

## 효모 종류와 발효조건에 따른 머루 첨가 복분자주의 품질 특성

공태인<sup>1</sup>, 정철\*

<sup>1</sup>서울벤처대학원대학교 융합산업학과

### Quality Characteristics of Black Raspberry Wine added with wild grape by Yeast Strains and Fermentation Conditions

Tae-In Kong<sup>1</sup>, Chul Cheong<sup>1</sup>\*

<sup>1</sup>Dept. of Convergence Industry, Seoul Venture University

**요약** 본 연구의 목적은 효모균주와 발효조건 등을 달리하여 머루를 첨가하여 복분자 와인의 품질을 향상시키는데 있다. 효모별 복분자 와인 술덧 품질에 미치는 영향 연구에서는 Y1(Lalvin 71B)효모가 젖산, 푸젤유 성분을 발효후에 타 효모에 비해 유의적으로 높게 생성하였으며, 술덧의 산도를 낮추고 복분자 와인의 아로마를 강화하는데 효과가 있는 것으로 분석되었다. 또한 발효온도가 복분자 와인 술덧에 미치는 영향 연구에서는 고온발효(25℃)에서 Y1 효모를 이용하여 발효한 술덧에서 낮은 온도(15℃)에서 발효한 술덧에서보다 아로마 성분(에틸 아세테이트 및 고급알코올)이 유의적으로 높게 생성되었다. 본 연구를 통해 머루를 첨가한 복분자 와인제조시 Y1 효모를 이용하고 고온에서 발효하는 것이 복분자 와인의 맛과 아로마를 강화하는데 효과가 있는 것으로 나타났다.

**Abstract** The objective of this study was to improve the quality of black raspberry wine added with wild grape, based on selection of yeast strains and fermentation conditions. The Y1 yeast(Lalvin 71B) indicated significantly higher lactic acid, ester, fusel oil content after fermented mashing than other samples tested and had an effect on the reduction of acidity and enhanced aroma of black raspberry wine. In addition, the high fermentation temperature(25℃) using Y1 yeast showed much higher tendency to retain components of aroma (ethyl acetate, higher alcohols) and the highest overall preference including sensory evaluation than that of low fermentation temperature(15℃). Thus, the fermentation using Y1 yeast at 25℃ can be applied to positively improve the taste and flavor of production of black raspberry wine added wild grape.

**Key Words** : Black raspberry wine, Yeast strains, Fermentation, Wild grape, Aroma compounds

### 1. 서론

복분자(*Rubus coreanus* Miq.)는 장미과의 낙엽관목으로 우리나라, 일본, 중국 등 극동아시아 지역에 분포하며 중국이 원산지로서 알려져 있으며, 우리나라에서는 제주도를 포함하여 남부지방 및 중부지방의 해발 50~1,000m의 산기슭 양지에 자생하고 전국전역에서 재배 생산된다[1]. 복분자(*Rubus coreanus* Miq.)열매의 용도는 다양하며 성숙 정도에 따라서도 쓰임이 다르다. 원래 복분자(覆盆子)라는 말은 한방에서 사용되는 용어로 나

무딸기류의 덜 익은 열매를 찌서 말린 한약재를 말한다. 예로부터 복분자의 미숙과는 강정제 및 간 보호에 효능이 있고, 눈을 밝게 하며, 기운을 돋우며 성기능을 높여 주고 흰머리를 검게 해주는 효능이 있는 것으로 널리 알려져 왔으며[2], 근래에 발표된 연구결과를 보면 항암효과[3], 항산화효과[4], 면역증진효과[5], 콜레스테롤 합성 억제 효과[6] 등 다양한 생리활성 및 약리효능이 우수한 것으로 보고되었다. 이러한 복분자의 우수한 효능에 대한 연구가 활발해지면서 식품의 원료로 쓰임새가 늘고 있다. 특히 복분자의 성숙과를 이용한 복분자주는 효능

본 연구는 농림수산식품기술기획평가원의 지원에 의해 한식세계화용역연구로 수행된 연구이며 이에 감사드립니다.

\*Corresponding Author : Chul Cheong(Seoul Venture Univ.)

Tel: +82-2-3470-5270 email: chulcheong@hotmail.com

Received February 25, 2015

Revised April 28, 2015

Accepted May 7, 2015

Published May 31, 2015

및 기호성 때문에 전국적으로 높은 선호도를 보이고 있다. 국내 복분자와 관련한 연구로는 복분자 열매의 성숙 과정과 숙성에 따른 변화에 관한 연구[7,8]가 있으며, 술 제조와 관련된 연구로는 국내 산지별 복분자로 제조한 복분자주의 발효 및 숙성과정에서 이화학적 성분 변화 분석[9-11], 효모종류에 따른 복분자주의 이화학적 분석에 관한 연구[12-15] 등이 있다. 그러나 복분자주에 관한 연구는 대부분 복분자 단독으로 발효시킨 와인에 대한 연구가 대부분인데 복분자는 포도나 머루 등의 과실에 비해 당도는 낮고 산도가 높아 복분자 단독으로 와인을 만들기가 곤란하며, 과실주 규격에 적합한 와인을 제조하기가 쉽지 않고 복분자 과실의 향과 맛이 강하여 단독으로 술을 제조하면 기호성이 떨어지는 단점이 있다. 그래서 시판중인 대부분의 복분자주는 당을 첨가하여 당 함량을 높인 다음 발효시켜 과실발효주를 제조한 후 주정을 혼합하여 마시기 좋게 만든 강화와인 형태가 대부분이다. 이러한 복분자 와인의 품질을 개선하기 위해 Seo 등[16]은 가수량을 달리하여 제조한 복분자 와인의 품질 특성을 연구하였으며, 수박에 복분자와 오미자를 첨가하여 맛과 향을 개선한 연구[17]와 국내산 캠벨포도에 복분자, 머루등을 첨가하여 포도주의 품질개선을 위한 연구[18,19] 등을 보고하였지만 머루를 첨가한 복분자주를 기반으로 효모 종류와 발효온도에 따른 복분자주의 품질을 향상시키려는 시도는 없었다. 따라서 본 연구에서는 기존 복분자에 포도당, 주석산, 비타민, 폴리페놀 성분이 다량 함유되어 있는 머루를 첨가한 복분자 과즙을 제조 후 4종류의 과실주 양조 전용 효모를 투입하여 효모 종류에 따른 발효패턴과 품질 특성을 통해 복분자 와인에 적합한 효모를 선발하고, 또한 선발된 효모를 이용하여 최적의 발효온도 조건을 설정하여 주정과 보당을 통해 제조된 기존 복분자주의 맛과 향 등 품질을 개선하는데 그 목적이 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 재료

