

## 발효온도가 사과와인 품질 특성에 미치는 영향

- 연구노트 -

곽한섭<sup>1,2,3</sup> · 서재순<sup>4</sup> · 배혜정<sup>5</sup> · 이화종<sup>5</sup> · 이영승<sup>1,2</sup> · 정윤화<sup>1,2,3</sup> · 김미숙<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>단국대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>단국대학교 글로벌식품산업연구소

<sup>3</sup>단국대학교 천연물식의약소재산업화연구센터

<sup>4</sup>경기도 농업기술원, <sup>5</sup>배혜정도가

## Effect of Fermentation Temperature on Quality Characteristics of Apple Wine

Han Sub Kwak<sup>1,2,3</sup>, Jae Soon Seo<sup>4</sup>, Haejung Bae<sup>5</sup>, Hwajong Lee<sup>5</sup>,  
Youngseung Lee<sup>1,2</sup>, Yoonhwa Jeong<sup>1,2,3</sup>, and Misook Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Nutrition, <sup>2</sup>Institute of Global Food Industry, and

<sup>3</sup>Natural Nutraceuticals Industrialization Research Center, Dankook University

<sup>4</sup>Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services

<sup>5</sup>BHD Brewery Co., Ltd.

**ABSTRACT** The objective of this study was to investigate the effect of fermentation temperature on quality characteristics of apple wine. Apple wine mashes were fermented in 15, 20, and 25°C water bathes for 9 days. The pH levels of all samples were below 4 from 24 h of fermentation until the end. Total acidities of 0.05% acetic acid solution were 7.8, 7.4, and 7.0% in the 15, 20, and 25°C fermented samples, respectively. The evaporation of esters generated by combining alcohol and organic acids might be the reason for lower total acidity for high temperature fermentation. Alcohol contents of the 20 and 25°C fermented samples were 6.5 and 6.6% (v/v), respectively, whereas that of the 15°C fermented sample was 5.6% (v/v) and significantly lower than the others ( $P<0.05$ ). Methanol contents were 0.68, 0.82, and 1.69 mg/L in the 15, 20, and 25°C fermented samples, respectively. Fermentation at higher temperatures generated higher methanol content in apple wine. On the other hand, acetaldehyde contents were 3.43, 2.39, and 1.02 mg/L in the 15, 20, and 25°C fermented samples, respectively, due to the lower boiling point of acetaldehyde (20.2°C). Based on the results, a fermentation temperature of 20~25°C is effective for apple wine fermentation.

**Key words:** apple, temperature, fermentation, wine, quality

## 서론

사과는 국내에서 재배되고 있는 주요 과일 중 하나로 재배 면적이 2014년 기준으로 30,702 ha로 조사되었다(1). 그러나 국내의 사과 소비는 꾸준히 줄어들어 2004년 8.2 kg에서 2013년도 7.1 kg으로 집계되었다(2). 사과는 주로 생과 형태로 소비되며 일부는 사과주스, 잼, 스낵, 식초 등의 가공용으로 소비되고 있다(3). 그러나 가공용 사과의 경우 수입 사과 대비 가격 경쟁력이 떨어지고 있는 실정이다. 국내 사과 생산 면적은 2008년 이후 정체기에 접어들었으며(1), 사과 소비도 줄어들고 있어 고부가가치를 창출하는 소비처의 발굴을 통해 농가의 소득 증대 방안이 필요하다. 사과의 소비 감소가 지속적으로 진행된다면 국내 사과 재배 농가의 수입 저하 및 미성숙과, 낙과 등의 낮은 품질의 사과 소비처가

