

# 오미자 과실 증류주의 제조를 위한 증류 최적조건 연구

조혜섬<sup>1</sup>, 정철<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>서울벤처대학원대학교 융합산업학과

## A Study of Optimal Conditions in Distillation for Production of *Schisandra Chinensis* Fruit Spirits

Hye-Seom Cho<sup>1</sup>, Chul Cheong<sup>1\*</sup>

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

**요약** 본 연구의 목적은 동양이 원산지이고 세계적으로 증류주 제조에 활용된 사례가 드문 오미자를 활용하여 오미자 과실 증류주를 개발하고 최적조건 확립을 하는데 있다. 이를 위해 오미자 원료분석 및 발효주의 주요 성분과 증류주를 증류 방식 별로 제조한 후 증류주의 품질특성을 분석하였다. 연구기간은 6개월 소요되었고 그 분석 결과는 다음과 같다. 오미자는 당도와 pH가 낮고, 유기산 함량이 높아 효모의 알코올 발효에 적합하지 않아 생오미자: 물: 설탕 중량비율을 1:1.5:0.25 로 혼합한 후 과즙 총량 대비 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>을 0.06 w/w%를 첨가하여 효모(SIHA Aktivhefe6 Brennerihefe)를 사용 발효시켰다. 주요 발효부산물로서 이소부탄올과 이소아밀알코올이 검출되었다. 한편 증류 방식별(다단식 증류, 단식 증류, 감압식 증류)로 제조한 과실증류주의 품질특성 분석을 위해 발효 과정, 에틸알코올 생산수율, 유기산과 향기성분 함량, 향기 페틴 및 관능을 평가한 결과 생 오미자를 사용한 경우 감압식 증류기로 제조한 과실증류주가 품질이 가장 우수한 것으로 나타났고, 다만 증류방식 중 원료 투입량 대비 과실증류주 수율이 가장 높은 것은 다단식 증류방식으로 나타났다.

**Abstract** This study is conducted to develop and optimize fruit spirits by using *Schizandra chinensis* fruit which are rarely used as spirits in the world. For this purpose, the raw material, main compounds of fermented mash and, quality characteristics of distilled liquor prepared with different distillation methods were analyzed. The study period lasted six months and the results were follows. *Schizandra chinensis* was not suitable for alcohol fermentation because the sugar concentration and acidity were low. Therefore, the fermentation condition was appropriate to mix with the weight ratio of fresh *Schizandra chinensis* fruit, water and sugar as 1:1.5:0.25, and was fermented the mix by adding 0.06 w/w% of (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> compared to the must total weight. It was also examined to analyze product characteristics of fruit spirits prepared with different methods of distillation(column-pot still, pot still, vacuum still). The result showed that fruit spirits made by vacuum still with fresh *Schizandra chinensis* fruit indicated the best product quality while the distillation of column-pot still showed the best yield.

**Keywords** : Distillation, Fermentation, Fruit spirits, *Schizandra chinensis*, Yeast

### 1. 서론

곡류, 과실류, 서류 등을 발효시킨 술덧을 증류장치로 증류하면 알코올 도수가 높고, 장기저장 할 수 있는 증류주를 만들 수 있다. 증류기술은 중세 아랍의 연금술사들에 의해 고안되었고, 증류주는 각 지역의 다양한 원료와

토착화된 양조기술을 바탕으로 오랜 시간을 거치면서 그 지역을 대표하는 전통토속주로 정착하게 된다. 각국의 위스키, 브랜디, 소주, 테킬라, 럼, 진, 보드카 등은 이미 품질과 전통성, 기호성을 확보했고 최근 세계적 추세에 맞춘 가벼운 풍미의 제품을 생산하고 있다. 국내 증류주 시장은 희석식소주, 증류식소주, 일반증류주 등 우리나라

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

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

Received July 1, 2015

Revised (1st July 16, 2015, 2nd July 22, 2015)

Accepted September 11, 2015

Published September 30, 2015

라를 대표하는 증류주와 수입증류주 시장으로 양분되어 있다. 단식 증류방식의 한국의 전통 곡물증류주 외에도 과실증류주나 약용약재증류주, 식물재료를 증류주에 침출한 일반증류주, 리큐르 등이 있지만 소비량은 극히 미약한 수준이며, 이 분야에 대한 소비자 인식부족과 학술적 연구와 제조시설 투자도 부진한 실정이다. 최근에 해외경쟁력 강화를 위한 전통증류주의 육성과 품질개선연구가 이루어지고 있지만 쌀 등 곡류를 이용한 증류식 소주에 국한되어 있고 과실증류주에 대한 연구는 미흡한 수준이다. 증류주와 관련된 최근 국내 연구현황을 보면 다음과 같다. 사과증류주 숙성에 있어서 숙성통제로서 한국산 참나무 품종별 이용적성에 관한 연구[1], 백하주의 증류 과정에서 압력, 환류비 및 충전물의 유무를 달리 한 증류조작에 관한 연구[2], 안동소주 등 한국전통증류주와 세계 각국의 전통민속소주의 물리화학적 특성 연구[3], 국내산 마가목열매, 감귤, 사과를 원료로 제조한 증류방식별(상압 단단식, 상압 단식, 감압 단식)증류주 연구로 국내 과실주 개발 가능성을 검토한 동증류기를 이용한 과실증류주의 품질 특성연구[4], 전통 방법으로 담금한 소주 제조중의 퓨젤유 및 향기성분연구[5], GC-MS를 이용한 전통소주의 주요 향기성분 분석과 다변량통계 해석 연구[6], 안동소주 제조조건 최적화를 위한 발효액으로부터 분리한 젖산 세균의 동정 및 발효 특성연구[7], 전통 주류의 향기성분 및 발효미생물 및 전통 주류의 품질 개선에 대한 한국 전통 주류의 최근 연구동향[8], 쌀과 전분을 이용한 증류식소주의 급수변화에 따른 수율 및 향미를 고찰하여 경제적인 증류식소주의 개발 가능성을 검토한 연구[9], 증류식 소주 증류 중 유기산 종류와 pH, 증류온도, 증류 시간 등의 조건에 따른 에스테르 생성량 연구[10], 국 또는 개량 누룩으로 제조한 술덧을 감압 또는 상압으로 증류와 여과 방법을 달리한 증류식소주의 휘발성 성분 등의 품질 특성 연구[11], 증류조건에 따른 삼일주의 증류조건에 따른 증류액의 성분변화연구[12], 전통방식으로 쌀을 원료로 발효시킨 술덧을 전통의 직화 증류방식 및 최근의 감압증류 방식으로 제조한 증류주의 품질특성과 여과방법에 따른 증류주의 품질 연구[13]가 있다. 또한, 주류의 향기성분은 alcohol류, ester류, aldehyde류, organic acid 등이 있으며, 와인이나 위스키, 코냑 등의 휘발성 향기성분은 Gas Chromatography 또는 Gas Chromatography/Mass에 의해 분석되고 있고 [14-16], 그 외에도 향기 분석으로 단시간 내에 다량의