복분자는 6월 전라북도 고창지역에서 생산한 복분자를 동결된 상태로 구입하였고, 머루는 경북 안동에서 수확하여 동결저장 보관하고 있는 것을 구입하여 사용하였다. 동결된 복분자와 머루를 실온에서 자연 해동시키고 파쇄한 후 80 mesh로 여과한 착즙액을 사용하였다. 효

모는 프랑스 Lallemand사가 제조한 건조효모 4가지 (*Saccharomyces cerevisiae* Lalvin 71B; Y1), *Saccharomyces cerevisiae* uvaferm BDX; Y2), *Saccharomyces cerevisiae* Lalvin M; Y3), *Saccharomyces cerevisiae* Fermivin; Y4)를 사용하였다.

### 2.2 pH측정

pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다.

### 2.3 산도측정

산도는 AOAC법을 참고하여 국제청주류면허지원센터 주류분석 규정에 따라 CO<sub>2</sub>를 제거한 시료액 10 mL를 적정기를 이용하여 0.1 N NaOH로 pH 8.2까지 적정한 후 주석산으로 환산하여 백분율로 나타내었다[20].

$$\text{총산(주석산) g/100 mL} = \text{적정 mL 수} \times 0.075 \times 10$$

### 2.4 유기산측정

유기산은 술덧을 원심분리 후 0.45 μm 멤브레인 필터로 여과한 다음 ion chromatograph(Metrohm, Bleiche West, Swiss)로 분석하였다.

### 2.5 향기 성분 측정

발효도중 생성되는 methyl alcohol, acetaldehyde, fusel oil 등 주류의 향기성분을 구성하는 저비점 발효부산물물은 국제청기술연구소 주류분석규정에 따라 발효주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 heating mantle에서 가열하여 메스실린더에 증류액 95 mL를 취하고, 증류수를 넣어 전량을 100 mL로 정용한 후 가스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다[21].

### 2.6 알코올 분석

발효 술덧을 잘 교반 후, 100 mL용량 메스실린더에 표선까지 취하고 이것을 500 mL 삼각 플라스크에 옮긴 다음 메스실린더를 약 15 mL의 증류수로 2회 세척하여 플라스크에 합하고 냉각기에 연결한 다음 100 mL 메스실린더를 수기로 하여 증류하였다. 증류액이 약 70 mL가 되면 증류를 중지하고 물을 가하여 100 mL로 정용한 다음 잘 흔들어 실온에서 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15℃로 보정하여 알코올 함량을 %(v/v) 농도로 나타내었다.

### 2.7 발효조건

효모 종류별로 발효시킬 시험구는 각각 복분자와 머루의 일정한 조성과 당 함량을 갖는 혼합과즙을 얻기 위해 복분자와 머루를 파쇄한 후 80 mesh 망으로 착즙하여 혼합과즙을 얻은 다음 메타중아황산칼륨( $K_2S_2O_5$ )을 50 ppm을 첨가하고 설탕으로 보당하여 당 함량을 22 °Brix로 조절한 후 5시간 후에 4등분하여 각각의 시험구에 효모 (Y1-Y4)를 300 ppm 첨가 후 20 °C에서 10일 발효하였다. 이때 복분자와 머루의 비율은 첨가한 설탕의 무게를 환산하면 복분자는 37.3%(wt/wt), 머루는 55.8%(wt/wt)에 해당한다. 발효온도별 이화학적 특성분석 실험을 위한 시험구는 효모 시험구와 같은 방법인 복분자와 머루를 파쇄한 후 80 mesh 망으로 착즙하여 혼합과즙을 얻은 다음 메타중아황산칼륨( $K_2S_2O_5$ )을 50 ppm을 첨가하고 설탕으로 보당하여 당 함량을 22 °Brix로 조절한 후 5시간 후에 3등분하여 시험구를 준비하고 *Saccharomyces cerevisiae* Lalvin 71B (Y1) 균주를 300 ppm 첨가하고 15 °C, 20 °C, 25 °C에서 발효를 시킨 후 온도별로 발효 중의 성분변화와 특성을 비교하였다.

### 2.8 관능평가

관능검사는 5점 기호척도법을 이용하여 맛(taste), 향(flavour), 질감(texture), 종합적 기호도(overall acceptability)로 나누어 15여명의 훈련된 패널에 의하여 시행하였다. 즉, 매우좋다(5점), 약간 좋다(4점), 보통이다(3점), 약간 싫다(2점), 매우 싫다(1점)로 하였으며, 관능검사 결과의 통계처리는 ANOVA test와 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$  수준에서 유의성을 검정하였다.

