KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 34, No. 2, pp. 151~156 (2002)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

포도품종을 달리한 적포도주의 이화학적 성분변화 (I)

이장은 · 원유동[1] · 김성수[2] · 고경희*
가톨릭대학교 식품영양학과, [1]안성시농업기술센터, [2]한국식품개발연구원

The Chemical Characteristics of Korean Red Wine with Different Grape Varieties

Jang-Eun Lee, Yoo-Dong Won[1], Sung-Soo Kim[2] and Kyung-Hee Koh*
Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea
[1]An seong-si Agricultural Development and Technology Center
[2]Korea Food Research Institute

Five kinds of red wine from three different grape varieties, Gerbong (G), Campbell (C), Moru (M), Gerbong + Moru (70 : 30, GM) and Gerbong + Campbell (70 : 30, GC), were prepared. Their chemical and microbiological changes were monitored during alcohol fermentation and aging. The changes of pH, brix and total acidity were 3.2~3.6, 17.9~6.0 and 2.4~4.6 g/L, respectively. The viable cell numbers of initial, stationary and death phases were 6.0×10^6, 1.0×10^8 and 7.0×10^5 cfu/mL during alcohol fermentation. The sugar fermentability, glucose and fructose contents were greatly decreased less than 0.2 g/L, and the final contents of ethanol and sulfur dioxide were 11.4~12.3% and 40~62 mg/L, respectively. The conversion ratios of malic acid to lactic acid were 23% (G), 67% (M), 28% (C), 33% (GM) and 39% (GC). The chemical characteristics of five red wine were significantly different in pH, total acidity, sulfur dioxide and lactic acid contents ($p<0.05$).

Key words: red wine making, grape variety, Gerbong, Campbell, Moru

서 론

우리 나라 2000년 포도주 소비량은 6,850,200 L로 1인당 평균 0.24 L의 음용량을 나타낸다. 이는 전체 주류소비에서 차지하는 비중이 0.4%로 아직 미비하지만 경제사정이 나아지면서 포도주 소비는 크게 늘고 있다[1]. 그러나 국내 포도주 생산량에 비한 외국산 포도주의 수입 증가로, 국내 포도 재배 농가의 어려움이 날로 심화되고 있는 형편이다. 유럽, 미국, 일본 등지에서는 포도 재배에서 부터 포도주의 전 생산과정에 관한 연구가 광범위하고 깊게 연구되어 있으나, 우리 나라의 경우 포도주 개발의 역사가 매우 짧아, 아직 대중화되지 못하고 최근에 들어서야 본격적인 연구가 진행되는 단계에 있다. Park[2]은 캠벨(Campbell Early)과 뮤스카벨리(Muscat Bailey A)외 5종의 품종으로 포도주를 제조하여 뮤스카벨리는 당의 함량이 높아 자연발효가 가능하고 그 외의 종은 보당이 필요하다고 보고하였으며, Byun[3]은 국내산 품종인 알덴(Alden), 뮤스카벨리, 캠벨 품종을 사용하였을 때, 알덴 품종이 다른 품종보다 기호면에서 우수하고, 효모를 첨가하여 발효시키는 것이 자연 발효시키는 것보다 품질 면에서 우수하였다고 하여, 국내산 포도 품종을 이용한 적포도주 제조의 시도가 본격화 되었다. 그 후 Yoo 등[4]은 네오마스캣(Neo Muscat), 니아가라(Niagara), 샤이벨(Seibell 9110), 뮤스카벨리, 캠벨의 한국산 포도 품종으로 포도주를 제조하여, 네오마스캣, 니아가라, 샤이벨 간에는 맛과 향의 관능적 유의차가 없으나, 뮤스카벨리, 캠벨 사이에는 외간에서 유의차를 보였다고 발표하였고, Kim 등[5]은 캠벨 품종을 이용한 적포도주 제조시, 피로아황산칼륨을 처리했을 때 전 발효 후 포도주의 탈색 현상이 관찰되므로, 포도주 발효를 위해서는 가당과 효모첨가가 필요하다고 권장하였다. 최근 Lee등[6,7]은 세레단(sheridan)품종을 사용하여, 보당과정 없이 역삼투압에 의해 포도 착즙액 중의 수분을 제거함으로써 자체 당도를 높인 포도주를 제조, 이화학적 성분 변화와 향기 성분의 변화를 연구하였다. Kim 등[8]은 캠벨 품종을 이용하여 첨가되는 당을 달리하였을 때, 물엿, 자일리톨(xylitol), 이소말토올리고당을 첨가한 포도주의 최종 알코올 함량이 높았고, 자일리톨을 첨가한 포도주가 가장 높은 기호도를 보였다고 보고하였다. 그 밖에 Koh 등[9]의 샤이벨 품종을 이용한 효모균주에 따른 포도주의 화학성분 변화 연구와 Lee 등[10]의 *Leuconostoc*

*Corresponding author : Kyung-Hee Koh, Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea, Yokkok-2 dong, Wonmi-gu, Puchon 420-743, Korea
Tel: 82-32-340-3313
Fax: 82-32-340-3111
E-mail: verokoh@catholic.ac.kr

*oenos*를 이용한 말로-락틱 발효(malo-lactic fermentataion)에 관한 연구 등이 있다.

