

## Quality Characteristics of Kiwi Wine and Optimum Malolactic Fermentation Conditions

Sang-Dong Kang<sup>1</sup>, Yu-Jin Ko<sup>1</sup>, Eun-Jung Kim<sup>1</sup>, Yong-Hwi Son<sup>1</sup>, Jin-Yong Kim<sup>1</sup>, Hui-Gyeong Seol<sup>1</sup>, Ig-Jo Kim<sup>1</sup>, Hyoun-Kook Cho<sup>2</sup> and Chung-Ho Ryu<sup>1\*</sup><sup>1</sup>Division of Applied Life Science (BK21 program), Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea<sup>2</sup>Farming Corporation Orumjooja Winery, Sacheon-si 664-070, Korea

Received November 19, 2010 / Accepted January 13, 2011

Maloactic fermentation (MLF) occurs after completion of alcoholic fermentation and is mediated by lactic acid bacteria (LAB), mainly *Oenococcus oeni*. Kiwi wine more than commercial grape wine has the problem of high acidity. Therefore, we investigated the optimal MLF conditions for regulating strong acidity and improving the quality properties of wine fermented with Kiwi fruit cultivated in Korea. For alcohol fermentation, industrial wine yeast *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12650 strains and LAB, known as MLF strains, were used to alleviate wine acidity. First, the various experimental conditions of Kiwi fruit, initial pH (2.5, 3.5, 4.5), fermenting temperature (20, 25, 30°C), and sugar contents (24 °Brix), were adjusted, and after the fermentation period, we measured the acidity, pH, and the change in organic acid content by the AOAC method and HPLC analysis. The alcohol content of fermented Kiwi wine was 12.75%. Further, total acidity and pH of Kiwi wine were 0.78% and 3.5, respectively. Total sugar and total polyphenol contents of Kiwi wine were 38.72 mg/ml and 60.18 mg/ml, respectively. With regard to organic acid content, the control contained 0.63 mg/ml of oxalic acid, 2.99 mg/ml of malic acid, and 0.71 mg/ml of lactic acid, whereas MLF wine contained 0.69 mg/ml of oxalic acid, 0.06 mg/ml of malic acid, and 3.12 mg/ml of lactic acid. Kiwi wine had lower malic acid values and total acidity than control after MLF processing. In MLF, the optimum initial pH value and fermentation temperature were 3.5 and 25°C, respectively. Therefore, these studies suggest that establishment of optimal MLF conditions could improve the properties of Kiwi wine manufactured in Korea.

**Key words** : Kiwi, wine, malolactic fermentation (MLF), lactic acid bacteria (LAB)

## 서 론

참다래(Kiwifruit, *Actinidia deliciosa*)는 아열대성 낙엽과수이며 우리나라에서 재배되고 있는 품종은 주로 Hayward로서 1977년 뉴질랜드에서 종자를 도입하여 남해안 일대와 제주지역에서 재배되고 있다[7,11]. 국내에서 생산되는 참다래는 과실의 크기가 크고 맛과 향이 다른 품종에 비해 우수한 것이 특징이며 식이섬유, 비타민 C 함량이 높고, 칼슘, 마그네슘, 인 등의 무기질 함량도 풍부하여 영양학적으로 우수하다[2,11,13]. 또한 단백질 분해효소가 함유되어 있어 육류의 연육 효과가 있다고 알려져 있다[23]. 하지만 수확 후 에틸렌 생성량의 증가와 호흡 상승으로 인하여 과육이 쉽게 물러져 상품성이 떨어지는 계절과실이라는 단점[10,19]과 급속한 재배면적 증가에 따른 생산량의 증대로 인하여 저장기간이 장기화되고 저장 중 품질저하라는 큰 문제점도 가지고 있다[18]. 이러한 문제점을 보완하기 위한 국내 연구로서 참다래 절편의 저장성

향상[14,17,18]과 참다래를 이용한 주스의 이화학적 특성[11], 참다래 발효주의 제조 및 품질특성[5], 참다래 발효주와 참다래 리큐르 맛술의 관능적 특성 연구[22]에 관한 보고가 있다. 하지만 대부분의 연구가 참다래의 저장성 향상을 위한 연구이며 참다래 가공품과 산업화에 대한 연구가 미비한 실정이다.