줄어들 것이다. 이러한 낮은 품질 사과의 경우 가공식품의 원료로 사용이 가능하며, 그중 사과를 이용한 술의 제조는 고부가가치를 창출의 한 방법이다. 국내 사과를 이용한 사과와인 제조에 관한 최근의 연구는 한외여과공정을 이용한 제균 공정에 대한 연구(4), 농축 사과즙을 이용한 아이스 사과와인의 속성 발효에 대한 연구(5), 사과 약주의 제조에 관한 연구(6) 등이 있다. 타 주류의 연구와 비교해서 국내의 사과와인의 연구는 매우 미진한 상태이다. 외국의 경우 Alberti 등(7)이 사과와인의 발효 시 질소 함량이 높을수록 와인의 생산량이 높아짐을 보였으며, 사과 술덧에 추가하는 설탕의 함량에 따른 사과와인의 이화학 및 관능적인 특징을 보고하였다(8). 사과와인은 와인의 형태로 고부가가치 제품으로 충분한 시장성이 있다고 판단되며, 사과와인의 산업적인 제조를 위해서 체계적인 연구가 필요하다. 술의 발효에 있어서 발효 온도는 생산 원가 및 술의 품질에 영향을 미치는 중요한 요소 중 하나이다(9). Kim 등(10)은 저온 및 상온 발효에 따른 무중자 발아흑미를 이용한 막걸리 제조 과정 중의 발효 특성에 대해 연구하여 저온발효 시 상온 발효의 알코올 생산

Received 30 September 2015; Accepted 3 November 2015

Corresponding author: Misook Kim, Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Yongin, Gyeonggi-do 16890, Korea

E-mail: mkim5@dankook.ac.kr, Phone: +82-31-8005-3986

량에 도달하기 위해 약 3배 이상의 시간이 필요하나 막걸리의 산미에 좋은 영향을 주는 citric acid의 함량이 상온 발효보다 높다는 연구를 발표하였다. 또한 발효온도는 맥주의 제조에 있어서 맥주의 품질에 중요한 영향을 미치는 황화수소의 발생에 영향을 준다고 보고되었다(11). 와인 제조의 경우 저온발효(13°C)에서 25°C의 발효 대비 높은 농도의 향미 성분이 검출되었다는 연구가 보고되었다(12). Kourkoutas 등(13)은 다양한 온도(5~30°C) 조건에서 연속식 와인 발효를 진행하여 20~25°C 사이에서 단위 시간당 최대로 와인을 생산하는 것을 보여주었다. 위와 같이 다양한 발효 온도에서 와인, 맥주, 막걸리 등을 발효하였으나, 사과와인의 제조에 있어서 발효 온도의 영향에 관한 연구는 아직 보고된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 사과와인 생산에 있어서 발효 온도에 따른 사과와인 발효 기간 동안의 이화학적 품질 특성과 생산된 와인의 유해물질(메탄올, 아세트알데하이드) 함량을 조사하여 효율적이고 안전한 사과와인의 생산을 생산하기 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 사과와인의 제조

사과(*Malus domestica* 'Fuji')는 안성시의 단일 농장에서 수확된 것을 구입하여 사용하였다. 사과는 수돗물을 이용하여 2회 세척 후 1시간 동안 상온에서 표면의 물기를 제거하였다. 사과의 껍질, 꼭지, 씨를 제거하고 0.7 cm×0.7 cm의 정육면체 형태로 사각절단기(D-1020706-013, Daeduck Machinery, Co. Ltd., Siheung, Korea)를 이용하여 1차 분쇄를 진행하였다. 그 후 푸드프로세서(주문제작, Daesung Machinery, Suwon, Korea)를 이용하여 1차 분쇄가 완료된 사과를 잘게 분쇄하고 10 kg을 스테인리스 발효조에 넣었다. 사과와인 발효에 이용된 사과의 총 가용성 고형분 함량은 13.9°Brix였다. 미생물 오염 방지를 위해서 K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(100 mg/kg 사과; BASF, Ludwigshafen, Germany)를 첨가하였다. 효모(Fermivin<sup>®</sup>; DSM, Heerlen, Netherlands) 20 g을 첨가 후 15, 20 및 25°C로 설정된 발효조에서 발효를 진행하였다. 발효 기간 동안 균일한 발효를 위해서 매 12시간마다 저어주었다.

### pH 및 총산 측정

pH는 여과된 시료 10 mL를 섞은 후 pH meter(ST3000, Ohaus Co., Parsippany, NJ, USA)를 이용하여 3회 측정하였다. 총산은 여과된 시료 10 mL에 0.1 N NaOH 용액을 넣어주면서 pH가 7.0이 될 때까지 소비된 0.1 N NaOH 용액의 양으로 구하였다. 총산 함량은 0.05% 초산 상당량으로 표기하였다.