거봉(Gerbong, *Vitis labruscana L.*)은 과실용 포도로, 그 모양은 원추형 또는 원통형이고, 무게는 0.4~1 kg으로 큰 과실이다. 열매는 당도가 높은 편이며 육질이 연하고 과즙이 많고 것이 특징이다. 이러한 거봉은 과실용 포도로는 그 용도가 적당하나 양조용 포도로는 적합하지 않고 특히 껍질의 색소가 부족해 적포도주를 제조하기에는 부적합하다. 따라서 본 연구에서는 거봉에 머루와 캠벨 품종을 함께 배합하여, 이들간의 화학성분 변화를 관찰하여 고 품질의 국산 적포도주 제조 가능성을 연구하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

실험에 사용한 포도는 2000년 10월 12일 경기도 안성시에서 거봉(Gerbong, *Vitis labrascana L.*)과 캠벨(Campbell Early, *Vitis labruscana B.*)을 수확하여 사용하였으며, 머루는 파주에서 재배된 머루(Moru, *Vitis amurensis*)를 이용하였다.

포도주 제조에 쓰인 주석산은 Ducksan(Ansan, Korea) chemicals사에서, 젤라틴(gelatin)은 Yakuri(Kyoto, Japan)사에서 구입하였다. 효모 생균수 측정에 사용된 YM agar 배지는 Difco(Michigan, USA)사에서 구입하였으며, 그 외 당, SO_2, 에탄올 및 유기산 분석에 사용한 시약은 Boehringer Mannheim Biochemicals(Munchen, Germany)사에서 구입하였다.

포도주 제조

총 과실무게를 각각 200 kg으로 하여 이를 거봉 100%(G), 머루 100%(M), 캠벨 100%(C), 거봉 70% + 머루 30%(GM), 거봉 70% + 캠벨 30%(GC)의 비율로 제경, 파쇄작업을 거쳐 포도즙를 제조하였다. 파쇄작업을 거친 포도즙은 각각 약 150 L로, 이를 대형 발효조에 옮긴 후, M 포도즙을 제외한 나머지 포도즙에 1.5 g/L의 주석산을 첨가하여 pH를 3.2~3.4사이로 조절하였다. 알코올 농도를 맞추기 위해 백설탕(sucrose, 백설표)을 첨가해 당도를 21°brix로 맞춘 후, *S. cerevisiae* 0.2 g/L과 발효보조제(Gist-brocades, France) 0.3 g/L을 첨가하였다. 알코올 발효가 끝난 후 포도주는 껍질을 분리하여 오크통 안에서 숙성시킨 후, 80 mg/L의 젤라틴을 첨가하여 청징하였다. 그 후 1.5 μm와 0.5 μm 여과지(Buon vino mgf. INC, Ontario, Canada)로 여과하여 750 mL 유리병에 담아 저장하였다. 모든 포도주는 11 ± 1°C에서 발효, 숙성하며 분석하였다.

pH와 총산도

pH는 상온에서 pH meter(ion meter, Orion 520A)를 이용하여 측정하였다. 총산도는 AOAC방법으로 3회 반복 측정하였다. 활성탄으로 색소를 제거시킨 포도주를 0.1 N NaOH로 적정한 후 다음의 식을 이용하여 총산도를 구하였다[11].

$$\text{Total acidity(g/L as tartaric acid)} = \frac{\text{(mL base)(N base)(0.075)(1,000)}}{\text{mL sample}}$$

효모의 생균수

시료의 생균수는 YM agar 배지를 이용하여 pour plate 방법으로 27°C에서 48시간 배양하여 콜로니(colony)를 계수하였다[12].

당도, 포도당(glucose), 과당(fructose), 알코올 함량 측정

당도는 상온에서 hand refractometer(model N-1E, ATAGO, Japan)을 이용하여 측정하였으며 포도당과 과당 및 알코올 함량은 효소학적 방법으로 측정하였다[13,14].

SO_2함량, 사과산, 젖산 함량 측정

포도주의 SO_2와 사과산 및 젖산 함량은 효소학적 방법으로 측정하였다[14].

통계처리

모든 실험은 3회 반복하였으며, SAS package(version 6.12)를 이용하여 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 유의차를 검증하였다[15].