### 2.9 통계처리

분석 결과는 mean±SD로 표시하였으며, SPSS 프로그램(Version 10.0, SPSS, Chicago II, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)후 유의차가 있는 항목에 대하여는 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$  수준에서 시료 간의 유의차를 검정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 효모별 이화학적 특성 비교

#### 3.1.1 알코올 분석

시험구의 발효기간 동안 효모별 알코올도수 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 발효기간별 알코올 도수 변화를 살펴보면 발효 1일째에는 알코올이 Y3, Y1, Y2, Y4에서 각각 3.3% (v/v), 1.5% (v/v), 0.6% (v/v), 0.6% (v/v)순으로 생성되어 Y3 (Lalvin M)가 다른 효모들보다 발효초기에 발효력이 우수한 것으로 나타났다. 발효 3일째에도 Y3, Y1, Y4, Y3에서 각각 11.2% (v/v), 11.1% (v/v), 10.8% (v/v), 10.3% (v/v)순으로 생성되어 Y3가 다른 효모에 비해 더 활발하게 발효가 진행이 되었다. 그러나 발효 4일째부터는 시험구별 알코올 농도가 큰 차이가 없이 발효가 진행이 되었으며 이러한 발효패턴은 발효말기까지 지속되었다. 전체적으로 모든 시험구에서 정상적인 발효 상태가 관찰되어 복분자에 머루를 첨가한 발효액이 복분자주 제조 원액으로 정상적임을 나타내었다.

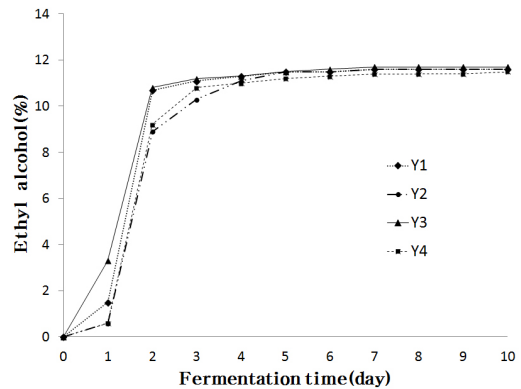


Fig. 1. Change of alcohol concentration during fermentation using different yeasts

Y1: Lalvin 71B, Y2: Uvaferm BDX, Y3: Lalvin M, Y4: Fermivin

#### 3.1.2 pH와 산도 변화

효모균주에 따른 발효말기 pH가 시험구별 3.5-3.6으로 나타나 미생물적인 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단되며 복분자에 머루를 첨가한 것이 적정 pH 유지에 유효한 것으로 나타났다. 일반적으로 적포도주의 적정 pH 범위는 3.3-3.6 사이이며, pH가 높아질수록 잡균에 의한 술덧이 오염될 가능성이 높다[22]. 한편 효모별 발효중 산도변화를 살펴보면(Fig. 2) 발효 2일째에 모든 시험구가 가장 높은 산도를 보이다가 점차 감소하는 경향을 보였다. 발효 초기 산도가 증가하는 것은 복분자와 머루 등 원료로부터 유기산이 추출되었으며, 알코올 발효 과정에서 효모의 발효부산물로 유기산이 생성되었기 때문으로 판단된다. Seo 등[16]에 따르면 복분자 단독으로

발효를 시켰을 때 산도는 1.1-1.2%로 나타났다. 그리고 Kim 등[23]에 따르면 머루 단독으로 발효를 시켰을 때 산도는 0.95% 였으며 시판 포도 와인 5종의 산도는 0.57-0.71%로 나타났다. 복분자에 머루를 첨가한 혼합액으로 발효를 진행한 본 실험에서는 발효 후 산도가 각 시험구별로 Y3 (1.07%), Y4 (1.03%), Y2 (1.04%), Y1 (0.94%)으로 나타나 복분자 단독으로 발효시켰을 때의 산도[16]보다 낮게 나타났으며 특히 Y1 효모가 가장 낮은 산도를 보여 복분자주의 산도 감소에 효과가 있는 것으로 판단된다.

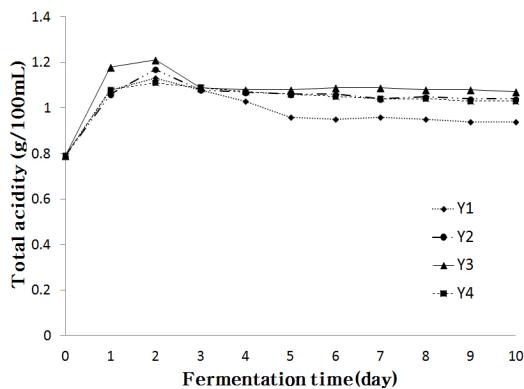


Fig. 2. Change of total acidity during fermentation using different yeasts

Y1: Lalvin 71B, Y2: Uvaferm BDX, Y3: Lalvin M, Y4: Fermivin

### 3.1.3 유기산 분석

효모군주에 따른 발효후 유기산 함량은 Table 1과 같다. 머루가 첨가된 복분자 과즙의 발효전 유기산의 분석 결과 citric acid, tartaric acid, malic acid 및 소량의 acetic acid가 검출되었으며, 발효 후 유기산은 효모 종류와 상관없이 citric acid가 가장 높게 나타났으며 succinic acid, malic acid tartaric acid 등도 다량 검출되

