결하여 가열한 후 수기에 알코올을 80 mL 받고 증류수 20 mL을 넣어 100 mL 정용한 후 15°C에서 주정계를 이용하여 측정하였다. 발효 완료 후 포도주내 잔류하는 당의 함량은 Somogyi-Nelson법을 이용하여 측정하였다.

적색도 및 폴리페놀류 함량

포도주의 적색도는 채취한 샘플을 먼저 원심분리(20,000 g x 10 min)한 다음 상정액을 2 mm cell에 담아 분광광도계(Agilent 8453E UV-Visible, US)를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 탄닌 함량은 Folin-Ciocalteu의 방법(12)에 따라 Folin-Ciocalteu reagent가 포도주의 폴리페놀 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 측정하였다. 즉, 시료 1 mL에 증류수 60 mL를 가하고 Folin-Ciocalteu's reagent(Sigma, USA) 5 mL를 가하여 반응시키고 여기에 15% 탄산나트륨 15 mL를 첨가한 후 증류수로 100 mL 정용하였다. 2 시간 동안 실온에서 방치한 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였으며 탄닌 함량은 tannic acid 용액 표준곡선을 이용하여 나타내었다. 안토시아닌 함량 측정은 포도주를 증류수로 5배 희석한 후 희석액 1 mL에 0.2 M sodium acetate(pH 1.0) 9 mL를 넣어 520 nm에서 흡광도를 측정하였으며 malvidin-3-glucoside 표준

용액 검량선으로 환산하여 나타내었다.

유리아황산 및 총아황산

유리아황산 측정은 인산용액을 이용해 산성으로 한 포도주 시료에 질소가스를 불어넣어 SO₂를 과산화수소로 산화하고 생성된 H⁺를 적정하여 측정하였다. 먼저 유리아황산 분석은 증류장치를 설치한 후 환저플라스크에 포도주 20 mL와 25% 인산 10 mL를 넣어 응축기에 연결시키고 응축기는 0.3% 과산화수소 20 mL가 들어있는 50 mL용 이형플라스크에 연결시킨다. 환저플라스크는 결합아황산의 해리를 막기 위해 얼음물 안에 담고 질소가스를 환저플라스크 내에 800~1,000 mL/min로 15분간 불어 넣어준 뒤 이형플라스크를 떼어내고 생성된 산을 0.01 N NaOH로 pH 7.0이 될 때까지 적정한 후 적정한 값을 유리아황산(SO₂)으로 환산하였다. 총아황산량은 유리아황산량과 결합아황산량의 합으로 나타내었는데, 결합아황산 분석은 유리아황산의 측정에 사용한 시료를 유리아황산 측정 장치와 똑같이 설치한 다음 환저플라스크에 질소를 불어 넣어주면서 15분간 가열 증류하여 결합아황산을 유리시켜 과산화수소가 들어있는 이형플라스크에 포집하여 유리아황산과 같은 방법으로 적정하여 분석하였다.

글리세롤 및 휘발산

글리세롤 함량분석은 포도주 원액을 3배 정도로 희석하여 HPLC 용 methanol과 3차 증류수로 활성화 한 Sep-pak C18 cartridge 처리 후 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. HPLC 조건으로 이동상은 50 mM Ca-EDTA, Flow rate는 0.5 mL/min, column은 sugar pack을 사용하였고 detector는 RID를 이용하여 검출하였으며 표준 glycerol을 이용하여 정선 및 정량분석을 하였다. 휘발산 함량은 알코올 농도 측정용 포도주 증류액 30 mL를 취한 후 0.01 N NaOH로 pH 8.2까지 적정하여 acetic acid로 나타내었다.

결과 및 고찰

온도별 발효 특성

효모의 발효 특성은 발효온도에 따라 서로 다르기 때문에 고온발효나 저온발효에 각각 적합한 균주를 이용하여 발효를 시키게 된다. 온도별 효모의 발효 속도를 알아보기 위해 25°C와 15°C에서 발효시켰으며, 25°C의 경우 발효 5일째 압착한 후 발효액 속의 당함량을 분석하였으며, 15°C 발효의 경우는 발효 16일째 발효액의 가용성고형물(°Brix) 농도를 분석하였다. Fig. 1에 나타난 바와 같이, 같은 효모라고 할지라도 온도에 따라 당의 분해속도 즉 발효속도가 다를 수 있다. 25°C 발효의 경우, Montrachet, AR2,

VR5, Noble, Merit 처리구에서 낮은 당 함량을 나타내어 25°C에서의 발효속도가 본 실험에 사용된 다른 효모들보다 빠름을 알 수 있었다. 한편 발효온도가 저온인 15°C에서 발효시킬 경우, 효모별 발효 속도는 25°C와는 다른 결과를 보였는데 EC-1118, Premier Cuvee, AR2 처리구의 경우 발효 16일째 다른 효모들보다 낮은 가용성고형물 함량(°Brix)을 나타내어 이들 효모는 저온에서의 발효 속도가 빠르다는 것을 알 수 있었다. 이들 저온성 효모는 시판 효모의 제조회사에서 제시한 자료(Table 1)에서도 이들 효모가 주로 저온 발효성에 적합한 것으로 나타나 본 실험의 결과와도 일치한다.