### 알코올 함량 측정

발효 술덧의 알코올 함량은 음료 및 술의 품질 관리에 사

용되는 전자식 density meter(DMA4100M Anton Paar GmbH, Graz, Austria)에 30 mL를 넣어 23°C에서 측정하고, 기기 내의 자동 온도 전환 프로그램을 이용하여 15°C에서의 알코올 함량으로 표기하였다.

### 가용성 고형분 함량 측정

가용성 고형분 함량은 refractometer(HI 96801, Hanna Instruments, Woonsocket, RI, USA)를 이용하여 3회 반복 측정하고 평균값과 표준편차를 °Brix 단위로 표기하였다.

### 메탄올 및 아세트알데하이드 함량 측정

메탄올 및 아세트알데하이드 함량은 국제청 주류분석규정(14)에 따라 가스크로마토그래피(7890A, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)와 flame ionization detector를 사용하여 측정하였다. 사과와인 시료는 0.45 µm membrane filter와 0.22 µm membrane filter를 사용하여 여과하였다. 시료(1 µL)는 가스크로마토그래피에 주입되었으며, DB-WAX 칼럼(i.d. 0.25 mm×30 m, film 0.25 µm; Restek Co., Bellefonte, PA, USA)이 사용되었다. Injector와 detector의 온도는 200°C였으며, oven temperature는 45°C로 1분간 유지한 후 130°C에 도달할 때까지 7°C/min의 비율로 온도를 높였으며, 130°C에 도달 후 1분간 유지하였다. 운반가스로는 질소가스(1 mL/min)를 사용하였다. 메탄올 표준품은 순도 99.5% 이상의 GC 분석용(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였으며, 아세트알데하이드는 순도 99.8% 이상의 GC 분석용(Sigma-Aldrich Co.)을 사용하였다.

### 통계분석

통계분석은 XLSTAT(version 2012, Addinsoft, Paris, France)을 사용하였다. 실험 결과는 시료를 독립변수로 하여 일원분산분석(one-way ANOVA)을 유의수준  $P < 0.05$ 에서 검증하였다. 통계적으로 유의차가 있을 경우 Fisher's least significant difference test를 진행하여 어떠한 독립변수 사이에 유의차가 있는지 확인하였다.

## 결과 및 고찰

### pH 및 총산 함량 변화

pH와 총산 함량은 발효 과정 중 술덧의 발효 정도를 알 수 있는 지표이며, 이상 발효 시 급격한 변화를 보여 술덧의 오염 유무를 즉시 유추할 수 있다(15). 발효 기간 중 매 24시간 간격의 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 발효 직전에 pH 4.3에서 발효 1일차에 pH 4.0 아래로 내려갔으며, 발효 종료 시까지 pH 4를 넘지 않았다. 이는 사과와인 생성 발효가 정상적으로 진행되었다고 할 수 있다(15,16). 발효 기간 중 발효 온도에 따른 pH의 차이는 크게 나타나지 않았다(<pH 0.2). 초기 발효 pH가 4.3으로 발효 초기부터 1일 동안에 발효와

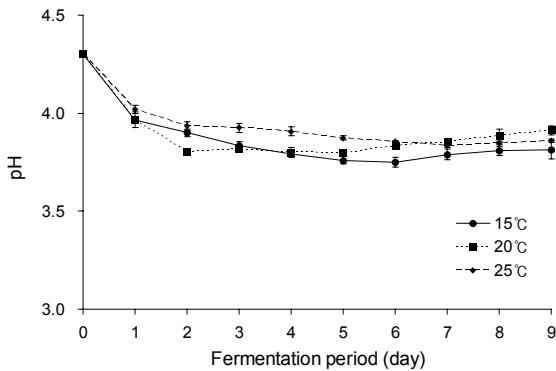


Fig. 1. Change of pH in mash during apple wine fermentation.

관련이 적은 미생물에 의한 오염될 가능성이 있으므로, 아황산 외에 젖산, 아세트산 등을 이용하여 발효 초기 pH를 4.0 이하로 낮춘다면 오염을 감소시킬 수 있다(17).

