

## 사과산 분해 효모에 의한 개량머루주의 감산 특성

김찬우 · 강지은 · 정석태 · 여수환 · 김영희<sup>1</sup> · 김명곤<sup>1</sup> · 박희동<sup>2</sup> · 최한석\*

국립농업과학원 발효식품과, <sup>1</sup>전북대학교 식품공학과, <sup>2</sup>경북대학교 식품공학부

### Characteristics of gaeryangmerou wine deacidified by a malic acid-degrading yeast

Chan-Woo Kim, Ji-Eun Kang, Seok-Tae Jeong, Soo-Hwan Yeo, Young-Hoi Kim<sup>1</sup>,  
Myung-Kon Kim<sup>1</sup>, Heui-Dong Park<sup>2</sup>, and Han-Seok Choi\*

Fermented Food Science Division, National Institute of Agricultural Sciences

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University

<sup>2</sup>School of Food Science and Biotechnology, Kyungpook National University

**Abstract** The effect of malic acid-degrading yeast on the quality of Gaeryangmerou (*Vitis* spp.) wine obtained from grapes commonly used for making wine in Korea was investigated. Alcoholic fermentation was carried out at 25°C, for 14 days. A malic acid-degrading yeast was used as the experimental sample and a commercial yeast, Fermivin, was used as a control. The fermentation process for the experimental yeast lasted 2-3 days longer than that of Fermivin. The pH and the volatile acid content of the wine were 3.94 and 244.20 mg/L, respectively. The total acid content was 0.86% for the experimental group and 0.94% for the control group. The contents of malic acid and succinic acid in the experimental group were significantly lower than that of the control group (245.61, 50.18 mg% for experimental group versus 302.44, 68.39 mg% for control group, respectively). In contrast, lactic acid content was slightly higher in the experimental group. As expected, the main volatile flavor compounds of Gaeryangmerou wine varied with the yeast used for fermentation and were determined to be isoamyl alcohol,  $\beta$ -phenethyl alcohol, 2-methyl-1-propanol, and diacetyl for the experimental wine.

**Keywords:** gaeryangmerou; wine, deacidification, yeast, fermentation

## 서 론

국민소득의 증가, 저알코올을 선호하는 주류 문화의 변화와 건강증진 등의 이유로 와인 수입 수요가 증가하는 추세이다(1). 2016년 관세청에 따르면 국내로 수입되는 와인량은 2015년 36백만 L로 2006년 대비 1.6배 증가하였으며, 수입 금액도 8,800만 달러에서 18,980만 달러로 늘어났다. 이에 증가하는 와인 수입을 대체하기 위해 국산 포도를 활용하는 고품질 와인 제조기술 개발이 필요한 실정이다. 와인은 일반적으로 포도 으깬이에 효모를 접종 후 발효시켜 제조하는데, 와인의 품질은 원료인 포도뿐만 아니라 발효나 숙성 기술에 의해서 영향을 많이 받게 된다. 국내에서 주로 재배되는 포도 품종은 캠벨얼리(Campbell Early), MBA (Muscat Bailey A), 거봉, 개량머루 등이 있는데, 개량머루는 과립이 작고 착색이 우수하며 폴리페놀 함량이 높아 양조용 원료로써 유리한 특성을 가지고 있다(2,4). 현재 전국적으로 생산되는 개량머루는 육성과정과 양친이 불분명하고 기존 재배 품종과의