샘플 분석 및 시료를 비파괴적인 방법으로 신속하게 향기패턴을 감지할 수 있는 전자코를 활용하여 식품의 품질평가와 관리 등에 널리 활용되어 왔다[17, 18]. 외국에서는 과실주를 증류하여 나무통에 숙성시킨 브랜디 형태와 나무통에 저장하지 않고 단기간에 숙성시킨 슈납스(Schnaps) 형태의 제품을 농후한 향기와 강렬하고 풍부한 맛으로 특성화시켜 판매하고 있다. 상기 연구외에도 감압 또는 대기압하에 누룩과 입국을 이용한 증류주개발 [20]과 다양한 발효제를 이용한 증류주 품질 특성을 연구[21]하였으나 대부분 곡류를 주 원료로 하여 제조한 증류주이며 과실, 특히 오미자를 기반으로 하는 증류주 개발연구는 거의 없다. 또한 국내의 주요 생산 과실류는 수급불안과 과잉생산으로 가격폭락과 수요저를 확보하지 못해 폐기되는 양이 증가하고 있어 잉여과실을 활용한 고부가가치 제품 생산의 필요성도 제기되고 있다. 최근 재배면적이 급증하여 향후 과잉생산의 우려가 있는 오미자는 다섯 가지 다양한 맛과 높은 유기산 함량과 독특한 방향 성분을 함유한 과실 중 하나이지만, 국내에서는 이를 이용한 증류주 개발에 관한 연구는 진행된 바가 없다. 브랜드로 유명한 코냑지방의 포도는 타 지역에 비해 유기산 함량이 높기 때문에 풍미가 더 뛰어난 제품을 생산할 수 있었듯이, 오미자 증류주를 개발할 경우에도 농축된 과실의 독특하고 향미와 기호성, 제품 경쟁력을 갖춘 다양한 형태의 상품 제조가 가능할 것으로 사료된다. 따라서 본 연구는 상품화가 가능한 고품질의 오미자 과실증류주를 개발하기 위한 최적화된 증류공정 및 제조법을 정립하는데 그 목적을 두고 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 재료

본 실험에 사용된 오미자는 수확적기에 채취한 것을 거창사과원에농협에서 구매하여 급속냉동보관 중인 생 오미자를 구입하여 사용하였다.

### 2.2 발효제

발효제로서 SIHA Aktivhefe6 Brenneriehefe (E.Begerow GmbH & Co., Langenlonsheim, Germany) 를 증류주 전용 효모로 사용하였다.

### 2.3 수분, pH

수분 측정에는 생 오미자를 적당량 채취하여 무게를 측정한 다음 dry oven을 이용하여 상압에서 105℃로 가열 및 송풍하여 4시간 건조시킨 다음 desiccator에 2시간 재 건조시켜 무게를 측정하여 감량된 수분함량을 백분율로 산출하였다[19]. pH는 pH meter(Orion 720A, USA)를 사용하여 측정하였다.

### 2.4 가용성 고형분

가용성 고형분 함량(°Brix)은 오미자 생과를 착즙하여 얻는 착즙액과 발효 중인 술덧을 20℃로 조절한 다음 굴절당도계(Atago N, Japan)를 이용하여 측정하였다[19].

### 2.5 알코올 도수

발효가 완료된 술덧은 잘 교반한 후, 100mL용량 mess cylinder에 표선까지 취하고 이것을 300 mL flask에 옮긴 다음 mess cylinder를 약 15 mL의 증류수로 2회 세척하여 flask에 합하여 condenser에 연결한 다음 증류하여 냉각된 증류액을 100 mL mess cylinder에 수득하였다. 증류액이 약 70 mL가 되면 증류를 중지하고 증류수를 가하여 100 mL의 표선을 맞춘 다음 잘 흔들어 15℃로 조정한 후 주정계를 사용하여 그 표시도수를 읽어 ethyl alcohol(v/v%)을 측정하였다[19].

### 2.6 총산도

총산도는 AOAC법을 참고하여 국제청주류분석 규정[19]에 따라 CO<sub>2</sub>를 제거한 시료액 10 mL와 페놀프탈레인 지시약 몇 방울을 가하여 뷰렛을 이용하여 0.1N NaOH로 진한 홍색(pH 8.2)이 될 때까지 적정한 mL수를 산도로 하고, 주석산으로 환산 값을 총산(주석산으로)으로 하여 g/100 mL로 나타내었다. Total acid(as tartaric acid) g/100 mL = 적정 mL 수 × 0.0075 × 10

### 2.7 유기산

유기산 분석은 생오미자 착즙주스와 발효술덧 경우에는 3000 rpm으로 조절한 원심분리기로 10분간 원심분리하여 0.45 μm의 membrane filter로 여과한 증류액을 Ion Chromatograph(Metrohm 850 Professional IC, Metrohm, Bleiche Wrst, Switzerland)로 분석하였다[4]. 증류 방식별 오미자 증류주의 경우 0.45 μm의 membrane

filter로 여과한 증류액을 동일한 방법으로 유기산 함량을 분석하였다.

### 2.8 저비점 향기성분

증류 방식별, 증류 단계별(초류, 본류, 후류)로 수득한 증류액과 알코올도수 40v/v%로 제성하여 4개월간 숙성시킨 오미자 증류주의 발효, 증류, 숙성과정에서 생성된 향기의 주요성분인 methyl alcohol, fusel oil 등은 국제청주류분석규정에 따랐다. 발효가 완료된 오미자 과실주에 함유된 주요 향기성분은 술덧 1 mL를 20 mL vial에 cap을 닫아 밀봉한 후 headspace sampler(7697A, Agilent Technologies INC., Santa Clara, CA, USA)에 넣고 80℃에서 8분간 가열하여 기화시킨 후 1 mL를 GC/FID에 주입하여 분석을 실시하였다. 증류주를 Gas Chromatography/Flame Ionization Detector(GC/FID)(Agilent 7890, Agilent Technologies INC., Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 분석하였다[19]. 주요 향기성분 중 ester류는 GC/FID를 이용하여 상기 분석조건을 따르지만 boiling point가 낮고 미량인 점을 고려하여 분석조건을 달리하여 별도의 분석을 실시하였다.

