

쌀과 포도를 혼합하여 발효시킨 쌀포도주의 발효 특성

배상대 · 배상면¹ · 김재식*

¹배상면주류연구소, 경북대학교 발효생물공학과

Fermentation Characteristics of Rice-Grape Wine Fermented with Rice and Grape

Sang-Dae Bae, Sang-Myun Bae*, and Jae-Sik Kim

¹Bae Sang Myun Brewery Institute Co., Ltd

Department of Fermentation Biotechnology, Kyungpook National University

Fermentation characteristics of rice-grape wine with different mixing ratios of rice and grape, rice one vs. grape five (Exp.1), rice two vs. grape five (Exp.2), rice five vs. grape five (Exp.3), and rice five and grape two (Exp.4), were investigated. Final alcohol contents of Exp.4, Exp.3, Exp.2, and Exp.1 were 18.4, 16.0, 14.9, and 12.9%, respectively. Final alcohol content increased with increasing amount of rice. Acidity of four experiments ranged pH 3.4-3.92, and total acidity was 0.52-0.74%. Exp.4, Exp.3, Exp.2, and Exp.1 gave a values of 8.76, 12.77, 12.88, and 23.96, respectively. When different mixing methods were applied to Exp.1, the resulting final alcohol contents of Exp.6 (grape musts periodically added after rice fermentation), Exp.7 (rice and grape simultaneously added and fermented), and Exp.8 (rice added after grape must fermentation) were 2.3-3.2% lower than that of Exp.1 (grape must added after rice fermentation), and total acidity was 0.72-0.74%. Sensory evaluation comparing conventional red wine and rice-grape wine of Exp.1 showed rice-grape wine was preferred in taste.

Key words: rice-grape wine, acidity, mixing ratios, mixing methods, sensory evaluation

서 론

세계무역기구의 2004년 쌀 재협상 및 2004년 4월 1일부터 발효된 한·칠레간 자유무역협정 등으로 인해 국제 경쟁력이 뒤지는 우리나라의 농업은 매우 어려운 실정이다(1). 그 중에서도 쌀과 포도는 국제 경쟁력이 뒤지는 대표적인 작물이다. 2002년도 쌀의 생산, 재고현황을 살펴보면, 생산은 559만 6천 톤 이었으나, 쌀 자급율은 107%이고, 쌀 재고량은 144만 7천 톤이다. 그리고 1인당 쌀 소비량은 87 kg으로 해마다 줄어들고 있는 실정이다(2). 포도의 경우는 저장성이 취약할 뿐만 아니라, 8-9월에 집중적으로 출하되어 가격등락이 심하다(3). 그래서 그 어느 때 보다도 남아도는 쌀과 포도를 원료로 한 가공산업의 발전이 절실한 시점이다.

포도를 주원료로 한 산업으로는 포도주산업, 포도주스와 포도잼 등을 생산하는 식품가공산업 등이 있다. 그 중에서 포도주산업은 포도를 주원료로 할뿐더러 과실주의 대표적인 것으로서 이에 대한 연구는 프랑스를 위시하여 외국에서 일찍부터

많은 연구가 되고 있다(4-15). 그러나 포도주가 중국에서 처음으로 도입된 이래로 우리나라에서 포도주를 만드는 방법은 현재의 담금 방법과는 상이하였다. “양주방(釀酒方)”에 의하면, “고려 시대의 포도주는 포도의 즙에 찢 참쌀과 소맥국 가루를 섞어 만든 것이다”라고 기술하고 있다(16). 즉 우리 민족의 전통적인 방식의 포도주는 쌀막걸리에 포도즙을 혼합하여 발효시킨 쌀포도주를 말하는 것으로서, 쌀포도주에 대한 연구는 전통술 복원에 관한 연구와 일맥상통한다고 할 수 있다. 그런데 근래 들어 쌀과 포도를 동시에 발효시키는 연구가 일부 진행되고 있으며, 모 기술연구소에서는 곡류와 과실을 이용한 발효주의 제조방법에 관한 특허(16)를 획득하였고, Bae 등(17)도 쌀포도탁주 담금을 시도한 바가 있다.

그러나 지금까지 쌀포도탁주 또는 쌀포도주에 대한 연구는 일률적으로 쌀을 이용하여 1단 담금을 하고, 포도를 처리하여 2단 담금하여 발효시킨 것으로서 쌀과 포도를 동시에 발효시킬 때 쌀과 포도의 혼합비율 그리고 쌀과 포도 중에서 어느 것을 먼저 발효시킬 것인가 하는 문제에 대해서는 구체적인 연구 결과가 없다.

따라서 본 연구에서는 쌀과 포도를 동시에 발효시킬 때 가장 적절한 쌀과 포도의 혼합비율 그리고 쌀과 포도 중에서 어느 것을 먼저 발효시킬 것인가 하는 문제에 대해서 중점적으로 연구하였고, 쌀의 처리방법으로는 무증자법을 선택하여 실험하였다. 그래서 쌀과 포도의 혼합비율을 달리하여 발효시킨

*Corresponding author: Jae-Sik Kim, Department of Fermentation Biotechnology, College of Agriculture and Life-Sciences, Kyungpook National University, 1370 Sangyeok-Dong, Buk-gu, Daegu, Korea
Tel: 82-53-950-7339
Fax: 82-53-950-7339
E-mail: dstsik@wmail.knu.ac.kr

쌀포도주 연구결과에서 최상의 혼합비율을 도출하여, 쌀과 포도의 혼합비율을 고정하고 첨가방법을 달리하여 발효시킨 쌀포도주의 발효과정 중에 일어나는 이화학적인 변화와 품질특성을 비교분석하였다. 또한, 김 등(18)이 발표한 국산포도를 이용한 적포도주의 개발에 근거하여 제조한 적포도주와 본 연구에서 가장 적절한 방법으로 도출된 쌀포도주에 대하여 관능검사를 실시하여 젊은 세대의 선호도를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

주원료로서 포도는 2002년도 충북 영동에서 수확한 *Campbell Early* 품종으로 저장포도를 사용하였으며, 쌀은 시판중인 일반미를 구매하여 사용하였다. 당화 효소제로서는 *Rhizopus sp.*의 역가 25,000 µg인 정제효소 Sumizyme(Shin Nihon Chemical Co., Japan)을 사용하였고, 발효제는 활성 건조효모인 *Saccharomyces cerevisiae* Fermivin(Gist-brocades, Chile) 제품을 사용하였다. 그리고 설탕(제일제당), 역가 180,000 U/g인 액상 pectinase(DSM Food Specialties, Netherland)와 메타중아황산칼륨(K₂S₂O₅, 대동화학, Japan)을 사용하였다.