유연관계가 분명하게 구명되지 못하고 있으나(5-6), 과육 1 g 당 3.95 mg의 안토시아닌이 다량 함유되어 있다(7-8). 개량머루의 구성 성분으로는 약 80.4%가 수분이고, 조단백질 0.8%, 조지방 0.3%, 당질 14.9%이며 기능성 성분인 레스베라트롤(resveratrol) 함량이 캠벨얼리보다 10배 이상 높은 것으로 보고되었다(9). 레스베라트롤은 포도 껍질에 존재하는 화합물로서 산화방지 및 항암 효과가 있으며 혈액 응고 방지와 혈청의 high-density lipoprotein (HDL)-콜레스테롤(cholesterol) 함량을 증가시켜 혈중 콜레스테롤 수치 저하 작용과 심장병, 뇌졸중 예방 효과가 있는 물질로 알려져 있다(10). 이처럼 개량머루는 양조용 원료와 기능성 측면에서는 유리하게 작용하지만, 신맛이 지나치게 강해 기호성이 떨어지는 경향이 있다. 개량머루의 신맛 성분은 약 70-90%가 주석산(tartaric acid)과 사과산(malic acid)으로 와인에서 함량이 지나치게 높으면 맛이 전반적으로 거칠어지고, 과도한 침의 분비로 불쾌감을 줄 수 있기 때문에 적정 산도로 조절하는 양조기술이 필요하다. 현재까지 와인의 신맛을 저감화하기 위한 미생물학적 방법으로 젖산균을 이용하여 2개의 carboxyl group을 갖는 malic acid를 1개의 카복실기(carboxyl group)을 갖는 젖산(lactic acid)과 CO<sub>2</sub>로 전환하는 말로락트발효(malo-lactic fermentation, MLF)(11)와 효모를 활용하는 감산 연구 등이 보고되었다. 효모를 이용하여 malic acid를 alcohol로 전환시키는 말로알코올발효(malo-alcohol fermentation, MAF)(12), 국산 머루로부터 분리한 주석산 분해효모의 특성(4), 일반적으로 와인 제조 시 사용하는 *Saccharomyces cerevisiae*와의 혼합발효 특성(13) 등에 관한 연구가 보고되고 있다.

\*Corresponding author: Han-Seok Choi, Fermented Food Science Division, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju 55365, Korea  
Tel: +82-63-238-3639  
Fax: +82-63-238-3843  
E-mail: coldstone@korea.kr  
Received July 19, 2017; revised September 8, 2017;  
accepted September 13, 2017

Seo(14)는 와인의 알코올 발효 과정 중 malic acid 함량 감소를 위해 포도주 박으로부터 분리한 malic acid 분해 효모의 특성을 밝혔으며, 대조 균주보다 분해능과 균 생육도가 모두 우수하였다. 효모를 활용하여 와인의 산을 저감하는 기존의 연구는 머무를 비롯한 포도에서 산 분해 효모를 분리하고 내산성, 내당성, 내염성 및 내열성 등의 환경 저항성을 주로 평가하였으며, 이에 따른 와인의 발효 및 품질특성에 관한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 신맛이 강한 개량머루주의 산도 조절기술 개발을 위해 사과산을 분해하는 효모를 집중하여 효과적인 감산 방법을 모색하고자 수행하였으며, 이에 따른 와인의 알코올 발효, 품질 및 관능특성을 검토하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 사용 효모

본 실험에 사용한 개량머루는 2015년 영주시 단산면에서 생산되었으며, 효모는 경북대학교 식품공학과에서 포도주 박으로부터 분리한 *Pichia kudriavzevii*를 건조분말 형태로 사용하였고, 대조 균주는 상업효모 *Saccharomyces cerevisiae* Fermivin (7013, France)을 포도즙 무게에 대하여 0.02% (w/w) 접종하였다.

### 와인 제조방법

와인 제조를 위해 개량머루의 송이줄기를 제거하고 파쇄하면서 폴리페놀 산화나 잡균 오염 방지를 위해 메타아황산포타슘 (potassium metabisulfite,  $K_2S_2O_5$ )을 150 mg/kg 농도로 첨가하였다. 당도는 초기 당도를 고려하여 백설탕으로 22°Bx가 되도록 조절하였다. 아황산염을 처리하고 최소 5시간 후, 포도즙 무게에 대하여 0.02% (w/w)의 효모를 활성화시키고 접종하였으며, 25°C에서 14일 동안 발효하였다. 효모 접종 후 매일 2회씩 교반하여 효모의 증식을 촉진시키고 상층의 과피와 과육을 가라앉히며, 과피와 씨로부터 폴리페놀 성분 추출을 용이하게 하였다. 1차 발효가 끝나고 압착한 발효액을 용기에 넣고 잔당발효를 15일 동안 실시하였는데, 산소와의 접촉을 차단하기 위해 에어락(air lock)을 설치하였다. 효모 균체와 부유물이 가라앉으면 1차 앙금분리를 실시하여 15°C에서 60일 동안 숙성하였으며 이러한 제조공정을 대조군으로 하여 개량머루주의 감산 특성을 확인하였다.

### pH 및 총산 함량 측정

pH는 pH meter (Orion 3 star, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였고, 총산 함량은 시료 10 mL를 0.1 N 수산화소듐(NaOH) 용액으로 pH 8.2까지 적정한다. 다음, 주석산(tartaric acid)의 양으로 환산하여 산출하였다.