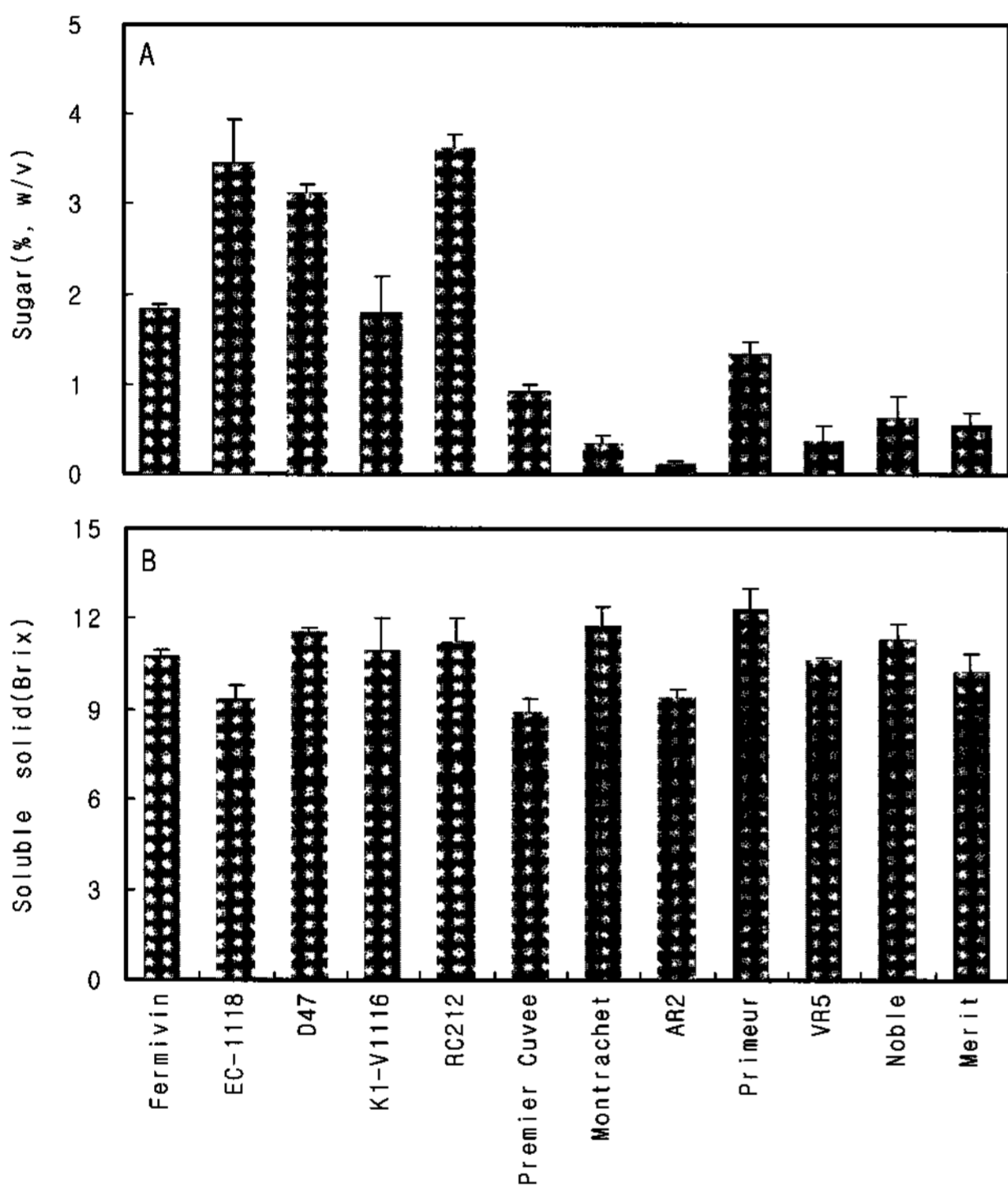


Fig. 1. Sugar contents (A, 5 days at 25°C) and soluble solid (B, 16 days at 15°C) for Campbell Early red wines fermented with different commercial wine yeast strains.

침강속도

발효가 완료되면 효모와 기타 발효액의 부유물질은 발효조 바닥으로 가라앉게 되는데 이 때 발효중에 효모가 분비한 물질이나 효모자체의 응집성의 차이에 따라 혼탁물질의 침전에 차이가 나게 된다. Fig. 2는 5일간 발효 후 발효액을 압착 한 다음 부유물의 침강속도를 알아보기 위해 포도주 액면으로부터 5 cm 깊이에서 채취한 샘플의 혼탁도(A600 nm)를 분석한 결과이다. 압착 후 경과일수에 따라 혼탁도 값이 현저히 차이를 보였는데 혼탁도 수치가 낮을수록 침강이 잘 이루어진다는 것이며 숙성이 완료되었을 때 혼탁하지 않은 투명하고 깨끗한 포도주가 됨을 의미한다. 압착 후 1일 경과시에도 효모별로 큰차이를 보였으며 시간이 경과

함에 따라 혼탁도가 급격히 감소하는 것으로 보아 발효가 완료되면서 발효액 중에 혼재되어 있던 효모나 기타 혼탁물질들이 빠르게 침강됨을 알 수 있었다. RC212 처리의 경우는 압착시부터 낮은 수치를 나타내어 침강속도가 매우 빠른 것으로 생각되며 AR2, EC-1118, Premier Cuvee 처리구에서도 비교적 빠르게 침강됨을 알 수 있었다. 반면에 Montrachet, VR5, Merit 처리구의 경우는 상대적으로 천천히 침강되는 특징을 보였다. 포도주에 있어서 깨끗한 침전은 주로 포도과피나 씨로부터 추출된 탄닌과 원료나 발효중에 효모로부터 생성된 단백질에 의해 탄닌-단백질 복합체가 형성됨으로써 부유물질이 침전하게 된다(13). RC212의 경우 침전속도에서 다른 효모와는 큰 차이를 보였는데 발효중에 생성되는 RC212 특이 단백질이나 어떤 다른 물질에 의해 부유물질들이 쉽게 침전되는 것으로 생각된다. 혼탁물질을 효과적으로 침전시키는 기술은 포도주의 청징 뿐만 아니라 오염된 하천수의 정화나 공업용수의 정화 등에도 이용될 수 있으므로(14), RC212 효모의 혼탁물질 침전 원리에 대한 연구는 좀 더 깊이 있게 다루어질 필요가 있다고 생각된다.