었다. Tartaric acid는 발효과정과 저장 중에 칼슘, 칼륨 등과 반응하여 침전을 통해 제거되는데 복분자 과즙의 1,910.6 mg/L의 tartaric acid 함량은 발효과정을 통해 Y1 (563.5 mg/L), Y2 (582.4 mg/L), Y3 (776.6 mg/L), Y4 (606.6 mg/L)로 나타나 60-70% 감소하였으며 특히 Y1 효모에서 많이 감소하였다. Malic acid는 Y1 효모에서는 944.6 mg/L로 복분자즙의 함량보다 약 16% 감소하였지만 Y3 효모에서는 1,401.1 mg/L로 약 20% 증가하였고, lactic acid는 Y1 효모에서 370.8 mg/L가 검출되어 다른 효모보다 많이 생성되었다. 복분자는 산도가 높아 단독으로 발효시키기가 어려운 단점을 감안하면 산미에 미치는 영향이 큰 malic acid의 함량을 저하시키는 방법과 산도를 낮추고 맛을 부드럽게 해주는 lactic acid의 함량을 증가시키는 방법이 효과적이므로 malic acid의 감소량이 크며, lactic acid의 생성량이 다른 효모에 비해 유의적으로 높은 Y1 효모가 유기산 조성면에서는 발효공정과 맛에 긍정적으로 작용하는 것으로 볼수 있다. 본 연구에서는 Lee[9]와 Lee 등[8]의 복분자 주요 유기산으로 보고하였던 oxalic acid와 succinic acid는 검출되지 않았으며 Choi 등[1]의 유기산 분석결과와 일치하였다. Choi[1]와 Lee[9]에 따르면 복분자의 주요 유기산은 citric acid, malic acid 및 succinic acid이며 지역별, 품종별로 유기산 함량에서 유의적인 차이가 있다고 보고하였다. 한편 개량머루의 주요 유기산은 tartaric acid와 malic acid이며 일반적으로는 tartaric acid가 malic acid보다 많이 함유되어 있다고 보고하였다[24].

### 3.1.4 향기 성분 분석 및 관능평가

효모 종류별로 발효시킨 술덧의 주요 저비점 성분 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 주류 품질에 부정적 영향을 미치는 methyl alcohol은 과일 중에 함유되어 있는 pectin methyl esterase가 pectin을 가수분해하여

Table 1. Organic acid of fermented mashing prepared using different yeasts

Organic acid	Black Raspberry juice	Y1	Y2	Y3	Y4
Citric acid (mg/L)	3,085.9±6.1	4,373.7±9.0 <sup>a</sup>	4,673.1±5.9 <sup>b</sup>	4,883.5±7.2 <sup>c</sup>	4,664.7±7.9 <sup>b</sup>
Tartaric acid (mg/L)	1,910.6±9.1	563.5±5.3 <sup>a</sup>	582.4±8.3 <sup>a</sup>	776.6±9.5 <sup>b</sup>	606.6±7.2 <sup>bc</sup>
Malic acid (mg/L)	1,128.7±6.0	944.6±5.8 <sup>a</sup>	1,318.9±3.6 <sup>b</sup>	1,401.1±7.7 <sup>c</sup>	1,369.3±6.4 <sup>bc</sup>
Succinic acid (mg/L)	ND <sup>1)</sup>	1,297.4±9.3 <sup>a</sup>	1,164.9±9.9 <sup>b</sup>	1,279.2±8.6 <sup>a</sup>	1,083.7±6.1 <sup>c</sup>
Lactic acid (mg/L)	ND	370.8±7.9 <sup>c</sup>	256.9±5.5 <sup>b</sup>	193.4±5.9 <sup>a</sup>	192.9±4.6 <sup>a</sup>
Acetic acid (mg/L)	53.7±1.1	138.1±3.5 <sup>a</sup>	258.3±4.3 <sup>b</sup>	380.3±8.8 <sup>c</sup>	199.6±2.8 <sup>d</sup>

Values with different letters were significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

<sup>1)</sup> Not detected.

Y1: Lalvin 71B, Y2: uvaferm BDX, Y3: Lalvin M, Y4: Fermivin

Table 2. Aroma compounds of fermented mashing prepared using different yeasts

Aroma compounds	Y1	Y2	Y3	Y4
Methyl alcohol(mg/L)	108.5±1.4 <sup>a</sup>	104.6±0.2 <sup>a</sup>	116.4±0.1 <sup>b</sup>	106.6±0.1 <sup>a</sup>
n-propanol(mg/L)	44.4±0.2 <sup>a</sup>	37.3±0.3 <sup>b</sup>	42.7±0.1 <sup>a</sup>	42.3±0.3 <sup>a</sup>
i-butanol(mg/L)	59.4±0.3 <sup>a</sup>	118.9±0.4 <sup>b</sup>	96.6±0.4 <sup>c</sup>	64.6±0.4 <sup>a</sup>
n-butanol(mg/L)	6.0±0.5	ND <sup>2)</sup>	ND	ND
i-amyl alcohol(mg/L)	391.0±3.2 <sup>a</sup>	527.3±3.9 <sup>b</sup>	354.6±0.4 <sup>a</sup>	357.1±0.7 <sup>a</sup>
n-amyl alcohol(mg/L)	ND	ND	ND	ND
Total fusel oil(mg/L) <sup>1)</sup>	683.6±3.4 <sup>a</sup>	500.8±4.7 <sup>b</sup>	494.0±0.8 <sup>b</sup>	464.0±1.2 <sup>c</sup>
Acetate isobutyl ester( $\mu$ l/L)	ND	ND	ND	ND
Ethyl acetate(mg/L)	43.8±0.3 <sup>a</sup>	37.3±0.2 <sup>b</sup>	34.2±0.3 <sup>b</sup>	30.5±0.3 <sup>c</sup>
Ethyl n-valerate( $\mu$ l/L)	ND	ND	ND	ND
Ethyl n-caproate( $\mu$ l/L)	ND	ND	ND	ND
Lactic acid ethyl ester( $\mu$ l/L)	ND	ND	ND	ND
n-octanoic acid ethyl ester( $\mu$ l/L)	ND	ND	ND	ND
Ethyl n-caprate( $\mu$ l/L)	ND	ND	ND	ND
Succinate diethyl ester ( $\mu$ l/L)	ND	4.6±0.6 <sup>a</sup>	5.8±0.3 <sup>a</sup>	5.1±0.9 <sup>a</sup>

Values with different letters were significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

<sup>1)</sup> Sum of n-propanol, i-Butanol, n-Butanol, i-Amyl alcohol, n-Amyl alcohol

<sup>2)</sup> Not detected.