낙과 및 저장 중 품질이 저하된 참다래를 가공하여 상품성을 증대시킬 수 있는 방안으로써 참다래를 이용하여 와인을 제조할 경우 참다래 특유의 강한 산미로 인해 와인의 품질이 저하되는 경우가 있다. 포도주의 경우 강한 산미를 감소시키기 위하여 화학적인[15] 방법과 미생물학적인[3,4] 방법, 희석법[8], 침전처리법[21] 등이 이용되고 있다. 특히 과실에서 강한 신맛을 내는 유기산인 malic acid를 감소시키는 malolactic fermentation (MLF) [3]은 lactic acid bacteria (LAB)에 의해 이루어지며 malic acid를 부드러운 신맛을 내는 lactic acid로 전환시키고 CO<sub>2</sub>를 생산하는 공정으로서 외국에서 이미 보편화된 방법이다. MLF에 관여하는 LAB는 *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Lactobacillus* 등이 있으며 *Oenococcus oeni*는 높은 알코올함량과 낮은 산도에 강한 내성을 나타내기 때문에 MLF의 주요 균주로 알려져 있다[20]. 이에 본 연구에서는 참다래의

**\*Corresponding author**

Tel : +82-55-772-1905, Fax : +82-55-772-1909

E-mail : ryu@gnu.ac.kr

상품 가치 증가와 우리나라 고유의 과실주개발을 위하여 참다래 고유의 맛과 향을 살리며 국내산 과실의 특성상 발효 후에도 남아 있는 강한 신맛을 감소시키기 위하여 참다래 와인의 MLF 공정 최적조건을 확립하고 최적 발효조건으로 제조된 참다래 와인의 품질특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 참다래(*Actinidia deliciosa*)는 경상남도 사천에서 2008년 11월에 생산된 것을 사용하였으며 참다래를 수세하고 분쇄 한 후 80℃에서 20분간 살균하여 참다래 와인 제조에 사용하였다.

### 발효 균주 배양

참다래 와인의 알코올 발효를 위해 알코올 생성력과 방향이 우수하다고 알려져 있는[1] *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12650을 YM (Difco, Co., USA) 배지에 배양한 후 YPD (yeast extract 1%, peptone 1%, glucose 2%, pH 3.8)에 24 시간 동안 진탕배양(30℃, 190 rpm)하여 사용하였으며, MLF 상용 균주 *Oenococcus oeni* PUS-1는 Acidic Tomato Medium for *Leuconostoc* (glucose 1%, peptone 1%, yeast extract 0.5%, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.02%, MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O 0.005%, Tomato juice 25%, Agar (if needed) 1.5%)에서 25℃, 48 시간 배양시킨 후 MRS (Difco, Co., USA) 액체배지에서 25℃, 48 시간 액체 배양하여 실험에 사용하였다.

### 참다래 와인 제조

참다래 2 kg을 물로 깨끗이 세척한 후 파쇄하고 물 2 l를 혼합한 후 Sucrose를 첨가하여 24 °Brix로 보당하고 전배양시킨 효모를 1% 접종하여 25℃에서 15일간 발효하여 참다래 와인을 제조하였다.

### Malolactic fermentation (MLF) 조건 설정

25℃에서 15일간 발효시킨 참다래 와인에 *Oenococcus oeni* (*O. oeni*)를 1% 접종한 후 초기 pH를 각각 2.5, 3.5, 4.5로 조절하여 20, 25, 30℃에서 각각 20일간 발효를 진행하면서 2일간격으로 당도, 산도 및 malic acid 함량의 변화를 측정하였다. 또한 확립된 최적 MLF 조건으로 20일간 발효시키면서 2일간격으로 malic acid 및 lactic acid 함량의 변화를 측정하고 제조된 참다래 와인의 품질특성을 조사하였다.

### pH 및 당도 측정

참다래 와인의 pH는 pH meter (Orion 420A, USA)로 실온에서 측정하였고, 당도는 hand refractometer (KRÜSS, Germany)를 이용하여 측정하였다.

### 총산 함량 측정

참다래 와인의 총산 함량은 phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH 용액으로 중화 적정하여 그때까지 소비된 용액의 양을 tartaric acid로 환산하여 표시하였다.