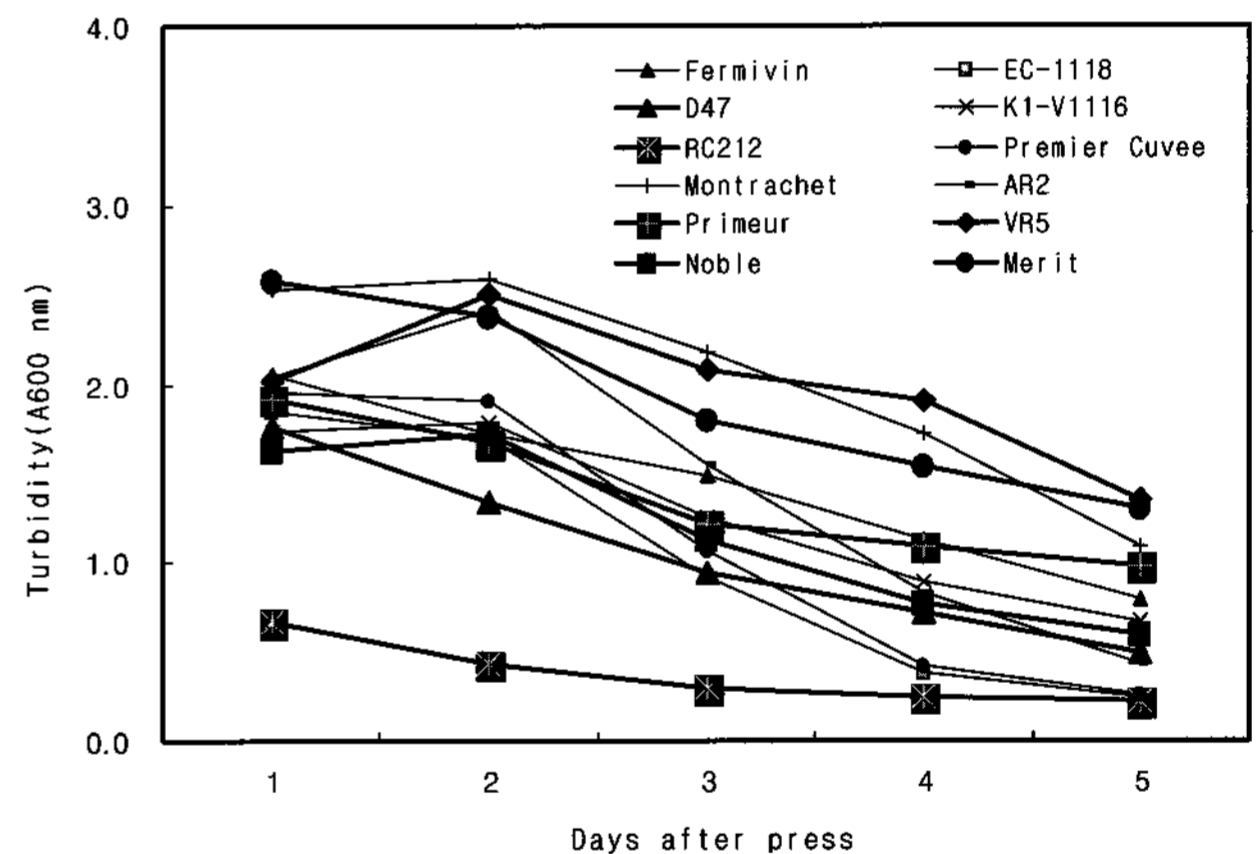


Fig. 2. Changes in post-pressing turbidity (A600 nm, 5 cm from the surface) for Campbell Early red wines fermented with different commercial wine yeast strains.

pH 및 총산

발효가 완료되고 양금분리한 포도주의 pH 분석 결과, 대체적으로 pH 3.50~3.65범위로 효모처리별 큰 차이를 보이지 않았다(Table 2). 포도주의 pH는 발효과정 및 숙성, 저장 중 잡균의 오염과 관련하여 저장성에 큰 영향을 준다고 알려져 있다(15). 포도주 발효 또는 저장시 권장되고 있는 pH는 3.2~3.5사이로서, pH가 3.6 이상이면 잡균 오염이 일어날 수 있으며 3.2 이하이면 신맛이 강해 품질이 떨어진다고 보고된 바 있다(16). 포도주의 총산 함량은 전체적으로 총산 값이 0.5~0.7% 정도을 나타내었으나 D47 처리구에서는 총산 값이 다른 처리구에 비해 상대적으로 약간 높은 값을 나타내는 특징을 보였다(Table 2). 발효중에 생성되는 산으로는 초산(acetic acid), 유산(lactic acid), 호박산

(succinic acid) 등을 들 수 있다(17). 일반적으로 산 함량이 너무 높을 경우 신맛이 강하여 선호도가 낮아지는바, 산 함량이 높은 원료를 사용해서 포도주를 담글 경우 발효 중 산 생성이 적은 EC-1118, Montrachet, Primeur 등의 효모를 이용할 수 있을 것으로 판단된다. 반대로 산의 함량이 낮은 원료를 이용할 경우에는 발효 중 산 생성이 높은 D47 효모의 사용이 바람직할 것으로 생각된다. 포도주의 산 함량은 주석산을 가하여 산을 보충하거나 탄산칼슘을 사용하여 산을 감소시키는 등의 인위적 조절이 가능하나, 본 실험에서 나타난 결과를 볼 때 적절한 효모를 사용함으로써 어느 정도 산의 조절이 가능하리라 생각된다.

