

국산 및 수입 적포도주의 품질특성

장은하 · 정석태[†] · 박교선 · 윤해근 · 노정호 · 장한익 · 최종욱¹
원예연구소 과수과, ¹경북대학교 식품공학과

Characteristics of Domestic and Imported Red Wines

Eun-Ha Chang, Seok-Tae Jeong[†], Kyo-Sun Park, Hae-Keun Yun, Jeong-Ho Roh,
Han-Ik Jang and Jong-Uck Choi¹

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

¹Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University, Daegu 720-701, Korea

Abstract

This study was conducted to evaluate quality of domestic wines, with a long-term goal of improving their quality. We compared the characteristics of 19 domestic and imported red wines. The titratable acidity of imported wines ranged from 0.5-0.6% and that of domestic wines ranged from 0.4-0.8%. The sugar content of domestic wines ranged from 4-10%, whereas all imported wines had a sugar content below 1.0%. Red color value and tannin contents were generally high in imported wines and some domestic wines had similar tannin levels. For ratio of total sulfite contents below 10 mg/L, domestic wines were higher with 36.8% than imported wines with 5%. Volatile acid contents were higher in domestic wines than in imported wines, which may be due to contamination of domestic wines by acetic acid bacteria.

Key words : wine, tannin, volatile acid, sugar, grape

서 론

생활수준의 향상과 식생활의 변화, 웰빙바람이 사회 전반적으로 퍼지면서 건강 기능성 성분으로 잘 알려진 폴리페놀을 다량 함유하고 있는 포도주의 소비는 점점 증가하게 되었다(1). 국내에서 생산되는 포도주는 현재 20여개 업체에서 생산하고 있으나 포도생산량에 비해 포도주 가공비율은 약 0.3%로 극히 낮은 수준이다(2). 포도주 수입은 매년 증가하여 2001년에 8,862톤에서 2006년 22,195톤이 수입되어 매년 약 50%의 증가율을 보이고 있다(3). 칠레와의 FTA 체결, 미국과의 협상 타결과 더불어 포도주 주요 수출국인 유럽연합과의 FTA 타결이 예상됨에 따라 관세인하로 인한 포도주 수입은 그만큼 쉬워질 것으로 생각된다.

외국의 경우 적포도주용으로 카베르네 소비뇽, 멜로, 피노누아, 말벡, 시라, 진판넬 등 수십종의 품종들이 포도주

양조용으로 이용되고 있는 반면 국내에서는 캠벨얼리가 전체면적의 약 74%, 거봉 약 13%, MBA 약 5% 정도 재배되며(4,5) 그 밖에 세레단, 개량머루 등이 일부 재배되고 있어 이들 품종이 생식용뿐만 아니라 양조용으로 이용되고 있는 실정이다.

국내 포도주 연구로는 첨가되는 당의 종류나 첨가량에 대한 실험이 수행된 바 있으며(6,7), Lee 등(8)은 보당 과정 없이 역삼투막에 의해 포도 착즙액 중의 수분을 제거함으로써 자체 당도를 높인 포도주 제조 실험을 수행한 바 있다. 국내에서 주로 생산되는 포도의 당도는 전반적으로 캠벨얼리가 12~15 °Brix 정도이며 거봉과 MBA가 15~18 °Brix 정도로 보당을 하지 않고 발효할 경우 일반적인 포도주의 알코올 농도 11~13% (v/v)을 달성하기 어려우며 이와 같은 이유로 포도주 제조 시 보당에 관련된 연구가 다수 수행되었다고 생각된다. 또한 포도주 산함량을 감소시키는 연구(9,10), 국산 포도주의 기호성에 대한 연구(11,12), 포도주 양조를 위한 효모 선발연구(13) 등이 수행된 바 있다.

국내 포도주 생산량(머루주 포함)이 전체 유통 물량의

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

약 8%(2,3) 밖에 되지 않는 점을 감안해 볼 때, 현재 시장에서 많이 유통되고 있는 수입포도주와 국산포도주의 품질을 비교 평가하여 그 차이점을 찾고, 국산 포도주 개발 방향을 설정하며, 우리포도주의 결점을 찾아내어 보완하는 것이 시급한 과제라고 할 수 있다. 그동안 국산포도주에 대한 제품개발 연구는 이루어져 왔으나 국산과 수입 포도주의 광범위한 품질조사 및 평가는 찾아보기 어렵다. 따라서 국산포도주 품질의 현 주소를 파악하기 위하여 시장에서 유통되고 있는 국산 포도주와 더불어 수입 포도주를 시험재료로서 상호간의 품질 특성에 대한 비교 분석이 요구되었다.

본 연구에서는 우리 포도주의 품질 특성을 파악함은 물론이고 국산포도주의 단점을 보완하며 장점을 이용하는 품질개선 방향을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

시중에서 판매되고 있는 국산과 수입 적포도주를 각각 19종을 구입하여 분석에 이용하였으며, 가격은 1만원에서 3만원대 정도이고 알코올 농도는 약 10~15% (v/v) 정도인 포도주로 한정하였다.

pH 및 총산

pH는 포도주 원액을 pH meter(Model 115PD, Isteck, Korea)로 측정하였고, 총산은 포도주 시료 5 mL에 증류수 20 mL를 넣은 다음 0.1 N NaOH로 pH 8.2까지 적정하여 tartaric acid로 환산하였다.

당함량

당함량의 정량은 시료를 산으로 가수분해 시킨 후 Somogyi-Nelson법(14)을 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 염기화를 시키고 증류수로 희석시킨 다음 시료 일정량을 취하여 Somogyi-Nelson법에 따라 분석하였다. 발색시료는 분광광도계(Agilent 8453E UV-Visible, USA)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하고 농도별 glucose 용액 표준곡선을 이용해 당함량으로 환산하여 나타내었다.