### 알코올 함량 측정

알코올 함량은 참다래 와인 시료를 원심분리(8,000× g 10 min, Hanil Micro 17R, Korea)하여 침전물을 제거한 후 0.22 μm membrane filter (Millipore, USA)로 여과하고 Sep-pak C<sub>18</sub> (Waters Co., USA)로 여액에서의 색소 성분을 제거한 후 Gas Chromatography (Agilent 6890N, Agilent Technologies, USA)로 분석하였으며, 표준물질은 Ethanol 99% (Aldrich, USA)를 사용하였다. 이때 분석용 column은 FFAP (30.0 m×2.5 mm×0.25 μm)를 이용하였고, detector는 flame ionization detector (FID)를 사용하였다. 이동상은 nitrate gas를 이용하였으며 flow rate는 1.0 ml/min이었다. 시료의 1회 주입량은 20 μl 이었으며 injector temperature와 detector temperature는 각각 200℃이다.

### 유기산 함량 측정

유기산 함량은 참다래 와인 시료를 원심분리(8,000× g 10 min, Hanil Micro 17R, Korea)하여 침전물을 제거한 후 0.22 μm membrane filter (Millipore, USA)로 여과하고 Sep-pak C<sub>18</sub> (Waters Co., USA)로 여액에서의 색소 성분을 제거한 후 HPLC (Agilent 1100 Series, USA)로 분석하였다. 이때 분석용 column은 C-610H (300 mm×7.8 mm×9 μm, Supelco)를 이용하였고, detector는 UV detector를 이용하여 210 nm에서 검출하였다. 이동상은 0.1% phosphoric acid를 이용하였으며 flow rate는 0.5 ml/min이었다. 시료의 1회 주입량은 20 μl이었다.

### 관능 평가

관능검사는 관능평가 법에 대한 사전 교육을 시킨 23~40세 남, 여 20명의 패널을 선정하여 25℃에서 15일간 발효시킨 참다래 와인의 색, 향, 신맛, 떫은맛, 전체적 기호도를 5점 평점법[5]으로 평가하여 매우 좋다 5, 매우 나쁘다 1의 점수로 표시하였다.

## 결과 및 고찰

### 발효 온도에 따른 MLF 참다래 와인의 특성

알코올 발효가 끝난 참다래 와인을 20일간 MLF 시켜 제조된 참다래 와인의 MLF 온도에 따른 당도변화를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. MLF가 진행됨에 따라 모든 실험구에서 당도가 점차 감소하는 것으로 나타났으며, 25℃에서 발효시켰을 때 참다래 와인의 당도는 5.90 °Brix로 가장 낮게 나타났다. MLF를 25℃에서 실시하였을 때 당도가 가장 낮은 것은 *O. oeni*

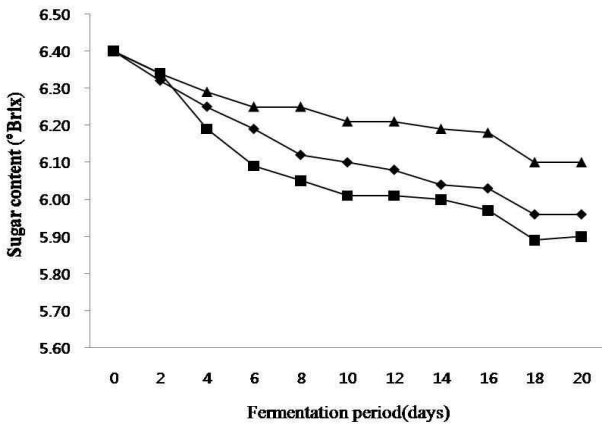


Fig. 1. Changes in sugar contents in Kiwi wine according to initial temperatures during MLF. ◆: 20°C, ■: 25°C, ▲: 30°C.