Y1: Lalvin 71B, Y2: uvaferm BDX, Y3: Lalvin M, Y4: Fermivin

생성되는 것으로 모든 시험구에서 104.6-116.4 mg mg/L 검출 되었으나 국제청 주류면허센터의 허용 기준치 (500 mg/L)를 초과하지 않았다. 주류의 향기 성분이며 발효초기 급속히 생성되는 퓨젤유는 i-amyl alcohol, i-butanol 및 n-propanol이 주요성분으로 검출되었으며 i-amyl alcohol은 퓨젤유 성분 중 아미노산인 leucine으로부터 생성되는 바나나, 배 향기가 나는 고급 알코올 성분으로, Y1 시험구에서 683.6 mg/L로 다른 시험구에서보다 유의적으로 높게 검출되어 향이 강한 술덧임을 알 수 있었다. 또한 술의 향기성분에 크게 관여하는 에스터류는 퓨젤유와는 달리 발효 술덧에서 산소가 소진되는 시점부터 생성되는데 에스터류의 대표 물질인 ethyl acetate는 30.5-37.8 mg/L로 모든 시험구에서 검출되었으며 특히 Y1 시험구에서 43.8 mg/L로 다른 시험구에서보다 유의적으로 높게 검출되어 과실향의 아로마에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다. 한편 5점 척도 법(매우 좋다 : 5점, 좋다 : 4점, 보통이다 : 3점, 좋지 않다 : 2점, 매우 좋지 않다 : 1점)에 의해 실시한 관능평가에서는 Y1, Y2, Y4, Y3 시험구 순으로 나타나 Y1 시험구가 가장 좋은 평점을 기록하여 *Saccharomyces cerevisiae* Lalvin 71B 효모가 맛과 품질 평가에서 유의적으로 가장 우수한 것으로 나타났다(data not shown).

## 3.2 효모별 이화학적 특성 비교

### 3.2.1 알코올 분석

효모별 이화학적 특성 비교를 통해 선발된 효모 (Lalvin 71B: Y1)를 이용하여 발효 온도별 (15°C, 20°C, 25°C) 품질 특성을 비교 하였다. 발효기간 동안 발효 온도별 알코올 함량 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 발효 3일째 까지는 높은 온도에서 발효가 활발히 진행되었으나 발효말기에는 발효 온도에 관계없이 모든 시험구에서 11.3-11.5% (v/v) 알코올 농도를 나타내었으며 저온발효 (15°C)에서도 발효가 정상적으로 진행되었다. Kim 등 [23]에 따르면 발효온도를 달리하여 산머루를 발효한 결과 발효 중반까지는 발효 온도가 높은 시험구 (30°C)에서 더 많은 알코올이 생성되었으며 발효 말기에는 온도가 낮은 시험구 (24°C)가 높은 온도의 시험구에서 보다 높은 결과를 보였다. 본 연구에서는 발효 초기에는 저온 (15°C)에서보다 고온 (25°C)에서 더 많은 알코올을 생성하여 Kim 등의 연구결과와 같았지만 발효 5일째부터는 시험구별 차이가 없이 발효가 진행되어 상이한 결과를 나타내었다. 이는 발효에 이용되는 종균과 원료의 차이 그리고 발효 온도범위의 차이가 영향을 미친 것으로 판단된다.

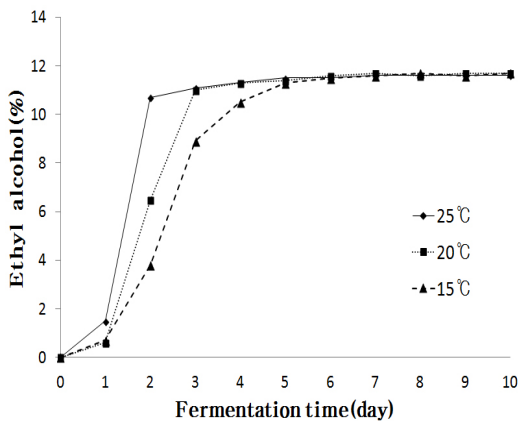


Fig. 3. Change of alcohol concentration during fermentation by temperature

### 3.2.2 pH와 산도변화

발효 온도별 시험구에 대한 산도변화는 Fig. 4에 나타내었다. 온도별로 발효진행 경과에 따른 pH 변화는 3.6-3.7로 큰 차이 없이 일정한 수준을 유지하여 15°C, 20°C 및 25°C 온도구간에서는 미생물적인 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

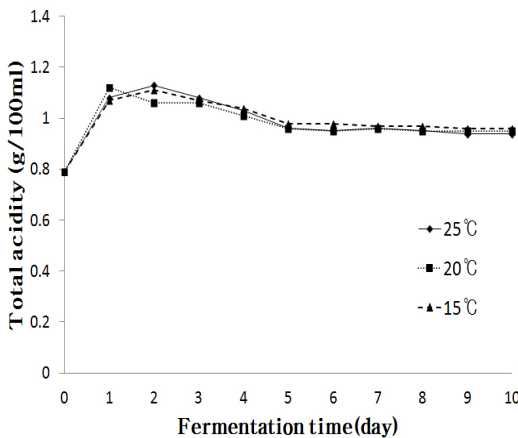


Fig. 4. Change of total acidity during fermentation using different temperature

술덧의 산도는 초기에는 원료 중의 유기산이 주로 관여하지만 발효가 진행되면서 효모의 발효부산물로 생성되는 유기산의 영향으로 총산의 양이 증가하고 발효가 진행이 되면서 유기산은 알코올 등과 결합하여 에스테르와 같은 향미 형성 등에 이용되므로 감소할 수 있다. 본 연구에 사용된 복분자즙의 산도는 0.79% 였지만 발효가

진행되면서 발효 2일째에 각 시험구별로 25°C (1.13%), 20°C(1.06%), 15°C(1.11%)로 가장 높은 총산도를 보이다가 점차 감소하였으며 발효 10일째에는 25°C(0.94%), 20°C(0.95%), 15°C(0.96%)로 온도에 따른 산도의 영향은 없었다.