### 알코올 함량 측정

알코올 함량은 15°C에서 검정한 시료 100 mL에 증류수 50 mL를 넣고 증류하였다. 증류액을 70 mL 받고 증류수로 100 mL 정용한 후 15°C에서 주정계(Scale: 0-10; 10-20, Deakwang Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다(15).

### 휘발산 함량 측정

개량머루주의 휘발산 함량은 알코올 농도 측정에 이용한 와인 증류액 30 mL를 취한 후 0.01 N NaOH로 pH 8.2까지 적정하여 아세트산(acetic acid)의 양으로 환산하여 산출하였다.

### 유리당 분석

유리당 분석은 HPLC(e-2695, Waters Co., Milford, MA, USA)를 이용하였으며 post column 방법으로 분석하였다. 유리당 분석용 컬럼(column)은 Supelco sil LC-NH2 (4.6 mm×250.0 mm)로 분석하였다. 이동상은 80% 아세토나이트릴(acetonitrile, Mallinckrodt Baker Inc., Phillipsburg, NJ, USA)을 이용하였고, 유속(flow rate) 1 mL/min, 컬럼오븐(column oven) 25°C, 주입 양(injection volume)은 10 µL로 설정하여 RI 검출기(detector, 2414, Waters Co.)로 검출하였다. 시료는 4°C에서 12,000×g, 15분간 원심분리(CR 22G, Hitachi Koki Co., Tokyo, Japan)하여 상층액을 회수한 다음 거름종이(0.2 µm, Millipore Co., Cork, Ireland)로 여과 후에 사용하였다.

### 유기산 분석

유기산 분석은 HPLC (LC-20A, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하였으며 post column 방법으로 분석하였다. 유기산 분석용 column은 TSKgel ODS-100V (4.6 mm×250.0 mm)로 분석하였다. 이동상은 0.1% 인산(phosphoric acid, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)이며, 0.2 mM bromothymol blue (Sigma Chemical Co.)와 30 mM  $Na_2HPO_4$  (Sigma Chemical Co.)로 반응시킨 후 UV 440 nm에서 검출하였다. 유속(Flow rate)은 이동상 0.5 mL/min, 반응용액 1 mL/min이며, column oven의 온도는 40°C로 하였다. 시료는 4°C에서 12,000×g, 15분간 원심분리(CR 22G, Hitachi Koki Co.)하여 상층액을 회수한 다음 거름종이(0.2 µm, Millipore Co.)로 여과 후에 사용하였다.

### 휘발성 향기성분 분석

유리 컬럼(10×2.5 cm)에 정제한 레진(resin, Amberlite XAD-2, Supelco, Bellefonte, PA, USA)을 methanol (Junsei Chemical Co., Tokyo, Japan)에 현탁시켜 충전한 다음, 메탄올(methanol)이 거의 용출될 시점에 증류수 300 mL를 가하여 안정화시켰다. 시료 20 mL를 증류수로 3배 희석하여 컬럼에 5 mL/min 용출시킨 후 증류수 100 mL를 가하여 수용성 성분을 제거하였다. 이어서 다이에틸에테르(diethyl ether, Sigma Chemical Co.) 70 mL로 용출시켜 휘발성 성분을 탈착시킨 다음, 내부 표준물질로 로르산에틸(ethyl laurate, 633.0 µg/mL) 1 mL를 첨가했다. 수분을 제거하고 30°C 이하에서 2 mL가 될 때까지 감압농축하였으며, 이후 질소기류 조건에서 0.5 mL로 농축하였다. 분석조건은 Table 1과 같다.

### 관능평가

관능검사는 국립농업과학원 발효식품과 26-45세 남자 7명, 여자 8명을 대상으로 총 15명이 참여하였고, 기존에 전통주 관련 관능평가 경험이 있는 연구원으로 구성하였다. 패널들의 신맛 강도 평가를 위해 malic acid를 표준물질로 정하고, 4개의 농도를 순위법으로 정답을 맞출 때까지 기본맛 훈련을 반복하였다. 신맛의 강도는 7점 척도법(1; 매우 약함, 7; 매우 강함)으로 맛의 세기를 나타내었고, 선호도 조사는 색, 향, 맛, 균형감 및 전반적 기호도를 대조군과 비교해 7점 척도법(1; 대단히 나쁨, 7; 대단히 좋음)으로 평가하여 통계처리하였다.