결과 및 고찰

포도주 발효 및 저장 중 pH 및 총산도 변화

Byun[3]은 8월말 수확한 캠벨의 pH가 3.85였으며, 발효를 시작하면서 점점 감소하여 최종 pH는 3.28이라고 보고하였으며, Kim 등[5]은 영동 지방의 캠벨이 산미가 강하여, 포도 성숙말기인 9월 30일경에 총산도가 0.7%이하였다고 하였다. 본 실험에서 발효가 시작되기 전 포도즙의 pH는 각각 G는 3.77, M은 3.31, C는 3.98, GM은 3.64, GC는 3.96이었으며, Fig. 1에서 보여지는 것과 같이 발효 5일째부터는 3.21~3.47 사이의 수준을 유지하였다. 이는 발효 전 M 포도즙을 제외한 모든 포도즙에 약 1.5 g/L의 주석산을 첨가하여 pH를 발효가 가장 활발하게 일어 나는 3.2~3.4 사이로 맞추었기 때문이다. 각 포도주의 발효과정 중 총산도의 변화는 Fig. 2와 같다. 발효 초기 포도주의 총산도는 각각 G는 4.6 g/L, M은 7.2 g/L, C는 4.2 g/L, GM은 5.8 g/L, GC는 4.4 g/L로, 머루를

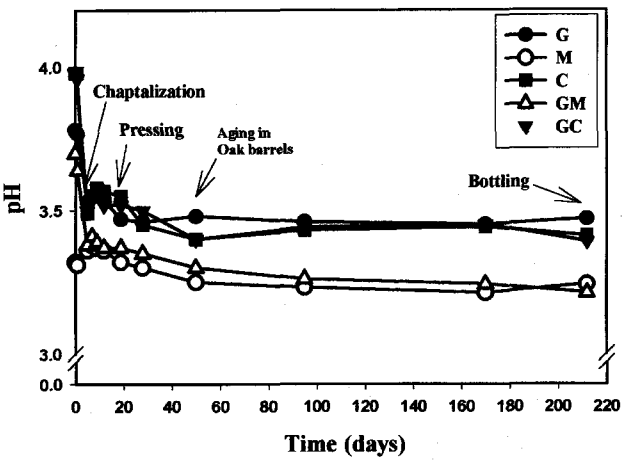

Fig. 1. Changes of pH during red wine fermentation.
G:100% Gerbong, M:100% Moru, C: 100% Campbell, GM: 70% Gerbong+30% Moru, GC:70% Gerbong+30% Campbell.

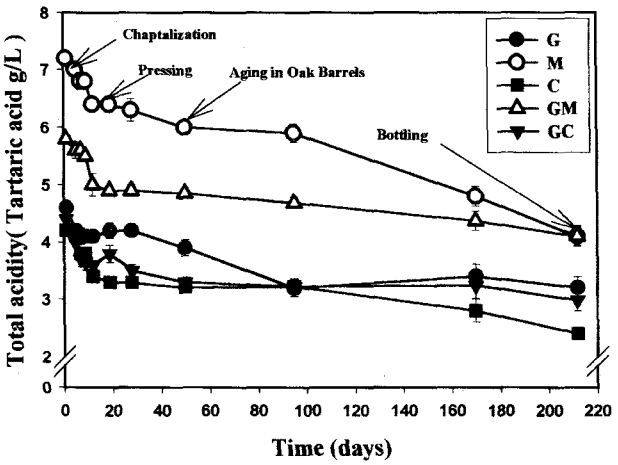

Fig. 2. Changes of total acidity during red wine fermentation.
G:100% Gerbong, M:100% Moru, C: 100% Campbell, GM: 70% Gerbong+30% Moru, GC:70% Gerbong+30% Campbell.

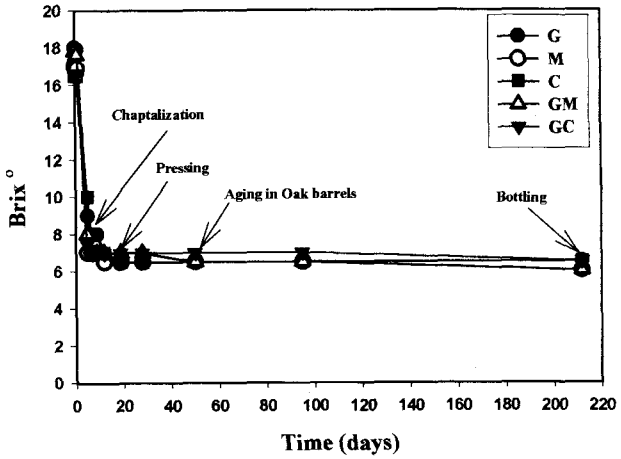

Fig. 4. Changes of Brix during red wine fermentation.
G:100% Gerbong, M:100% Moru, C: 100% Campbell, GM: 70% Gerbong+30% Moru, GC:70% Gerbong+30% Campbell.