PUS-1균주가 최적 생육온도와 유사한 25°C에서 당을 효율적으로 이용하기 때문이라 사료된다[9]. 또한 MLF 온도에 따른 총산 함량 변화를 조사한 결과 발효 전 총산 함량이 0.96%에서 발효 20일 후 0.75~0.79%로 발효가 진행됨에 따라 총산 함량이 감소하는 경향을 나타내었으나 발효 온도에 따른 유의적 차이는 없었다(Fig. 2). Lee 등[12]은 Campbell Early를 이용하여 MLF를 수행하였을 때 초기 산도가 0.77%에서 0.54%로 감소하는 것으로 보고하여 본 연구결과와 유사하게 나타났다. 참다래 와인의 malic acid 함량은 발효초기 3.28 mg/ml에서 MLF가 진행됨에 따라 크게 감소하였으며 모든 실험구에서 malic acid의 감소를 확인할 수 있었다(Fig. 3). 25°C에서 발효시킨 실험구에서 발효 20일째 0.05 mg/ml로 가장 낮게 나타났으며 30°C로 발효시킨 실험구는 발효 완료 시 1.25 mg/ml로 약 40%의 malic acid가 잔존하는 것으로 나타났다. 참다래 와인에서 강한 신맛을 내는 malic acid의 감소를 위해서는 25°C에서 발효시키는 것이 가장 효율적이라 사료된다.

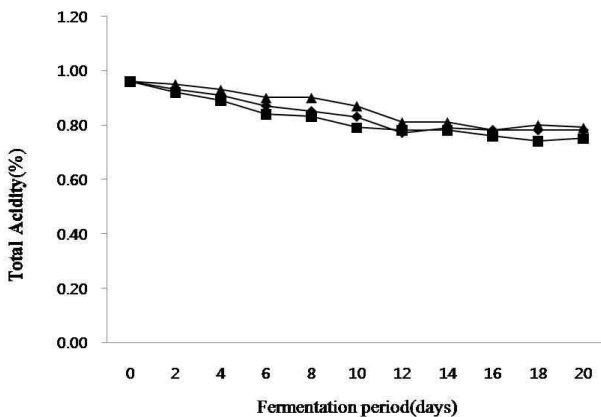


Fig. 2. Changes in acidity in Kiwi wine according to initial temperatures during MLF. ◆: 20°C, ■: 25°C, ▲: 30°C.

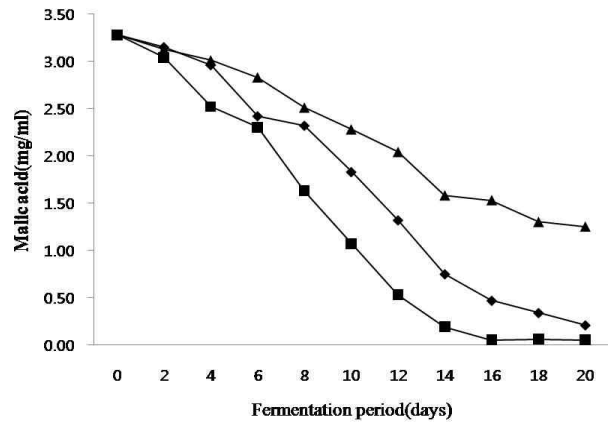


Fig. 3. Changes in malic acid contents in Kiwi wine according to initial temperatures during MLF. ◆: 20°C, ■: 25°C, ▲: 30°C.

#### 초기 pH에 따른 MLF 참다래 와인의 특성

참다래 와인의 초기 pH에 따른 MLF 영향을 알아보기 위해 초기 pH를 2.5, 3.5, 4.5로 조절하여 발효시킨 참다래 와인의 malic acid 함량 변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. malic acid의 함량변화를 확인한 결과 pH 2.5로 조절된 실험구에서는 큰 변화를 보이지 않았으며, pH 4.5에서는 발효 완료 시 0.55 mg/ml로 검출되어 약 85% 감소하였다. 또한 초기 pH 3.5로 조절된 실험구는 발효기간이 경과함에 따라 malic acid 함량이 급격히 감소하여 발효 완료 시 매우 낮게 나타났다. pH를 달리하여 20일간 MLF를 진행시킨 결과로 미루어 보아 *O. oeni*에 의한 감산공정을 위한 초기 pH 조건은 pH 3.5에서 가장 효율적이며 pH가 너무 낮을 경우 *O. oeni*의 생육을 저해하여 발효가 진행되지 않는 것으로 생각된다. Solieri 등[20]은 20가지 이상의 *O. oeni* 균주로 pH와 알코올 내성을 조사한 결과 pH 3.2~3.5와 알코올 11% 이하에서만 malic acid의 감소를 확인할 수 있으며 pH 3.2 이하에서는 대부분의 *O. oeni* 균주가