### 3.2.3 유기산 함량 변화

발효 온도별 유기산 함량 변화는 Table 3과 같다. 주요 유기산인 citric acid는 20°C(4,516.7 mg/L)와 15°C (4572.2 mg/L) 시험구에서 25°C(4,173.1 mg/L) 시험구보다 유의적으로 높게 검출이 되어 낮은 온도에서 더 많이 생성이 되었다. Tartaric acid는 발효과정을 통해 25°C(523.0 mg/L), 20°C(719.0 mg/L), 15°C(730.36 mg/L)로 증가하였으며, 25°C시험구에서 많이 감소하여 온도가 낮을수록 함량이 감소하였다. 산미에 미치는 영향이 큰 malic acid는 25°C(914.1 mg/L), 20°C(986.1 mg/L), 15°C(974.8 mg/L)로 특히 25°C 시험구에서 약 16.5% 감소하여 다른 온도의 시험구보다 낮게 검출이 되었다. Kim[25]은 25°C에서 발효시킨 개랑 머루주의 tartaric acid는 발효과정 중에 41-45% 감소하였고, malic acid는 28-35% 감소하였다고 보고하였다. 본 실험은 Kim의 연구와는 원료의 유기산 조성이 달라 감소율에서는 차이가 있었지만 유사한 경향을 나타내었다. Lee[9]와 Lee 등[8]이 보고하였던 복분자 주유기산 중 하나인 succinic acid는 발효 전에는 검출되지 않았으며, 발효과정 중에 25°C(1,220.4 mg/L), 20°C(1,213.6 mg/L), 15°C(1,156.8 mg/L)로 검출되었으며 25°C시험구에서 높게 검출이 되었다. 산도를 낮추고 맛을 부드럽게 해주는 lactic acid는 25°C 시험구에서 390.2 mg/L로 다른 온도의 시험구보다 유의적으로 높게 검출되었다. 발효 온도별 유기산함량의 결과로 볼 때 Lalvin 71B 균주를 이용한 발효는 복분자의 높은 산도를 낮출 수 있는 낮은 malic acid의 함량과 높은 lactic acid의 함량이 검출된 25°C에서 발효 하는 것이 적합한 것으로 나타났다.

### 3.2.4 향기성분 분석 및 관능평가

발효 온도를 달리하여 발효시킨 술덧의 향기 성분을 분석한 결과는 Table 4와 같다. Methanol은 모든 시험구에서 104.5-108.5 mg/L 검출되어 온도에 따른 methyl alcohol의 생성량은 유의적인 차이가 없었다. Furfural은 15°C시험구에서 다른 시험구에 비해 유의적으로 높게

**Table 3.** Organic acid of fermented mashing prepared different temperature

Organic acid	Black Raspberry juice	25℃	20℃	15℃
Citric acid (mg/L)	3,085.9±6.1	4,173.1±9.0 <sup>a</sup>	4,516.7±7.0 <sup>b</sup>	4,572.2±6.5 <sup>b</sup>
Tartaric acid (mg/L)	1,910.6±9.1	523.0±5.3 <sup>a</sup>	719.0±6.4 <sup>b</sup>	730.3±5.7 <sup>b</sup>
Malic acid (mg/L)	1,128.7±6.0	914.1±5.8 <sup>a</sup>	986.1±5.7 <sup>b</sup>	974.8±6.7 <sup>b</sup>
Succinic acid (mg/L)	ND <sup>1)</sup>	1,220.4±9.3 <sup>a</sup>	1,213.6±4.7 <sup>a</sup>	1,156.8±8.3 <sup>b</sup>
Lactic acid (mg/L)	ND	390.2±7.9 <sup>a</sup>	316.3±5.0 <sup>b</sup>	286.1±5.7 <sup>c</sup>
Acetic acid (mg/L)	53.7±1.1	118.1±3.5 <sup>b</sup>	157.1±5.8 <sup>c</sup>	254.4±6.9 <sup>d</sup>

Values with different letters were significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

<sup>1)</sup> Not detected.

**Table 4.** Aroma compounds of fermented mashing prepared different temperature

Aroma compounds	25℃	20℃	15℃
Methyl alcohol(mg/L)	108.5±1.4 <sup>a</sup>	104.8±0.3 <sup>a</sup>	104.5±1.5 <sup>a</sup>
Furfural(μl/L)	11.5±0.2 <sup>a</sup>	12.7±0.6 <sup>a</sup>	21.0±0.5 <sup>b</sup>
n-propanol(mg/L)	44.4±0.2 <sup>a</sup>	42.5±1.0 <sup>b</sup>	44.3±0.7 <sup>a</sup>
i-butanol(mg/L)	59.4±0.3 <sup>a</sup>	61.3±0.6 <sup>a</sup>	65.2±1.0 <sup>a</sup>
n-butanol(mg/L)	6.0±0.5 <sup>a</sup>	3.3±0.1 <sup>b</sup>	2.5±0.3 <sup>b</sup>
i-amyl alcohol(mg/L)	391.0±3.2 <sup>a</sup>	368.9±1.4 <sup>a</sup>	324.8±2.1 <sup>b</sup>
n-amyl alcohol(mg/L)	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
Total fusel oil(mg/L) <sup>1)</sup>	500.8±3.4 <sup>a</sup>	476.0±1.0 <sup>b</sup>	436.7±1.7 <sup>c</sup>
Acetate isobutyl ester(μl/L)	ND <sup>2)</sup>	ND	ND
Ethyl acetate(mg/L)	37.8±0.3 <sup>a</sup>	34.8±0.8 <sup>b</sup>	30.2±0.9 <sup>c</sup>
Ethyl n-valerate(μl/L)	ND	ND	ND
Ethyl n-caproate(μl/L)	ND	ND	ND
Lactic acid ethyl ester(μl/L)	ND	ND	ND
n-octanoic acid ethyl ester(μl/L)	ND	ND	ND
Ethyl n-caprate(μl/L)	ND	ND	ND
Succinic acid diethyl ester(μl/L)	ND	ND	ND