발효 기간 중 총산 함량의 변화는 Fig. 2와 같다. 발효 시작 시 3.8%였으며, 발효 종료 시까지 지속적으로 증가하였다. 총산 함량은 발효 2일차부터 25°C 발효 시료에서 0.4% 이상 낮았고, 발효 종료 후 15, 20, 25°C의 발효 온도에서 각각 7.8%, 7.4%, 7.0%의 0.05%였으며, 시료 간에 통계적인 유의차는 없었다( $P>0.05$ ). 고온(25°C) 발효 시 총산 함량이 낮은 것은 Cottrell과 Mc Lellan(18)의 연구 결과와 유사하였다. 그러나 쌀을 이용한 발효주의 경우는 높은 온도(25°C)에서 높은 총산 함량이 보고되었다(8). 이러한 이유는 저온에서 효소의 활성이 낮아 쌀의 전분이 당으로 변환되는 과정이 느리게 일어나기 때문이다(19). 그러나 사과와인 발효는 쌀을 이용한 술덧과 달리 충분한 양의 당이 술덧에 존재하므로 효모가 바로 알코올 발효를 할 수 있어, 25°C의 발효 술덧에서 총산 함량이 높다고 보고한 Kim 등(10)의 연구 결과와 다른 것으로 보인다. 또한 유기산이 알코올과 결합한 ester 등의 향미 성분이 고온발효 시 다량 발생하는 탄산가스과 함께 대기 중으로 날아가는 것도 고온 발효 시 낮은 총산 함량의 원인 중 하나라 생각된다(20,21).

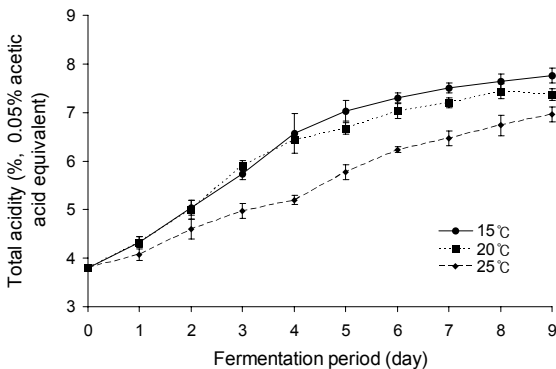


Fig. 2. Change of total acidity (0.05% acetic acid equivalent) in mash during apple wine fermentation.

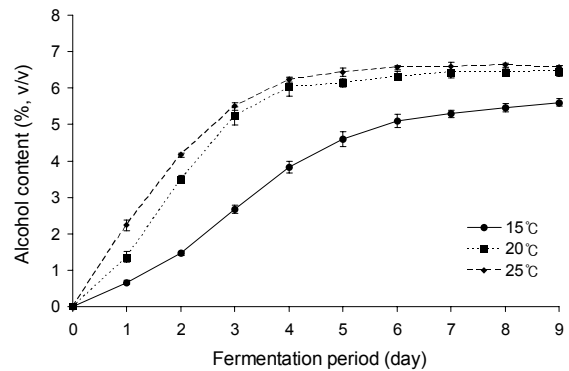


Fig. 3. Change of alcohol content (% v/v) in mash during apple wine fermentation.

알코올 함량

발효 기간 중 발효 온도(15, 20, 25°C)에 따른 술덧의 알코올 생성량은 Fig. 3과 같다. 술덧 내에 당이 존재하므로 발효 시작부터 알코올 발효를 시작하고, 25°C에서 발효한 시료는 발효 1일차에 2.2%(v/v)의 알코올 생성량을 보였으며, 발효 4일차에 알코올 함량이 6.0%(v/v)보다 높았다. 그 후 서서히 증가하여 발효 6일차부터 알코올 함량이 6.6%(v/v)로 일정하게 유지되었다. 20°C에서 발효를 한 시료도 25°C에서 발효한 시료와 유사한 알코올 생성 패턴을 보였으며, 발효 9일차에 6.5%(v/v)의 알코올 생성량을 보였다. 저온(15°C)에서 발효한 시료의 경우 알코올 생성 속도가 느렸으며, 발효 9일차의 알코올 함량은 5.6%(v/v)로 나타났다. Kim 등(10)의 막걸리 발효 연구에서는 25°C의 고온발효에서 빠른 알코올 생성 속도가 보고되었고, Reynolds 등(9)의 셰릴리온과 쉬라즈 와인의 발효 연구에서도 고온에서 높은 알코올 생성량이 보고되었다. 사과와인의 발효 시 저온(15°C)에서 효모의 활성이 낮아서 알코올 생성 속도와 생성량이 동일 기간 발효 시 낮은 것으로 생각된다.