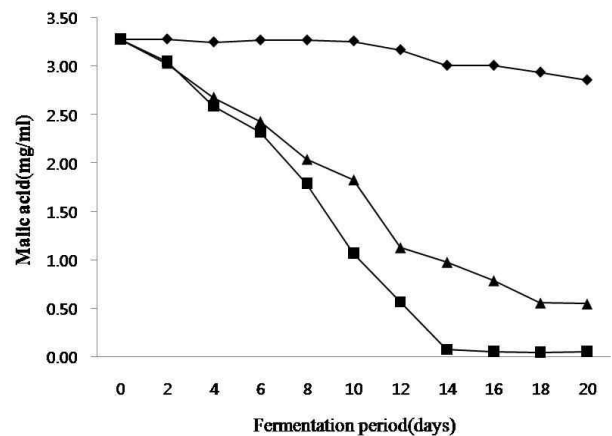


Fig. 4. Changes in malic acid contents in Kiwi wine according to initial pH during MLF. ◆: pH 2.5, ■: pH 3.5, ▲: pH 4.5.

malic acid을 분해하지 못한다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 따라서 15일간 발효시킨 참다래 와인의 pH가 3.41~3.69이므로 MLF를 위한 pH는 적절할 것으로 생각된다.

MLF가 malic acid와 lactic acid 함량 변화에 미치는 영향

참다래 와인의 MLF에 의해 malic acid가 lactic acid로 전환되는 것을 확인하기 위하여 초기 pH를 3.5로 조절하고 25°C에서 20일간 발효시킨 후 malic acid와 lactic acid의 함량 변화를 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. *O. ceni*를 첨가하여 MLF를 실시한 실험구는 발효기간이 경과함에 따라 malic acid가 급격히 감소하여 약 14일 후에는 0.08 mg/ml로 나타났으며 대조구에서는 malic acid 함량 변화는 나타나지 않았다. 또한 lactic acid 함량을 조사한 결과, MLF를 실시한 구는 발효가 진행됨에 따라 lactic acid의 함량이 점점 증가하여 발효 16일에 3.15 mg/ml까지 증가하는 것으로 나타나 MLF균주에 의한 malic acid가 lactic acid로 전환된 것으로 사료된다. 또한 발효기간이 증가함에 따라 대조구의 lactic acid함량이 다소 증가하는 경향을 나타내었는데 이는 참다래 와인의 숙성 과정 중에 직·간접적으로 관여하는 미생물의 대사과정으로 malic acid가 lactic acid로 전환되었기 때문으로 생각된다. Nancy 등[16]은 *S. cerevisiae*와 *O. ceni*를 혼합배양에서 6 g/l의 malic acid가 13일 이내에 소비 될 수 있다고 보고하여 본 실험결과와 유사하게 나타났다.

최적 MLF 조건으로 제조된 와인의 품질특성 조사

최적 MLF 조건에 따라 초기 pH를 3.5로 조절하고 25°C에서

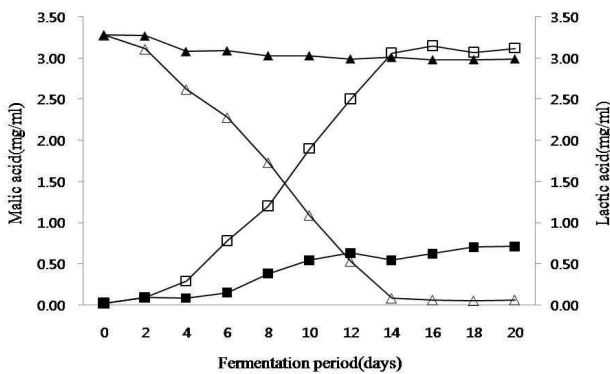


Fig. 5. Changes in malic acid and lactic acid contents in Kiwi wine during MLF.  $\Delta$ : Malic acid by MLF,  $\blacktriangle$ : Malic acid as a control,  $\square$ : Lactic acid by MLF,  $\blacksquare$ : Lactic acid as a control.