### 통계분석

각 분석항목에 대하여 3회 반복 측정하여 얻은 결과는 SPSS 12.0(SPSS INC., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여

**Table 1. Analytical condition of GC/MS for volatile flavor components**

Items	Operating conditions
Model	GC/MS (Shimadzu Q-2010, Japan)
Column	DB-wax capillary column (30 m × 0.25 mm, 0.25 μm film thickness)
Column temp.	40°C (5 min) - 2°C (1 min) - 230°C (25 min)
Injector temp.	250°C
Interface temp.	250°C
Carrier gas	He(flow rate: 1.0 mL/min)
Scan range	m/z 30-400
Split ratio	20:1

평균과 표준 오차를 구하였고, 독립표본 *t*-test로 유의성을 검증하였다(16).

### 결과 및 고찰

#### pH, 가용성 고형물, 휘발산, 알코올 및 총산 함량

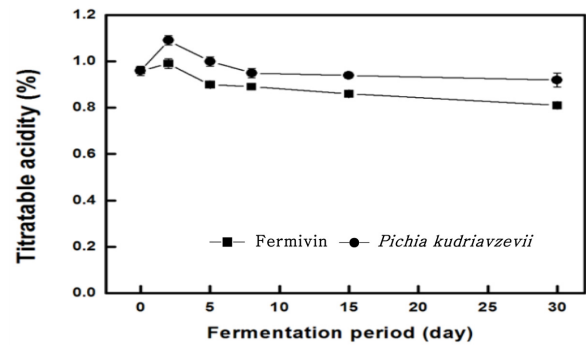
감산 효모로 발효시킨 개량머루주의 이화학적 특성은 Table 2와 같다. pH는 3.94로 페미빈(fermivin) 3.79에 비해 유의적으로 0.15 증가하였는데, 이는 와인의 장기 숙성 시 미생물에 의한 품질변화가 상대적으로 빠르게 발생할 수 있다. Acetic acid로 환산되는 휘발산 함량은 244.20 mg/L로 fermivin 113.67 mg/L에 비해 약 2.15배 증가하였으나 사람이 관능적으로 구분하기 어려운 수

**Table 2. pH, titratable acidity, soluble solid content, volatile acids, and alcohol content of Gaeryangmerou wine treated with acid degrading yeast**

Items	Fermivin	<i>Pichia kudriavzevii</i>
pH	3.79±0.04 <sup>1) b2)</sup>	3.94±0.08 <sup>a</sup>
Titratable acidity (%)	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.86±0.01 <sup>b</sup>
Soluble solid content (°Bx)	8.70±0.20	8.47±0.25
Volatile acid (mg/L)	113.67±6.50 <sup>b</sup>	244.20±9.63 <sup>a</sup>
Alcohol contents (%)	12.07±0.12	11.93±0.12

<sup>1)</sup> Values are mean±S.E. Values are mean of triplicates.

<sup>2)</sup> Means with the different superscripts in a row are significantly different (*p*<0.05).



**Fig. 1. Titratable acidities of Gaeryangmerou wine treated with acid degrading yeast during alcohol fermentation.**

준이며, 적정량의 휘발산은 와인의 향기성분 생성에 긍정적으로 작용할 수 있다. 가용성 고형분과 알코올 함량은 각각 8.47°Bx, 11.93%로 fermivin과 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 처리구의 감산 효모가 정상적으로 발효하여 알코올을 생성한 것을 확인하였고, 일반적인 레드와인과 비슷한 수준으로 나타났다. 개량머루의 초기 총산 함량은 0.96%이며, 와인발효 중 총산 함량의 변화는 Fig. 1에서와 같이 fermivin은 발효 2일째 1.09%까지 급격하게 증가하였고, 발효가 진행됨에 따라 감소하여 발효 15일과 30일째 각각 0.94, 0.92%로 나타났다. 감산 효모는 발효 초기 fermivin에 비해 완만하게 산이 증가하여 발효 15일과 30일째 각각 0.86, 0.81%로 감소하였다. 감산 효모로 발효 시 fermivin에 비해 총산 함량이 0.08-0.11% 감소하는 것을 알 수 있었다.