알코올 함량

알코올 함량은 포도주를 5분간 60~70°C의 탕욕 안에서 보온하여 탄산가스를 제거한 후 포도주시료 100 mL를 냉각기에 연결하여 가열한 후 수기에 알코올을 80 mL 받고 증류수 20 mL를 넣어 100 mL 정용한 후 15°C에서 주정계를 이용하여 측정하였다(14).

휘발산 및 탄닌 함량

포도주의 휘발산 함량은 포도주 증류액 30 mL를 취한 후 0.01 N NaOH로 pH 8.2까지 적정하여 acetic acid로 나타내었다. 탄닌 함량은 Folin-Ciocalteu의 방법(15)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. 2시간 동안 실온에서 방치한 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였으며 탄닌 함량은 tannic acid 용액 표준곡선을 이용하여 나타내었다.

색도, 총폴리페놀 및 총안토시아닌 측정

포도주의 색도는 포도주 원액을 2 mm cell에 담아 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총폴리페놀 및 총안토시아닌 측정은 포도주를 증류수로 5배 희석한 후 희석액 1 mL에 0.2 M sodium acetate(pH 1.0) 9 mL를 넣어 총폴리페놀은 280 nm, 총안토시아닌은 520 nm에서 측정하였으며 총폴리페놀은 gallic acid 표준용액 검량선으로 총안토시아닌은 malvidin-3-glucoside 표준용액 검량선으로 환산하여 나타내었다.

유리아황산 및 총아황산 측정

유리아황산 및 총아황산 측정은 인산용액을 이용해 산성으로 한 포도주시료에 질소가스를 불어넣어 SO₂를 과산화수소로 산화하고 생성된 H⁺를 적정한다(16). 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 이형(梨型)플라스크에 연결시킨다. 환저플라스크는 결합아황산의 해리를 막기 위해 얼음물 안에 담그고 질소가스를 환저플라스크 내에 800~1000 mL/min로 15분간 불어넣어 준 뒤, 이형플라스크를 떼어 내고 생성된 산을 0.01 N NaOH로 pH 7.0이 될 때까지 적정한 후 소비된 NaOH량을 이용하여 아황산(SO₂)으로 환산하였다. 결합아황산은 유리아황산의 측정에 사용한 시료를 유리아황산 측정 장치와 똑같이 설치한 다음 환저플라스크에 질소를 불어 넣어주면서 15분간 가열 증류하여 결합아황산을 유리시켜 과산화수소가 들어있는 이형플라스크에 포집하여 분석한다. 총아황산량은 유리아황산량과 결합아황산량의 합으로 나타내었다.

결과 및 고찰

pH 및 총산 함량

국산 및 수입산 포도주의 pH와 총산 함량 특성은 Fig. 1과 같다. 국산의 경우 pH와 총산에 있어서 각 시료의 데이터가 넓은 범위에 걸쳐 존재하는데 비하여 수입 포도주는 비교적 범위가 좁게 한정되어 있었다. 포도주의 pH는 발효 과정 및 숙성, 저장 중 잡균의 오염과 저장성에 큰 영향을 준다고 알려져 있다. 포도주 제조에 있어서 발효 전 포도즙의 pH는 3.2에서 3.6이 적당하며 완성된 포도주의 pH는 3.2에서 3.3 사이가 바람직하고 포도주의 pH가 3.6 이상이면 저장 중 잡균 오염이 일어날 수 있으며 반대로 3.2 이하이면 지나치게 신맛이 강해 품질이 떨어진다고 보고된바 있다(17). 포도주의 pH가 높을 경우, 분자상 아황산($\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)의 비율이 급격히 떨어지기 때문에 포도주의 잡균 오염 방지를 위한 아황산의 살균 효과도 낮아질 수밖에 없다. 따라서 pH가 높은 국산 포도주의 경우 잡균에 오염될 가능성이 높거나 잡균 오염 방지를 위해서는 유기산을 첨가하여 pH를 낮추어 주거나 다량의 아황산을 첨가해야 되는 단점이 있다. 수입포도주에 있어서 총산 함량이 대부분 0.5~0.6% (w/v)로 산함량에 있어 품질이 균일함을 볼 수 있는데 반하여 국산 포도주의 경우 약 0.4~0.8% (w/v)로 넓은 범위에 걸쳐 있으며 특히 0.65% (w/v) 이상인 포도주도 상당수 있는 것으로 보아 포도주의 산함량에 대한 품질 관리가 이루어지지 않고 있는 것으로 파악되고 있다. 일반적으로 백포도주의 산도는 0.65% (w/v), 적포도주의 경우 0.55% (w/v) 정도가 바람직하며, 발효전 포도과즙의 산도가 0.6% (w/v) 이내인 경우에는 포도주의 pH가 높아져 바람직하지 않은 향기성분이 생길 수 있을 뿐만 아니라, 포도주에 잡균의 오염이 쉬워지며 갈변 현상이 일어나고 발효 후 포도주의 맛이 빛밋하다고 알려져 있다(16). 반면 산함량이 너무

높으면 신맛이 강하기 때문에 경우에 따라서는 산이 낮은 포도즙을 혼합하여 회석하거나 탄산칼슘 등을 넣어 중화시키는 처리가 요구되기도 한다. 국산 적포도주 개발에 있어서도 제품의 산함량이 0.55% (w/v) 내외가 되도록 서로 다른 품종의 원료를 혼합하거나 말로락틱 발효(Malolactic fermentation, MLF)와 같은 기술을 이용하여 포도주의 산을 적절하게 조절하는 것이 요구된다.