담금방법

쌀과 포도의 혼합비율을 달리하여 담금한 쌀포도주 발효: 쌀포도주 발효는 1단 담금으로 쌀로 담금을 하고, 2단 담금에 전처리한 포도과쇄액을 첨가하여 발효시키는 방법으로서, 쌀과 포도의 혼합비율은 총 4가지로 하였으며, Table 1에 시험구별 혼합비율을 요약하였다.

1단 담금으로 0.5-1 kg의 생쌀을 깨끗한 물로 여러 번 씻어 2시간 물에 불린 후, 1시간동안 물빼기를 하고 후드 믹서기(한일전기주식회사, 한국)로 곱게 분쇄하였다. 발효전을 장착한 5 L 유리 발효조를 4개 준비하여 각 시험구별로 생쌀을 기준으로 0.4%(w/w)의 효모를 물로 풀어 넣은 후, 분쇄한 생쌀을 넣고, 생쌀을 기준으로 0.15%(w/w)의 당화 효소제를 풀어 넣어서 담금하였고, 25°C로 품온을 유지하였다. Lee(19)등은 무증자 전분의 당화에 관한 연구에서 역가 1,750 U/g인 당화 효소제를 1%(w/w) 사용하였으나, 본 연구에서는 역가 25,000 U/g인 당화 효소제를 사용함으로써 0.07%(w/w)만을 사용하여도 가능하나 충분한 당화를 시키고자 0.15%(w/w)를 사용하였다. 그리고 급수는 쌀을 기준으로 150%를 적용하였다. 각 시험구에는 알코올 농도가 약 12% 정도 생성되는 발효 2일째, 2단 담금용으로 전처리한 포도과쇄액을 첨가하였다. 포도의 전처리 방법으로는 포도를 2단 담금 하루 전에 깨끗한 수돗물로 3차례 세척하여 제경 및 파쇄하였고, 파쇄된 포도과쇄액에 포도의 색소추출을 용이하게 하고, 발효과정 중에 포도의 조직을 연화시켜 수율을 향상시키고자 포도를 기준으로 pectinase 0.01%(w/v), 메타중아

황산칼륨 200 ppm을 첨가하여 12시간 방치한 후, 1단 담금한 술덧에 첨가하였다. 쌀포도주는 발효전에서 CO₂ 가스 분출이 현저히 줄고 알코올 농도가 최대치에 이르렀을 때 전발효를 끝내고 술덧을 80 메쉬의 체와 구조토로 여과하여 12°C에서 저장하면서 30일간 숙성시켰다.

쌀과 포도의 첨가방법을 달리하여 담금한 쌀포도주 발효: 쌀과 포도의 혼합비율을 중량비로서 1 대 5로 고정하고(시험구 1), 쌀과 포도의 첨가방법을 3가지로 달리하여 쌀포도주를 담금하였다. 시험구1은 대조구이다.

시험구6은 포도를 0.5 kg씩 5회 분할하여 담금한 쌀포도주로서, 1단 담금으로 생쌀 0.5 kg을 깨끗한 물로 여러 번 씻어 2시간 물에 불린 후, 1시간 물빼기를 하고 후드 믹서기로 곱게 분쇄하였다. 발효전을 장착한 5 L 유리 발효조를 준비하여 생쌀을 기준으로 0.4%(w/w)의 효모를 물로 풀어 넣은 후, 0.15%(w/w)의 당화 효소제를 풀어 넣어 25°C에서 발효시켰다. 2일간 발효시켜 알코올 농도가 약 12% 정도 생성되었을 때, 0.5 kg의 포도를 깨끗한 수돗물로 3차례 세척하여 제경 및 파쇄한 포도과쇄액에 pectinase 0.01%(w/v), 메타중아황산칼륨 200 ppm을 첨가하여 6시간 방치한 전처리 포도과쇄액을 첨가하였다. 이후 24시간 간격으로 4회 더 반복하여 전처리한 포도과쇄액을 첨가하여 발효시켰다. 쌀포도주는 발효전에서 CO₂ 가스가 분출이 되지 않고 전발효가 끝났을 때 80 메쉬의 체와 구조토로 여과하여 12°C에서 저장하면서 30일간 숙성시켰다.

시험구7은 쌀과 포도를 동시에 첨가하여 1단 담금만으로 발효시킨 것으로서, 생쌀, 효소 및 효모는 시험구6과 동일하게 처리하였고, 포도는 2.5 kg을 사용하였으며, 포도의 전처리 및 발효, 숙성은 시험구6과 동일하게 하였다.

시험구8은 먼저 파쇄한 포도를 발효시킨 후 쌀을 첨가한 것으로서, 1단 담금으로 2.5 kg의 포도를 깨끗한 수돗물로 3차례 세척하여 제경 및 파쇄한 포도과쇄액을 발효전을 장착한 5 L 유리 발효조에 넣고, 포도를 기준으로 0.02%(w/w)의 효모를 물로 풀어 넣은 후 25°C에서 발효시켰다. 발효 2일째에 알코올이 6-7%에 도달하여 발효가 왕성하게 진행된다고 판단되었을 때, 0.5 kg의 쌀을 시험구6과 동일하게 처리하여 0.15%(w/w)의 당화 효소제를 넣었다. 그리고 2단 담금시 생성된 당을 동시에 발효시키기에는 효모가 부족할 것으로 판단되어 0.4%(w/w)의 효모를 물로 풀어 넣었다. 발효와 숙성은 시험구6과 동일하게 하였다.

포도주 발효

포도주 발효는 먼저 포도를 깨끗한 수돗물로 3차례 세척한 후 줄기를 제거하고, 포도알을 파쇄하여 포도과쇄액의 당도가 22°Brix가 되도록 설탕으로 보당하였다. 포도 과쇄량 5 kg을 기준으로 액상 pectinase 0.01%(w/v)와 메타중아황산칼륨 200 ppm을 첨가하여 2시간이 경과한 후, 포도주 효모인 *Saccharomyces cerevisiae* fermivin 0.02%(w/w)를 10배의 물에 풀어서 첨가하였으며 10 L 유리병에 넣어 항온조에서 25°C로 발효시켰다. 포도주는 발효가 종료되어 알코올 함량에 변화가 없을 때 술덧을 80 메쉬의 체와 구조토로 여과하여 후발효 시켰으며, 1주일 경과 후, 양금질하여 12°C에서 저장하면서 30일간 숙성시켰다.

분석방법

당도와 알코올: 발효중 쌀포도주의 당도는 상온에서 hand refractometer(ATAGO, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 알코올

Table 1. Rice-grape wine fermentation experiments in accordance with different mixing ratio of rice and grape

Experiment	Mixing ratio of rice and grape	
	Rice	Grape
1	1	5
2	2	5
3	5	5
4	5	2

은 1차 증류후 15°C에서 주도계를 이용하여 측정하였다.

