

가당 및 효모첨가가 *Campbell Early* 포도주 발효에 미치는 영향

김재식 · 김성희 · 한정선 · 윤병태* · 육 철

영동대학교 식품공학전공

*영동포도가공 영농조합법인

Effects of Sugar and Yeast Addition on Red Wine Fermentation Using *Campbell Early*

Jae-Sik Kim, Sung-Hee Kim, Jung-Sun Han,

Byung-Tae Yoon* and Cheol Yook

Department of Food Science and Technology, Youngdong University

*Youngdong Grape Processing Association

Abstract

The average sugar content and total acidity (tartaric acid %) in *Campbell Early* harvested at Youngdong, Chungbuk in 1998 were 11~16°Brix and 0.7~1.1%, respectively. Extra sugar should be added to musts to have higher than 12% of alcohol content for red wine fermentation. When extra sugar and active dry yeast were added to *Campbell Early* must, wine fermentation was ended after 9 days at 25°C. The ethanol content was 14.7% (v/v). However, when sugar was added only without yeast, wine fermentation was ended up at 14.4% (v/v) of ethanol after 15 days. The total acidity (tartaric acid %) and pH was almost unchanged during both fermentations. Potassium metabisulfite was found to inhibit the propagation of bacteria without affecting red wine fermentation. But when potassium metabisulfite was directly added to young red wine after fermentation, the red color of wine was decolorized to yellow.

Key words: red wine, *Campbell Early*, wine yeast, potassium metabisulfite

서 론

국내의 과실주는 원래 농가 소득의 증대와 국토 유휴지 활용 측면에서 생산을 적극 권장하였고 과실주에 부과되는 주세도 상대적으로 낮게 부과하여 80년대 말까지는 적은 물량이나마 증가 추세를 유지하였으나 수입 포도주의 개방으로 국산 포도주의 생산은 점차 줄고 있는 실정이며 해를 거듭할수록 감소 폭도 커지고 있는데, 96년도 국산 포도주의 출고는 1,970 kL를 기록하여 95년 대비 26.0%의 감소를 보였으며, 반면 수입 포도주는 4,460 kL로 전년 대비 21.2%의 증가를 보여주고 있다⁽¹⁾. 이런 결과로 국내 포도 재배 농가에서는 수익성의 저하로 포도 재배를 포기하는 현상이 나타나며, 국산 포도주 제조 산업도 설비 가동

물 저하 등의 어려움에 직면해 있다⁽²⁾.

포도주는 과실주의 대표적인 것으로서 이에 대한 연구는 프랑스를 위시하여 외국에서 일찍부터 많은 연구가 되어 있다⁽³⁾. 그러나 국내에서는 이에 대한 연구가 비교적 적으며 1960년대 들어서 Park 등⁽⁴⁾이 *Campbell Early* 종을 원료로 포도주 제조 시험을 한 이외에 품종 선택을 목적으로 품종별 포도주 가공 적성에 관한 연구⁽⁵⁾가 있었으며, Park⁽⁶⁾은 국내에서 재배되는 각종 포도의 성분을 분석하여 포도주 제조에 적합한 품종을 선택하였으며 최적 효모 균주의 선발도 시도하였다. 또한 포도주 발효를 위해 우량 효모 균주 배양액을 첨가하여 포도주 발효를 시도한 보고도 있었는데, Byun⁽⁷⁾은 우량 균주 효모를 사용하여 포도주를 발효하여 세척한 포도로 담근 포도주와 비교하였으며, Yoo 등⁽⁸⁾은 한국산 포도를 우량 효모 균주 배양액을 사용하여 포도주로 발효시키고 품질을 평가하였으며 주모는 5% 사용을 권장하였다.