Table 1. Quality properties of Kiwi wine fermented by MLF

|                       | Acidity (%) | pH   | Alcohol (%) | Total sugar (mg/ml) | Total polyphenol (mg/ml) |
|-----------------------|-------------|------|-------------|---------------------|--------------------------|
| MLF <sup>1)</sup>     | 0.78        | 3.70 | 12.75       | 38.72               | 60.18                    |
| Control <sup>2)</sup> | 0.96        | 3.45 | 12.20       | 41.05               | 59.50                    |

<sup>1)</sup>MLF: *Oenococcus oeni* PUS-1 to initial pH 3.5 of Kiwi wine and then fermented for 15 days at 25°C

<sup>2)</sup>Control: *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12650 to Kiwi must and then fermented for 15 days at 25°C

15일간 발효시킨 참다래 와인의 품질특성을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 총산 함량은 0.78%로 대조구의 0.96%보다 다소 낮게 나타났으며 pH는 3.70로 MLF를 실시하지 않은 대조구의 3.45 보다 높게 나타났다. 또한 알코올 함량은 12.75%, 총당 38.72 mg/ml, 총폴리페놀 60.18 mg/ml로 대부분 큰 차이는 보이지 않았다. MLF가 잘 완료된 경우 malic acid는 감소하고 lactic acid는 증가하며 산도가 감소하고 pH가 증가한다고 [19] 보고된 바 있어 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다. MLF를 실시한 참다래 와인과 대조구 와인의 유기산 함량은 Table 2와 같다. Oxalic acid는 0.69 mg/ml로 대조구와 유사하게 나타났으며 강한 신맛을 내는 malic acid는 대조구에 비해 크게 감소하여 0.06 mg/ml로 나타났다. 반면 lactic acid는 대조구보다 4.5배 많은 3.12 mg/ml로 나타났고 citric acid는 대조구와 유사한 0.26 mg/ml로 나타났다. 색, 향, 신맛, 떼은맛 그리고 전체적 기호도에 대한 관능평가를 조사한 결과 MLF를 실시한 와인이 대조구 와인에 비해 떼은맛을 제외한 모든 부분에서 우수한 것으로 나타났으며, 특히 신맛과 전체

Table 2. Organic acid contents of Kiwi wine fermented by MLF

|         | Organic acid (mg/ml) |            |             |             |
|---------|----------------------|------------|-------------|-------------|
|         | Oxalic acid          | Malic acid | Lactic acid | Citric acid |
| MLF     | 0.69                 | 0.06       | 3.12        | 0.26        |
| Control | 0.63                 | 2.99       | 0.71        | 0.31        |

<sup>1)</sup>MLF: *Oenococcus oeni* PUS-1 to initial pH 3.5 of Kiwi wine and then fermented for 15 days at 25°C

<sup>2)</sup>Control: *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12650 to Kiwi must and then fermented for 15 days at 25°C

Table 3. Sensory evaluation Kiwi wine fermented by optimized MLF condition

|                       | MLF <sup>1)</sup>     | Control <sup>2)</sup> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Colors                | 4.1±0.7 <sup>3)</sup> | 3.9±0.6               |
| Flavor                | 3.6±0.4               | 3.5±0.5               |
| Sour                  | 3.9±0.5               | 3.5±0.6               |
| Astringency           | 2.9±0.3               | 3.0±0.3               |
| Overall acceptability | 3.8±0.4               | 3.5±0.5               |

<sup>1)</sup>MLF: *Oenococcus oeni* PUS-1 to initial pH 3.5 of Kiwi wine and then fermented for 15 days at 25°C

<sup>2)</sup>Control: *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 12650 to Kiwi must and then fermented for 15 days at 25°C

<sup>3)</sup>Rating scale: 1, bad; 2, not bad; 3, good; 4, very good; 5, excellent, Each value represents the means±S.D

적 기호도에서  $3.8 \pm 0.5$ 와  $3.9 \pm 0.4$ 로 대조구의  $3.5 \pm 0.6$ 과  $3.5 \pm 0.5$ 보다 높게 나타났다(Table 3). 따라서 본 연구 결과 MLF에 의해 자극적인 산미를 내는 malic acid의 감소를 확인 하였고, 와인의 향미에 영향을 주며 부드러운 신맛을 내는 lactic acid가 증가하는 것을 확인하였다. 알코올 발효가 완료된 참다래 와인을 MLF균주를 이용하여 2차 발효시킴으로써 참다래 특유의 강한 산미를 감소시켜 보다 우수한 품질의 참다래 와인을 생산할 수 있을 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청에서 지원하는 'Malolactic fermentation을 통한 참다래 와인의 품질 향상연구'(과제번호: 200803A01033081) 연구비 지원과 BK 21 program 지원으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