환원당: Dinitrosalicylic acid 방법(20)으로 포도당을 표준물질로 하여 정량하였다.

총산 및 pH: 발효중 쌀포도주의 총산은 탈기시킨 술덧을 0.1 N NaOH로 적정하여 아래의 식에 따라 주석산으로 산출하였고, pH는 pH meter(TOA, Japan)를 이용하여 측정하였다.

총산(Total acidity, %) = 소요된 0.1 N NaOH의 mL × 0.1 N NaOH의 factor × 주석산(0.0076)지수 × 희석배수 × 100 / 시료체취량 (mL)

효모 생균수: 발효중 쌀포도주에 존재하는 효모의 생균수는 plate counting method를 이용하여 측정하였다. YPD(Yeast, Peptone, Dextrose)고체배지에 발효 중인 쌀포도주의 술덧을 도말한 다음 25°C에서 48시간 배양하여 콜로니 수를 계수하였다.

색도: 쌀포도주의 색도는 숙성된 쌀포도주를 규조토 여과기로 여과한 후, digital 색차계(Minolta RS-232C, Japan)로 측정하였으며, L, a, b 값으로 색도를 나타내었다.

관능검사: 쌀포도주 및 포도주의 관능검사는 12°C에서 30일간 숙성시킨 시험구1 쌀포도주와 12°C에서 30일간 숙성시킨 포도주를 20명의 경북대학교 식품공학전공 3학년 학생들을 대상으로 색깔, 향, 맛 그리고 종합적인 기호도를 5점 시험법으로 조사하였다. 그리고 관능검사의 통계처리는 SAS(Statistical Analysis System) program으로 실시하였고, 유의성 검증을 위해 분산분석(ANOVA)을 하였다(21).

결과 및 고찰

쌀과 포도의 혼합비율을 달리하여 담금한 쌀포도주의 발효 특성
쌀과 포도의 혼합비율을 달리하여 담금한 시험구1, 시험구2, 시험구3 및 시험구4에서 발효과정 중에 측정된 알코올 농도는 Fig. 1에서 보는 바와 같다.

1단 담금후 12시간이 경과하였을 때 발효전에서 CO₂ 가스가 분출되기 시작하여 발효시작 시점을 알 수 있었고, 발효 2일째는 11.8-12.3%로 급속하게 증가하였다. 그러나 모든 시험구에서 발효 3일째의 알코올 농도가 전일과 비교하여 0.8-2.7%까지 하락하였는데, 이것은 1단 담금으로 발효가 왕성하게 진행될 때 2단 담금용으로 전처리한 포도과쇄액을 첨가하여 술덧이 희석되었기 때문이다. 이후 발효 7일째까지 알코올 농도는 완만하게 증가하였고, 발효 9일째는 발효전에서 CO₂ 가스가 거의 분출되지 않았으며 알코올 농도 변화도 거의 없었다. 최종 알코올 농도는 시험구1, 시험구2, 시험구3 및 시험구4 순으로 12.9%, 14.9%, 16.0% 및 18.4% 이었다. 이는 쌀의 혼합비율이 높은 순서와 일치 하는데, 발효 가능한 탄수화물의 양이 많았기 때문에 알코올도 많이 생성된 것이다. 즉 쌀의 성분 중에서 탄수화물이 차지하는 비중은 90% 백미의 경우(22), 75.4%로서 Campbell early 품종의 포도 당도가 13-18% 정도인 점을 고려하면 당화 및 발효공정을 통하여 알코올로 전환될 수 있는 기질의 양이 훨씬 많은 것이다. 따라서 보통 시판 포도주의 알코올 농도가 7-13% 정도인 점을 고려하면, 쌀포도주는 쌀과 포도의 혼합비율을 달리하여 담금함으로써 포도주보다 높은 농

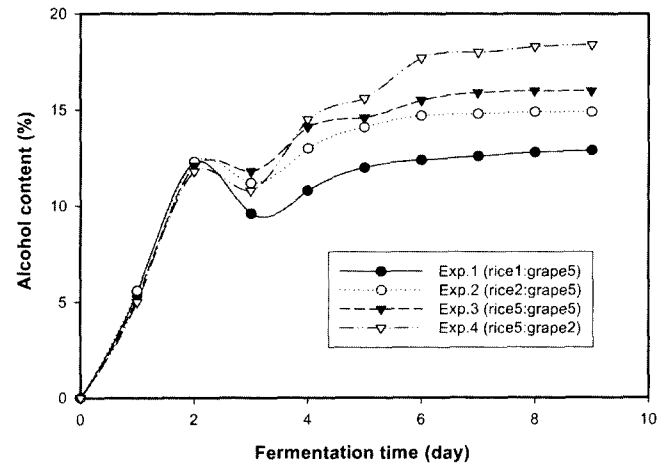


Fig. 1. Changes in alcohol content of rice-grape wine during fermentation at 25°C according to different mixing ratio of rice and grape.

Exp.1 was fermented in accordance with the ratio of rice one and grape five. Exp.2 was fermented in accordance with the ratio of rice two and grape five. Exp.3 was fermented in accordance with the ratio of rice five and grape five. Exp.4 was fermented in accordance with the ratio of rice five and grape two.

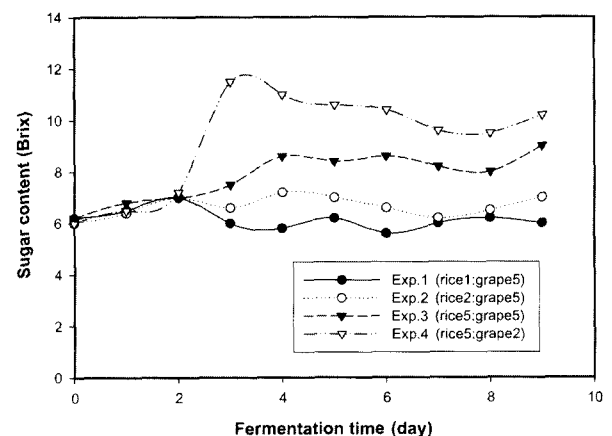


Fig. 2. Changes in sugar content of rice-grape wine during fermentation at 25°C according to different mixing ratio of rice and grape.

Symbols were referred to Fig. 1.

도의 알코올을 함유한 특성화된 포도주로 제조할 수 있을 것으로 판단되었다.