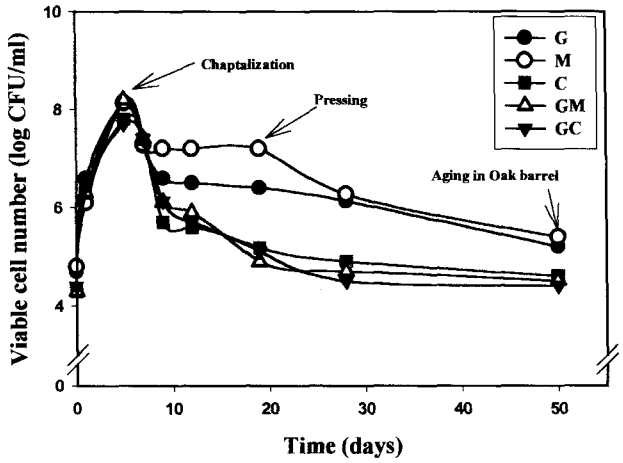

Fig. 3. Changes of viable cell number during red wine fermentation.
G:100% Gerbong, M:100% Moru, C: 100% Campbell, GM: 70% Gerbong+30% Moru, GC:70% Gerbong+30% Campbell.

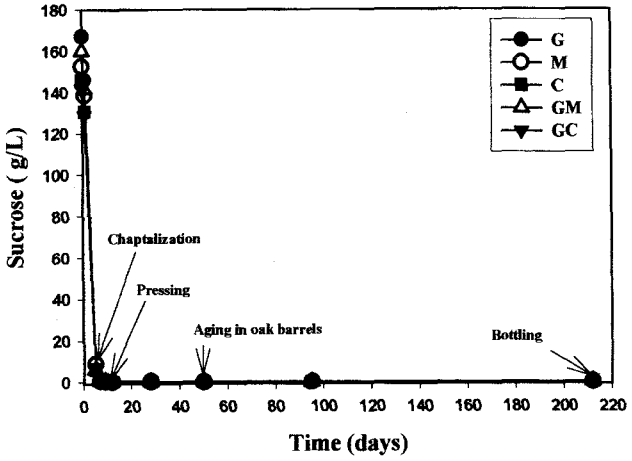

Fig. 5. Changes of sucrose content during red wine fermentation.
G:100% Gerbong, M:100% Moru, C: 100% Campbell, GM: 70% Gerbong+30% Moru, GC:70% Gerbong+30% Campbell.

제외하고 거봉과 캠벨의 총산이 0.45% 내외로 Kim 등[16], Park[2], Byun[3], Lee 등[6]의 결과보다 낮은 값을 보였다. 이는 Christensene 등[17]의 포도 수확 시기가 늦을수록 총산도가 유의하게 감소한다는 보고와 일치하여, 우리 나라의 경우 2000년 기후조건으로 적포도주 제조를 위해서는 당과 산의 비율이 35-36인 9월말에서 10월 초 포도를 수확하는 것이 바람직 한 것이라 사료된다[18]. 발효과정 중 총산도는 점차 감소하는 경향을 보여 이는 Kim 등[5], Park[2] 등의 결과와 일치하였으나, Lee 등[6]의 발효전 역삼투압 처리에 의해 포도즙의 수분을 제거하였을 시, 총산이 증가한다는 보고와는 일치하지 않았다. 발효 50일째, 포도주의 총산도는 각각 G는 3.9 g/L, M은 6.0 g/L, C는 3.2 g/L, GM은 4.8 g/L, GC는 3.3 g/L였으며, 병입 후에는 각각 G는 3.2 g/L, M은 4.1 g/L, C는 2.4 g/L, GM은 4.17 g/L, GC는 2.9 g/L로 포도 품종 간 총산도의 유의차이를 보였다($p<0.05$). Ritchey[19] 등은 유럽의 적포도주 양조용 포도인 카베르네 쇼비뇽(Cabernet Sauvignon)으로 제조한 포도주의 총산도가 약 5.6~6.6 g/L 사이로 보고하였으며, 이는 본 실험의 결과보다 높았다. 포도주의 산도는 대부분이 주석산과 사과산으로, 본 실험에서 산도가 낮은 거봉과 캠벨의 유기산을 보충하기 위해 머루 품종의 첨가는 매우 효과적임을 알 수 있었다.

효모 생균수의 변화

Kim 등[5]은 8월1일부터 9월 30일까지 충북 영동 지역 캠벨의 야생효모수가 평균 4×10^5 cfu/mL수준이라고 보고하였으며, Yoo 등[4]은 포도주 발효시 주모의 첨가를 5%로 권장하였다. 본 실험에서는 평균 약 8×10^4 cfu/mL로 다소 낮은 야생효모 수를 보여, 건조효모(*Saccharomyces cerevisiae*)를 활성화하여 약 4×10^6 cfu/mL이 되도록 첨가하였다. 포도즙에 효모를 접종하여 발효기간 중 생균수를 관찰한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 각 포도주의 효모 생균수는 발효 5일째 각각 G는 1.1×10^8cfu/mL, M은1.5×10^8cfu/mL, C는 7.0×10^7