가용성 고형분 함량

가용성 고형분 함량은 발효 시작 시 13.9°Brix로 시작하여 점차 감소하는 경향을 보였다(Fig. 4). 고온발효(25°C)

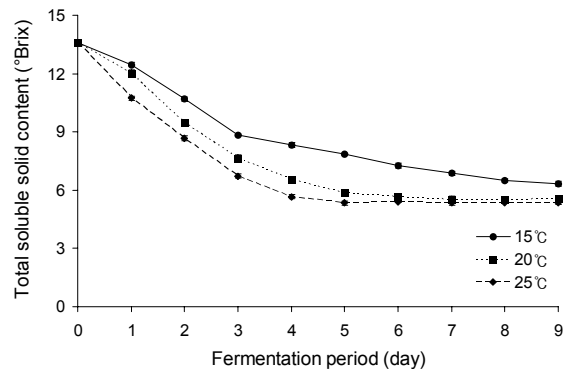


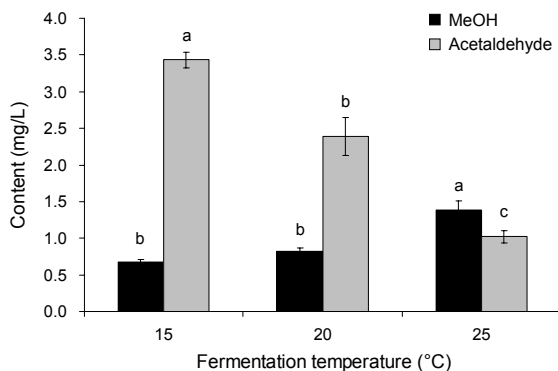
Fig. 4. Change of total soluble solid content (°Brix) in mash during apple wine fermentation.

시험군은 가용성 고형분이 감소하여 발효 5일차에 5.3°Brix로 최저점을 보였으며, 그 후 5.4°Brix의 가용성 고형분 함량을 발효 종료일까지 유지하였다. 20°C 시험군의 가용성 고형분 함량 감소 경향성은 25°C 발효 실험군과 유사하였다. 발효 5일차에 5.9°Brix, 발효 종료일에 5.6°Brix를 보여 주어 25°C 발효보다 약간 높은 수준을 유지하였다. 저온발효(15°C) 시험군은 가용성 고형분 함량의 감소가 가장 느렸으며, 20 및 25°C 발효 온도와 달리 9일간의 발효 기간 중 점진적으로 감소되어 발효 종료 시 6.3°Brix였다. 15°C 발효 시 술덧의 알코올 함량(Fig. 3)을 고려하였을 때 낮은 온도로 인하여 술덧 내의 당을 이용하여 알코올을 생성하는 속도가 느리다고 생각된다(22).

### 메탄올 및 아세트알데하이드 함량

발효 온도(15, 20, 25°C)에 따른 발효 종료 후 사과와인의 메탄올 및 아세트알데하이드 함량은 Fig. 5와 같다. 메탄올 생성량은 발효 온도가 올라감에 따라 15°C에서 0.68 mg/L, 20°C에서 0.82 mg/L, 25°C에서 1.69 mg/L로 증가하는 경향( $P<0.05$ )을 보였다. Satora 등(23)의 사과와인 연구에서 메탄올 함량이 0~790 mg/L로 보고되었으며, 식품의약품안전처의 주류 안전 정보에서는 과실주의 메탄올 함량을 1.0 mg/mL 이하로 규정하고 있다(24). 따라서 본 사과와인은 국내 기준치를 만족하며, 매우 낮은 수준의 메탄올을 함유하였다. 발효 온도 25°C에서 통계적으로 많은 양의 메탄올이 생성되었지만 이는 모든 발효 온도에서 메탄올 함량은 기준치에 훨씬 못 미치는 양으로 메탄올 생성에 있어 발효 온도의 영향력은 낮은 것으로 생각된다.