Fig. 2는 발효 과정중의 당도의 변화를 나타내고 있다. 모든 시험구의 Brix 당도는 1단 담금 기간인 발효 2일째까지 소폭 상승하였다. 그러나 2단 담금 후인 발효 3일째부터 쌀의 혼합비율이 높은 시험구4, 시험구3, 시험구2 및 시험구1 순으로 당도가 높았다. 이는 병행발효 과정에서 쌀의 혼합비율이 많은 시험구 순으로 당화작용이 왕성하게 진행되어 유리당 생성이 많았기 때문으로 판단되었다. 그리고 최종 Brix 당도는 시험구4, 시험구3, 시험구2 및 시험구1 순으로 10.2%, 9%, 7% 및 6%이었다. 이는 빛의 굴절률로 측정되는 Brix 당도계의 특성으로 인하여 당 이외의 알코올도 당도계의 수치를 증가시킨 것으로 판단이 된다.

Fig. 3은 환원당의 변화를 나타내고 있다. 환원당의 변화 경

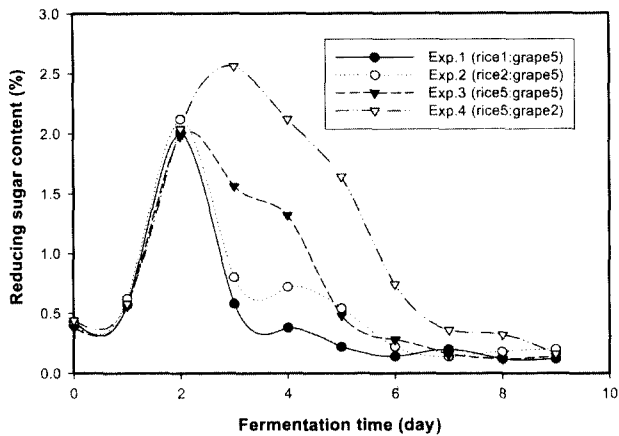


Fig. 3. Changes in reducing sugar content of rice-grape wine during fermentation at 25°C according to different mixing ratio of rice and grape. Symbols were referred to Fig. 1.

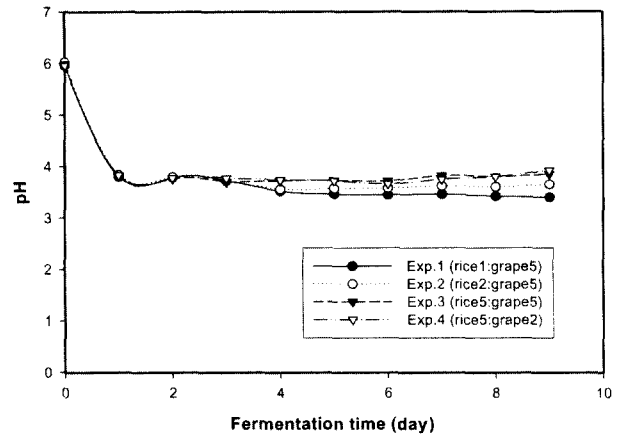


Fig. 4. Changes in pH of rice-grape wine during fermentation at 25°C according to different mixing ratio of rice and grape. Symbols were referred to Fig. 1.

향은 전체적으로 Fig. 2 당도의 변화와 같으며, 모든 시험구가 동일하게 발효 2일째까지 급속하게 증가 하였다. 발효 3일째의 환원당 농도를 살펴보면, 상대적으로 쌀의 혼합비율이 높은 시험구4, 시험구3, 시험구2 및 시험구1 순으로 환원당 농도가 높게 나타났다. 이것은 쌀의 양이 많을수록 탄수화물의 양이 많아 효소작용에 의한 전분질 분해의 양이 많았기 때문으로 판단되었다. 이후 발효 6일째까지 환원당은 급속하게 감소하여 발효가 왕성하게 진행되었음을 알 수 있었다. 이후는 잔류 환원당이 대부분 소진되어 거의 변화가 없었다.

Table 2은 효모 생균수의 변화를 나타내고 있다. 1단 담금 직후의 효모 생균수는 2.4×10^7 cfu/mL이었고, 포도 첨가 직전인 발효 2일째 15.21×10^7 cfu/mL로 증가하여 발효가 왕성하게 진행되어 충분한 술밑 역할을 하였음을 알 수 있었다. 또한 포도 첨가 후 하루가 경과한 발효 3일째의 효모 생균수는 6.18×10^7 cfu/mL였으며, 이후 효모 생균수는 점차 감소하여 발효 9일째 1.13×10^7 cfu/mL로 감소함으로써 정상 발효하였음을 알 수 있었다.

발효 과정 중의 쌀포도주 술덧의 pH 및 총산은 Fig. 4, Fig. 5와 같았다.

1단 담금 직후 pH는 5.96-6.02이었고, 포도를 첨가하기 전인 발효 2일째의 pH는 3.76-3.80으로 현저히 감소하였다. 이후의 pH는 전반적으로 발효 5, 6일째까지 조금 감소하다가 발효 9일째 약간 증가하는 경향을 보였다. 그리고 발효 9일째의 pH는 쌀 혼합비율이 많은 시험구4, 시험구3, 시험구2 및 시험구1 순으로 3.92, 3.85, 3.65 및 3.4였다. 이것은 *Rhizopus* sp. 누룩으로 담금한 탁주의 발효종료 후, pH가 5.5-4.2 범위인 것(23)과 *Campbell early* 품종의 포도로 담금한 포도주의 발효종료

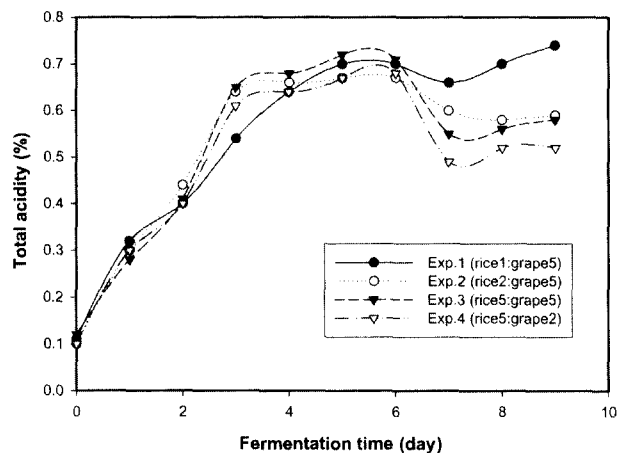


Fig. 5. Changes in total acidity of rice-grape wine during fermentation at 25°C according to different mixing ratio of rice and grape. Symbols were referred to Fig. 1.

후, pH가 3.3-3.4 범위(24)의 중간수준으로 pH 변화 경향을 판단할 수 있었다. 포도주의 경우 pH가 3.6 이상이면, 유리 아황산의 비율이 굉장히 저하되어 야생미생물에 대한 살균효과가 없어서 잡균이 발생할 가능성이 높고, 반대로 pH가 3.2 이하이면 지나치게 신맛이 난다(25,26). 그래서 쌀과 포도를 혼합 발효시킨 쌀포도주의 경우 모든 시험구가 pH 3.2 이상이어서 지나친 신맛이 나지 않는 것으로 판단된다.