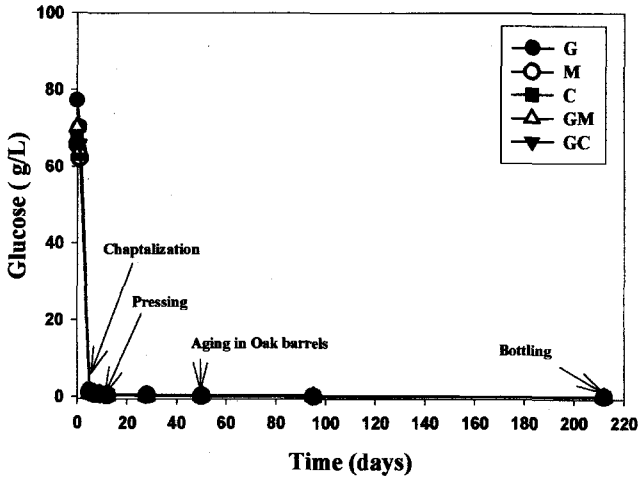

Fig. 6. Changes of glucose content during red wine fermentation. G:100% Gerbong, M:100% Moru, C: 100% Campbell, GM: 70% Gerbong+30% Moru, GC:70% Gerbong+30% Campbell.

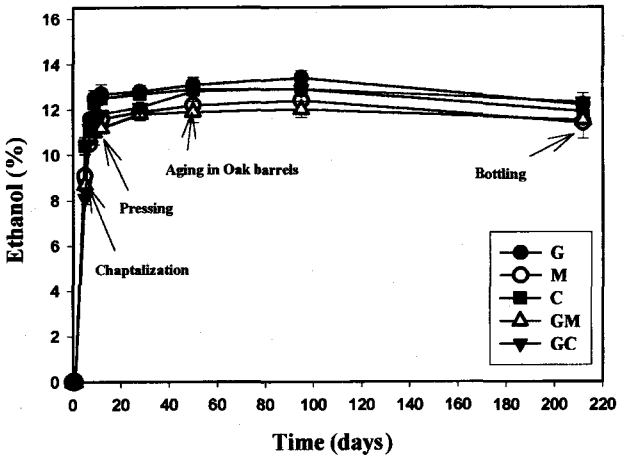

Fig. 8. Changes of ethanol content during red wine fermentation. G:100% Gerbong, M:100% Moru, C: 100% Campbell, GM: 70% Gerbong+30% Moru, GC:70% Gerbong+30% Campbell.

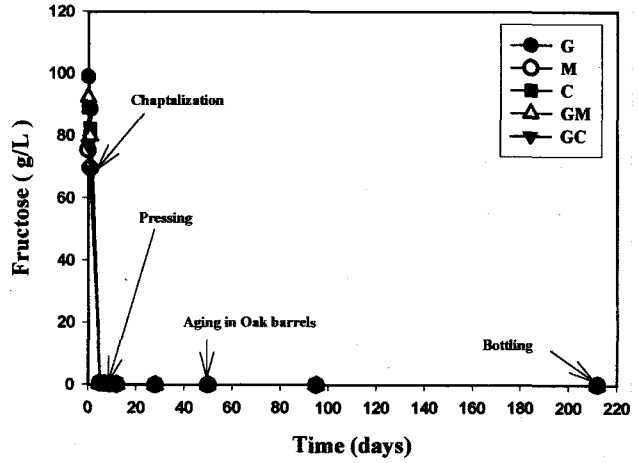

Fig. 7. Changes of fructose content during red wine fermentation. G:100% Gerbong, M:100% Moru, C: 100% Campbell, GM: 70% Gerbong+30% Moru, GC:70% Gerbong+30% Campbell.

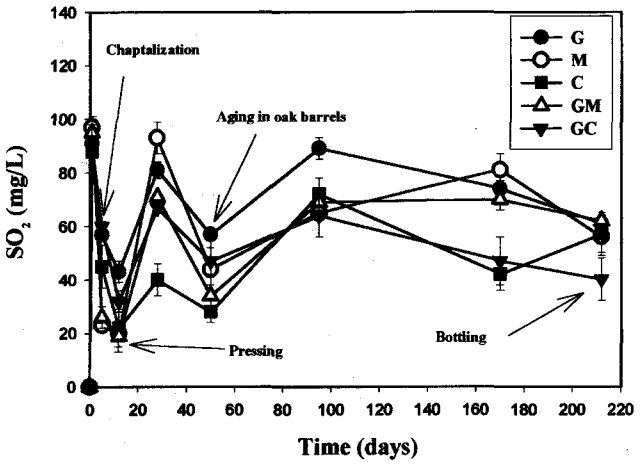

Fig. 9. Changes of SO_2 content during red wine fermentation. G:100% Gerbong, M:100% Moru, C: 100% Campbell, GM: 70% Gerbong+30% Moru, GC:70% Gerbong+30% Campbell.