### 2.9 푸르푸랄(furfural)

증류 방식별, 증류 단계별(초류, 본류, 후류)로 수득한 증류액과 알코올도수 40v/v%로 제성하여 4개월 숙성시킨 오미자 증류주의 furfural함량은 GC/FID로 분석하였다.

### 2.10 오미자 과즙 제조

생 오미자의 줄기를 제거하고 주물러서 파쇄한 후 여과주머니에 넣고 압착한 과즙을 3000 rpm으로 조절한 centrifuge(NAM YOUNG SCIENTIFIC CO.,LTD., Univesal 16, Seoul, Korea)에 5분간 원심분리한 다음 0.45 μm의 membrane filter로 여과한 과즙을 오미자 성분분석 시료로 사용하였다. 사과와 감귤의 pH가 4.1±0.1, 3.5±0.1인 것에 비하여 오미자의 pH는 2.7±0.1로 매우 낮았으며, 총산함량의 경우 사과와 감귤이 각각 0.45±0.01 g/100 mL, 0.96±0.02 g/100 mL 정도이지만 [4], 오미자는 사과에 비해 약 14.2배, 감귤에 비해 6.7배 많은 것으로 나타났다. 레드와인 제조에 적합한 포도의 pH는 3.3~3.8이고 총산함량은 0.6~0.8 g/100 mL이며 화이트와인 제조에 적합한 포도는 pH는 3.1~3.4이고

총산함량은 0.7~0.9 g/100 mL이며, 프랑스 코냑 지역의 브랜드 제조용으로 적합한 포도의 총산함량이 약 1% 인 것[21]에 비해서도 오미자의 pH와 총산함량은 매우 높은 수치임을 확인할 수 있었다.

### 2.11 발효조건

오미자 증류주 제조를 위해 원료로는 생 오미자를 사용하였고, 원료처리 방법과 발효조건은 다음과 같다. 냉동보관 중인 생 오미자를 실온에서 해동시킨 후 씻아 깨끗이 꺼지지 않도록 알맹이를 터뜨린다. 터뜨린 오미자와 설탕, 물을 5 : 1.25 : 7.5 비율로 혼합하여 당도를 23 °Brix로 조절하고 효모의 영양성분 보충을 위해 과즙 함량대비 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>을 0.06%첨가하여 잘 혼합한다. 상기 혼합액을 시험구에 넣고, 효모를 첨가하여, 25°C에서 20일간 발효시켜 오미자 과실주를 완성하였다. 일반적인 과실주 제조용으로 적합한 당도는 22~24 °Brix이고, 코냑 지역의 브랜드 제조에 사용하는 포도의 당도가 15~19%임에 비하여 오미자는 8.1±0.2 °Brix로 매우 낮기 때문에 발효효율과 ethyl alcohol 생성량을 늘리기 위해 설탕을 첨가하였다. 총산함량이 높거나, pH가 2.8이하일 경우 효모의 알코올 발효가 저해될 수 있으므로 이를 적정하게 조절하기 위해 담금수를 오미자 무게 대비 1.5배를 첨가하여 산도와 pH를 낮추었다.

### 2.12 증류 방식별 증류 조건

본 실험에서는 생 오미자 과실주를 3가지 형태의 증류기를 이용하여 각각 10L씩을 증류하여 증류주를 제조하였다. 다단식 증류기(Column-pot still, 구리 재질로 제작된 것)의 가열방식은 간접 가열방식으로 가열판에서 타는 것을 방지하기 위해 설치된 교반기로 교반하고, 증류기 내부 온도 100°C에서 증류를 실시하며 냉각수 입구의 온도는 18°C, 출구는 25°C로 조절하였다. 1회 증류 시간은 초류 유출시간까지 30~40분, 본류는 130~160분, 후류 20~40분으로 총 180~240분 간 진행하였다. 단식 증류기(pot still, 구리 재질로 제작된 것)의 가열방식은 간접 가열방식으로 증류수기 내부 온도를 100°C에서 증류를 실시하고 냉각수 입구의 온도는 18°C, 출구는 25°C에서 증류를 실시하였다. 1회 증류 시간은 초류(head) 유출시간까지 30~40분, 본류(body)는 160~190분, 후류(tail) 30~40분으로 총 220~270분 소요되었다. 감압식 증류기(vacuum still, stainless 재질-증류솥/증류관 내부면 구리합금 도금)의 가열방식은 간접 가열방식

으로 증류수기 내부온도는 55°C이고, 증류관내 압력은 -660mmHg (100Torr)에서 증류를 실시하고, 냉각수 입구의 온도는 18°C, 출구는 23°C에서 증류를 실시하였다. 1회 증류시간은 초류 유출시간까지 30~40분, 본류는 150~180분, 후류 30~40분으로 총 210~250분 간 진행하였다. 오미자 과실주 증류과정에서 ethyl alcohol을 모두 회수할 수 없으므로 대략 증류비율을 95%로 추정하여 초류와 본류를 합한 증류액의 알코올도수가 45v/v%가 되도록 증류를 실시하였다. 그리고 산출액의 3%를 초류로, 나머지 97%는 본류로 채취하였으며 산출액의 20%에 해당하는 양을 후류로 추가 채취하였다. 상기 증류 방식별로 증류하여 수득한 증류액 중 본류를 20°C 항온항습기에 넣고 4개월간 숙성시킨 후 정제수를 첨가하여 각각 알코올도수 40%로 제정하여 오미자 과실증류주를 완성하였다. 오미자 증류주의 발효 및 증류 공정은 Fig. 1과 같으며 총 6개월이 소요되었다.

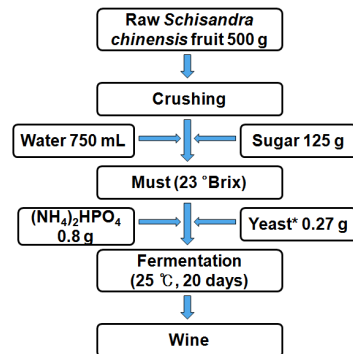


Fig. 1. Flow chart for preparing raw *Schisandra chinensis* wine.