최근 주류 면허 발급이 완화되면서 농민 혹은 영농

Corresponding author: Cheol Yook, Department of Food Science and Technology, Faculty of Life Science Engineering, Youngdong University, 12-1, Seolgye-Ri, Youngdong-Eup, Youngdong-Gun, Chungbuk 370-800, Korea

단체에서 소규모로 포도주를 생산하여 지역 특산물로 판매하고 있는 실정인데 설비 투자 문제로 인해 우량 효모 균주의 배양액을 사용할 수 없으며 자연 발효로만 의존해서는 발효기간이 길고 잡균 및 산막효모의 오염으로 인해 포도주 발효가 실패할 우려가 높다. 그러나 이런 문제점은 활성 포도주 효모를 사용하여 초기 알코올 발효를 빨리 일으키고 발효 기간을 단축시킨다면 해결되리라 여겨진다. 따라서 본 연구에서는 포도의 전국 군 단위 생산량이 가장 많은 충북 영동 지방에서 1998년도 생산된 포도를 분석하고 여기에 활성 건조 효모를 첨가하여 포도주 발효를 손쉽게 일으키고 발효 기간도 단축하였으며, 특히 부패한 포도나 등의품 포도가 혼입된 경우 잡균 오염을 방지하기 위해 potassium metabisulfite로 포도즙을 처리했을 때의 포도주 발효 특성을 연구하였으며 농가나 영농 단체에서 손쉽게 포도주를 담그는 방법을 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

포도주 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*의 활성 건조 효모(Gist-brocades, Netherland)를 사용하였으며 설탕은 시중에서 구입하여 사용하였다. Potassium metabisulfite는 시약급 Junsei (Japan) 제품을 사용하였다.

포도주 발효

1998년 8~9월에 충북 영동에서 수확한 Campbell Early 포도를 제경하고 파쇄한 후 포도즙의 당도가 24°Brix가 되도록 시판 백설탕으로 가당하였고, 포도주 효모를 포도즙의 0.02% (w/w) 만큼 첨가하고(이때 포도즙내의 효모 생균수는 $5\sim6 \times 10^6$ cells/mL 이었다) 10 L 들이 유리 발효조로 옮기고 발효전을 장착한 다음 25°C에서 방치하여 포도즙을 발효시켰다. 발효 과정 중에 물로 채운 발효전으로부터 1분당 분출되는 CO₂ 가스의 방출 수를 측정하였으며 당도와 알코올 함량도 측정하였다. 발효전으로부터 CO₂ 가스 분출이 현저히 줄어들고 알코올 함량이 거의 최대치에 근접하면 발효를 끝내고 발효액을 형검으로 여과한 다음 여과된 포도주를 12°C에서 저장하면서 후발효를 계속 하였다.

총산 및 pH

총산(tartaric acid, %)은 AOAC 법에 준하여 측정하였다. 탈기시킨 포도즙을 0.1 N NaOH로 적정하여 아

래 식에 의해 주석산으로 산출하였고, pH는 pH meter (HANNA instruments, Portugal)를 이용하여 측정하였다.

총산(tartaric acid, %) =

$$\frac{\text{소요된 } 0.1 \text{ N NaOH mL 수} \times 0.1 \text{ N NaOH의 factor} \times \text{주석산 (0.0076)} \times \frac{\text{회석배수}}{\text{시료채취량(mL)}}}{100} \times 100$$

당도와 알코올

당도는 상온에서 hand refractometer (ATAGO, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 알코올은 1차 증류후 15°C에서 주도계를 이용하여 측정하였다.

생균수

생균수는 plate counting method로 포도즙을 채취하여 측정하였다. 효모의 생균수 측정은 YPD (yeast peptone dextrose) 고체 배지를 이용하여 25°C에서 48시간, 세균의 생균수 측정에는 표준찬천배지를 이용하여 30°C에서 48시간 배양하여 콜로니를 계수하였다.

색도

색도는 색차계 (Minolta, Japan)를 이용하여 측정하고 L, a, b 값으로 색도를 나타내었다.

결과 및 고찰

수확 시기별 Campbell Early 포도의 성분 변화

포도의 성숙기는 포도 열매가 성숙하기 까지의 약 40~50일을 말하며 이 기간 중에는 포도알의 부피와 무게가 증가하고 당이 증가하면서 산이 감소한다. 또한 탄닌이 생성되면서 색깔이 짙어지고 더불어 향기가 풍부하게 되는데 포도의 수확기는 해마다 기후 조건에 따라 조금씩 다르며 충북 영동 지방에서는 8월말이 수확 적기로 알려져 있다. 포도가 익어 가는 동안에 일어나는 여러 가지 성분 변화 중 포도주 양조에 가장 큰 영향을 미치는 것은 당도와 총산도의 변화로 알려져 있다⁷⁾.