cfu/mL, GM은 2.0×10^8 cfu/mL, GC는 7.0×10^7 cfu/mL로 최고치를 나타내었으며, 19일 이후 생균수는 서서히 감소하였고, 병입 과정 중 여과를 통해 효모를 모두 제거 하였다. Kim 등[8]은 포도주 발효과정 중 이산화탄소 생성량을 측정하여 발효의 진행 여부를 관찰한 결과, 효모 생균수의 변화와 일치함을 보고하였는데, 본 실험에서도 효모의 변화는 당과 알코올함량과의 변화와도 일치하여, 발효를 통하여 효모가 당을 완전하게 알코올로 변환시켰음을 알 수 있었다.

당도, 당함량, 에탄올함량 변화

Kim 등[8]은 캠벨에 설탕, 포도당, 과당 등을 첨가하여 초기 당도를 21°brix로 맞추어 발효시켰을 때 발효 8일에 10~12%(v/v)의 에탄올을 생성하였다고 보고하였고, Pickering 등[20,21]은 18.1°brix를 갖는 리스링(Riesling) 포도즙을 가당처리 하지 않고 발효시켰을 시, 최종 에탄올 농도가 10.45%라고 보고하였으며, Kim 등[5]은 포도주 발효에 최적 당도인 20°brix이상을 얻기 위해서는 가당이 필수적이라고 하였다. 본 실험에서 포도즙의 초기 당도는 각각 G는 18°brix, M은 17°brix, C는 16.5°brix, GM은 17.8°brix, GC는 16.5°brix로 이에 22~36 g/L의 백설탕을 첨가, 20°brix로 조절하였다. 발효과정 중 포도주의 당도와 포도당, 과당 및 에탄올 함량 변화는 Fig. 4~8에 나타내었다. 각 포도주는 발효 12일 까지 당도와 당 함량이 급격하게 감소하였고, 에탄올함량이 급격히 증가함을 보아 발효가 진행된 것을 알 수 있었다. 포도주의 최종 잔존 환원당 함량은 12일 이후 각각 2 g/L 이하로 감소하였고, 에탄올 함량은 11.4~12.3% 범위로 환원당 및 에탄올 함량에 각 품종별 유의적 차이가 없었다.

SO_2 함량, 사과산, 젖산 함량 변화

포도주 제조시 SO_2는 갈변방지와 미생물의 억제를 위해 첨가하는 물질로, 적포도주에는 350 mg/L이하의 양이 허용되며, Wood는 적포도주 제조시 25~75 mg/L의 SO_2를 첨가한다고 하였다[22-24]. Peterson 등[24]은 1994~1998년에 걸쳐 미국내의 4,192개 포도주의 SO_2 함량을 조사한 결과, 평균 74.1 mg/

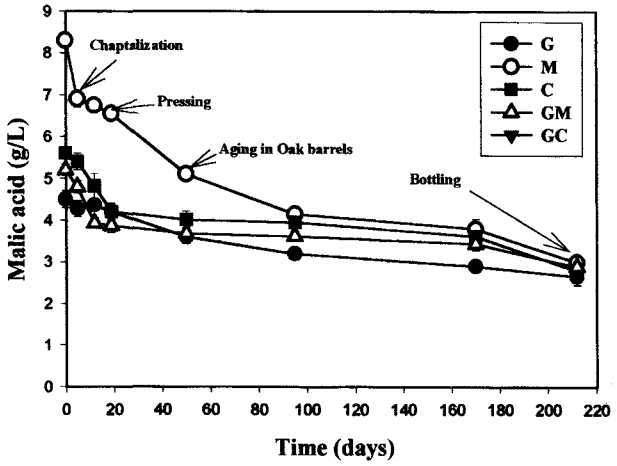

Fig. 10. Changes of malic acid content during red wine fermentation.
G:100% Gerbong, M:100% Moru, C: 100% Campbell, GM: 70% Gerbong+30% Moru, GC:70% Gerbong+30% Campbell.

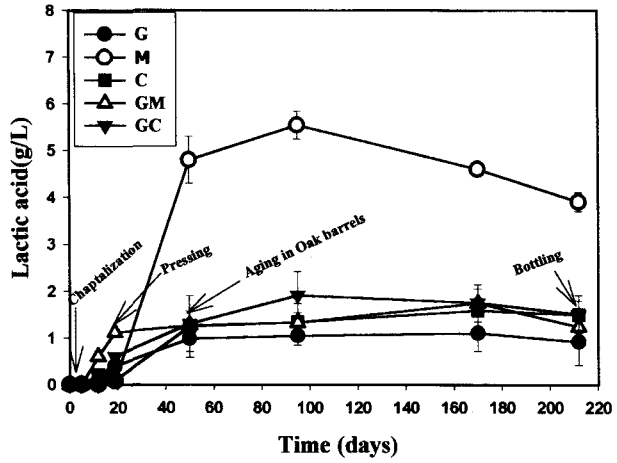

Fig. 11. Changes of lactic acid content during red wine fermentation.
G:100% Gerbong, M:100% Moru, C: 100% Campbell, GM: 70% Gerbong+30% Moru, GC:70% Gerbong+30% Campbell.