#### 유리당 함량

상용 효모와 감산 효모로 제조한 개량머루주의 발효 중 유리당 함량 변화를 Table 3에 나타내었다. 개량머루의 주요 유리당은 glucose와 fructose이며, 과실이 숙성됨에 따라 함량이 증가하는 것으로 알려져 있다(17). Fermivin은 발효 2일째 발효성 당인 포도당(glucose)과 과당(fructose)의 함량이 감소하기 시작하여 5일째 각각 24.32, 4.93 mg%로 나타났으며, 글리세롤(glycerol)은 120.74 mg%로 증가하여 반대의 경향을 보였다. 감산 효모는 발효 3일째 glucose와 fructose의 함량이 감소하기 시작하여 발효 7일째 23.11, 0.99 mg%로 fermivin에 비해 약 2-3일 느리게 진행되었다. 이는 발효 중 알코올 함량 변화와 비슷하게 나타났는데,

**Table 3. Contents of free sugar of Gaeryangmerou wine with different yeasts during alcohol fermentation**

(Unit: mg/100 mL)

Free sugars	Fermentation period (day)						
	1	2	3	5	7	14	
Fermivin	Glycerol	26.36±0.33 <sup>1) c2)</sup>	79.83±0.18 <sup>d</sup>	107.32±3.30 <sup>c</sup>	120.74±0.56 <sup>b</sup>	132.75±2.19 <sup>a</sup>	121.30±0.10 <sup>b</sup>
	Xylose	1.87±0.10 <sup>d</sup>	2.77±0.10 <sup>bc</sup>	2.53±0.14 <sup>c</sup>	3.21±0.00 <sup>a</sup>	2.60±0.40 <sup>bc</sup>	2.81±0.01 <sup>b</sup>
	Fructose	999.54±10.20 <sup>a</sup>	714.69±1.41 <sup>b</sup>	267.19±8.29 <sup>c</sup>	4.93±0.00 <sup>e</sup>	8.70±0.07 <sup>d</sup>	0.98±0.01 <sup>f</sup>
	Glucose	938.47±1.48 <sup>a</sup>	460.15±2.38 <sup>b</sup>	85.48±3.07 <sup>c</sup>	24.32±0.01 <sup>d</sup>	18.07±0.19 <sup>e</sup>	23.44±2.74 <sup>d</sup>
	Maltose	14.10±0.13 <sup>d</sup>	16.94±0.11 <sup>c</sup>	18.37±1.04 <sup>ab</sup>	19.18±0.04 <sup>b</sup>	19.61±0.01 <sup>a</sup>	19.20±0.05 <sup>b</sup>
<i>Pichia kudriavzevii</i>	Glycerol	5.58±2.89 <sup>e</sup>	11.94±0.13 <sup>d</sup>	49.64±0.14 <sup>c</sup>	121.66±0.28 <sup>b</sup>	120.86±0.67 <sup>b</sup>	131.53±0.02 <sup>a</sup>
	Xylose	0.89±0.03 <sup>c</sup>	1.08±0.08 <sup>d</sup>	0.86±0.05 <sup>c</sup>	3.10±0.04 <sup>a</sup>	2.89±0.17 <sup>ab</sup>	2.60±0.07 <sup>bc</sup>
	Fructose	1041.92±4.42 <sup>a</sup>	1034.23±2.46 <sup>a</sup>	893.01±2.50 <sup>b</sup>	201.91±0.12 <sup>c</sup>	0.99±0.05 <sup>d</sup>	ND <sup>3)</sup>
	Glucose	1029.19±12.22 <sup>a</sup>	1005.71±1.95 <sup>b</sup>	721.90±3.29 <sup>c</sup>	39.07±0.57 <sup>d</sup>	23.11±0.02 <sup>e</sup>	15.81±0.06 <sup>f</sup>
	Maltose	14.02±0.36 <sup>c</sup>	15.40±0.06 <sup>d</sup>	10.91±6.89 <sup>f</sup>	19.71±0.04 <sup>a</sup>	19.51±0.07 <sup>bc</sup>	19.63±0.04 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup> Values are mean±S.E. Values are mean of triplicates.

<sup>2)</sup> Means with the different superscripts in a row are significantly different (*p*<0.05).

<sup>3)</sup> Not detected

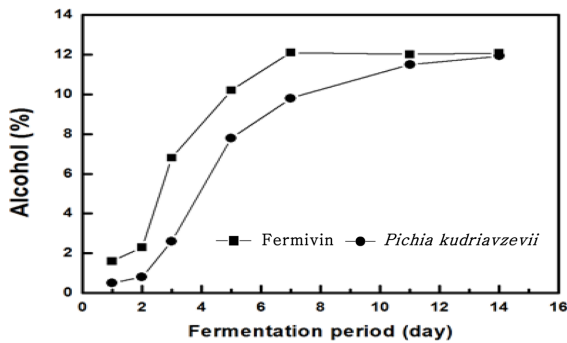


Fig. 2. Alcohol content of Gaeryangmerou wine treated with acid degrading yeast during alcohol fermentation.