알코올 농도 및 당함량

포도주를 제조하는데 있어 필요량의 당이 없으면 알코올 농도가 낮은 포도주가 되기 때문에 설탕 등을 첨가하여 모자라는 당을 보충해 주어야 한다. 포도주의 알코올은 포도 으깬이(must)의 당함량에 좌우된다. 즉 이론적으로 100 g의 당에 대하여 51.1 g의 알코올이 생성되는바, 이를 순수 알코올의 밀도를 감안하여 부피로 환산하면 약 64 mL의 알코올이 된다. 일반적으로 과즙의 당농도에는 브릭스 ($^{\circ}\text{Brix}$)를, 알코올의 농도는 부피비(v/v)를 사용하고 있는 바, 효모의 발효효율을 감안한다면 초기 당농도($^{\circ}\text{Brix}$)의 약 57%를 생성되는 알코올 농도(v/v)로 볼 수 있다(18). 국산 포도주의 알코올 농도와 잔류하는 당의 함량을 조사해 본 결과(Fig. 2) 알코올은 대부분 11~13% (v/v)로 수입산과 크게 다르지 않지만 당함량에 있어서는 수입산의 일부를 제외한 대부분의 포도주가 1% (w/v) 미만인 것에 비해 국산 포도주의 경우 대부분 1% (w/v) 이상으로 높은 함량을 보였다. 포도주의 잔당 함량은 초기 보당량이나 사용하는 균주에 크게 영향을 받는다. 초기 당함량의 경우 국내에서는 보당을 하여 24 $^{\circ}\text{Brix}$ 로 맞추는 경우가 많은바, 이때 우수한 효모를 접종하지 않고 자연발효를 할 경우에는 잔당이 남을 가능성이 높아진다. 국산 포도주에 당 함량이 많은 또 다른 이유로서, 우리나라 사람은 달콤하고 과일 향이 높은 것을 좋아하는 성향이 있다는 Han(13)의 보고에서 보는 바와

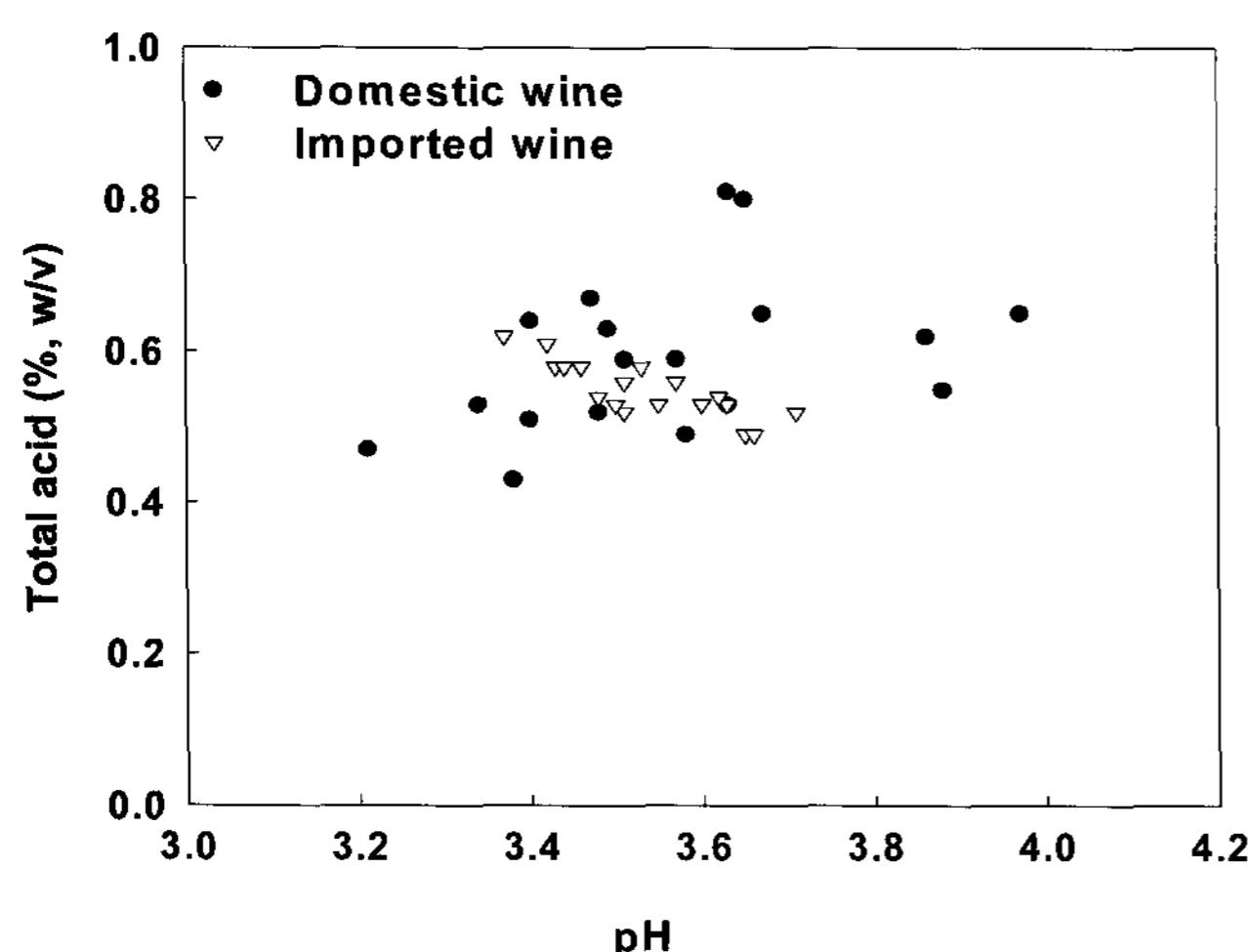
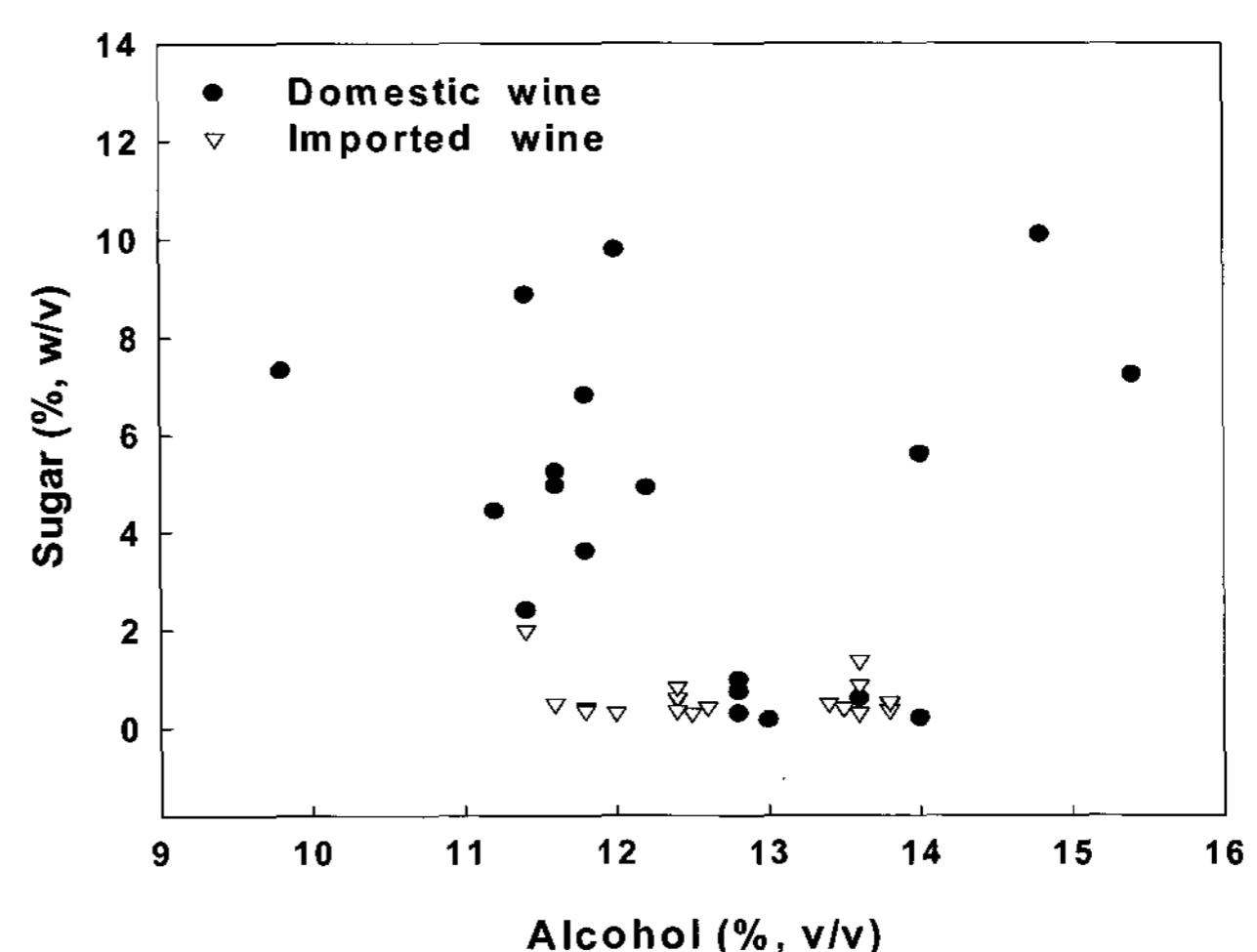