총산은 발효 2일째까지 0.10-0.12%에서 0.40-0.44%로 증가하였으며, 포도를 첨가한 후, 포도의 혼합비율이 많은 시험구1

Table 2. The number of viable yeast cells (cfu/mL) presented in rice-grape wine fermentation in accordance with different mixing ratio of rice and grape (unit: 1×10^7)

Experiment	Fermentation time (day)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4	9	21	18	16	15	15	13	13	13
2	3	7	18	7	6	5	5	4	5	5
3	4	7	17	6	5	5	4	3	2	1
4	2	6	15	8	4	4	4	3	2	1

Table 3. Color of rice-grape wine after fermentation in accordance with different mixing ratio of rice and grape

Experiment	Hunter color values		
	L	a	b
1	79.75	23.96	21.01
2	83.04	12.88	23.56
3	88.93	12.77	16.70
4	89.95	8.76	25.47

의 경우는 발효 5일째까지 0.70%로 급속히 증가하다가 7일째 이후는 큰 변화가 없었고, 발효 9일째에 0.74%를 나타내었다. 그러나 쌀의 혼합비율이 많은 시험구2, 시험구3 및 시험구4는 발효 6일째까지 0.67%, 0.71% 및 0.68%까지 증가하다가 발효 7일째 이후 감소하여 발효 9일째에는 0.59%, 0.58% 및 0.52%를 나타내었다. 포도주의 신맛은 주로 tartaric acid와 malic acid가 결정을 한다. Tartaric acid는 cold stabilization 과정에서 많은 양이 potassium bitartrate 형태로 침전되어 양금질로서 제거된다(27). 그래서 포도주의 신맛을 줄이기 위해서는 malic acid 양을 줄여야 한다. MLF(Malolactic fermentation)는 malic acid를 lactic acid로 전환시켜 선택적으로 malic acid를 감소시켜 총산을 0.15-0.4% 정도로 낮출 수 있다(28). 그런데 쌀포도주는 MLF 과정을 거치지 않으면서도 첨가되는 쌀의 양에 따라서 최종 총산을 조절할 수 있다.

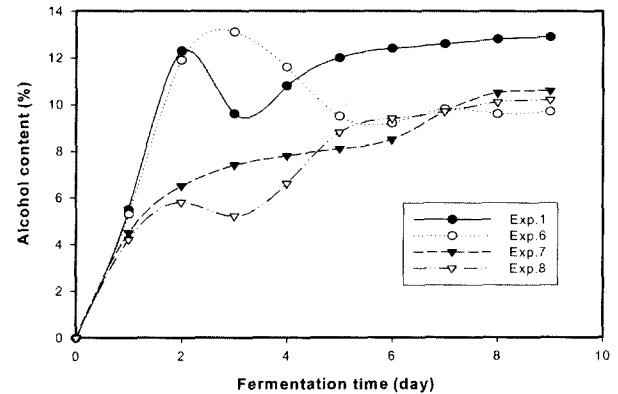
포도주의 색은 적색색소인 anthocyanin계 색소와 황색, 녹색계 색소인 chlorophyll, carotene, xanthophyll, flavone 등으로 대별된다. 적포도주에서는 적색색소가 침강, 퇴색, 갈변이 되며, 갈변은 주로 polyphenol성 물질의 산화가 주원인이다(26). 시험구1, 시험구2, 시험구3 및 시험구4의 발효 종료후 측정된 색도는 Table 3과 같이 쌀의 혼합비율이 높은 시험구4, 시험구3, 시험구2 및 시험구1 순으로 백색 값을 나타내는 L 값이 89.95, 88.93, 83.04 및 79.75 이었다. 반면에 적색 값을 나타내는 a 값은 포도의 혼합비율이 높은 시험구 순인 시험구1, 시험구2, 시험구3 및 시험구4 순으로 23.96, 12.88, 12.77 및 8.76 이었다. 즉 쌀의 함량이 많은 시험구4는 연한 분홍색을 나타내었으며, 시험구3, 시험구2 및 시험구1과 같이 포도의 양이 증가할수록 적색색소인 anthocyanin계 색소가 많이 용출되어 적색의 농도가 높아졌음을 알 수 있었다.

따라서 쌀과 포도의 혼합비율을 달리하여 담금한 쌀포도주는 쌀의 양을 많이 발효시킬수록 알코올 농도가 높았고, 총산은 낮춤으로서 어느 정도 신맛을 제거하여 부드러운 맛을 낼 수 있었으며, 포도의 양에 따라 쌀포도주의 색깔도 분홍색에서 진한 적색까지 조절할 수 있었다. 또한 상업적으로 유통중인 시판 포도주의 알코올 함량이 12-13%가 가장 많은데, 이상의 결과를 종합하면, 전 시험구 중에서 시험구1, 즉 쌀과 포도의 혼합비율을 1 대 5로 혼합하는 것이 쌀포도주를 담금하는 가장 적절한 방법으로 판단되었다.

쌀과 포도의 첨가방법을 달리하여 담금한 쌀포도주의 발효 특성

앞의 실험에서 도출된 결과를 바탕으로 쌀과 포도의 혼합비율을 1 대 5로 담금한 시험구1을 대조구로 하여 쌀과 포도의 첨가방법을 달리하여 발효 시켰을 때의 알코올 농도 변화는 Fig. 6에서 보는 바와 같다.

발효 2일째까지의 초기 발효속도는 1단 담금으로 생쌀을 발효시킨 시험구6이 대조구와 가장 유사한 경향을 나타내었고,

**Fig. 6. Changes in alcohol content of rice-grape wine during fermentation at 25°C according to different fermentation method.**

Exp.1 was fermented in accordance with the ratio of rice one and grape five. It is that grape was added after rice fermentation. Exp.6 was fermented in accordance with the ratio of rice two and grape five, It is that grape were added five times periodically. Exp.7 was fermented in accordance with the ratio of rice five and grape five, It is that rice and grape were simultaneously fermented. Exp.8 was fermented in accordance with the ratio of rice five and grape two, It is that rice was added after grape fermentation.