Table 4. Contents of organic acid of Gaeryangmerou wine treated with acid degrading yeast (Unit: mg/100 mL)

	Fermivin	<i>Pichia kudriavzevii</i>
Tartaric	173.72±5.23 <sup>1)</sup>	170.44±6.24
Malic	302.44±4.33	245.61±2.28***
Lactic	120.27±4.63	152.72±5.18**
Acetic	20.35±2.24	20.83±2.52
Citric	7.10±0.18	4.96±2.81
Succinic	68.39±1.75	50.10±0.58***
Total	692.27	644.66

<sup>1)</sup>Values are mean±SE. Values are mean of triplicates.

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ .

fermivin은 발효 3일째 6.8%, 7일째 12.1%가 생성되어 알코올 발효가 완료된 것을 알 수 있었다. 이에 비해 감산 효모는 발효 3일과 7일에 각각 2.6, 9.8%이며, 14일째 11.93%로 발효가 완료되었다. 유리당과 알코올 함량의 변화를 고려했을 때 감산 효모의 안정적인 발효를 위해서는 상용 효모에 비해 약 3-7일 발효기간을 길게 설정하는 것이 필요하다.

#### 유기산 함량

상용 효모와 감산 효모로 제조한 개량머루주의 유기산 함량은 Table 4에 나타내었다. 감산 효모로 발효 시 malic acid 함량은 245.61 mg%로 fermivin 302.44 mg%에 비해 19% 감소하였다. Lactic acid 함량은 152.72 mg%로 fermivin 120.27 mg%에 비해 다소 증가하였지만, malic acid와 lactic acid의 강도 및 특성을 고려해볼 때(18) 전반적인 와인의 신맛이 저감화된 것으로 판단된다. 석신산(succinic acid) 함량은 50.10 mg%로 fermivin 68.39 mg%에 비해 유의적으로 감소하였다( $p < 0.001$ ). 세균의 분해 작용에 의해 저항성이 강하며 개량머루의 주요 유기산인 tartaric acid는 유의적인 차이가 나타나지 않아서, 그 양을 감소시키기 위해서는 탄산칼슘에 의해 calcium tartrate를 형성하거나 저온에서 주석침전 등의 방법이 필요할 것으로 보인다. Acetic, citric acid 함량은 비슷한 수준으로 나타났다.

#### 휘발성 향기성분

상용 효모와 감산 효모로 제조한 개량머루주의 휘발성 향기성분을 분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. 정성적인 측면에서는 비슷한 수준으로 확인되었고, 감산 효모로 발효 시 fermivin에 비해 전체 휘발성 향기성분 함량이 1.95배 감소한 것을 알 수 있었다. 주요 향기성분은 아이소아밀알코올(isoamyl alcohol), 2-phenylethyl alcohol, 2-methyl-1-propanol, ethyl lactate 등으로 확

Table 5. Volatile flavor compounds in Gaeryangmerou wine treated with acid degrading yeast (Unit: mg/L)

RT (min)	Compound	Fermivin	<i>Pichia kudriavzevii</i>
2.81	Diacetyl	40.75	2.94
3.39	n-Decane	15.67	4.90
4.17	Trichloromethane	0.12	1.62
4.80	2-Butanol	1.27	0.73
5.52	n-Propanol	1.90	2.67
7.28	2-Methyl-1-propanol	44.03	27.61
9.41	n-Butanol	2.25	1.76
12.63	Iso-amyl-alcohol	224.28	109.78
19.98	Ethyl lactate	9.86	10.18
20.52	n-Hexanol	0.29	0.29
26.35	Acetic acid	0.58	0.50
29.76	Ethyl 3-hydroxybutanoate	ND <sup>1)</sup>	ND
31.52	2,3-Butanediol	0.70	0.79
34.99	-Butyrolactone	ND	0.23
35.90	n-Butyric acid	0.41	0.43
45.18	Ethylphenyl acetate	5.56	3.04
46.85	n-Hexanoic acid	1.13	1.18
48.01	Benzyl alcohol	0.68	0.56
49.53	2-Phenylethyl alcohol	75.78	43.67
56.70	n-Octanoic acid	1.24	1.29
62.86	Methyl palmitate	114	1.20
65.74	2,6-Dimethyl phenol	ND	0.38
66.75	3,5-Di-tert-butyl-palmitate	ND	ND
70.44	Ethyl hydrogen succinate	5.17	4.09
70.45	Butyl palmitate	ND	ND
72.18	2,3-Dihydrobenzofuran	0.56	trace
73.73	Unknown	2.41	trace
76.28	Methyl linoleate	1.10	1.20
81.47	Myristic acid	ND	ND
87.15	Palmitic acid	0.88	trace
89.02	Tyrosol	3.88	3.18
92.49	Linoleic acid	7.94	6.90