Fig. 1. pH and total acid contents in domestic and imported wines.



같이, 제조자가 발효 도중에 잔당을 남기기 위하여 발효기간을 단축하거나 발효완료 후 당을 첨가하는 방법을 들 수 있다. 하지만 시장에서 유통되고 있는 포도주의 약 92% 가 외국산인 것을 감안하면(2,3) 포도주를 자주 접하지 않는 일반인들이 아닌 포도주 주 소비층을 대상으로 기호성을 좀 더 면밀하게 조사하여 국산 포도주의 개발방향을 밝힐 필요가 있다.

적색도 및 폴리페놀 함량

포도주의 안토시아닌 함량과 적색도는 품질을 평가하는 중요한 요소로서 적포도주의 경우 적당한 농도의 붉은 색상이 요구된다. 국산과 수입산 포도주의 총안토시아닌 함량과 적색도를 비교해보면(Fig. 3) 대부분 국산과 수입산 포도주의 안토시아닌 함량에는 큰 차이가 없으며 일부 개량머루로 양조된 포도주의 경우 수입산 보다 훨씬 많은 안토시아닌 함량을 보여 안토시아닌이 적은 포도주의 블렌딩용으로

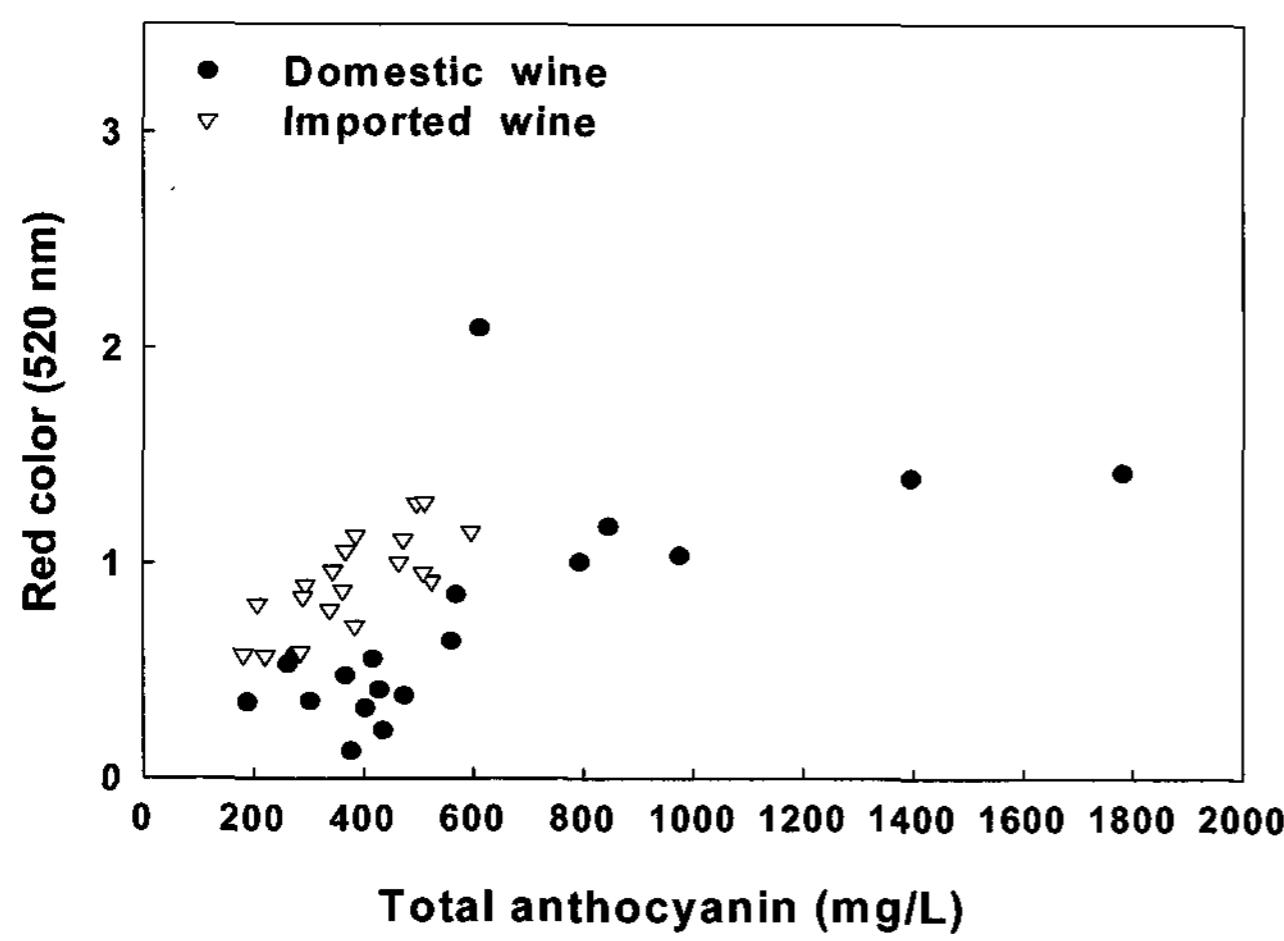
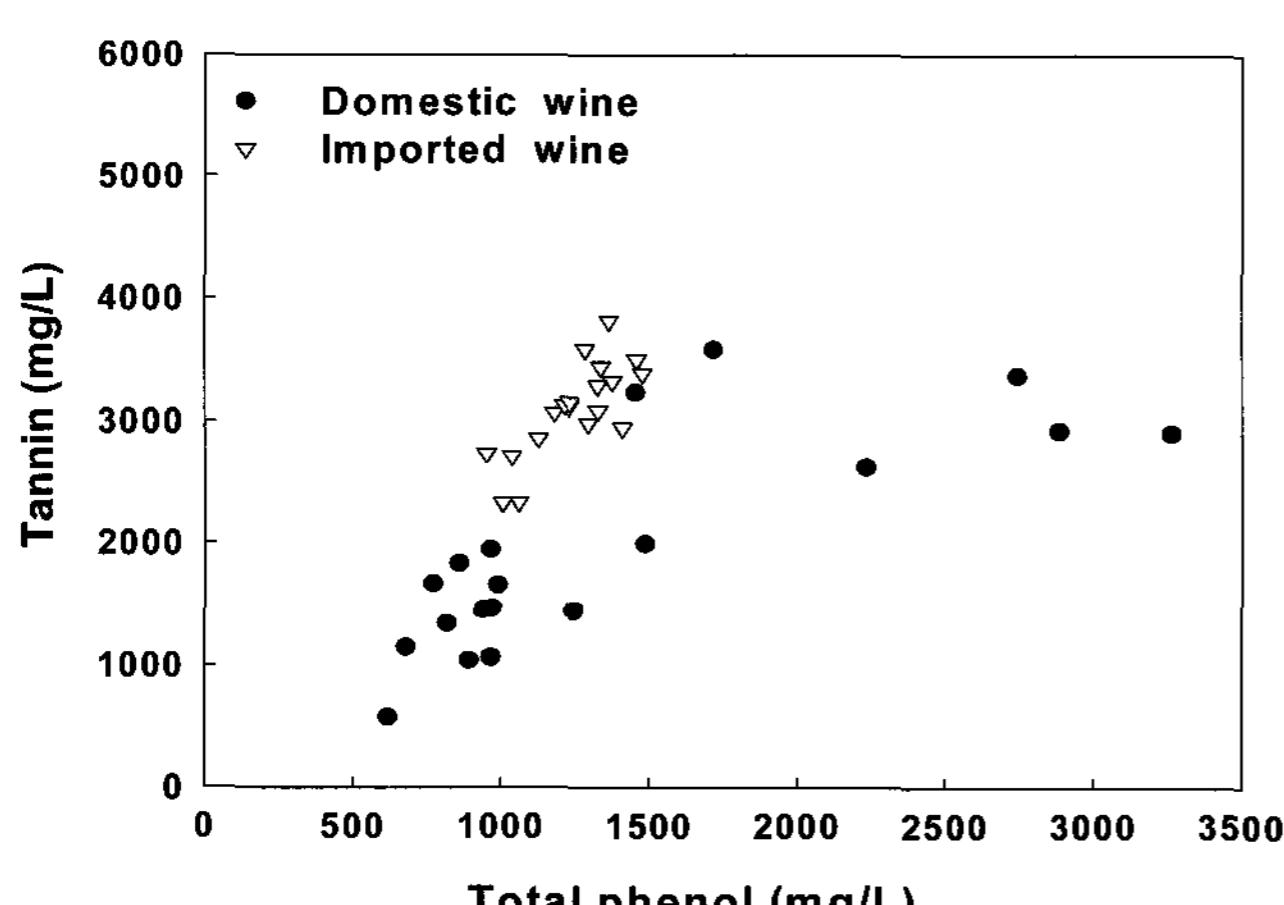


Fig. 3. Total anthocyanin contents and red color in domestic and imported wines.