발효속도가 빠름을 알 수 있었다. 그러나 쌀과 포도를 동시에 발효시킨 시험구7 과 1단 담금으로 포도를 발효시킨 시험구8의 초기 발효속도는 완만함을 알 수 있었는데, 시험구7 및 시험구8의 초기 발효속도가 저해 받는 원인으로는 효모가 당에 의한 삼투압 저해를 받으며, 포도가 쌀에 비해서 상대적으로 단백질, 무기질 등 효모 증식영양분이 적어 초기의 알코올 증가분이 낮은 것으로 판단되었다. 발효 3일째의 알코올 농도가 시험구6은 초기 발효속도와 유사한 경향으로 증가하였는데, 이는 1단 담금으로 생쌀을 발효시켜 양호한 술미 역할을 하였으며, 1회째 첨가된 포도과쇄액의 양이 0.5 kg으로 소량 투입됨으로서 효모가 당에 의한 삼투압 저해를 거의 받지 않은 것으로 판단되었다. 그러나 2, 3회째 포도과쇄액을 첨가한 이후에는 효모의 활성저하 및 포도과쇄액에 의한 술덧의 희석으로 발효 4, 5일째 알코올 농도가 하락하였고, 4회째 포도과쇄액을 첨가한 발효 5일 이후에는 알코올 농도의 변화가 거의 없었다. 반면에 시험구8은 발효 3일째의 알코올 농도가 하락하였으며, 이는 1단 담금으로 포도를 발효시켜 술미 역할을 하였으나, 2단 담금 시 첨가한 생쌀의 당화공정으로 인한 영향으로 판단되었고, 발효 5일째까지 왕성한 발효를 하였음을 알 수 있었다. 최종 알코올 농도는 시험구6, 시험구7 및 시험구8이 대조구인 시험구1에 비해서 2.3-3.2% 낮게 나타났으며, 시험구1, 시험구7, 시험구8 및 시험구6 순으로 12.0%, 10.6%, 10.2% 및 9.7% 이었다.

Fig. 7과 Fig. 8은 당도 및 환원당의 변화를 나타낸 것으로서, 1단 담금 직후의 초기 당도함량 및 환원당의 함량은 포도 함량이 많은 시험구8, 시험구7 순으로 높았으며, 포도를 분할 첨가한 시험구6과 대조구는 유사한 초기치를 나타내었다. 발효 3일째 당도 및 환원당이 급격하게 감소하였는데, 담금 초기에 발효가 활발하게 진행되었다는 것을 알 수 있었다.

발효 진행 중의 효모 생균수 변화는 Table 4와 같다. 담금 직후의 효모 생균수는 1.5×10^7 cfu/mL이었고, 발효 2일째 8.30×10^7 cfu/mL로 증가하였으며, 발효 초기의 알코올 생성능력이 뛰어난 시험구6의 경우 효모 생균수도 가장 많았다. 시험구7,

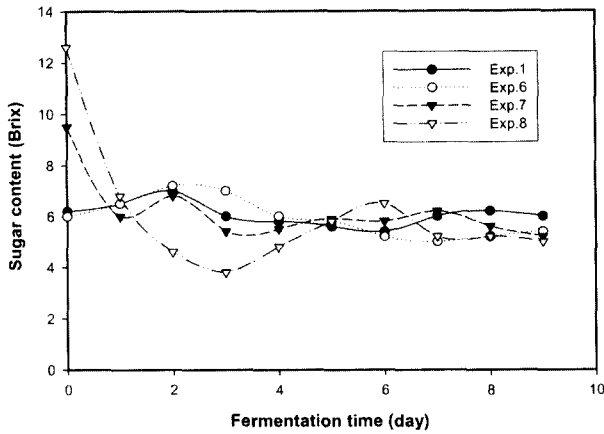


Fig. 7. Changes in sugar content of rice-grape wine during fermentation at 25°C according to different fermentation method. Symbols were referred to Fig. 6.

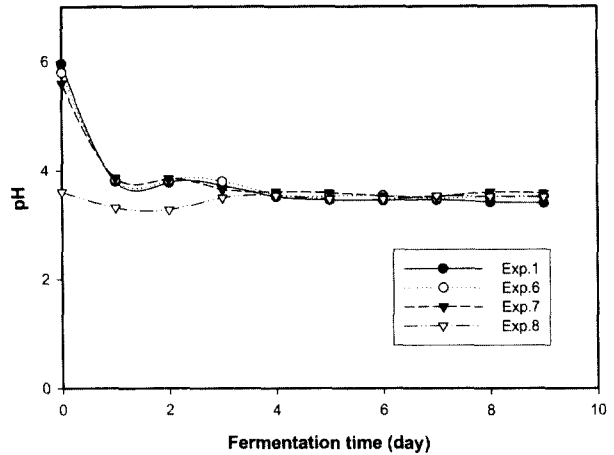


Fig. 9. Changes in pH of rice-grape wine during fermentation at 25°C according to different fermentation method. Symbols were referred to Fig. 6.

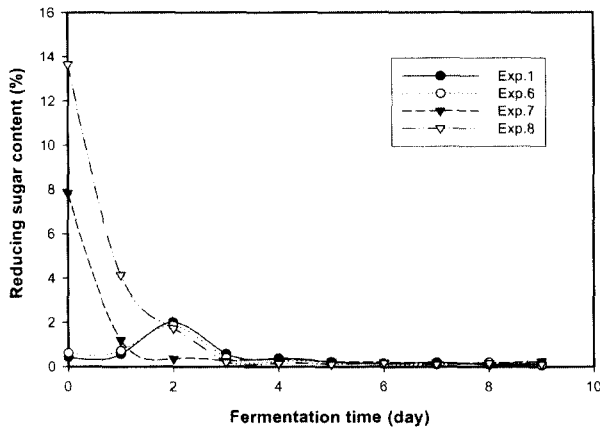


Fig. 8. Changes in reducing sugar content of rice-grape wine during fermentation at 25°C according to different fermentation method. Symbols were referred to Fig. 6.

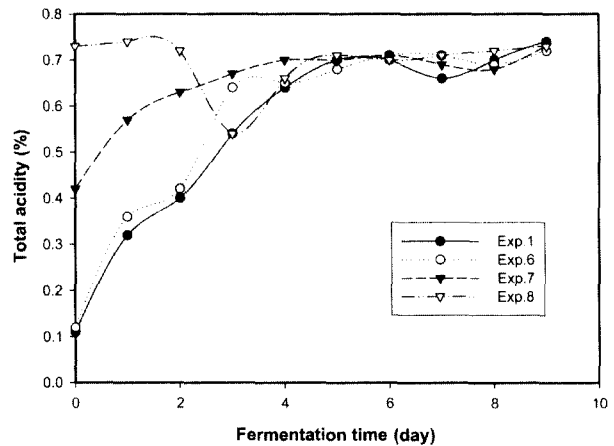


Fig. 10. Changes in total acidity of rice-grape wine during fermentation at 25°C according to different fermentation method. Symbols were referred to Fig. 6.

시험구8의 경우, 2단 담금 후 발효 3-5일째의 효모 생균수가 $20-26 \times 10^7$ cfu/mL, $9-19 \times 10^7$ cfu/mL으로 가장 많았으며 이후 감소한 것으로 보아 알코올 발효가 정상적으로 진행되었음을 알 수 있었다.