### 2.13 통계분석

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 생 오미자 과즙의 성분함량

본 실험의 원료인 생 오미자 과즙의 수분, pH, 산도 및 총산 함량은 Table 1과 같다.

**Table 1.** Analysis of raw *Schisandra chinensis* fruit juice

Moisture (%)	Sugar (°Brix)	pH	Acidity (%)	Total acid (g/100mL)
80±2	8.1±0.2	2.7±0.1	79±3	5.9±0.2

Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

### 3.2 오미자 과실주의 주요성분

#### 3.2.1 일반성분

발효후의 오미자 과실주의 성분분석 결과는 Table 2와 같으며 당도와 알코올 함량이 일반 과실주와 유사하게 나타났다.

#### 3.2.2 유기산 함량

발효후 유기산 함량은 Table 3과 같으며 구연산(citric acid)이 가장 많이 검출되었고, 그 다음 사과산(malic acid), 숙신산(succinic acid)순으로 많이 검출되었다.

**Table 4.** Aroma compounds of in *Schisandra chinensis* wine (mg/L)

Compounds	Raw <i>Schisandra chinensis</i> wine
Acetone	ND <sup>1)</sup>
Acetaldehyde	9±0
Ethyl acetate	39±0
Methyl alcohol	44±0
n-propanol	62±1
i-Butanol	77±1
n-Butanol	ND
i-Amyl alcohol	271±2
n-Amyl alcohol	ND

<sup>1)</sup> Not detected

Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

**Table 2.** Chemical analysis in *Schisandra chinensis* wine

	Specific gravity (15°C)	Brix°	Ethyl alcohol (v/v%)	pH	Acidity	Total acid (g/100mL)
Raw <i>Schisandra chinensis</i> wine	0.997±0	2.8±0	13.23±0.01	3.08±0.01	33±1	2.48±0.07

Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

**Table 3.** Organic acid in *Schisandra chinensis* wine (mg/L)

Comounds	Citric acid	Tartaric acid	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	Total acid
Raw <i>Schisandra chinensis</i> wine	15,579±27	ND <sup>1)</sup>	2,858±3	2,006±2	99±0	191±1	20,733±23

<sup>1)</sup> Not detected

Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

#### 3.2.3 저비점 향기성분 함량

발효후 저비점 향기 성분의 농도는 Table 4와 같다. 오미자 과실주의 아로마를 부여하는 에틸아세테이트(ethyl acetate)가 39mg/l 검출되었으며, 과실주의 맛에 영향을 주는 이소아밀알코올(i-amyl alcohol)은 271 mg/l 검출되었다.

### 3.3 증류 방식별, 단계별로 제조한 오미자

#### 증류액의 주요성분 함량비교

#### 3.3.1 증류 방식별, 단계별 수득한 증류액의

##### 저비점 향기성분 함량비교

증류 방식별, 증류 단계별 향기성분 함량을 검토하기 위하여 오미자를 사용한 증류주에 대하여 주요 향기성분 함량을 표준품의 함량별 검량선을 이용하여 분석한 결과 Table 5와 같다. 증류기별로 구분 증류하여 수득한 초류, 본류, 후류를 모두 합친 성분별 검출량을 살펴보면, acetone은 다단식 증류기, 단식 증류기에서는 6±0 µl/L, 4±0 µl/L 검출되었지만 감압식 증류기에서는 검출되지 않았다. Acetone, methanol 등은 발효과정에서 생성되는 부산물로서 숙취의 원인이 되는 물질로 알려져 있다 [23]. Fusel oil 함량은 단식증류기(5,544±9 µl/L), 다단식 증류기(5,346±58 µl/L), 감압식 증류기(4,275±9 µl/L)순으로 유의적으로 높게 검출되었다. Fusel oil 중 감압식 증류기로 증류한 증류액에서 n-propanol과 i-butanol은 다른 증류기에 비해 적게 검출되었고, n-amyl alcohol은 검출되지 않아 Cho 등[4]의 분석결과와 일치하였다. 이는 단식 증류와 감압식 증류의 차이에 기인한 것으로 판단된다. 초류는 다단식 증류기, 단식 증

류기로 증류한 증류액에서 acetone, ethyl acetate, fusel oil 등에서 본류에 비해 다량 함유되어 있었으나 감압식 증류기로 증류한 초류는 본류와 함량 차이에 있어서 타 증류기로 증류한 초류와 비교할 경우 유의적 차이는 크지 않았다. 초류에서 fusel oil은 단식 증류기, 다단식 증류기, 감압식 증류기 순으로 유의적 차이가 있었다. 상압 증류 중 단식 증류기로 증류한 증류액이 다단식 증류기로 증류한 증류액에 비해 초류의 fusel oil 함량이 매우 높은 반면 본류에서는 더 낮게 검출된 것을 Cho 등[4]과 Lee 등[21]의 연구결과와 같이 확인할 수 있었다. 다단식 증류기, 단식 증류기와 같이 상압에서 이루어지는 증류에서는 본류의 fusel oil 함량을 줄이려면 초류를 좀 더 많이 수득하면 되지만, 감압식 증류기를 사용한 감압 증류에서는 초류 수득량을 조절하더라도 fusel oil 함량을 조절하기 어려운 것으로 나타났다. Acetone은 모든 증류기에서 초류에서만 미량 검출되었지만 본류에서는 검출되지 않아 타 연구와 같은 결과를 보였다[13]. 후류는 다단식 증류기로 증류한 증류액에서 소량의 methanol과 i-amyl alcohol을 제외한 다른 성분이 검출되지 않은 것으로 보아 대부분의 저비점 향기성분은 본류에 모두 이행하는 것을 알 수 있었다. 단식 증류기 및