Table 2. Analytical data for Campbell Early red wines fermented with different commercial wine yeast strains

Yeast strains	pH	Total acid (% w/v)	Alcohol (% v/v)	Sugar (% w/v)	Red color (A520 nm)	Tannin (mg/L)	Anthocyanins (mg/L)
Fermivin	3.64	0.60	12.1	0.09	0.62	1620.5	590.9
EC-1118	3.54	0.55	11.8	0.10	0.56	1495.6	552.9
D47	3.51	0.66	12.3	0.11	0.61	1528.0	540.9
K1-V1116	3.65	0.59	12.1	0.11	0.53	1503.7	569.5
RC212	3.65	0.59	12.2	0.12	0.69	1727.8	600.9
Premier Cuvee	3.62	0.56	12.2	0.09	0.58	1591.3	579.2
Montrachet	3.59	0.55	12.1	0.09	0.58	1569.3	573.1
AR2	3.65	0.57	12.1	0.09	0.52	1503.4	579.5
Primeur	3.62	0.55	12.1	0.10	0.57	1579.8	605.4
VR5	3.60	0.61	11.7	0.10	0.60	1502.9	599.1
Noble	3.57	0.56	12.1	0.07	0.62	1612.1	597.6
Merit	3.56	0.56	12.0	0.06	0.62	1604.0	604.9

알코올 농도 및 잔류 당 함량

효모종류별 발효 완료 후 알코올 농도는 대부분 약 12% 내외로 알코올 농도에 큰 차이가 없음을 알 수 있다(Table 2). 발효 완료 후의 잔당 함량 데이터를 고려해볼 때 이러한 결과는 본 실험에 있어서 일차적으로 가당량이나 온도관리 등 발효에 문제가 없었음을 보여주는 것이며, 이차적으로 본 실험에 사용된 효모의 알코올 발효 효율에 큰 차이가 없다는 것을 나타내는 것이다. 발효가 완전히 끝난 다음 양금분리 후 당 함량 분석결과, 대부분 0.1% 내외로서 발효가 거의 완벽하게 이루어졌음을 나타내었고 효모별 차이에 있어서는 Noble과 Merit가 가장 낮은 값을 나타내어 드라이 타입의 와인제조에 적합한 것으로 생각되며 D47, K1-V1116, RC212는 다른 효모보다는 조금 높은 함량 특성을 나타내었다(Table 2).

적색도 및 폴리페놀류 함량

적색도에 있어서 RC212 처리구를 비롯하여 Noble, Merit, Fermivin 처리구에서 대체적으로 높은 값을 나타내

었는데, 적색도에 영향을 미치는 요인은 직접적으로 발효액의 pH나 안토시아닌의 함량이며, 간접적으로 탄닌 함량이 높은 경우 안토시아닌과 탄닌의 복합체 형성에 의해 안정적인 색도를 유지할 수 있다는 보고가 있다(13,18). 본 실험에서도 적색도가 높은 와인에서 탄닌 함량도 대체적으로 많았으며(Table. 2) 탄닌 함량과 적색도의 상관관계를 분석해 본 결과, 두 성분간 상관관계수가 82.6%로 나타나 포도주의 적색도가 높은 것이 탄닌 함량도 높은 정의 상관관계를 보였다(Fig. 3). 국산 포도주 생산에서 국산 포도원료의 총 폴리페놀 함량이 낮은 것이 문제점으로 대두되고 있으며, 탄닌이 부족하면 포도주 숙성과정 중 안토시아닌의 안정화에도 부정적인 영향을 끼쳐 품질이 나빠지게 되는 결과를 초래한다고 보고된 바 있으며(19), 외국산 와인과의 비교했을 때 외국산 와인의 색도가 높은 수치를 나타내는 이유는 안토시아닌 함량이 높을 뿐 아니라 탄닌 함량도 높기 때문에 숙성 중 안토시아닌과 결합하여 안정한 복합체를 형성하여 높은 색도를 유지하기 때문인 것으로 판단된다. 효모처리별 탄닌 함량 분석결과, RC212 처리구에서 높은 함량을 나타내었으며, 반면에 EC-1118, D47, K1-V1116, AR2, VR5 처리구에서는 비교적 낮은 함량을 나타내었다(Table 2). RC212 효모 처리구에서 탄닌 함량이 높게 나타난 것은, 발효 중 원료에서의 폴리페놀 물질 추출에 있어서 RC212 효모가 효과적이라고 볼 수 있으며, 탄닌 함량이 적은 원료를 이용하여 적포도주를 제조할 경우 유용하게 이용될 수 있는 효모로 생각된다. 12종류의 효모처리 분석결과, 거의 비슷한 수준의 pH값과 안토시아닌 함량을 나타내었음에도 RC212 처리구의 적색도 값이 가장 높게 나타났다. 이러한 원인은 폴리페놀 물질인 탄닌 함량이 RC212 처리구에서 상대적으로 높기 때문에 포도주 숙성과정 중에서 안토시아닌과 결합하여 안정한 복합체를 형성하여 높은 색도를 나타내는 것으로 추정된다(13). 안토시아닌 함량에 있어서 Primeur, Merit, RC212, VR5 처리구에서