쌀포도주 술덧의 pH 및 총산은 Fig. 9, Fig. 10과 같다.

1단 담금 직후의 pH는 시험구6의 경우, pH 5.8로서 대조구와 유사한 양상을 나타내었다. 시험구7은 pH 5.6, 시험구8은 pH 3.61 였다. 발효 1일째의 pH는 시험구8을 제외한 모든 시험구에서 급속하게 감소하는 경향을 보였다. 시험구8은 발효 2일째까지 pH 3.61에서 pH 3.32, pH 3.28로 약간 감소하였으나,

2단 담금으로 쌀을 첨가한 발효 3일째 이후 pH 3.5로 조금 증가하였으나, 이후 큰 변화 없었다. 발효 최종일인 9일째의 pH는 대조구인 시험구1이 pH 3.4 였으나, 시험구8, 시험구6, 시험구7 순으로 pH 3.51, pH 3.53, pH 3.58 로서 유사한 양상을 나타내었다.

총산은 시험구1과 시험구6은 발효 2일째까지 0.11%에서 0.40%, 0.12%에서 0.42%로 급속하게 증가하였으나, 1단 담금으로 포도를 발효시킨 시험구8은 0.73%에서 0.72%로 변화가 없었다. 그리고 생쌀과 포도를 동시에 발효시킨 시험구7은 0.42%

Table 4. The number of viable yeast cells (cfu/mL) presented in rice-grape wine fermentation in accordance with different fermentation method of rice and grape (unit: 1×10^7)

Experiment	Fermentation time (day)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4	9	21	18	16	15	15	13	13	13
6	1	7	30	14	14	9	9	9	5	2
7	1	7	8	20	26	20	18	15	13	12
8	5	9	11	15	9	19	12	9	6	6

Table 5. Color of rice-grape wine after fermentation in accordance with different fermentation method of rice and grape

Experiment	Hunter color values		
	L	a	b
1	79.75	23.96	21.01
6	81.38	23.73	20.75
7	82.31	20.54	20.13
8	86.73	15.17	19.80

에서 0.63%로 완만하게 증가하는 경향을 나타내었다. 발효 3일째 2단 담금을 실시한 후의 총산은 시험구1, 시험구6은 0.54%, 0.64%로 약간 증가하여 발효 종료시까지 조금 증가하였고, 최종 총산은 0.74%, 0.72%이었다. 그러나 시험구8은 발효 3일째 0.54%로 떨어졌다가 발효 5일째까지 0.71%로 완만하게 증가하였고, 이후에는 일정한 값을 유지하여 발효 종료시 0.73%을 유지하였다. 시험구7의 경우는 발효종료시까지 큰 변화가 없었으며, 최종 총산은 0.73%였다.

쌀과 포도의 첨가방법을 달리하여 담금한 쌀포도주의 발효가 종료된 후에 측정된 색도는 Table 5와 같다. 4개의 시험구가 a 값에서 가장 큰 차이를 나타내었는데, 대조구인 시험구1은 23.96이었으나, 시험구6, 시험구7 및 시험구8 순으로 23.76, 20.54 및 15.17 값을 나타내어 시험구1의 적색 농도가 가장 강하였다. b 값에 있어서는 큰 차이를 보이지 않았지만, a 값과 같은 경향을 나타내었고 시험구1, 시험구6, 시험구7 및 시험구8 순으로 21.01, 20.75, 20.13 및 19.80을 나타내었다. 시험구1의 색도가 적포도주에 가장 가까웠음을 알 수 있었다.

쌀과 포도의 혼합비율을 쌀과 포도를 1 대 5로 고정하고서 첨가방법을 달리하고 담금하여 분석한 결과, 시험구1의 최종 알코올 농도가 3개의 시험구에 비해서 상당히 높았지만, 총산에서는 차이가 없었다. 그리고 색도 분석에서 나타난 바와 같이 1단 담금으로 생쌀을 발효시킨 후, 2단 담금시 전처리한 포도과쇄액을 첨가하는 방법이 더욱 진한 적색 색소를 용출시킨다는 것을 알 수 있었다.

이상에서 보는 바와 같이, 쌀과 포도의 혼합비율을 쌀과 포도를 1 대 5로 고정시키고, 쌀을 발효시키면서 포도를 나누어서 첨가하느냐(시험구6), 쌀과 포도를 동시에 혼합하여 발효시키느냐(시험구7), 포도를 먼저 발효시키고 나서 나중에 쌀을 첨가하느냐(시험구8) 등의 첨가방법에 관한 쌀포도주 발효실험을 실시한 결과, 알코올 생성, pH, 총산도, 색도 등을 종합해 보면 쌀을 먼저 발효시키고 2단 담금으로 포도를 발효시키는 것(시험구5)이 가장 적합한 방법으로 판단되었다.

포도주 및 쌀포도주의 관능검사 결과

경북대학교 식품공학과 3학년 학생 20명을 대상으로 관능검

사를 실시한 결과는 Table 6과 같았다.

관능검사에 앞서 포도주와 쌀포도주의 당산비를 20으로 조미하였다. 20대 초반의 젊은이들로 구성된 패널은 색에서는 포도주가 4.30, 쌀포도주가 3.25, 향은 포도주가 3.85, 쌀포도주가 3.00으로 포도주를 더 선호하였는데, SAS program에 의한 대응비교로 유의성 검증을 실시한 결과, 색, 향에서는 $p < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이를 나타내었다. 맛에서는 쌀포도주가 3.65, 포도주가 3.15로서 쌀포도주를 더 선호하였고, 종합적 선호도에서는 포도주 3.70, 쌀포도주 3.50으로 유사한 선호도를 나타내었다. 그러나 유의성 검증 결과, $p < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

그러나 Lee(29) 등은 한국산 적포도주의 관능적 특성에 관한 연구에서 포도주의 종합적 선호도 평가에 영향을 미치는 관능적 요인을 알아보기 위해 회귀분석을 실시한 결과, 종합적 선호도에 가장 높은 영향을 주는 인자는 맛 항목으로서 종합적 평가의 69.3%를 차지하며, 그 다음으로 색이 3.7%, 향이 1.5% 순이라고 주장하고 있다. 따라서 쌀포도주의 경우, 포도주에 비해서 색과 향에서 $p < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이를 나타낼 정도로 선호도가 떨어지고 있다고 하나, 맛에서는 포도주보다 더 선호하였던 것이 종합적인 선호도에서 비슷한 결과를 나타낸 것이라 판단된다.