아세트알데하이드는 알코올 발효 중에 생성되는 부산물 중의 하나이며 국제적으로 Group 2B 발암물질로 알려져 있고, 술을 마신 후 두통의 원인이 되는 물질이다(25). 소비자들이 전통주를 마시면 머리가 아프다는 인식이 아세트알데하이드 생성과 관련이 있을 것으로 보인다. 이러한 인식은 소비자들이 전통주에 있어서 숙취해소 문제가 중요하다고 생각하고 있는 것과 일치한다(26). 발효 종료 후 사과와인의



**Fig. 5.** Contents of methanol and acetaldehyde of apple wine after nine-days of fermentation at 15, 20, and 25°C. Different letters within the same colored bars mean significant differences at  $P<0.05$ .

아세트알데하이드 생성량은 15°C에서 3.43 mg/L, 20°C에서 2.39 mg/L, 25°C에서 1.02 mg/L로 온도가 증가함에 따라 감소하는 경향( $P<0.05$ )을 보였다. 아세트알데하이드의 끓는점은 20.2°C로, 발효 온도가 15°C에서 25°C로 증가함에 따라서 발효 과정 중 아세트알데하이드가 증발한 것으로 생각된다. 따라서 20°C 이상에서 발효하는 것이 아세트알데하이드 함량을 낮추어 숙취를 낮출 수 있다고 판단된다.

## 요 약

본 연구는 사과와인의 제조 시 술덧의 발효 온도에 따른 발효 기간 동안의 이화학 특성, 알코올 생성량, 발효 후 메탄올과 아세트알데하이드 생성량을 분석하여 사과와인의 품질 특성을 알아보았다. 저온발효(15°C)의 경우 알코올 생성량이 낮게 나타나 20°C 및 25°C의 발효보다 비경제적인 것으로 나타났으나, 총산의 함량이 높아 사과와인의 향미가 강할 것으로 생각된다. 20 및 25°C의 발효 온도에서 pH, 총산 함량, 알코올 함량 및 가용성 고형분 함량은 유사하였다. 또한 알코올 생성량이 15°C에서의 발효보다 높아 사과와인 생산비가 절감될 것으로 생각된다. 메탄올의 생성은 발효 온도가 증가함에 따라 메탄올 생성과정의 일부로 0.68 mg/L에서 1.69 mg/L로 증가하는 경향성을 보였으나, 아세트알데하이드 함량은 온도가 증가함에 따라 3.43 mg/L에서 1.02 mg/L로 감소하였다. 알코올 및 유해물질 생성량을 고려할 때 20°C 내외의 발효가 사과와인 제조에 적합하다고 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 고부가가치식품개발 사업의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

1. Korean Statistical Information Service (KOSIS). 2014. Cultivation area of apple. Statistic Korea, Daejeon, Korea.
2. Korean Statistical Information Service (KOSIS). 2014. Consumption of apple per capita. Statistic Korea, Daejeon, Korea.
3. Yun HJ, Lim SY, Hur JM, Jeong JW, Yang SH, Kim DH. 2007. Changes of functional compounds in, and texture characteristics of, apples, during post-irradiation storage at different temperature. *Korean J Food Preserv* 14: 239-246.
4. Chung JH, Mok CK, Lim SB, Park YS. 2003. Ultrafiltration for quality improvement of apple wine. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 201-206.
5. Choi SH, Baek SY, Yeo SH, Park HD. 2012. Rapid fermentation of freeze-concentrated ice apple wine by a sugar tolerant yeast, *Saccharomyces cerevisiae* SS89. *Korean J Food Preserv* 19: 413-419.
6. Lee JH, Kang TH, Um BH, Sohn EH, Han WC, Ji SH, Jang KH. 2013. Evaluation of physicochemical properties and fermenting qualities of apple wines added with medicinal herbs. *Food Sci Biotechnol* 22: 1039-1046.