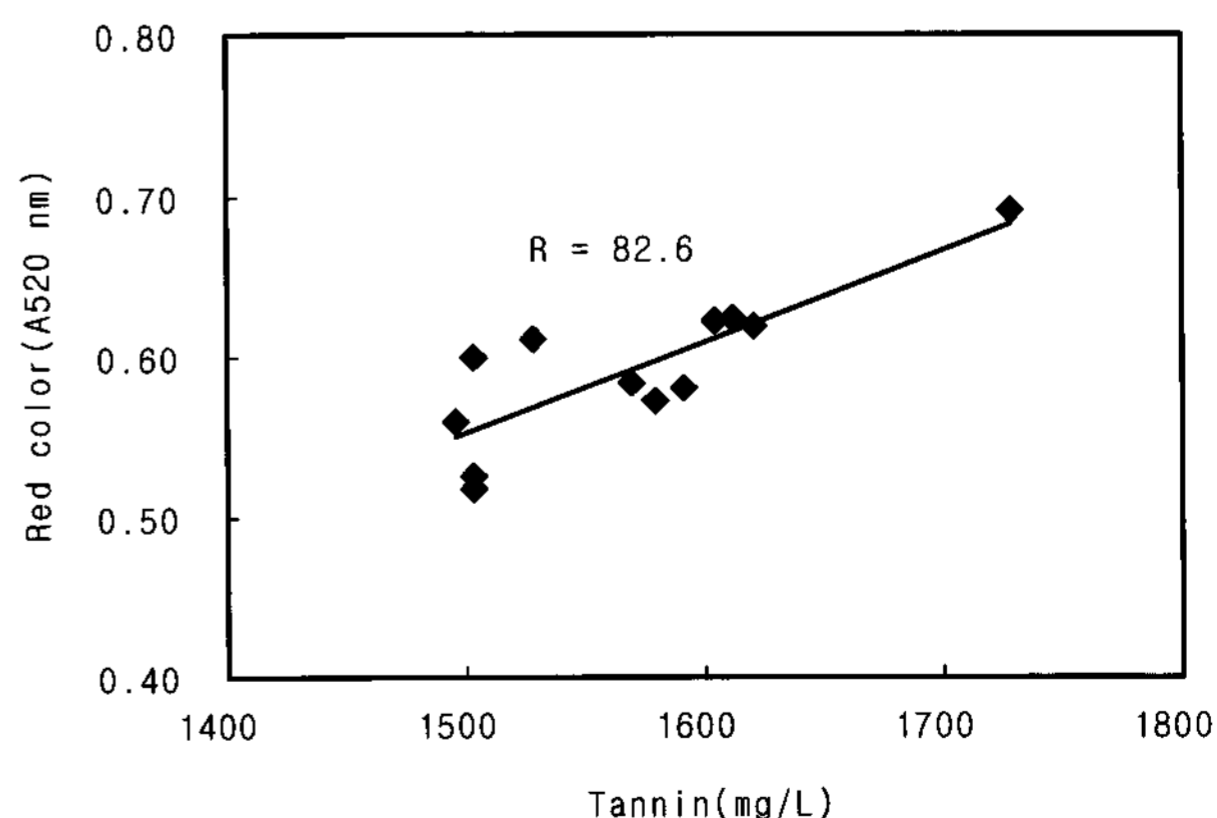


Fig. 3. Correlation between tannin content and red color for Campbell Early red wines fermented with different commercial wine yeast strains.

높은 함량을 나타내어, 안토시아닌 함량이 품질 평가의 중요한 요인인 적포도주에 있어서 이들 효모를 적절히 이용하는 것이 적합할 것으로 생각되며, D47, EC-1118, K1-V1116 처리구에서는 상대적으로 낮은 함량을 나타내어 색소 추출과 그다지 관계가 없는 백포도주용 효모로 이용하는 것이 바람직하다고 생각된다.

유리아황산 및 총아황산 함량

포도를 으깨면서 아황산을 첨가하는 것은 포도 과피의 잡균 살균 및 폴리페놀 물질의 산화를 방지하는 것이 목적인데, 본 실험에서는 포도 파쇄시 potassium metabisulfite을 150 mg/kg을 처리하였으며 24 시간 경과한 후 효모를 접종시켜 발효시켰고, 앙금분리 후 다시 100 mg/L를 처리하였다. 포도주의 아황산 함량 분석 결과 유리아황산은 K1-V1116 처리구에서 다른 효모보다 훨씬 높은 함량을 나타냈으며 총아황산 함량은 EC-1118, K1-V1116, Premier Cuvee, AR2 처리구 등에서 높은 함량을, Noble과 Merit에서는 낮은 함량을 보였다(Fig. 4). 발효 중 효모에 의한 아황산 생성은 발효액 중의 시스테인이나 메티오닌과 같은 황황아미노산의 대사중에 부산물로서 생성된다(17). 아황산이 포도주 속에 과량으로 존재하면 포도주의 기호성에 나쁜 영향을 미치는데, 아황산은 hydrogen sulfite나 dimethyl sulfide 등 수많은 황화합물로 만들어 지며 이들은 휘발성이 대단히 낮기 때문에 미량으로도 포도주의 기호성에 영향을 미친다고 알려져 있다(17). EC-1118, Premier

Cuvee, AR2의 경우는 유리아황산 생성능은 그다지 높지 않았지만 총아황산 함량은 높은 수치를 보여 이들 효모들도 아황산 생성량이 많은 것으로 생각되며, 또한 유리아황산을 결합아황산으로 변화시킬 수 있는 아세트알데히드와 같은 물질의 생성도 많았으리라 추정된다(20). Noble과 Merit 효모는 총아황산이 가장 낮은 수치를 보여 저아황산 생성 포도주 제조시 유용한 효모로 생각된다.