Values with different letters were significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

<sup>1)</sup> Sum of n-propanol, i-Butanol, n-Butanol, i-Amyl alcohol, n-Amyl alcohol

<sup>2)</sup> Not detected

나타났는데 동일한 조건하에 발효가 진행된 것을 감안하면 푸르푸랄 농도도 발효온도에 따라 영향을 받는 것으로 판단된다. 퓨젤유는 i-amyl alcohol, i-butanol 및 n-propanol이 주요성분으로 검출되었으며 25℃ 시험구에서 500.8 mg/L로 다른 시험구보다 유의적으로 높게 검출되어 향이 강한 술덧임을 알수 있으며 온도에 따라 향의 농도 차이를 보였다. 에스테류는 ethyl acetate 1종이 검출되었으며 25℃ 시험구에서 다른 시험구에 비해 높게 나타났다. 발효 온도가 높을수록 술의 주요 향기 성분인 퓨젤유와 에스테류가 많이 생성되는 타 연구결과 [26]와 일치하였다.

발효 온도별로 관능검사 결과 총점은 25℃, 15℃, 20℃ 시험구 순으로 나타나 25℃ 시험구(data not shown)에서 많이 생성된 퓨젤유와 에스테리의 아로마가 관능평가에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단되며 Lalvin 71B

균주를 이용한 머루가 첨가된 복분자 발효가 저온보다는 고온에서 발효를 진행함으로써 발효기간을 단축하고 품질을 개선하는데 효과적으로 나타났다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 기존 복분자에 머루를 첨가한 복분자 과즙을 제조 후 복분자 와인에 적합한 효모를 선발하고 최적의 발효온도 조건을 설정하여 기존 주정과 보당을 통해 제조된 복분자주의 맛과 향 등 품질을 향상시키는데 있다. 사용된 효모 4종은 발효말기에 알코올 11.5-11.6% (v/v)를 나타내 정상적으로 발효가 진행되었다. 특히 Y1 효모 (Lalvin 71B)가 발효 후 산도가 0.94%를 나타내어 복분자주의 산도를 감소시키는 효과가 있으

며 젖산 생성량이 370.8 mg/L로 분석되어 타 효모에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 이는 기존 복분자주의 발효공정과 맛에 긍정적으로 작용하는 것으로 평가할 수 있다. 또한 Y1 효모는 퓨젤유 (683.6 mg/L)와 에틸 아세테이트 (43.8 mg/L)를 타 효모에 비해 유의적으로 많이 생성시키고 관능평가에서도 맛과 품질 평가에서 유의적으로 우수한 것으로 평가되어 머루를 첨가한 복분자주 양조에 적합한 효모로 선발하였다. 또한 선발된 Y1 효모를 이용한 발효 온도별 복분자주의 품질 특성 비교에서는 고온 (25℃)에서 발효된 복분자주가 저온 (15℃, 20℃)에서 발효된 복분자주에 비해 알코올과 산도 등에서는 유의적 차이가 없는 반면 고급 알코올 (500.8 mg/L)과 에틸 아세테이트 (40.3 mg/L) 등 향기 성분이 유의적으로 많게 생성되었고 관능평가에서도 맛과 향에서 우수한 것으로 평가되었다. 결론적으로 머루를 첨가한 복분자주에 Lalvin 71B 양조용 효모를 이용하여 25℃에서 발효하면 복분자 단독으로 제조할 때 보다 발효공정이 원활하게 진행되며 기존 보당과 주정을 첨가하여 제조된 복분자주의 맛과 향 등 품질을 개선하는데 효과가 있는 것으로 나타났다.