요 약

쌀과 포도의 혼합방법과 첨가방법을 달리하여 담금하였을 시 발효 중에 일어나는 이화학적 특성과 관능검사 등을 통하여 얻어진 결과는 다음과 같다. 쌀과 포도의 혼합비율을 달리하여 쌀포도주를 담금하였을 시, 알코올 농도는 쌀의 혼합비율이 높은 시험구 순서대로 높았으며, 최종 알코올 농도는 쌀의 혼합비율이 높은 시험구4, 시험구3, 시험구2 및 시험구1 순으로 18.4, 16.0, 14.9 및 12.9% 이었다. 발효종료후 pH는 pH 3.4-3.92이었고, 총산은 쌀의 혼합비율이 높은 시험구 순서대로 낮았다. 색도의 경우, 쌀의 혼합비율이 높은 시험구 순서대로 L 값이 높았고, 반면에 a 값은 낮았다. 이상의 결과를 종합하면, 시험구 1, 즉 쌀과 포도의 혼합비율을 1 대 5로 하는 것이 쌀포도주를 담금하는 가장 적절한 방법으로 판단되었다. 쌀과 포도의 첨가방법을 달리하여 쌀포도주를 담금하였을 시, 3개 시험구의 알코올 농도는 대조구인 시험구1에 비해서 2.3-3.2% 낮았고, 발효종료후 전 시험구의 총산은 0.72-0.74%로서 큰 차이가 없었다. 색도 면에서는 대조구인 시험구1은 a 값이 23.96이었으나, 시험구6, 시험구7 및 시험구8 순으로 23.76, 20.54 및 15.17 값을 나타내었다. 이상의 결과를 종합해 보면, 대조구와 같이 쌀을 먼저 발효시키고 2단 담금으로 포도를 발효시키는 것이 가장 효과적 방법으로 판단되었다. 관능검사 결과, 색과 향에서는 포도주를 더 선호한 반면, 맛에서는 쌀포도주를 더 선호하였으며, 종합적 기호도에서는 비슷하였다.

Table 6. Sensory evaluation of red wine and rice-grape wine after fermentation

Classification	Preference ¹⁾			
	Color	Flavor	Taste	Overall preference
Red wine	4.30 ± 0.16	3.85 ± 0.15	3.15 ± 0.20	3.70 ± 0.12
Rice-grape wine	3.25 ± 0.20	3.00 ± 0.19	3.65 ± 0.19	3.50 ± 0.18

¹⁾Preference is represented 5-point hedonic scale: dislike extremely (1); like extremely (5). Values are average ± standard deviation.

문 헌

1. Bae SM. The promotion plan of the Korean traditional liquor in order to activate rural economy. Sun Comm. 38: 1-2 (2003)
2. MAF. Agricultural and Forestry Statistical Yearbook 2003. Ministry of Agricultural and Forestry. Seoul, Korea pp.232-239 (2003)
3. Sung JK. The Present of Grape Processing Industries, In Grape, from Plantation to Sales. The Nongmin Press, Seoul, Korea. pp. 23-41 (1996)
4. Amerin MA, Vernon LS. Wine an Introduction. 2nd ed. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, CA, USA (1977)
5. Ozawa SJ, Goto SJ. Wine Yeast Kyokai No.5(Yamanashi Yeast)-Its Fermentation Characteristics-. J. Brew. Soc. Japan 87: 626-628 (1992)
6. Park KL, Nah SS, Yoo YJ, Hong SC. Studies on the red wine production. Tech. Bull. Nat'l. Inst. Technol. Qual. 9: 107-112 (1969)
7. Gong SJ, Hong SB, Lee DK. Investigations on grape varieties for winering. Tech. Bull. Nat'l Hort. Res. Inst. 15: 19-23 (1973)
8. Park YH. Studies on the grape variety and the selection of yeast strain wine-making in Korea. Korean J. Agric. Chem. Soc. 18: 219-227 (1975)
9. Byun SS. A comparative study on the manufacturing processes of red of wine. Korean J. Nutr. 13: 139-144 (1980)
10. Yoo JH, Seog HM, Shin DH, Min BY. Enological characteristics of Korean grapes and quality evaluation of their wine. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 12: 185-190 (1984)
11. Lee JE, Won YD, Kim SS, Koh KH. The chemical characteristic of Korean red wine with different grape varieties. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 151-156 (2002)
12. Lee JE, Shin YS, Sim JK, Kim SS, Koh KH. Study on the color characteristic of Korean red wine. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 164-169 (2002)
13. Lee SJ. Cultivation of grape and quality of wine. Korean J. Food Sci. Technol. 17:15-18 (1984)
14. Wagner PM. A Guide to Wine Making in America-Grapes into Wine. Alfred AK, New York, NY, USA (1994)
15. Park WM, Park HG, Rhee SJ, Lee CH, Yoon KE. Suitability of domestic grape, cultivar *Campbell's Early*, for production of red wine. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 590-596 (2002)
16. Han SI. Manufacturing technology of liquor of mountain berry. Publication Patent S2003-0028513 (2003)
17. Bae SM. Theory of Brewery Manufacturing and Practice. Bae Sang Myun Brewery Institute, Seoul, Korea (2003)
18. Kim JS, Sim JY, Yook C. Development of red wine using domestic grapes, *Campbell Early* Part (I). Korean J. Food Sci. Technol. 33: 319-326 (2001)
19. Lee SY, Shin YC, Lee SH, Park SS, Kim HS, Byun SM. Saccharification of uncooked starch. Korean J. Food Sci. Technol. 16: 463-471 (1984)
20. Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 13: 426 (1959)
21. SAS. SAS/STAS User's Guide. Release 6.03 ed. SAS Institute, Cary, NC, USA (1988)
22. Bae SM. The Distilled Liquor Making Principle, Bae Sang Myun Brewery Institute, Seoul, Korea (2001)
23. Lee TS, Han EH. Volatile flavor components in mash of *Takju* prepared by using *Rhizopus japonicus Nuruks*. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 691-698 (2000)
24. Kim JS, Kim SH, Han JS, Yoon BT, Yook C.: Effects of sugar and yeast addition on red wine fermentation using *Campbell's Early*. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 516-521 (1999)
25. Iverson J. Home Wine Making Step by Step: A Guide to Fermenting Wine Grapes. 3rd ed. Stonemark Publishing Co., Medford, OR, USA (2000)
26. Bae SM. Wine Making Principle, Bae Sang Myun Brewery Institute, Seoul, Korea (2002)
27. Baldy MW. The University Wine Course: The Wine Appreciation Guide. South San Francisco, CA, USA (1997)
28. Oh KC. Color management of liquor. Alc. Liq. Eng. 45: 58-71 (1995)
29. Lee JE, Hong HD, Choi HD, Shin YS, Won YD, Kim SS, Koh KH. A study on the sensory characteristic of Korean red wine part (III). Korean J. Food Sci. Technol. 35: 841-848 (2003)

(2004년 1월 17일 접수; 2004년 7월 7일 채택)