글리세롤 및 휘발산 함량

글리세롤과 휘발산 함량 특성은 Fig. 5와 같다. 글리세롤 함량의 경우, 0.37~0.68% (w/v)정도의 범위를 나타내었으며 그 생성량은 건조효모 제조회사에서 제시한 글리세롤 생성능과도 큰 차이가 없었다. 본 실험에 사용한 효모중에는 VR5, AR2 처리구에서 비교적 높은 수치를 나타내었으며 RC212 처리구에서는 글리세롤 함량이 낮게 나타났다. 포도주에 있어서 글리세롤은 포도주를 부드럽게 만들어 입 안에서의 느낌이나 목넘김을 좋게 하며 포도주의 쓴맛이나 산미를 완화시켜 주는 역할을 한다고 알려져 있다(21). 따라서 글리세롤 생성능은 포도주 효모 선발에 있어서 중요한 요소 중의 하나이다. 포도주내 휘발산은 초산이 주요 원인 물질로서 휘발산 함량이 많다는 것은 발효나 숙성 중에 초산 생성균에 의한 이상발효가 진행되었거나(22) 효모 자체에 의한 초산의 생성에 기인한 것으로 볼 수 있다. 휘발산이 많은 포도주는 기호성에 있어서도 바람직하지 않으며 발효중 휘발산 생성 정도는 상업적인 우량 포도주

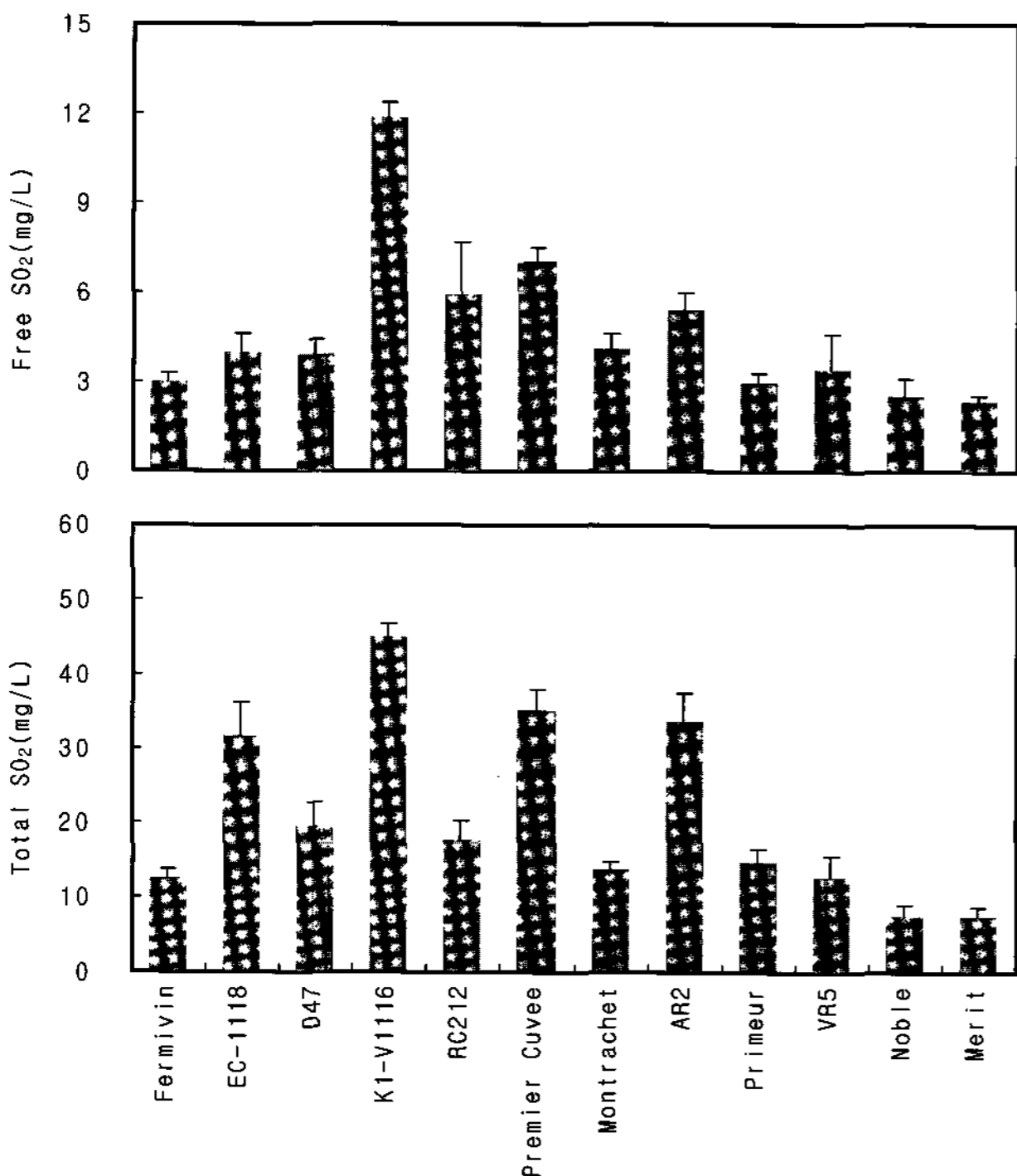


Fig. 4. Free and total sulfur dioxide contents for Campbell Early red wines fermented with different commercial wine yeast strains.