### References

1. Cho, K. M., J. B. Lee, G. G. Kahng, and W. T. Seo. 2006. A study on the making of sweet Persimmon (*Diospyros kaki*, T) wine. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**, 785-792
2. D'apres, A. 2004. Le kiwi. *J. de pediatrie et de puericulture* **17**, 125-127.
3. Davis, C. R., D. J. Wibowo, T. G. Lee, and F. H. Fleet. 1986. Growth and metabolism of lactic acid bacteria during and after malolactic fermentation of wines at different pH. *Appl. Environ. Microbiol.* **51**, 539-545.
4. Hariantono, J., A. Yokota, S. Takao, and F. Tomita. 1991. Ethanol production from raw starch by simultaneous fermentation using *Schizosaccharomyces pombe* and a raw starch saccharifying enzyme from *corticium rollsii*. *J. Ferment Bioeng* **71**, 367-371
5. Jang, S. Y., S. Mi. Woo, O. M. Kim, I. W. Choi, and Y. J. Jeong. 2007. Optimum alcohol fermenting conditions for kiwi (*Actinidia chinensis*) wine. *Food Sci. Biotechnol.* **16**, 526-530.
6. Kim, U. J. and K. H. Ku. 2001. Sensory evaluation techniques of food. pp. 68-72, Hyoil Moonwhasa Co., Seoul, Korea.
7. Kim, Y. S. and G. S. Byun. 2002. Characteristics of kiwi fruit-added traditional *kochujang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 1091-1097.
8. Koh, K. H. and W. Y. Chang. 1998. Changes of chemical components during *seibel* white grape must fermentation by different yeast strains. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**, 487-493.
9. Korean collection for type cultures. <http://www.srainfo.net/>.
10. Lee, C. H., S. B. Kim, S. K. Kang, B. J. Park, and D. H. Han. 2001. Post storage softening and physiological changes of 'hayward' kiwifruit stored under low temperature and controlled atmosphere. *Korean J. Soc. Hort. Sci.* **42**, 87-90.
11. Lee, D. H., S. C. Lee, and Y. I. Hwang. 2002. Processing properties of kiwi fruit treated with protopectinase. *Korean J. Food Sci. Nutr.* **29**, 401-406.
12. Lee, J. K. and J. S. Kim. 2006. Study on the deacidification of wine made from campbell early. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**, 408-413.
13. Lee, J. W., I. W. Kim, K. W. Lee, and C. Rhee. 2003. Effect of pasteurization and storage temperatures on the physicochemical characteristics of kiwi juice. *Korean J. Food Sci. Technol.* **35**, 628-634.
14. Manolopoulou, H. and P. Papadopoulou. 1998. A study of respiratory and physico chemical changes of four kiwi fruit cultivars during cool storage. *Food Chem* **63**, 529-534.
15. Mattic, L. R., R. A. Plane, and L. D. Weir. 1980. Lowering wine acidity with carbonate. *Am J. Enol. Vitic.* **31**, 350-357.
16. Nancy, N., M. Florence, and T. Patricia. 2008. Quantitative study of interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and *Oenococcus oeni* strains. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* **35**, 685-693.
17. Park, Y. S. and M. Y. Park. 1996. Effects of time and degree of fruit thinning on the fruit quality, yield and return bloom in kiwifruit. *Korean J. Soc. Hort. Sci.* **14**, 200-201.
18. Park, Y. S. and M. Y. Park. 1997. Effects of time and degree of fruit thinning on the fruit quality, yield and return bloom in kiwifruit. *Korean J. Soc. Hort. Sci.* **38**, 60-65.
19. Rho, J. H., Y. B. Kim, and B. I. Kil. 2002. The effect of bulking agent on quality of kiwifruit power in the process of domestic kiwifruit tenderizer. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 805-810.
20. Solieri, L., F. Genova, M. De Paola, and P. Giudici. 2009. Characterization and technological properties of *Oenococcus oeni* strains from wine spontaneous malolactic fermentations, a framework for selection of new starter cultures. *J. Appl. Microbiol.* **108**, 285-298.
21. Steels, J. T. and R. E. Kunkee. 1987. Deacidification of musts from the western united states by the calcium double salt precipitation process. *Am J. Enol. Vitic.* **29**, 153-160.
22. Woo, S. M., I. W. Choi, and Y. J. Jeong. 2006. Effect of kiwi wine and kiwi liqueur on sensory characteristics as cooking alcohol. *Korean J. Food Preserv.* **13**, 519-523.
23. Yoon, S., H. J. Choi, and J. S. Lee. 1991. Modification of functional properties of casein by kiwifruit protease. *Korean J. Food Sci.* **7**, 93-101.