<sup>1)</sup>Not detected

인되었다. Ethyl lactate는 달콤한 과일향과 부드러운 크림향을 내며, fermivin과 비슷한 함량이지만 전체 비율은 2.01배 증가하였다. 향기의 폭과 농후감에 기여하여 술의 맛을 구성하는 필수성분으로 지나치게 많이 존재하면 술에 부패한 향과 버터향을 주어 와인 특유의 과일향을 저해할 수 있는 다이아세틸(diacetyl)은 fermivin에 비해 13.85배 감소하였다. n-Decane, 2-methyl-1-propanol 함량은 각각 3.20, 1.60배 감소하였으며, 약품 냄새를 내는 특징이 있는 isoamyl alcohol 함량은 2.04배 감소하였다. 와인의 향기에 긍정적으로 작용하는 과일향과 꽃향을 내는 ethylphenyl acetate와 2-phenylethyl alcohol은 각각 1.83, 1.74배 감소하였다(19).

#### 관능검사

사과산 분해 효모로 발효시킨 개량머루주의 신맛 강도를 평가한 결과는 Table 6에서 보는 바와 같이 4.00으로 대조구 5.50에 비해 유의적으로 신맛이 감소되었으며, 와인의 총산 및 사과산 함량이 감소되어 전반적인 신맛이 저감화된 것으로 판단된다. 선호도 조사(Table 7)는 와인의 색 6.00, 향 4.80, 맛 4.80, 균형감

**Table 6. Sensory characteristics of Gaeryangmerou wine treated with acid degrading yeast**

Sensory properties			
Acidity	Fermivin	<i>Pichia kudriavzevii</i>	t-value
	5.50±0.71 <sup>1)</sup>	4.00±0.94	4.025**

<sup>1)</sup>Values are mean±SE. Values are mean of triplicates.

\*\*p<0.01

**Table 7. Preference survey on Gaeryangmerou wine treated with acid degrading yeast**

Preference properties	Fermivin	<i>Pichia kudriavzevii</i>	t-value
Color	5.60±0.84 <sup>1)</sup>	6.00±0.67	-1.177
Aroma (bouquet)	4.90±0.57	4.80±1.40	0.210
Flavor	3.90±1.10	4.80±1.40	-1.599
Balance	3.60±1.35	4.20±0.63	-1.273
Overall preference	4.30±1.16	5.10±1.37	-1.409

<sup>1)</sup>Values are mean±SE. Values are mean of triplicates.

4.20, 전반적인 기호도 5.10으로 fermivin에 비해 대부분 높은 점수를 받았다. 관능검사 결과 와인 제조 시 일반적으로 사용되는 상용 효모(fermivin)와 비슷하거나 대부분 높은 점수를 받았으며, *Pichia kudriavzevii*를 활용하여 신맛이 저감화된 개량머루주 제조가 가능할 것으로 판단된다.

## 요 약

본 연구에서는 신맛이 강한 개량머루주의 산도 조절기술 개발을 위해 사과산 분해 효모에 의한 감산 및 품질특성을 알아보고자 하였다. 감산 효모(*Pichia kudriavzevii*)로 제조한 개량머루주의 발효 중 유리당 함량 변화는 발효 3일째 glucose와 fructose의 함량이 감소하기 시작하여 발효 7일째 각각 23.11, 0.99 mg%이며, 알코올 함량은 9.8%로 fermivin에 비해 약 2~3일 발효가 느리게 진행되는 것으로 나타났다. pH와 휘발산 함량은 각각 3.94, 244.20 mg/L로 fermivin 3.79, 113.67 mg/L에 비해 유의적으로 증가하였다. 가용성고형분 및 알코올 함량은 8.47°Bx, 11.93%로 fermivin 8.70°Bx, 12.07%와 비슷한 수준으로 나타났으며, 총산 함량은 0.86%로 0.08% 감소되었다. 유기산 함량은 malic acid와 succinic acid 함량이 각각 245.61, 50.18 mg%로 fermivin 302.44, 68.39 mg%에 비해 유의적으로 감소하였고, lactic acid 함량은 다소 증가하였다. 개량머루주의 주요 휘발성 향기성분은 isoamyl alcohol, -phenethyl alcohol, 2-methyl-1-propanol, diacetyl 등으로 확인되었고, 감산 효모로 발효 시 약품 냄새를 내는 특징이 있는 isoamyl alcohol 등 자극적인 향과 양조물 불쾌취인 diacetyl 함량이 감소되었다. 신맛의 강도를 평가한 결과 4.00으로 fermivin 5.50에 비해 유의적으로 낮은 점수를 받았으며, 선호도 조사는 색 6.00, 향 4.80, 맛 4.80, 균형감 4.20, 전반적 기호도 5.10으로 비교적 높은 점수를 받았다.