감압식 증류기로 증류한 후류에서는 methanol을 비롯한 fusel oil 함량이 다단식 증류기에 비해 유의적으로 높게 검출되는 경향이 보였다. 다단식 증류기로 증류한 후류에서는 주요 저비점 성분이 매우 적게 검출됨에 따라 본류 채취 후 남아 있는 술덧에서 ethyl alcohol 및 유효성분을 더 회수하기 위해 후류를 추가로 수득하는 과정은 생략할 수 있어 동력 소비량 및 증류시간을 줄일 수 있는 증류방식임을 타 연구에서 같이[13, 21] 확인할 수 있었다. 본류에서는 methyl alcohol 함량은 다단식 증류기, 감압식 증류기, 단식 증류기 모두 유사한 함량이 검출되었다. 본류 중에 함유한 fusel oil은 초류에 함유한 양보다 적게 검출되었다. 본류 중 fusel oil 함량은 다단식 증류기, 단식 증류기, 감압식 증류기 순으로 높게 검출되었다. 과실증류주에 사용하는 부분은 본류에 해당하므로 감압식 증류주와 단식 증류주에 비해 다단식 증류주가 fusel oil 함량이 높은 과실증류주를 제조할 수 있는 특징이 있는 것으로 인식되었다. 오미자 과실주를 증류 방식별, 단계별로 증류한 증류액의 저비점 향기성분의 함량에서 유의적 차이가 있는 것으로 보아 증류 방식에 따른 최종 오미자 과실증류주의 향미의 유의적 차이가 있을 것으로 사료되었다.

Table 5. Comparison of aroma compounds in spirit prepared different distillation methods using raw *Schisandra chinensis* wine( $\mu\text{l/L}$ )

Compounds	Head			Body		
	Column-pot still	Pot still	Vacuum still	Column-pot still	Pot still	Vacuum still
Acetone	6±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>b</sup>	ND <sup>1)</sup>	ND	ND	ND
Methyl alcohol	157±3 <sup>b</sup>	167±1 <sup>a</sup>	136±0 <sup>c</sup>	125±1 <sup>c</sup>	134±1 <sup>a</sup>	127±1 <sup>b</sup>
n-Propanol	371±7 <sup>b</sup>	382±4 <sup>a</sup>	261±1 <sup>c</sup>	220±1 <sup>a</sup>	186±0 <sup>b</sup>	178±1 <sup>c</sup>
i-Butanol	811±11 <sup>a</sup>	808±2 <sup>a</sup>	534±2 <sup>b</sup>	278±2 <sup>a</sup>	238±0 <sup>b</sup>	226±2 <sup>c</sup>
n-Butanol	4±0 <sup>b</sup>	32±0 <sup>a</sup>	3±0 <sup>c</sup>	3±0 <sup>a</sup>	2±0 <sup>b</sup>	2±0 <sup>b</sup>
i-Amyl alcohol	2,496±34 <sup>b</sup>	2,907±13 <sup>a</sup>	2,106±0 <sup>c</sup>	1,158±5 <sup>a</sup>	947±1 <sup>b</sup>	926±8 <sup>c</sup>
n-Amyl alcohol	3±0 <sup>b</sup>	7±0 <sup>a</sup>	ND	ND	ND	ND
Fusel oil <sup>2)</sup>	3,684±51 <sup>b</sup>	4,137±19 <sup>a</sup>	2,905±3 <sup>c</sup>	1,659±7 <sup>a</sup>	1,373±1 <sup>b</sup>	1,332±11 <sup>c</sup>

Compounds	Tail			Head+Body+Tail		
	Column-pot still	Pot still	Vacuum still	Column-pot still	Pot still	Vacuum still
Acetone	ND <sup>1)</sup>	ND	ND	6±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>b</sup>	ND
Methyl alcohol	9±0 <sup>c</sup>	68±1 <sup>b</sup>	42±0 <sup>b</sup>	291±2 <sup>c</sup>	370±2 <sup>a</sup>	304±1 <sup>b</sup>
n-Propanol	ND	19±0 <sup>b</sup>	20±0 <sup>a</sup>	591±7 <sup>a</sup>	587±4 <sup>a</sup>	459±1 <sup>b</sup>
i-Butanol	ND	3±0 <sup>b</sup>	4±0 <sup>a</sup>	1,089±12 <sup>a</sup>	1,049±2 <sup>b</sup>	764±2 <sup>c</sup>
n-Butanol	ND	ND	ND	7±0 <sup>b</sup>	34±0 <sup>a</sup>	6±0 <sup>c</sup>
i-Amyl alcohol	4±0 <sup>c</sup>	12±0 <sup>b</sup>	16±0 <sup>a</sup>	3,658±39 <sup>b</sup>	3,867±13 <sup>a</sup>	3,048±6 <sup>c</sup>
n-Amyl alcohol	ND	ND	ND	3±0 <sup>b</sup>	7±0 <sup>a</sup>	ND
Fusel oil <sup>2)</sup>	4±0 <sup>c</sup>	35±0 <sup>b</sup>	39±1 <sup>a</sup>	5,346±58 <sup>b</sup>	5,544±9 <sup>a</sup>	4,275±9 <sup>c</sup>

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

<sup>2)</sup> Sum of n-propanol, i-Butanol, n-Butanol, i-Amyl alcohol, n-Amyl alcohol

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).

**3.3.2 증류 방식별, 단계별 수득한 증류액의 주요 Ester류 성분 함량비교**

오미자 과실주를 증류 방식별, 단계별로 증류한 증류주의 ester류 성분 함량은 Table 6과 같다. 대체로 효모 균체 내에서 알코올 발효시 생성되는 organic acid 및 Fatty acid와 alcohol류와 결합하여 생성되는 ester 화합물은 증류 또는 숙성과정에도 생성된다. Ester 화합물의 생성은 유기산 및 지방산의 종류, pH 및 증류 온도 등에 의해서 영향을 받는다[25]. Ester 성분 중 월등히 많은 양을 차지하는 ethyl acetate는 효모의 발효도중 alcohol-acetyltransferase 효소의 촉매 하에 Acetyl-CoA로부터 생성되며 과다 함유된 증류주에는 ester ton이나 용매제를 느끼게 한다[24]. Ethyl acetate는 초류에서 단식 증류기, 단식 증류기에서 2,807±37 µl/L, 3,515±17 µl/L 검출되었지만 감압식 증류기에서는 1,051±1 µl/L로 절반이하로 검출되어 유의적 차이가 있었다. 이는 감압식 증류기의 경우 휘발성이 강한 acetone, ethyl acetate가 진공펌프에 의해 외부로 탈기되는 것에 기인하였을 것으로 추정할 수 있다. 본류 중 ethyl acetate는 감압방식의 증류주가 상압 방식의 증류주에 비해 월등히