적은 백포도주는 그다지 높은 내성을 갖고 있지 않다(16). Lee 등(9)의 보고에서도 총폴리페놀류 함량이 적은 포도주에서 숙성 중 산화가 많이 진행된다고 하였으며, 갈변도도 높게 나타났다고 보고하였다.

휘발산 및 아황산 함량

국산 및 수입산의 총아황산 농도와 휘발산 함량을 분석한 결과를 보면(Fig. 5, 6), 총아황산 농도에 있어서는 수입산이 비교적 높은 잔류량을 보였다. 국산의 경우 10 mg/L 미만이 36.8%, 10~50 mg/L가 52.6%, 50 mg/L 이상이 10% 차지했으며 수입산은 10 mg/L 미만이 5%, 10~50 mg/L가 74%, 50 mg/L 이상이 21%를 나타내었다. 휘발산 함량에 있어서 국산의 경우 300 mg/L 이상인 포도주가 42%인 반면 외국산은 21%로서 국산이 수입산에 비해 전반적으로 높은 함량을 나타내었다. 포도주의 휘발산은 주로 초산으로 휘발산 함량이 많다는 것은 발효나 숙성 중에 이상발효가

진행되었다는 것을 간접적으로 나타내는 것이다. 따라서 이런 결과는 발효나 숙성 중에 초산 생성균에 오염되었기 때문인 것으로 추측할 수 있으며 휘발산이 많은 포도주는 기호성에 있어서도 바람직하지 않다. Fig. 5에서도 나타나듯이 유리아황산을 분석한 결과를 보면, 국산 포도주의 경우 대부분 1~5 mg/L가 약 47%정도 차지하는데 비해 수입산은 약 20% 정도 차지해 전반적으로 수입산 포도주에 비해 낮은 함량을 보였으며, 국산의 경우는 아황산을 거의 처리하지 않는 제품들도 상당히 있는데 이는 포도주의 산화나 잡균의 오염에 국산 포도주가 무방비로 노출되어 있다는 것을 나타낸다. 포도가 파쇄된 순간부터 산화효소인 polyphenol oxidase에 의해 폴리페놀의 산화가 시작되고 산화된 폴리페놀은 퀴논(quinone)으로 되어 색을 띠게 된다. 적포도주의 색소인 안토시아닌은 무색 폴리페놀로부터 효소적으로 산화된 quinone과 반응하여 탈색된다(16). 효소 반응은 몇 분 이내에 격렬하게 일어나고 몇 시간 만에 끝나기 때문에 포도를 파쇄한 직후 적절한 처리를 해 주어야 하는데 일반적으로 아황산과 같은 환원제를 첨가하는 방법을 이용한다. 포도주중의 아황산에는 유리아황산과 결합아황산이 있으며 유리아황산이 아세트알데하이드(acetaldehyde), 피루빈산(pyruvic acid), 폴리페놀류 등과 결합하여 결합아황산이 된다. 결합아황산은 효모의 생육에 거의 영향을 주지 않고 미생물에 대한 저해활성도 거의 없다(21). 미생물의 저해활성은 유리아황산 양과 관련 있으며 유리아황산은 $\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{H}_2\text{SO}_3)$, HSO_3^- , SO_3^{2-} 의 형태로 존재하며 이 중 분자상 아황산인 $\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{H}_2\text{SO}_3)$ 가 활성형태이다. 포도주의 pH가 상승하면 활성형 아황산양은 감소하고 불활성 이온형이 증가하므로 pH 4.0가 넘는 포도주에는 $\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 가 거의 존재하지 않아 아황산의 살균효과가 거의 없다고 보아야 한다(21). 포도주에는 *Acetobacter aceti*와 *Gluconobacter oxydans* 등의 초산 생성균이 발견되며(22) 이들 세균이 포도주 표면에 생기면 반투명의 점착성이 있는 막을 형성하여 포도주가 혼탁해진다. 또한 이들 세균들은 포도주의 에탄올을 산화시켜 다량의 초산을 만들어 포도주의 풍미를 저하시킨다는 보고를 볼 때, 국산 포도주 제조에 있어서 이들 세균의 오염을 방지하기 위하여 발효 및 품질관리를 위한 적절한 아황산 처리가 요망된다.

본 연구를 통하여 국산 포도주의 품질향상을 위하여 무엇보다 중요한 것은, 국산 포도주 원료에 있어서 적정 pH와 총산함량을 조절하는 기술이라고 생각되며 또한 포도주의 휘발산 함량을 줄이기 위한 발효 기술이나 양조 보조제 처리방법이 연구되어져야 한다. 국내에서 생산되는 포도원료에 맞는 이러한 기술들이 빠른 시일 내에 해결될 때 조금이라도 빨리 국산포도주의 결점이 사라져, 좀 더 경쟁력 있는 국산 포도주를 제조할 수 있을 것으로 생각된다.