충북 영동 지방에서 1998년 수확된 포도의 수확시기별 평균 당도와 총산은 Fig. 1과 같다. 포도가 익기 시작하는 8월 초순과 중순에는 당도가 8.0~11.0°Brix 정도이었고 총산은 1% 이상으로 단맛은 적고 신맛이 매우 강하였다. 수확기인 8월말에는 당도가 약 12~13°Brix 정도이었고 산도는 1.0% 이하로 나타났으며 성숙 말기인 9월 30일경에는 당도가 16.0°Brix 정도이었고 총산은 0.7% 이하였다. 이 후에는 시간이 경과하더라도 당도는 더 이상 올라가지 않고 오히려 오히려

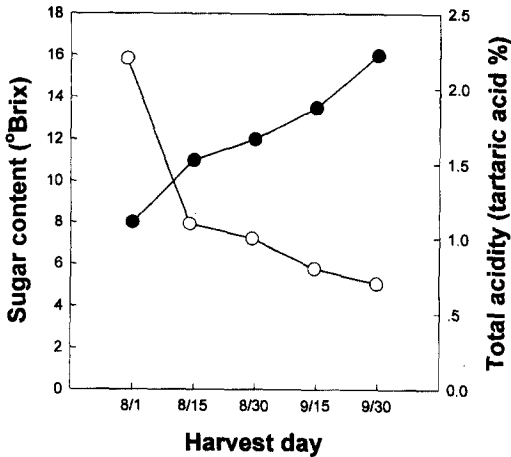


Fig. 1 Changes of sugar content (●—●) and total acidity (○—○) in must of *Campbell Early* harvested at different days.

부패도가 증가하기 시작하였으며 줄기에서 포도가 저절로 떨어지는 현상이 나타났다. 이로 볼 때 충북 영동 지역에서 포도주 양조에 쓸 *Campbell Early* 포도를 얻기 위해선 8월말과 9월말 사이에 포도를 수확하여야 할 것으로 생각되며 포도주 발효에 최적 당도인 20°Brix 이상을 얻기 위해서는 설탕이나 포도당, 액상과당 등으로 가당하지 않으면 안되었다. 유럽계 적포도주 양조용 포도인 *Vitis Vinifera* 보다 영동지역 *Campbell Early* 포도가 산미가 강한 것으로 나타났는데 이는 주로 사과산이나 주석산에 기인한 것으로 알려져 있다^(7,9).

Campbell Early 포도에 존재하는 효모 생균수

Park⁽⁵⁾은 우리나라에서 수확되는 포도에 자연적으로 존재하는 효모 34주를 분리하였고 일반적으로 알코올 생성능이 가장 높은 것으로 알려진 *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces bayanus*의 균주는 얻지 못하였다고 보고하였으며, Koh 등⁽⁶⁾은 포도주 발효를 위해 효모를 2.0×10^6 cells/mL 수준까지 접종하고 나서 발효가 최성기에 달했을 때 4.7×10^8 cells/mL 까지 증가됨을 보고하였다. 충북 영동 지역의 *Campbell Early* 포도 내에 존재하는 야생 효모의 수를 수확시기별로 측정된 결과는 Table 1에서와 같다. 수확시기별로 효모 개체 수에 약간의 차이가 있었으나 평균적으로 4×10^5 cells/mL 수준이었으며 Koh 등⁽⁶⁾이 초기 발효 효모 균체수로 보고한 2.0×10^6 cells/mL에는 미치지 못한 것으로 나타나 본 실험에서는 초기 발효를 왕성하게 하고 발효를 쉽게 일으키기 위하여 활성 건조

Table 1. Approximate number of viable yeast cells presented in musts of *Campbell Early*

Harvest day	Viable yeast cells (cells/mL)
8/1	4.1×10^5
8/15	6.2×10^5
8/30	4.4×10^5
9/15	3.5×10^5
9/30	3.9×10^5

효모를 적어도 5.0×10^6 cells/mL 수준이 되도록 첨가하였다.