낮게 검출되었고, 후류에서는 상압 증류기에서 7±0 µl/L 검출된 것 외에는 Lee 등[26]의 연구에서와 같이[26] 검출되지 않았다. 증류기 종류별로 초류, 본류, 후류를 합제한 성분함량을 보면, acetic acid isobutyl ester는 단식 증류기(6.1±0.3 µl/L), 단식 증류기(14.6±0.6 µl/L)에서는 검출된 반면 감압식 증류기로 증류한 것에는 검출되지 않았으며, 대체로 상압증류 방식보다 감압증류 방식에서 고비점 ester류가 적게 함유하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 초류의 경우 증류기 종류에 관계없이 ester류가 많이 검출되는 반면 acetic acid isobutyl ester, ethyl n-valerate, ethyl n-caproate는 본류, 후류에서는 검출되지 않아 Lee 등[13]의 유사한 연구결과를 보였다. Lactic acid ethyl ester는 초류나 본류에 비해 후류에서 더 많이 검출되었으므로 과실 증류주의 lactic acid ethyl ester 함량을 조절하고자 한다면 본류의 수득량을 조절함으로써 가능한 것으로 인식되었다. 초류, 본류, 후류를 포함한 성분함량은 증류기 종류에 따라 수득한 증류주의 ester류 함량 차이가 컸지만, 과실증류주에 사용하는 본류만으로 볼 때 증류방식에 따른 Ester류 함량의 유의적 차이는 미미한 것으로 나타났다. 본류의 성분별 함량을

**Table 6.** Comparison of ester compounds in spirit prepared different distillation methods using *Schisandra chinensis* wine(µl/L)

Comounds	Head			Body		
	Column-pot still	Pot still	Vacuum still	Column-pot still	Pot still	Vacuum still
Ethyl acetate	2,695.0±37.2 <sup>b</sup>	3,356.2±17.2 <sup>a</sup>	990.0±0.9 <sup>c</sup>	111.3±1.1 <sup>b</sup>	152.2±0 <sup>a</sup>	61.3±0.9 <sup>c</sup>
Acetic acid isobutyl ester	6.1±0.3 <sup>b</sup>	14.6±0.6 <sup>a</sup>	ND <sup>1)</sup>	ND	ND	ND
Ethyl n-valerate	2.0±0 <sup>a</sup>	1.0±0.1 <sup>c</sup>	1.2±0.1 <sup>b</sup>	ND	ND	ND
Ethyl n-caproate	15.1±0.2 <sup>b</sup>	19.2±1.4 <sup>a</sup>	12.5±0.2 <sup>c</sup>	ND	ND	ND
Lactic acid ethyl ester	4.1±0.1 <sup>c</sup>	5.9±0.1 <sup>b</sup>	7.3±0.1 <sup>a</sup>	9.0±0.1 <sup>b</sup>	10.7±0.1 <sup>a</sup>	8.1±0.3 <sup>c</sup>
n-Octanoic acid ethyl ester	27.6±0.3 <sup>b</sup>	42.3±0.2 <sup>a</sup>	20.4±0 <sup>c</sup>	4.0±0.1 <sup>b</sup>	4.0±0.1 <sup>b</sup>	4.2±0 <sup>a</sup>
Ethyl n-caprate	38.8±0.6 <sup>b</sup>	41.6±0.1 <sup>a</sup>	10.2±0.1 <sup>c</sup>	13.0±0.1 <sup>a</sup>	7.9±0.3 <sup>c</sup>	11.0±0.1 <sup>b</sup>
Succinic acid diethyl ester	12.8±0.2 <sup>a</sup>	7.0±0.4 <sup>b</sup>	4.6±0.2 <sup>c</sup>	5.2±0.1 <sup>a</sup>	4.6±0.1 <sup>b</sup>	4.1±0.4 <sup>c</sup>

Comounds	Tail			Head+body+tail		
	Column-pot still	Pot still	Vacuum still	Column-pot still	Pot still	Vacuum still
Ethyl acetate	ND	7.3±0	ND	2,807.2±36.8 <sup>b</sup>	3,515.3±17.1 <sup>a</sup>	1,051.0±1.1 <sup>c</sup>
Acetic acid isobutyl ester	ND	ND	ND	6.1±0.3 <sup>b</sup>	14.6±0.6 <sup>a</sup>	ND
Ethyl n-valerate	ND	ND	ND	2.0±0.0 <sup>a</sup>	1.0±0.1 <sup>c</sup>	1.2±0.1 <sup>b</sup>
Ethyl n-caproate	ND	ND	ND	15.1±0.2 <sup>a</sup>	19.2±1.4 <sup>a</sup>	12.5±0.2 <sup>b</sup>
Lactic acid ethyl ester	19.8±1.0 <sup>a</sup>	12.3±0.1 <sup>b</sup>	9.3±0.1 <sup>c</sup>	33.0±1.0 <sup>a</sup>	28.8±0.2 <sup>b</sup>	24.8±0.3 <sup>c</sup>
n-Octanoic acid ethyl ester	ND	ND	ND	31.7±0.4 <sup>b</sup>	46.3±0.3 <sup>a</sup>	24.6±0 <sup>c</sup>
Ethyl n-caprate	ND	9.7±0.2 <sup>a</sup>	6.4±0.1 <sup>b</sup>	51.8±0.7 <sup>b</sup>	59.3±0.4 <sup>a</sup>	27.6±0.2 <sup>c</sup>
Succinic acid diethyl ester	ND	7.1±0.1 <sup>a</sup>	5.3±0.1 <sup>b</sup>	18.0±0.3 <sup>b</sup>	18.8±0.5 <sup>a</sup>	14.0±0.5 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Not detected

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).

살펴보면 미량으로도 향기에 영향을 많이 미치는 ethyl n-caproate는 다단식 증류기, 감압식 증류기, 단식 증류기순으로 유의적 차이가 있었고, 파인애플, 배향기로 표현되고 1ppm이하로도 향기를 느낄 수 있는 n-octanoic acid ethyl ester는 증류기 종류와 관계없이 4ppm정도가 검출되었다.