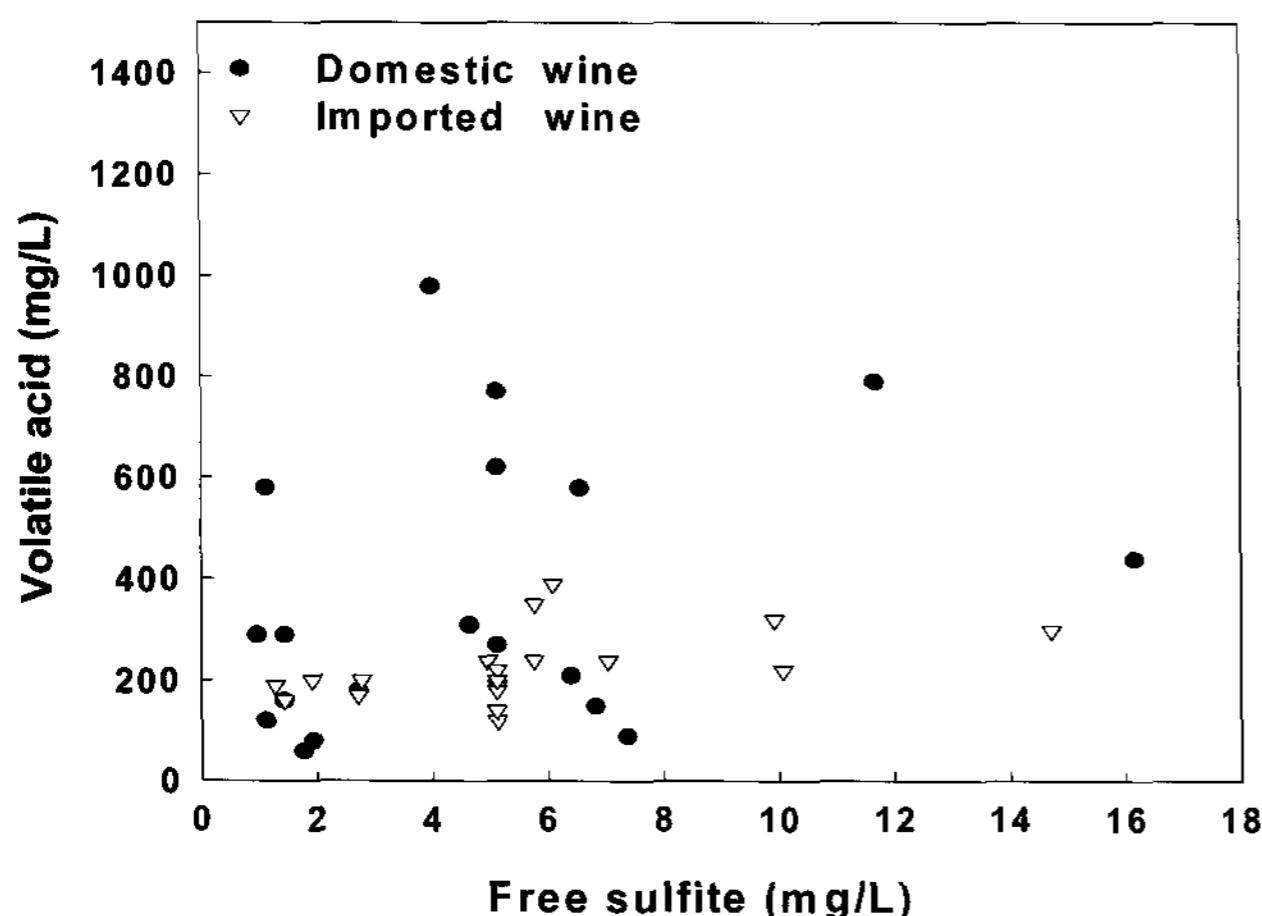


Fig. 5. Free sulfite and volatile acid contents in domestic and imported wines.