## 감사의 글

본 연구는 국립농업과학원 기관고유사업(과제번호: PJ01127002)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## References

- Kim SJ. A economic impact analysis on factors that affect demand for imports of wine. Catholic University, Daegu, Korea (2015)
- Park YH. Studies on the grape variety and the selection of yeast strain for wine making. Korea J. Agric. Chem. Soc. 18: 219-227 (1975)
- Lee JK, Kim JS. Study on the deacidification of wine made from campbell early. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 408-413 (2006)
- Kim KH. Isolation and Characterization of Osomotolerant Wine yeasts and Tartaric acid- Degrading yeasts from Korean wild Grapes. MS thesis, University of Kyungbuk, Daegu, Korea (2006)
- Park YS, Kim IJ, Jung BC, Park SM, Kim JH, Jeong CS. The origin of gailiangmeru (*Vitis* spp.) for isozyme analysis, leaf and seed character(P2-4-152). In: Abstracts: 81th The Korean Society of Horticulture. May 30-31, aT Center, Seoul, Korea. (2003)
- Park HS, Lee GP. The study of functional materials, classification, identification and cultivation techniques for 'Gaeryangmerou' grape. Rural Development Administration, Suwon, Korea (2007)
- Hwang IK, Ahn SY. Separation and determination of anthocyanins in wild vines. Korean J. Agr. Chem. Soc. 18: 183-187 (1975)
- Hwang IK, Ahn SY. Studies on of the anthocyanins in wild vines (*Vitis amurensis* Ruprecht). Korean J. Agr. Chem. Soc. 18: 188-193 (1975)
- National Rural Living Science Institute. Food Composition Table. 6th ed. Rural Development Administration, Suwon, Korea (2001)
- Youn JH. Comparison of resveratrol contents between 'Gailiangmeru' (*Vitis* spp.) and 'Campbell Early' grape. Vol. 21, p. 1. The Korean Society of Horticulture, Suwon, Korea (2003)
- Webb AD. In chemistry of winemaking. American Chemical Society, Washington D.C., USA. p. 107 (1974)
- Hariantono J, Yokota A, Takao S, Tomita F. Ethanol production from raw starch by simultaneous fermentation using *Schizosaccharomyces pombe* and a raw starch saccharifying enzyme from *Corticium rolfsii*. J. Ferment Bio eng. 71: 367-371 (1991)
- Kim DH. Characteristics of Alcohol Fermentation of Korean Grapes By the Mixed Culture of a Wine Yeast and a Malic Acid-Degrading Yeast. MS thesis, University of Kyungbuk, Daegu, Korea (2005)
- Seo SH. Isolation and characterization of a malic acid-degrading yeast from Korean grape wine pomace. MS thesis, University of Kyungbuk, Daegu, Korea (2006)
- NTS. Analysis of liquor regulatory. National Tax Service, Seoul, Korea. pp. 41-42 (2009)
- Kim SC, Lim Johan. Note on the Equality of Variances in Two Sample t-Test. Korean J. Statistical Soc. 17: 79-88 (2010)
- Kwon YH. Growth Characteristics and Functional Compounds in 'Gaeryangmeoru' Grapes in Korea. Chung-Ang University, Seoul, Korea. pp. 46-52 (2012)
- Jacobson, J.L. Introduction to wine laboratory practices and procedures. Springer Science & Business Media, Berlin, Germany. pp. 188-191 (2006)
- Lee JK, Moon SH, Bae GH, Kim JH, Choi HS, Kim TW, Jeong C. Distilled Spirits. Kwangmoonkag, Paju, Korea. pp. 382-459 (2015)