가당 및 효모첨가에 따른 적포도주 발효 변화

충북 영동 지방에서 수확한 *Campbell Early*의 당도, 총산, 효모 생균수를 비교해 볼 때 원활한 포도주 발효를 위해서는 가당과 효모 첨가가 필요하다는 것을 알 수가 있었다. 초기 당도 24°Brix, 초기 효모 생균수 5.0×10^6 cells/mL 수준으로 설탕과 효모를 첨가하여 25°C에서 발효를 시켰을 때 발효 과정 중의 당도와 알코올 함량 변화는 Fig. 2A 및 2B와 같았으며 총산 및 pH 변화는 Fig. 3A 및 3B와 같았다. 효모첨가 여부에 관계없이 가당한 경우에는 알코올 함량이 14.5% 이상 도달하였으며 효모를 별도로 첨가한 경우는 발효 9일 만에, 첨가하지 않은 경우는 발효 16일 만에 거의 최대 알코올 함량에 도달하여 전발효가 끝난 것으로 보였다. 또한 가당은 하였으나 효모를 첨가하지 않은 시험구는 발효개시 후 1일이 지나서야 서서히 발효전으로부터 CO₂ 가스가 분출되기 시작하였고 이를 후에는 1분당 180방울 정도로 CO₂가 분출되는 활발한 발효가 관찰되었으며 껍질과 포도 알맹이가 서서히 부상하여 cap을 형성하는 것을 관찰할 수 있었다. 하지만 가당을 하고 효모를 첨가한 시험구는 첨가 후 1시간 만에 발효전으로부터 CO₂ 가스가 분출되기 시작하였고 12시간 지난 후에는 1분당 220방울의 CO₂ 가스가 분출되었으며 발효기 상부에는 cap이 형성되었다. 또한 효모 비첨가구와는 달리 cap 하부에 수많은 CO₂ 거품을 확인할 수 있어 초기에 발효가 왕성하게 일어남을 알 수 있었다. 이는 상업적인 대규모 발효에는 대단히 중요한 요소로 판단된다. 즉, 활성 건조 효모를 첨가하여 포도주 발효를 할 경우에는 25°C 정도에서 초기 발효가 왕성하게 일어나 발효 양상이 알코올 발효로 이전되면서 발효기간 중 효모가 우세한 미생물 분포를 유지할 수 있으나, 효모를 첨가하지 않은 경우는 1~2일간의 적응기가 필요해 이 기간 동안 잡균 오염에 의한 이취가 발생한다던가 혹은 산막효모에 의해 포도주 표면에 막이 형성되던가 심한 경우는 초산 발효가 진행되어 포도

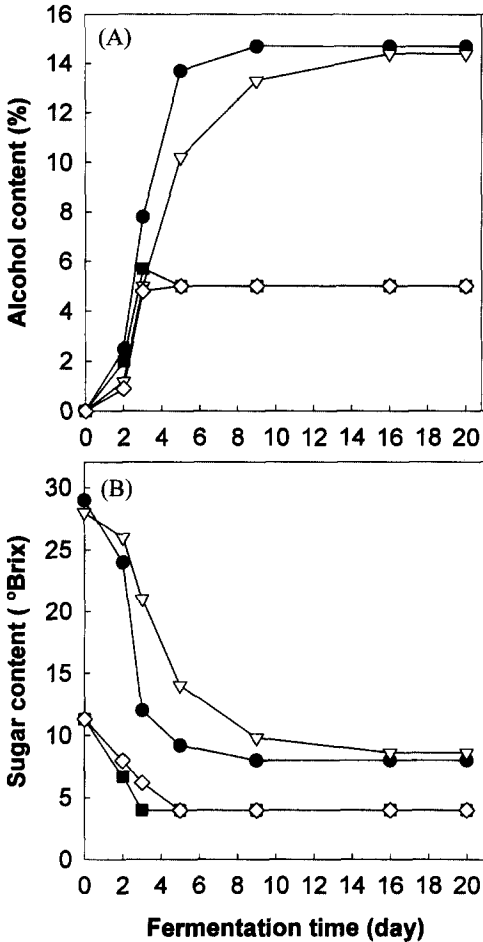


Fig. 2 Changes of alcohol content (A) and sugar content (B) in grape musts during red wine fermentation at 25°C by addition of sugar and active wine yeast; sugar and yeast added (●—●), only sugar added (▽—▽), only yeast added (■—■) and no addition (◇—◇).