### 3.3.3 증류 방식별, 단계별 수득한 증류주액의 furfural 성분 함량비교

Furfural은 증류주의 탄 냄새를 나타내는 지표성분으로 후류나 고온에서 증류하는 주류에 많이 검출된다[27]. 일반적으로 상압방식의 증류주가 감압방식에 비해 많이 검출되는 것으로 알려져 있으며, 발효가 불량하거나 후류를 지나치게 많이 받거나 증류시간이 길어질 경우 증가하는 것으로 알려져 있다[4]. 오미자를 발효시킨 술덧을 증류 방식별, 단계별로 수득한 증류액에서 초류, 본류, 후류를 포함한 함량을 살펴보면(Table 7), 단식 증류기, 다단식 증류기, 감압식 증류기순으로 유의적 차이가 있는 것을 Lee 등[28]의 연구에서와 같이[28] 확인할 수 있었다. 특히 감압식 증류기로 증류할 경우 furfural 함량이 매우 낮고 단식 증류기로 증류할 경우 높은 것을 알 수 있었다.

증류단계별로 함량을 비교하면 후류, 본류, 초류 순으로 furfural 함량이 높았고, 특히 후류에 furfural 함량이 높기 때문에 본류 수득량을 조절함으로써 과실증류주의 furfural 함량을 조절할 수 있을 것으로 판단되었다. 오미자 과실증류주로 사용되는 본류의 경우 단식 증류기, 다

단식 증류기, 감압식 증류기순으로 검출량이 유의적으로 증가하는 것으로 보아 furfural 함량을 낮출 수 있는 증류 방식은 감압식 증류 방식임을 확인할 수 있었다.

**Table 7.** Comparison of furfural content in spirit prepared different distillation methods using raw *Schisandra chinensis* wine ( $\mu\text{l/L}$ )

Step of distillation	Methods of distillation		
	Column-pot still	Pot still	Vacuum still
Head	12.2±0.2 <sup>a</sup>	5.9±0.1 <sup>c</sup>	5.0±0.2 <sup>b</sup>
Body	20.0±0.4 <sup>b</sup>	38.9±1.8 <sup>a</sup>	9.2±0.2 <sup>c</sup>
Tail	33.8±0.1 <sup>b</sup>	68.1±0.4 <sup>a</sup>	14.3±0.3 <sup>c</sup>
Total	66±0.5 <sup>b</sup>	112.9±1.8 <sup>a</sup>	23.5±0.6 <sup>c</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).

### 3.3.4 증류 방식별, 단계별 수득한 증류액의 유기산 함량 비교

증류 방식별, 증류 단계별 주요 유기산 성분 함량을 검토하기 위하여 오미자 증류주에 대하여 유기산 표준품의 함량별 검량선을 이용하여 분석한 결과는 Table 8과 같다. 증류기 형태별로 구분 증류하여 수득한 초류, 본류, 후류에 대한 유기산 분석 결과 비휘발산인 citric acid, tartaric acid, malic acid, succinic acid, lactic acid는 검출되지 않았고, 휘발산에 해당하는 acetic acid만 검출되어 Lee 등[26]의 분석결과와 같이 Acetic acid는 증류기 형태에 관계없이 대체로 후류, 본류, 초류 순으로 증가하여 Lee 등[13]의 결과와 일치하였다. 따라서 본류 수

**Table 8.** Comparison of organic acid in spirit prepared different distillation methods using *Schisandra chinensis* wine (mg/L)

Methods of distillation		Citric acid	Tartaric acid	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid
Head	Column-pot still	ND <sup>1)</sup>	ND	ND	ND	ND	68.3±0.6 <sup>b</sup>
	Pot still	ND	ND	ND	ND	ND	135.3±0.6 <sup>a</sup>
	Vacuum still	ND	ND	ND	ND	ND	60.7±0.6 <sup>c</sup>
Body	Column-pot still	ND	ND	ND	ND	ND	83.0±1.0 <sup>c</sup>
	Pot still	ND	ND	ND	ND	ND	130.3±0.6 <sup>a</sup>
	Vacuum still	ND	ND	ND	ND	ND	97.7±0.6 <sup>b</sup>
Tail	Column-pot still	ND	ND	ND	ND	ND	127.0±1.0 <sup>c</sup>
	Pot still	ND	ND	ND	ND	ND	222.7±1.2 <sup>a</sup>
	Vacuum still	ND	ND	ND	ND	ND	154.3±0.6 <sup>b</sup>
Head+	Column-pot still	ND	ND	ND	ND	ND	278.3±2.5 <sup>c</sup>
	Pot still	ND	ND	ND	ND	ND	488.3±2.3 <sup>a</sup>
	Tail	ND	ND	ND	ND	ND	312.7±1.5 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Not detected

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).



특시기를 조절함으로써 최종 증류주의 acetic acid 함량을 조절 가능한 것으로 판단되었다. 증류기 형태별 본류의 acetic acid 함량을 살펴보면 단식 증류기(130.3±0.6 mg/L), 감압식 증류기(97.7±0.6 mg/L), 다단식 증류기(83.0±1.0 mg/L)순으로 증류한 증류액에서 유의적 차이가 있었고 본류의 acetic acid 함량이 오미자 과실증류주의 중요한 향미 성분으로 작용할 것으로 사료된다.

#### 4. 결론

본 연구는 세계적으로 증류주 제조에 활용된 사례가 드문 오미자를 원료로 사용하여 독특한 향미와 기호성, 제품 경쟁력을 갖춘 고품질의 과실증류주를 개발하기 위한 것이다. 분석결과를 통한 단기숙성(3 ~ 6개월)된 오미자 증류원액의 최적화된 공정 및 제조법은 다음과 같다. 오미자는 당도와 pH가 낮고, total acid가 매우 높아 알코올 발효에 적합하지 않았으므로, 생오미자: 물: 설탕 중량비율을 1 : 1.5 : 0.25로 혼합하여 당함량 23°Brix, total acid 1.9 ~ 2.4 g/100mL로 조절하고, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>을 0.06 w/w% 첨가하여 과즙을 제조하고, SIHA Aktivhefe6 Brennerihefe를 사용하여 20일간 발효했다. 발효액은 증류 방식에 따라서는 다단식 증류기, 단식 증류기, 감압식 증류기순으로 제조수율이 높았다. 오미자 과실주를 증류 방식별 수득한 증류액에서 저비점 향기성분, ester류, furfural, organic acid 함량에서 유의적 차이가 있었고, 향기 패턴 분석, 관능 평가 결과 등을 종합하면, 감압식 증류기로 제조한 과실증류주가 품질이 가장 우수한 것으로 나타났고, 다단식 증류 방식이 제조수율이 가장 뛰어났다. 증류 방식에 따른 품질특성 분석을 통해 오미자 발효주를 감압식 증류방식으로 제조한 과실증류주의 품질이 가장 우수한 것으로 나타났다. 상기 방식으로 제조한 과실증류주는 향후 제품화 될 경우 국산 농산물을 활용한 고부가가치 창출과 우리술 시장의 다변화와 세계적 경쟁력 강화를 기대할 수 있을 것으로 본다.