## References

- [1] H. S. Choi, M. K. Kim, H. S. Park, Y. S. Kim, D. H. Shin, "Alcoholic fermentation of Bokbunja(Rubus coreanus Miq.) wine", Korean J Food Sci Technol, Vol. 38, No. 4 pp.543-547, 2006.
- [2] J. Heo, Donguibogam 1-5, Yeogang Publishing Co., Seoul, Korea. pp.62-2679, 1994
- [3] M. G. Choung, J. D. Lim, "Antioxidant, anticancer and immune activation of anthocyanin fraction from Rubus coreanus Miquel fruits(bokbunja)", Korean J Medicinal Crop Sci, Vol. 20, No 4 pp.259-269, 2012.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.7783/KJMCS.2012.20.4.259>
- [4] S. M. Lee, Y. H. You, K. M. Kim, J. J. Park, C. S. Jeong, D. Y. Jhon, W. J. Jun, "Antioxidant activities of native Gwangyang Rubus coreanus Miq". J Korean Soc Food Sci Nutr, Vol. 41, No. 3 pp.327-332, 2012.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2012.41.3.327>
- [5] J. G. Han, M. C. Kwon, J. H. Ha, H. S. Jeong, Y. Kim, M. H. Jeong, J. C. Kim, H. Y. Lee, "Enhancement of immuno modulatory activities of Rubus coreanus Miquel extracts by nano-encapsulation process", Korean J Medicinal Crop Sci. Vol. 17, No. 1 pp.54-60, 2009.
- [6] S. J. Lee, M. J. Lee, Y. J. Ko, H. R. Choi, T. J. Jeong, K. M. Choi, J. D. Cha, S. M. Hwang, H. K. Jung, J. H. Park, T. B. Lee. "Effects of Extracts of Unripe Black Raspberry and Red Ginseng on Cholesterol Synthesis", Korean J Food Sci Technol, Vol. 45, No. 5 pp.628-635, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2013.45.5.628>
- [7] H. S. Cha, A. R. Youn, P. J. Park, H. R. Choi, B. S. Kim, "Physicochemical characteristics of Rubus coreanus Mique during maturation", Korean J Food Sci Technol Vol. 39, No. 4 pp.476-479, 2007.
- [8] J. W. Lee, J. H. Do, "Chemical Compounds and Volatile Flavor of Rubus coreanum", Korean J Food & Nutr, Vol. 13, No. 5 pp.453-459, 2000.
- [9] S. J. Lee, "Physico-chemical Characteristics of Black Raspberry Fruits(Bokbunja) and Wines in Korea", Korean J Food Sci Technol, Vol. 45, No. 4 pp.451-459, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2013.45.4.451>
- [10] S. J. Lee, K. G. Lee, "Volatile Analysis and Preference Measurement of Korean Black Raspberry Wines from Different Regions", Food Eng Prog, Vol. 13, No. 4 pp.302-307 2009.
- [11] S. J. Lee, B. M. Ahn, "Changes in physicochemical characteristics of black raspberry wines from different regions during fermentation", Korean J Food Sci Technol, Vol. 41, No. 6 pp.662-667, 2009.
- [12] H. S. Choi, M. K. Kim, H. S. Park, D. H. Shin, "Changes in physicochemical characteristics of bokbunja (Rubus coreanus Miq.) wine during fermentation", Korean J Food Sci Technol, Vol. 37, No. 4 pp.574-578, 2005.
- [13] Y. J. Moon, M. S. Lee, C. K. Sung, "Physicochemical properties of raspberry wine using active dry yeast strains", Korean J Food Nutr, Vol. 18, No. 4 pp.302-308, 2005.
- [14] Y. J. Moon, M. S. Lee, C. K. Sung, "Contents of amino acids in raspberry wine using active dry yeast strains", Korean J Food Nutr, Vol. 19, No. 4 pp.392-397, 2006.
- [15] Y. J. Lee, J. C. Kim, K. T. Hwang, D. H. Kim, C. M. Jung, "Quality characteristics of black raspberry wine fermented with different yeasts" J Korean Soc Food Sci Nutr, Vol. 42, No. 5 pp.784-791, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.5.784>
- [16] S. H. Seo, S. A. Yoo, B. S. Kang, H. S. Son, "Quality Characteristics of Korean Black Raspberry Bokbunja Wines Produced Using Different Amounts of Water in



the Fermentation Process” Korean J Food Sci Technol, Vol. 46, No. 1 pp.33-38, 2014.

DOI: <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.1.33>

- [17] Y. Hwang, K. K. Lee, G. T. Jung, B. R. Ko, D. C. Choi, Y. G. Choi, J. B. Eun, “Manufacturing of Wine with Watermelon”, Korean J Food Sci Technol, Vol. 36, No. 1 pp.50-57, 2004.
- [18] C. Yook, M. H. Seo, D. H. Kim, J. S. Kim. “Quality Improvement of Campbell Early Wine by Mixing with Different Fruits”, Korean J Food Sci Technol, Vol. 39, No. 4 pp.390-399, 2007.
- [19] Y. S. Park, J. Y. Heo, I. J. Kim, S. J. Heo, K. H. Kim, B. C. Jeong, S. M. Park, “Growth and fruit characteristics of *Vitis amurensis* Rupr. collected in Gangwondo”, Korean J Medicinal Crop Sci, Vol. 13, No. 6 pp.226-233, 2005.
- [20] H. William, Official methods of analysis, The Association of Official Analytical Chemists. pp.183-191, 1970.
- [21] NTS liquors licence aid center. "Regulation of analysis in alcoholic beverage", pp.1-68, 2008.
- [22] Y. Margalit, Winery Technology & Operation, The Wine Appreciation Guild, San Francisco, CA, USA. pp.1-12, 2003.
- [23] E. J. Kim, Y. H. Kim, J. W. Kim, H. H. Lee, Y. J. Ko, M. H. Park, J. O. Lee, Y. S. Kim, Y. L. Ha, C. H. Ryu, “Optimization of Fermentation Process and Quality Properties of Wild Grape Wine”, J Korean Soc Food Sci Nutr, Vol. 36, No. 3 pp.366-370, 2007.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2007.36.3.366>
- [24] S. Y. Kim, S. K. Kim, “Winemaking from New Wild Grape”, Korean J Food & Nutr, Vol. 10, No. 2 pp.254-262, 1997.
- [25] S. K. Kim, “Deacidification of New Wild Grape Wine”, Korean J Food & Nutr, Vol. 9, No. 3 pp.265-270, 1996.
- [26] E. Killian, C. S. Ough, “Fermentation esters-Formation and retention as affected by fermentation temperature”, Am J Enol vitic, Vol. 30 pp.301-303, 1979.

공 태 인(Tae-In Kong)

[정회원]



- 1999년 2월 : 연세대학교 이과대학 화학과 (이학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 박사과정

<관심분야>  
양조학, 발효식품학

정 철(Chul Cheong)

[정회원]



- 1996년 2월 : 독일 문헨공대 식품학과(이학석사)
- 2002년 2월 : 독일 베를린공대 생물공학과 (이학박사)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 교수
- 2010년 3월 ~ 현재 : 한국식품연구원 주류품질인증 심사위원
- 2015년 ~ 현재 : 한국식품과학회 양조분과위원회 위원장

<관심분야>  
양조학, 발효식품학