식초로 되어버리는 현상까지 초래할 수 있다고 판단된다. 실제로 효모를 첨가하지 않은 경우 10 L 용량의 발효에서 20% 정도는 포도주 발효에 실패하였다.

반면 가당을 하지 않은 경우는 효모 첨가구가 비첨가구보다 약간 발효 속도가 빨랐으나 큰 차이가 없었으며 발효 3일 만에 거의 최대 알코올 함량 5%에 도달하였으며 이 후 알코올 함량에 큰 변화가 없었다. 발효 과정 중 pH와 총산은 거의 변화가 없었으나 pH는 초기 3.3에서 발효 말기 3.4정도까지 약간 증가하였으며 산도는 약간 감소하는 추세였다.

Potassium metabisulfite 첨가가 포도주 발효에 미치는 영향

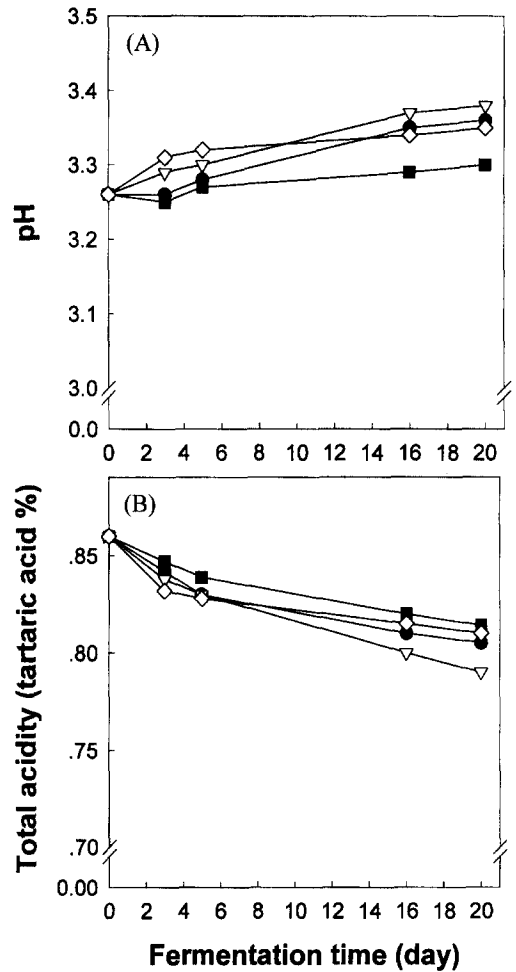


Fig. 3 Changes of pH (A) and total acidity (B) in grape musts during red wine fermentation at 25°C by addition of sugar and wine yeast culture.; sugar and yeast added (●—●), only sugar added (▽—▽), only yeast added (■—■) and no addition (◇—◇).

포도를 으깨면서 potassium metabisulfite를 첨가하는 것은 잡균 오염 방지 및 색소의 추출이 목적인데 보통 유효 SO₂ 농도로 100 ppm, 부패과에 대해서는 200 ppm 정도로 첨가하는 것을 권장하고 있다⁽¹⁰⁾. 본 실험에서는 생식용으로 부적합한 부패과 및 등외품이 혼입된 포도를 이용하여 포도를 으깬 때 살균 목적으로 potassium metabisulfite를 첨가 최대 허용치인 350 ppm에 가까운 300 ppm과 500 ppm 두가지로 나누어 첨가하고, 24시간 경과하고 나면 효모를 첨가하여 발효시켰는데 potassium metabisulfite를 첨가하기 전후의 일반 세균수 변화는 Table 2와 같았으며 포도주 발효 과정 중의 알코올 함량과 당도 변화는 Fig. 4와 같