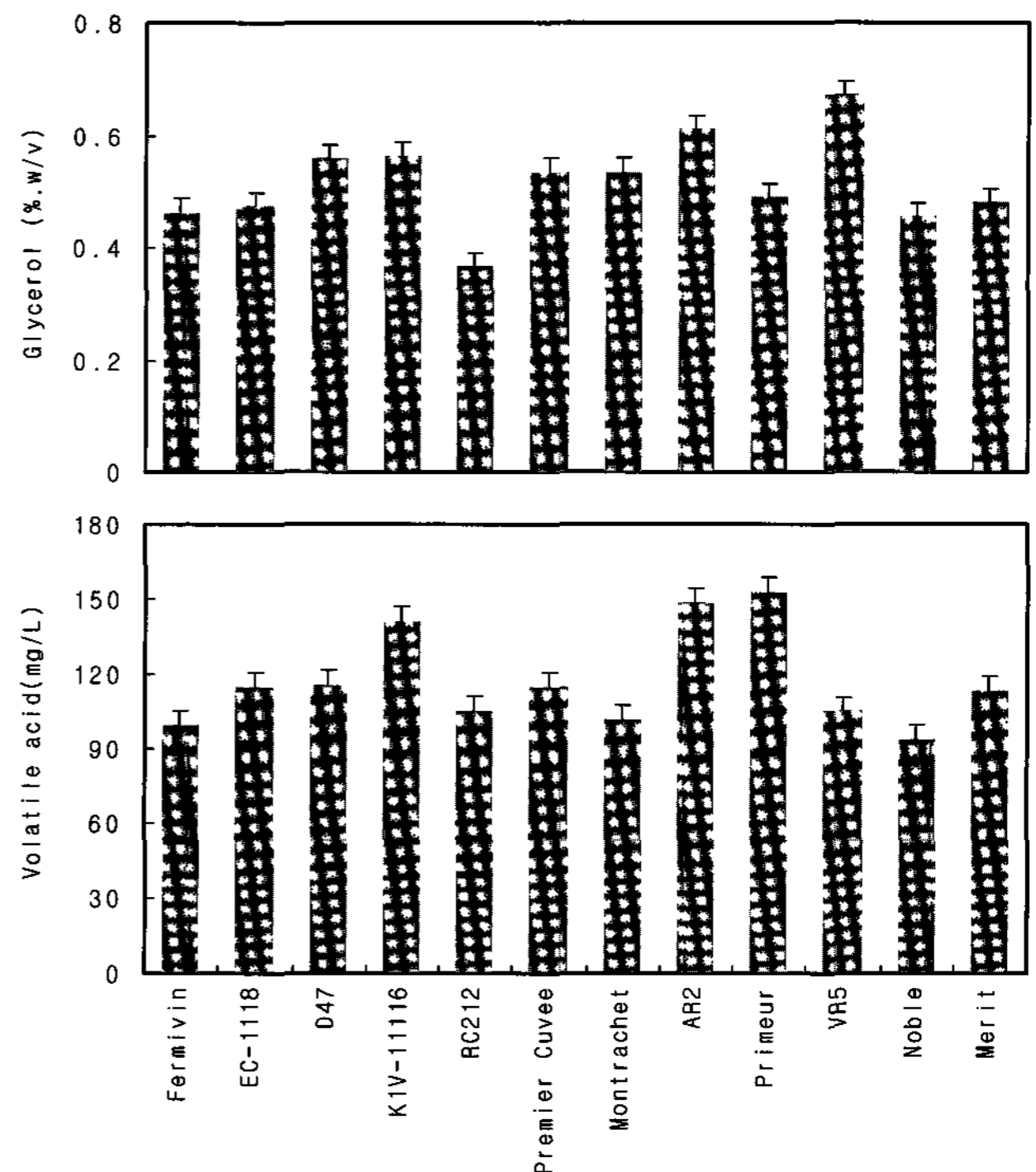


Fig. 5. Glycerol and volatile acid contents for Campbell Early red wines fermented with different commercial wine yeast strains.

효모의 선발에도 중요한 요소 중의 하나이다. 효모별 휘발산 생성량을 비교해 본 결과 Noble, Fermivin, Montrachet 등의 처리구에서 100 mg/L이하의 낮은 생성량을 나타내었으며, K1V-1116, AR2, Primeur 처리구에서는 비교적 다른 효모에 비해서 높은 생성능을 보였다. 휘발산 함량이 낮게 나타난 효모는 저 휘발산 생성 효모로서 포도주의 기호성에 나쁜 영향을 줄 수 있는 요소가 그만큼 적다는 것을 의미하며 결과적으로 포도주의 주질에 좋은 영향을 미칠 수 있다고 생각된다. K1V-1116이나 AR2, Primeur의 경우, 제조회사의 설명에는 휘발산 생성능이 낮은 것으로 기록되어 있지만 본 실험에 사용한 시판 효모들 중에는 비교적 생성능이 높은 편이었다.