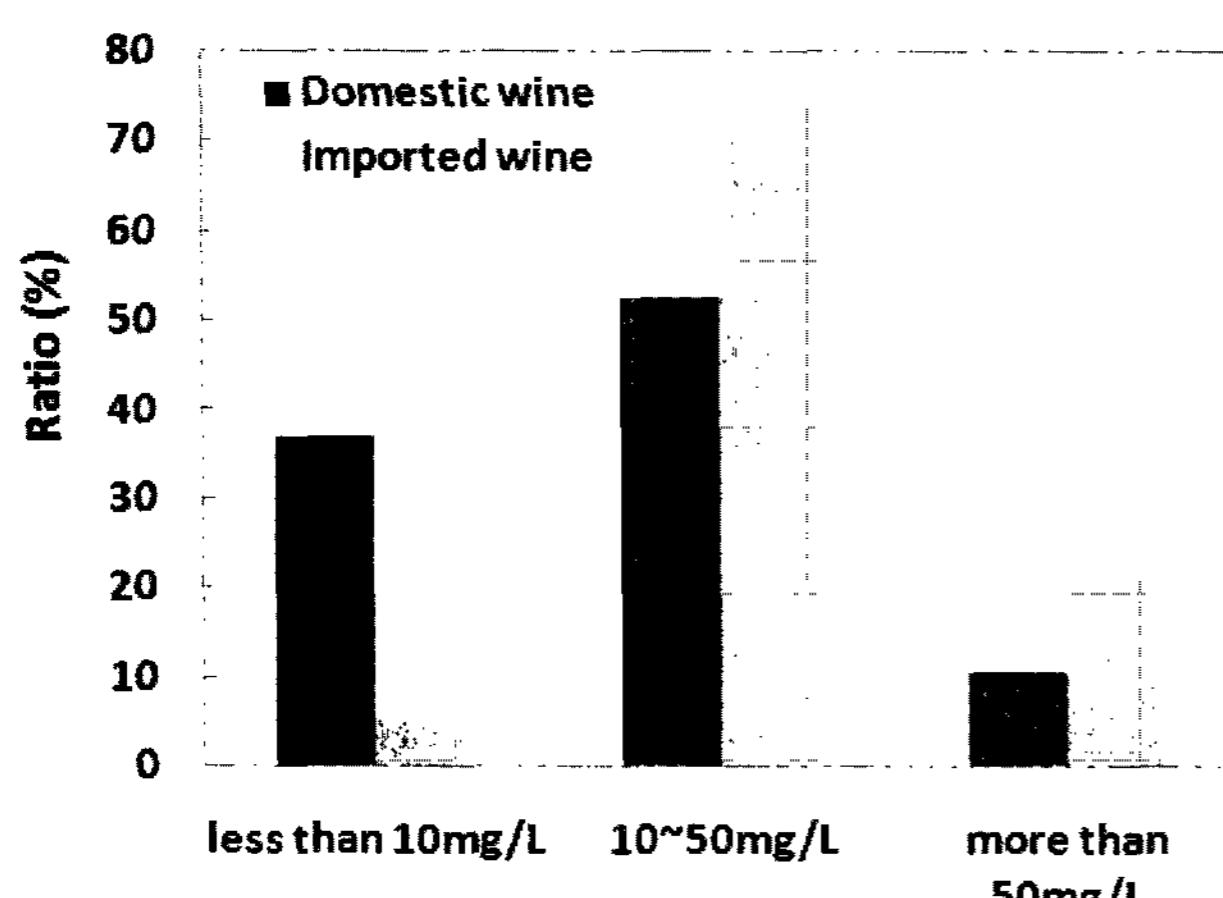


Fig. 6. Ratio of total sulfite contents in domestic and imported wines.

요 약

본 연구는 국내에서 유통되고 있는 국산 포도주와 수입 포도주의 품질을 비교함으로서 국산 포도주의 품질 수준을 파악하고 문제점을 도출하여, 국산 포도주의 품질 개선 방향을 설정하기 위한 기초 자료로 활용하고자 수행되었다. 본 실험에는 국내산 및 수입산 적포도주가 각각 19종이 사용되었다. 포도주의 신맛을 나타내는 산의 함량에 있어서 수입 포도주는 0.5~0.6%로서 전체적으로 산의 함량이 균일한데 비하여 국산 포도주는 0.4~0.8%로 제품간의 차이가 많았으며, 당함량에 있어서도 수입산 보다 국산이 비교적 높은 경향이었다.

포도주의 적색도와 탄닌 함량에 있어서, 수입산이 비교적 높은 수치를 나타냈으나 일부 국산 포도주는 수입 포도주와 비슷한 수준의 높은 함량을 보였다. 포도주 중에 잔류하고 있는 총아황산 농도에 있어서 국산의 경우 10 mg/L 미만이 36.8%를 차지하는데 반하여 수입산은 5%로서 낮은 비율을 보였다. 휘발산 함량에 있어서 국산 포도주가 수입 포도주에 비해 비교적 높은 함량을 보여, 국산 포도주의 제조나 숙성시 초산 생성균의 오염이 의심되며, 이는 국산 포도주에 있어서 아황산 함량이 낮은 것과 상관이 높은 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Kim, J.W. (2007) 국산 포도주 마케팅 전략. 한국 포도주 산업 활성화 방안 심포지엄. 원예연구소. 87-99
2. 농림부 (2007) 2006 과실류 가공현황. 일반통계 11417 p.9-10
3. The trade statistical data. (2007) Korea Agricultural Trade Information, Korea Agro-Fisheries Trade Corporation. http://210.103.25.71/trade/tp_web_trade1.jsp
4. Anon (2002) The Annual report of food industry. The AF News Press, Seoul, Korea. 200-205
5. 농림부 국립농산물품질관리원 (2002) 2002 과수실태 조사. p.744-785
6. Kim, J.S., Sim, J.Y. and Yook, C. (2001) Development of red wine using domestic grape campbell early. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 319-326
7. Park, Y.H. (1975) Studies on the grape variety and the selection of yeast strain for wine-making in Korea. J. Korean Agric. Chem. Soc., 18, 219-227
8. Lee, S.Y., Lee, K.H., Chang, K.S. and Lee, S.K. (2000) The changes of aroma in wine treated with reverse osmosis system. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 17-24
9. Lee, J.K. and Kim, J.S. (2006) Study on the deacidification of wine made from campbell early. Korean J. Food Sci. Technol., 38, 408-413
10. Lee, S.O. and Park, M.Y. (1980) Immobilization of leuconostoc oenos cells for wine deacidification. Korean J. Food Sci. Technol., 12, 299-304
11. Lee, J.E., Hong, H.D., Choi, H.D., Shin, Y.S., Won, Y.D., Kim, S.S. and Koh, K.H. (2003) A study on the sensory characteristics of korean red wine. Korean J. Food Sci. Technol., 35, 841-848
12. Lee, S.J., Lee, J.E. and Kim, S.S. (2004) Development of korean red wines using various grape varieties and preference measurement. Korean J. Food Sci. Technol., 36, 911-918
13. Han, N.S. (2006) Development and selection of yeast starter for the production of korea-style wine. 2006년도 포도연구사업단 자체평가회. 259-273
14. Koh, J.S. (1998) 식품분석실험. 제주대학교출판부.
15. Folin, O. and Ciocalteu, V. (1927) On tyrosine and tryptophane determination in proteins. J. Biol. Chem., 27, 625-650
16. Bae, S.M. (2002) 일본 포도주 제조기술. 배상면주류연구소
17. 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
18. Yair, M. (1997) Concepts in wine chemistry. The wine appreciation guild Ltd., San Francisco, U.S.A., P.20-27
19. Lee, J.E., Shin, Y.S., Sim, J.K., Kim, S.S. and Koh, K.H. (2002) Study on the color characteristic of korean red wine. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 164-169
20. 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
21. Graham, H.F. (1993) Wine microbiology and biotechnology. In: Sulfur dioxide and wine microorganisms. Harwood Academic Publishers GmbH, Switzerland., p.373-393
22. Joyeux, A., Lafon-Lafourcade, S. and Ribereau-Gayon, P. (1984) Evolution of acetic acid bacteria during fermentation and storage of wine. Appl. Environ. Microbiol., 48, 153-156