Table 2. Viable bacterial cells presented in grape must before and after addition of potassium metabisulfite

(unit: cells/mL)

Treatment	Content of sodium metabisulfite added to grape musts		
	Control (no addition)	300 ppm	500 ppm
Before addition	1.2~2.7 × 10 ⁸	1.2~2.7 × 10 ⁸	1.2~2.7 × 10 ⁸
1 day after addition	3~5.6 × 10 ⁸	3.7 × 10 ³	8.1 × 10 ²
At the end of fermentation (8 days after)	4 × 10 ⁸	6 × 10 ⁴	2 × 10 ³

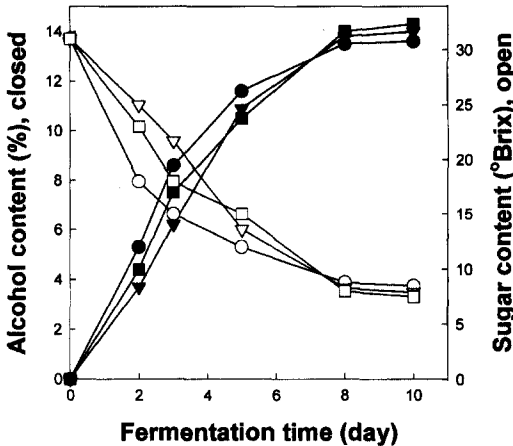


Fig. 4 Effect of potassium metabisulfite on red wine fermentation, not added (O—O), 300 ppm added (▽—▽), 500 ppm added (□—□).

았다. 초기 발효 속도 및 전반적인 발효 속도는 potassium metabisulfite를 첨가한 경우가 첨가하지 않은 경우보다 약간 느렸으나 최종 알코올 농도는 14% 이상으로 비슷하였다. 이는 24시간 지난 후 유효 SO₂ 농도가 감소한데다 효모가 SO₂에 대해 상당한 내성을 가지고 있기 때문으로 이미 밝혀졌으며⁽¹¹⁾ 본 실험

에서도 유사한 결과를 나타내었다. 한편 potassium metabisulfite를 300 ppm 혹은 500 ppm 첨가하였을 때 일반 세균수는 10⁸ cells/mL에서 10²~10³ cells/mL로, 발효 말기에는 10³~10⁴ cells/mL 수준으로 현저히 감소되는 것을 볼 수 있었다. 그러나 전발효가 끝나고 여과한 포도주 발효액에 잡균 오염 방지 목적으로 potassium metabisulfite를 첨가한 경우는 포도주의 탈색 현상을 관찰할 수 있었으며 그 결과는 Table 3에서와 같다. Potassium metabisulfite를 첨가하지 않고 제조한 포도주(control)에 potassium metabisulfite를 40 ppm 이상 첨가한 경우에는 포도주의 적색이 어려워지고 밝은 갈색으로 탈색되는 것을 알 수 있었다.

요 약

충북 영동 지역에서 1998년 수확한 포도 (Campbell Early)의 수확시기별 평균 당도와 산도는 8월 15일에 각각 11±0.5°Brix, 1.1±0.3%이었고, 8월 30일에는 12.0±0.4°Brix, 1.0±0.2%, 9월 15일에는 13.5±0.4°Brix, 0.8±0.2%, 9월 30일에는 16.0±0.5°Brix, 0.7±0.1%로 나타났으며, 야생효모량은 평균 4~8 × 10⁶ cells/g으로 나타나 포도주 발효를 위해서는 가당과 효모첨가가 필요한 것을 알 수 있었다. 8월 30일경 수확한 포도로 초기

Table 3. Color change of young red wine when potassium metabisulfite was added after fermentation

Days after addition	Color ¹⁾	Content of potassium metabisulfite added to red wine (ppm)							
		control	20	40	100	200	400	600	1000
0 day (start)	L	39	39	41	48	56	62	65	68
	a	60	60	59	50	37	27	23	19
	b	40	40	39	36	37	38	39	39
3 days	L	38	38	37	45	53	60	62	68
	a	60	61	59	55	42	30	24	19
	b	43	43	41	38	37	38	39	40
14 days	L	29	29	27	31	37	44	54	61
	a	59	60	60	60	59	51	38	27
	b	46	46	44	47	46	43	43	43

¹⁾ Color L; black(0) ↔ white(100) a; red(100-0) ↔ green(0~80) b; yellow(70~0) ↔ blue(0~70).