캠벨얼리를 이용한 시판 건조효모의 발효 특성 및 포도주 품질에 있어서, 본 실험에 사용한 효모의 특성이 건조효모를 생산하는 제조회사의 설명과 전체적으로 일치하는 부분이 많았으나 일부 효모에 있어서는 그 특성이 다른 것도 있었다. 이러한 결과는 효모의 발효 특성과 와인의 품질이 포도주 원료의 특성이나 발효방법에 따라서 다소 차이가 날 수 있다는 것을 시사한다. 따라서 효모의 사용에 있어서 기본적으로 제조회사의 설명을 참고로 선택하여야겠지만, 사용하는 원료나 제조방법에 따라 그 효모의 특성에 다소 차이가 있다는 것을 감안하여, 원하는 품질의 고급 와인을 양조하기 위해서는 사용하고자 하는 효모에 대한 특성을 직접 실험적으로 검증하는 절차가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 국내에서 가장 많이 생산되고 있는 캠벨얼리 품종을 이용하여 12종의 서로 다른 시판효모의 발효 특성과 포도주 품질을 비교 분석하였다. 먼저 온도에 따른 발효속도에 있어서 같은 효모라도 발효온도에 따라 발효속도가 달랐으며, 효모별 침강속도에 있어서, RC212을 비롯하여 AR2, EC-1118, Premier Cuvee 효모로 처리한 포도주가 비교적 빠르게 침강되었다. 발효 완료 후 처리 효모별 산의 함량에는 다소 차이가 있었는데, EC-1118, Montrachet, Primeur 등의 처리구에서 비교적 낮았으며 D47, VR5 등의 효모 처리구에서는 산 생성능이 높은 특징을 보였다. 적색도와 탄닌 함량과의 상관관계를 분석한 결과, 두 성분간 상관성이 82.6%로 나타나, 탄닌 함량이 높은 포도주가 적색도도 높게 나타나는 정의 상관관계를 보였다. 아황산 함량에 있어서 Fermivin, Montrachet, Primeur, VR5, Noble, Merit 처리구에서 낮은 아황산 생성능을 보였다. 효모별 글리세롤 생성능에 있어서는 D47, K1V-1116, AR2, VR5 처리구에서 높은 함량을 보여 글리세롤 함량이 풍부한 부드러운 포도주 양조시 이들 균주를 활용할 수 있을 것으로 생각된

다. 휘발산 생성에 있어서는 Noble, Fermivin, Montrachet 등의 처리구에서 100 mg/L이하의 낮은 수치를 나타내어 발효과정 중 초산 생성능이 비교적 낮은 효모임을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 농림부 (2007) 2006 과실류 가공현황. 일반통계 11417 p.9-10
2. The trade statistical data. (2007) Korea Agricultural Trade Information, Korea Agro-Fisheries Trade Corporation. http://210.103.25.71/trade/tp_web_tradel.jsp
3. Park, K.I., Nah, S.S., Yoo, Y.J. and Hong, S.C. (1969) Studies on the red wine production (in Korean). Technical Bulletin of National Institute of Technology and Quality, 19, 107-112
4. Gong, S.J., Hong, S.B. and Lee, D.K. (1973) Investigations on grape varieties for wine making. Technical Bulletin of National Horticultural Research Insititute, 15, 19-23
5. Lee, Y.S., Choi, J.S. and Shim, K.H. (1993) Isolation and identification of volatile compounds from red wine manufactured with *Vitis vinifera* grapes. Korean J. Food Sci. Technol., 196-201
6. Choi, J.S., Han, J.P. and Lee, Y.S. (1999) Some factors of effect on formation of higher alcohols during alcoholic fermentation in wine. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 6, 92-98
7. Park, Y.H. (1975) Studies on the grape variety and the selection of yeast strain for wine-making in Korea. Korean J. Agric. Chem. Soc., 18, 219-227
8. Byun, S.S. (1980) A comparative study on the manufacturing processes of red wine. Korean J. Nutr., 13, 139-144
9. Yoo, J.Y., Seog, H.M., Shin, D.H. and Min, B.Y. (1984) Enological characteristics of Korean grapes and quality evaluation of their wine. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng., 12, 185-190
10. Jeong, S.T., Goto, N. and Choi, J.U. (2001) Fermentation characteristics of wine yeast strains. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 8, 320-325
11. Kim, J.S., Kim, S.H., Han, J.S., Yoon, B.T. and Yook, C. (1999) Effects of sugar and yeast addition on red wine fermentation using campbell early. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 516-521
12. Folin, O. and Ciocalteu, V. (1927) On tyrosine and

- tryptophane determination in proteins. *J. Biol. Chem.*, 27, 625-650
13. Ribereau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A. and Dubourdieu, D. (2000) *Handbook of Enology*, volume 2: The chemistry of wine stabilization and treatments. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, UK, p.129-157
 14. Osamu, S., Hitoshi, S., Haruyuki, I., Yuzufu, I. and Takaji, O. (1994) Treatment of waste water discharged from sweet potato chochu distillery with yeasts. *J. Brew. Soc. Japan*, 89, 321-323
 15. Park, W.M., Park, H.G., Rhee, S.J., Kang, K.I., Lee, C.H. and Yoon, K.E. (2004) Properties of wine from domestic grape, *Vitis labrusca* cultivar. Campbell Early, fermented by carbonic maceration vinification process. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 36, 773-778
 16. Park, W.M., Park, H.G., Rhee, S.J., Lee, C.H. and Yoon, K.E. (2002) Suitability of domestic grape, cultivar campbell's early for production of red wine. *Korean J. Food. Sci. Technol.*, 34, 590-596
 17. Graham, H.F. (1994) *Wine Microbiology and Biotechnology*. Department of Food Science and Technology. The University of New South Wales. Sydney, Australia, 165-196.
 18. Lorenzo, C., Pardo, F., Zalacain, A., Alonso, G.L. and Salinas, M.R. (2005) Effect fo red grapes Co-winemaking in polyphenols and color of wines. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 7609-7616
 19. 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
 20. Graham, H.F. (1993) *Wine microbiology and biotechnology*. In: *Sulfur dioxide and wine microorganisms*. Harwood Academic Publishers GmbH, Switzerland. p.373-393
 21. Jdckson, R.S. (2000) *Wine science: principles, practice, perception*. (2nd ed). Academic Press. San Diego. p.324-327
 22. Du Toit, W.J. and Lambrechts, M.G. (2002) The enumeration and identification of acetic acid bacteria from south african red wine fermentations. *Int. J. Food Microbiol.*, 74, 57-64

(접수 2008년 1월 16일, 채택 2008년 3월 14일)