L였으며, 조사한 포도주의 4%가 150 mg/L 이상, 0.4%가 350 mg/L의 SO_2 함량을 가졌다고 보고하였고, Ritchey 등[19]은 미국 내 21종의 적포도주의 SO_2 함량이 42~125 mg/L로 평균 81 mg/L의 함량을 보였다고 하였다. 본 연구에서는 초기 각 실험구 당 10%의 피로아황산칼륨($K_2S_2O_5$)을 100~125 ppm의 농도로 첨가한 후, 발효 19일, 50일, 150일에 각각 100 ppm의 피로아황산칼륨을 추가적으로 첨가하였다. 발효기간 중 포도주의 SO_2 함량변화를 Fig. 9에 나타내었다. 모든 포도주는 평균 60~70 ppm의 함량을 유지하였으며, 본 실험에서 제조된 포도주의 최종 SO_2 함량은 40~62 ppm, 평균 55.2±8 ppm으로 문헌보다 작은 값을 보였다. 각 품종별로 SO_2 함량에 유의적인 차이를 보여 GC 포도주는 다른 포도주 비해 낮은 SO_2 함량을 가졌다($p<0.05$).

포도주 발효 중 사과산과 젖산의 함량 결과를 Fig. 10~11에 나타내었다. 발효과정 중 포도주는 말로-락틱 발효를 거쳐 사과산이 탈탄산되면서 젖산과 이산화탄소를 생성한다. 이 과정 중 총산은 감소하면서, pH는 0.3~0.5 증가하게 되는데 말로-락틱 발효를 거친 포도주는 부드럽운 맛을 갖게 된다[22]. 본 연구에서 모든 포도주는 발효 15일을 전후로 사과산의 감소가 시작되었다. 젖산은 사과산의 전환으로 생성되어 발효 20일을 전후로 급격히 증가하였으나, 사과산은 점점 감소하여 95일째 각각 G는 3.2 g/L, M은 4.2 g/L, C는 3.9 g/L, GM은 3.6 g/L, GC는 3.5 g/L의 함량을 보였다(Fig. 10). 사과산의 젖산 전환률은 M 포도주가 67%로 가장 많았으며, GC는 39%, GM은 33%, C은 28%, G는 23%의 순으로 나타났다. 이는 Park[2]이 캠벨 포도즙의 발효 10일째 사과산이 80%가량 감소하였다는 결과와 비교해 매우 낮은 수치이며 이는 말로-락틱 자연발효에 기인하였기 때문이라고 생각된다. Koh 등[9]은 Seibell 포도즙에 *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces cerevisiae* + *Schizosaccharomyces pombe*의 합성균주, *Schizosaccharomyces pombe*를 접종하여 사과산의 변화를 측정한 결과, 사과산의 감소가 발효 4일 부터 시작되어 발효 말기에는 각각 33%, 40%, 56%의 사과산을 감소시켰다고 보고하였다. 이를 *Saccharomyces cerevisiae*를 발효균주로 사용한 본 연구와 비교하여 보면 Koh 등[9]의 33%의 사과산 감소율은 포도주 M을 제외한 다른 포도주들과 다소 비슷한 수치이다. 품종별 젖산의 생성량은 유의적 차이를 보여, 최종적으로 M 포도주는 다른 포도주에 비해 높은 젖산 함량을 가졌다($p<0.05$). 유의적으로 pH가 낮은 M 포도주는, 높은 젖산함량을 보였는데, 이는 말로-락틱 발효에 관여하는 젖산균이 낮은 pH에 높은 활성을 가지기 때문일 것이라 사료된다[22].

요 약

국내산 포도품종을 이용하여 5가지 포도주 G(거봉 100%), M(머루 100%), C(캠벨 100%), GM(거봉 70% + 캠벨 30%), GC(거봉 70% + 캠벨 30%)를 제조하여, 발효 과정 및 저장 중 포도주의 이화학성분 및 효모 생균수의 변화를 분석하였다. 발효과정 중 pH의 변화는 3.21~3.6 사이의 값을 보였으며, 총산도는 3.2~4.6 g/L, 당도는 17.9~6.0°brix를 나타내었다. 효모 생균수의 변화는 초기 6.0×10^6 cfu/mL, 발효가 최고에 이르렀을 때 1.0×10^8 cfu/mL, 발효 후기에 7.0×10^5 cfu/mL를 보였다. 알콜 발효 중 포도당과 과당 함량은 급격히 감소하여 발효가 끝난 후에는 0.2 g/L의 함량을 보였다. 발효가 끝난 후 알코올은 11.4~12.3%(v/v)의 함량을 보였으며, 당도는 6.0~6.5°Brix, SO_2 함량은 40~62 mg/L를 가졌다. 발효 중 말로-락틱 발효에 의해 사과산은 감소하였고, 젖산은 증가하여, 각각 G는 23%, M은 67%, C는 28%, GM는 33%, GC는 39%의 전환율을 보였다. pH, 총산도, SO_2, 젖산 함량은 각 품종간 유의적 차이를 보였다($p<0.05$).