당농도를 24°Brix, 초기 효모농도를 5×10^6 cells/mL로 하여 25°C에서 발효시킨 경우 9일만에 발효가 종료되어 최종 14.7% (v/v)의 알코올 함량을 나타내었으며, 산도와 pH는 각각 $0.9 \pm 0.2\%$, 3.3 ± 0.2 로 발효 중에서의 변화가 없었다. 반면 효모를 첨가하지 않은 경우는 약 15일만에 발효가 종료되었으며 알코올 함량은 최종 14.4% (v/v)로 효모 첨가구와 비슷하게 나타내었다. 그러나 발효개시 2일 경과 후에 발효가 일어나기 시작하여 잡균오염에 의한 이상발효의 우려가 있었다. 살균 및 색소추출의 목적으로 potassium metabisulfite를 300 ppm 첨가한 등외품 포도즙의 일반세균수는 10^3 cells/mL, 500 ppm 첨가한 것은 10^2 cells/mL수준이었고, 첨가하지 않은 경우는 10^8 cells/mL수준이었으며, 전발효 종료시 알코올 생성은 모두 14% (v/v) 정도로 비슷하였다. 포도주의 숙성기간 중 잡균 오염 방지를 위해 potassium metabisulfite를 40 ppm 이상 첨가하였을 때에는 포도주의 색이 탈색되었다.

감사의 글

본 연구는 1998년도 충북 산·학·연 공동기술개발 지역컨소시엄 연구비에 의하여 수행된 연구 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

문헌

1. The Agriculture, Fisheries and Livestock News: The trend of production and sales in alcoholic beverage industries (in Korean). In *Korean Annual Report of Food*

- Industries, The Agriculture, Fisheries and Livestock News, Seoul, 468-484 (1997)*
2. Sung, J. K.: The present of grape processing industries (in Korean). In *Grape, from Plantation to Sales, The Nongmin Press, Seoul, 23-41 (1996)*
3. Amerine, M. A. and Cruess, W. V.: Red table wine production. In *The Technology of Wine Making*, AVI Publishing Co., Connecticut, 303-329 (1960)
4. Park, K. I., Nah, S. S., Yoo, Y. J. and Hong, S. C.: Studies on the red wine production (in Korean). *Technical Bulletin of National Institute of Technology and Quality*, **19**, 107-112 (1969)
5. Gong, S. J., Hong, S. B. and Lee, D. K.: Investigations on grape varieties for winering (in Korean). *Technical Bulletin of National Horticultural Research Institute*, **15**, 19-23 (1973)
6. Park, Y. H.: Studies on the grape variety and the selection of yeast strain for wine-making in Korea (in Korean). *Korean J. Agric. Chem. Soc.*, **18**(4), 219-227 (1975)
7. Byun, S. S.: A comparative study on the manufacturing processes of red wine (in Korean). *Korean J. Nutr.*, **13**(3), 139-144 (1980)
8. Yoo, J. Y., Seog, H. M., Shin, D. H. and Min, B. Y.: Enological characteristics of Korean grapes and quality evaluation of their wine (in Korean). *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, **12**(3), 185-190 (1984)
9. Koh, K. H. and Chang, W. Y.: Changes of chemical components during Seibel white grape must fermentation by different yeast strains (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**(3), 487-493 (1998)
10. Lee, H. C.: Red wine (in Korean). In *Fermented Foods*, Shingwang Publishing Co., Seoul, 178-188 (1996)
11. Ha, D. M.: Red wine (in Korean). In *Fermentation Technology*, Munun Publishing Co., Seoul, 374-389 (1996)

(1998년 12월 23일 접수)