7. Alberti A, Vieira RG, Drilleau JF, Wosiacki G, Nogueira A. 2011. Apple wine processing with different nitrogen contents. *Braz Arch Biol Technol* 54: 551-558.
8. Joshi VK, Sandhu DK. 1997. Effect of different concentration of initial soluble solids on physico-chemical and sensory qualities of apple wine. *Indian J Hortic* 54: 116-123.
9. Reynolds A, Cliff M, Girard B, Kopp TG. 2001. Influence of fermentation temperature on composition and sensory properties of Semillon and Shiraz wines. *Am J Enol Vitic* 52: 235-240.
10. Kim DR, Seo BM, Noh MH, Kim YW. 2012. Comparison of temperature effects on brewing of *Makgeolli* using uncooked germinated black rice. *KSBB J* 27: 251-256.
11. Kim YR, Moon ST, Park SK. 2008. Effects of yeast strains and fermentation temperatures in production of hydrogen sulfide during beer fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 40: 238-242.
12. Torija MJ, Beltran G, Novo M, Poblet M, Guillamón JM, Mas A, Rozès N. 2003. Effects of fermentation temperature and *Saccharomyces* species on the cell fatty acid composition and presence of volatile compounds in wine. *Int J Food Microbiol* 85: 127-136.
13. Kourkoutas Y, Koutinas AA, Kanellaki M, Banat IM, Marchant R. 2002. Continuous wine fermentation using a psychrophilic yeast immobilized on apple cuts at different temperatures. *Food Microbiol* 19: 127-134.
14. National Tax Service. 2009. *Analysis of liquor regulatory*. National Tax Service, Seoul, Korea. p 12-41.
15. Park JH, Bae SM, Yook C, Kim JS. 2004. Fermentation characteristics of *Takju* prepared with old rice. *Korean J Food Sci Technol* 36: 609-615.
16. Park CS, Lee TS. 2002. Quality characteristics of *takju* prepared by wheat flour *nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 34: 296-302.
17. Pampulha ME, Loureiro V. 1989. Interaction of the effects of acetic acid and ethanol on inhibition of fermentation in *Saccharomyces cerevisiae*. *Biotechnol Lett* 11: 269-274.
18. Cottrell THE, Mc Lellan MR. 1986. The effect of fermentation temperature on chemical and sensory characteristics of wines from seven white grape cultivars grown in New York State. *Am J Enol Vitic* 37: 190-194.
19. Masneuf-Pomarède I, Mansour C, Murat ML, Tominaga T, Dubourdiou D. 2006. Influence of fermentation temperature on volatile thiols concentrations in Sauvignon blanc wines. *Int J Food Microbiol* 108: 385-390.
20. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruk* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 29: 555-562.
21. Colibaba LC, Cotea VV, Niculaua M, Schmarr HG. 2012. Volatile compounds captured in exhaust CO<sub>2</sub> flow during the fermentation of Busuioacă de Bohotin wine. *Environ Eng Manage J* 11: 1895-1900.
22. Kim ZU. 1985. *Food processing*. Moonwoondang, Seoul, Korea. p 5-12.
23. Satora P, Tarko T, Duda-Chodak A, Sroka P, Tuszyński T, Czepielik M. 2009. Influence of prefermentative treatments and fermentation on the antioxidant and volatile profiles of apple wines. *J Agric Food Chem* 57: 11209-11217.
24. Ministry of Food and Drug Safety. Standards and specifications of liquor. [http://www.foodnara.go.kr/alcohol\\_safety/sub02/sub2.jsp?id=2-2](http://www.foodnara.go.kr/alcohol_safety/sub02/sub2.jsp?id=2-2) (accessed Sep 2015).
25. Carreón-Valencia T. 1999. Acetaldehyde. In *IARC Monograph 71*. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France. p 99-105.
26. Kim JY, Park GS. 2014. Analysis of consumers' present use and future demand of traditional Korean liquors. *Korean J Food Cook Sci* 30: 41-50.