감사의 글

이 연구는 농림부 2000 기획연구과제(GAO21303)로 수행된 연구결과의 일부로 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Korea Alcohol Liquor Industry association. Alcoholic Beverage News, March, pp. 11. (2001)
2. Park, Y.H. Studies on the grape variety and the selection of yeast strain for wine-making in Korea. J. Korean Agr. Chem. Soc. 18: 219-227 (1975)
3. Byun, S.S. A comparative study on the manufacturing processes of red Wine. Korean J. Nutr. 13: 139-144 (1980)
4. Yoo, J.Y., Seog, H.M., Shin, D.H. and Min, B.Y. Enological characteristics of Korean grape and quality evaluation of their wine. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 12: 185-190 (1984)
5. Kim, J.S., Kim, S.H. and Han, J.S. Effect of sugar and yeast addition on red wine fermentation using Campbell Early. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 516-521 (1999)
6. Lee, S.Y., Kang, H.A., Chang, Y.I. and Chang, K.S. The changes of physicochemical composition of wine by reverse osmosis system. Food Eng. Prog. 3: 1-7 (1999)
7. Lee, S.Y., Lee, K.H., Chang, K.S. and Lee, S.K. The changes of aroma in wine treated with reverse osmosis system. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 17-24 (2000)
8. Kim, J.S., Sim, J.Y. and Yook, C. Development of red wine using domestic grape Campbell Early. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 319-326 (2001)
9. Koh, K.H. and Chang, W.Y. Changes of chemical components during Siebell white grape must fermentation by different yeast strains. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 487-493 (1998)
10. Lee, S.O. and Park, M.Y. Immobilaization of *Leuconostoc oenos* cells for wine deacidification. Korean J. Food Sci. Technol. 12: 299-304 (1980)
11. A.O.A.C. Official Methods of Analysis, 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)
12. Atlas, R.M., Parks, L.C. and Brown, A.E. Laboratory manual of Experimental Microbiology. Mosby-Year Book Inc., St Louis, USA (1995)
13. Che, S.K., Kang, K.S., Ma, S.J., Bang, K,U. and Oh, M.H. Standard Food Analysis. Ji-gu Publishing Co., Seoul, Korea (2000)
14. Boehringer Mannheim GmbH. Method of Biochemical Analysis and Food Analysis. Boehringer Mannheim Biochemicals (1995)
15. SAS institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1985)
16. Kim, J.S., Kim, S.H., Lee, W.K., Pyun, J.Y. and Yook, C. Effects of heat treatment on yield and quality of grape juice. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1397-1400 (1999)
17. Christensen, L.P., Bianchi, M.L., Lynn, C.D., Kasimatis, A.N. and Miller, M.W. The effect of harvest date on thompson seedless grapes and raisins, fruit composition, characteristics, and yield. Am. J. Enol. Vitic. 46: 10-16 (1995)
18. Navarre, J.P. and Navarre, C. Manual d'oenolo. pp. 30-32. Edition J.B. Bailliere, Paris, France (1997)
19. Ritchey, J.G. and Waterhouse, A.L. A standard red wine: Monomeric phenolic analysis of commercial cabernet sauvignon wines. Am. J. Enol. Vitic. 50: 91-100 (1999)
20. Pickering, G.J., Heatherbell, D.A. and Barnes, M.F. The production of reduced-alcohol wine using glucose oxidase treated juice. Part I. Composition. Am. J. Enol. Vitic. 50: 291-298 (1999)
21. Pickering, G.J., Heatherbell, D.A. and Barnes, M.F. The production of reduced-alcohol wine using glucose oxidase treated juice. Part II. Stability and SO_2 binding. Am. J. Enol. Vitic. 50: 299-306 (1999)
22. Wood, B.J.B. Microbiology of Fermented Foods. pp. 218-231. Thomson Science, London, UK (1998)
23. Zoecklein, B.W., Fugelsang, K.C., Gump, B.H. and Nury, F.S. Production Wine Analysis. pp. 256-262. Van Nostrand Reinhold, New York, USA (1990)
24. Peterson, G.F., Kirrane, M., Hill, N. and Agapito, A. Comprehensive survey of the total sulfur dioxide concentrations of American wines. Am. J. Enol. Vitic. 51: 189-191 (2000)

(2001년 9월 27일 접수)