### 초록 : 참다래 와인의 최적 malolactic fermentation 조건과 품질 특성

강상동<sup>1</sup> · 고유진<sup>1</sup> · 김은정<sup>1</sup> · 손용휘<sup>1</sup> · 김진웅<sup>1</sup> · 설희경<sup>1</sup> · 김익조<sup>1</sup> · 조현국<sup>2</sup> · 류충호<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>경상대학교 응용생명과학부(BK 21 프로그램), 농업생명과학연구원, <sup>2</sup>영농조합법인 오름주거)

본 연구에서는 참다래를 이용하여 국내산 과일 특유의 강한 산미를 감소시켜 고품질 참다래 와인을 제조하기 위하여 MLF에 의한 산도 및 malic acid 감소 효과를 연구하였다. MLF가 진행됨에 따라 모든 실험구에서 당도가 점차 감소하는 것으로 나타났으며 25℃에서 발효한 참다래 와인의 당도가 5.90 °Brix로 가장 낮게 나타났다. 총산 함량은 발효 전 0.96%에서 발효 20일 후 0.75~0.79%로 모든 실험구에서 발효가 진행됨에 따라 총산 함량이 감소하였으나 발효 온도에 따른 유의적 차이는 없었다. 참다래 와인의 malic acid 함량은 MLF가 진행됨에 따라 감소하였으며 25℃에서 발효시킬 경우 0.05 mg/ml로 가장 낮게 나타났다. 참다래 와인의 초기 pH에 따른 malic acid 함량 변화를 확인한 결과 pH 2.5 실험구에서는 큰 변화를 보이지 않았으며, pH 4.5에서는 발효 완료 시 0.55 mg/ml로 검출되어 약 85% 감소하였다. 또한 초기 pH 3.5로 조절한 실험구는 발효기간이 경과함에 따라 malic acid 함량이 급격히 감소하여 발효 완료시 매우 낮게 나타났다. MLF에 의한 malic acid와 lactic acid 함량을 조사한 결과 *O. oeni*를 첨가하여 MLF를 실시한 실험구의 malic acid는 급격히 감소하여 14일 후에 0.08 mg/ml로 나타났으며 lactic acid의 함량은 점점 증가하여 발효 16일에 3.15 mg/ml로 나타났다. 초기 pH를 3.5로 조절하고 25℃에서 15일간 발효시킨 참다래 와인의 품질특성을 조사한 결과 총산 함량은 0.78%로 대조구의 0.96%보다 다소 낮게 나타났으며 pH는 3.70로 MLF를 실시하지 않은 대조구의 3.45 보다 높게 나타났다. 또한 알코올 함량은 12.75%, 총당 38.72 mg/ml, 총폴리페놀 60.18 mg/ml로 대부분 큰 차이는 보이지 않았다. Oxalic acid는 0.69 mg/ml로 대조구와 유사하게 나타났으며 강한 신맛을 내는 malic acid는 대조구에 비해 크게 감소하여 0.06 mg/ml로 나타났다. 반면 lactic acid는 대조구보다 4.5배 많은 3.12 mg/ml로 나타났고 citric acid는 대조구와 유사한 0.26 mg/ml로 나타났다. 관능평가 결과 MLF를 실시한 와인이 대조구 와인에 비해 뽀은맛을 제외한 모든 부분에서 우수한 것으로 나타났으며, 특히 신맛과 전체적 기호도에서 3.8±0.5와 3.9±0.4로 대조구의 3.5±0.6과 3.5±0.5보다 높게 나타났다. 결과적으로 고품질의 참다래 와인을 제조하기 위한 MLF의 최적 조건은 초기 pH 3.5로 조절한 후 MLF 균주인 *O. oeni* ( $1 \times 10^6$  CFU/ml)를 첨가하여 25℃에서 발효시키는 것이 가장 적합할 것으로 생각된다.