#### References

- [1] K. H. Lee, "Studies on Fine Spirits Aging [Part I]-On the Aptitude of the Korean Oak Varieties as Barrels for Aging Apple Fine Spirits", Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, Vol. 20, No. 1, pp. 66-80, 1977.
- [2] Y. K. Min, H. S. Yun, H. S. Jeong, "Studies on the Distillation Operation of Baikha - ju", Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, Vol. 37, No. 1, pp. 9-13, 1994.
- [3] D. S. Lee, H. S. Park, K. Kim, T. S. et al, "Physicochemical Characteristics of Korean Folk Sojues", Korean J. Food SCI Technol, Vol. 26, No. 5, 649-654, 1994.
- [4] H. C. Cho, S. A. Kang, S. I. Choi, et al, "Quality Characteristics of Fruit Spirits from a Copper Distillation Apparatus", Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, Vol. 42, No. 5, 743-752, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.5.743>
- [5] H. Y. In, T. S. Lee, D. S. Lee, et al, "Volatile Components and Fusel Oils of Sojues and Mashs Brewed by Korean Traditional Method", Korean Society of Food Science and Technology, Vol. 27, No. 2, pp. 235-240, 1995.
- [6] D. S. Lee, H. S. Park, K. Kim, T. S. et al, "Determination and Multivariate Analysis of Flavour Components in the Korean Folk Sojues Using GC-MS", Korean Society of Food Science and Technology, Vol. 26, No. 6, pp. 750-758, 1994.
- [7] K. H. Bae, K. S. Shin, H. Y. Ryu, et al, "Identification and Fermentation Characteristics of Lactic Acid Bacteria Isolated from the Fermentation Broth of Korean Traditional Liquor, Andong-Soju", Korean Journal of Microbiology and Biotechnology, Vol.35, No.4, pp. 310-315, 2007.
- [8] H. R. Kim, B. H. Ahn, "Research trend of Korean traditional alcoholic beverage", Food industry and nutrition, Vol. 6, No. 3, pp. 5-10, 2001.
- [9] S. M. Bea, S. Y. Jung, I. S. Jung, et al, "Effect of the Amount of Water on the Yield and Flavor of Korean Distilled Liquor Based on Rice and Corn Starch", Journal of the East Asian Society of Dietary Life, Vol. 13, No. 5, pp. 439-446, 2003.
- [10] L. H. Ryu, Y. M. Kim, "Esterification of Alcohols with Organic Acids during Distilled Spirit Distillation", The Korean Journal of Food And Nutrition, Vol. 15, No. 4, pp. 295-299, 2002.
- [11] H. C. Yi, S. H. Moon, J. S. Park, et al. "Volatile Compounds in Liquor Distilled from Mash Produced Using Koji or Nuruk under Reduced or Atmospheric Pressure", Journal of the Korean society of food science an nutrition, Vol. 39, No. 6, pp. 880-886, 2010.

- [12] Y. Y. Min, H. S. Yun, H. S. Jeong, et al. "Changes in Compositions of Liquor Fractions Distilled from Samil-ju with Various Distillation Conditions", Korean Society of Food Science and Technology, Vol. 24 No. 5, pp. 440-446, 1992.
- [13] Y. H. Lee, T. K. Eom, C. Cheong, et al. "Quality Characteristics of Spirits by Different Distillation and Filtrations", Journal of the Korean society of food science and nutrition, Vol. 42, No. 12, pp. 2012-2018, 2013.
- [14] G. E. Martin, J. M. Burgraff, R. H. Dyer, et al. "Gas-Liquid Chromatographic determination of congeners in alcoholic products with confirmation by Gas Chromatography/Mass Spectrometer", J. Assoc. of Anal. Chem, Vol. 64, No. 3. pp. 186-189. 1981.
- [15] G. H. Reanzin, S. Baldwin, H. S. Scales, "Determination of the congeners produced from ethanol during whisky maturation", J. Assoc. of Anal. Chem, Vol. 59, No. 2, pp. 770-776, 1976.
- [16] J. P Vidal, S. Estreguil, R. Cantegrel, "Quantitative Analysis of cognac carbonyl compounds at the ppb level by GC-MS of their o-derivatives", Chromatography, Vol. 38, No. 6, pp. 183-189, 1993.
- [17] C. Pinheiro, C. M. Rodrigues, T. Schfer, et al. "Monitoring the aroma production during wine-must fermentation with an elec-tronic nose", Biotechnol. Bioeng, Vol. 77, No. 4, pp. 632-640, 2002.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/bit.10141>
- [18] C. Cimander, T. Bachinger, C. F. Mandenius, "Assessment of perfor-mance of a fed-batch cultivation from the preculture quality using an electronic nose", Biotechnol. Progr. Vol. 18, No. 2, pp. 380-386, 2002.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/bp010166j>
- [19] National Tax Service Liquors Licence Aid Center, Analysis Rule, 2008.
- [20] H. C. Yi, S. H. Moon, J. S. Park, et al. "Volatile Compounds in Liquor Distilled from Mash Produced Using Koji or Nuruk under Reduced or Atmospheric Pressure", J Korean Soc Food Sci Nutr. Vol 39, No. 6. pp. 880-886. 2010.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2010.39.6.880>
- [21] J. W. Lee, S. A. Kang, C. Cheong, "Quality Characteristics of Distilled Alcohols Prepared with Different Fermenting Agents", J Korean Soc appl Biol Chem, Vol. 58, No. 2, pp. 275-283, 2015.
- [22] J. C. Kim, S. H. Lee, H. R. Min, et al. Enology, Baeksan publishing, 2009.
- [23] Owaki, K, "A view of sake components Carbonyl", J Soc Brew Jpn, Vol. 62, No. 7, pp. 1097-1105, 1967.
- [24] L. Nykänen, I. Nykänen, Distilled beverages. In Volatile compounds in foods and beverages, New York, Marcel Dekker, Inc, 1991.
- [25] D. H. Kim, Food chemistry, Tamgudang publishing, 1988.
- [26] D. H. Lee, J. W. Jung, Y. S. Lee, et al. "Fermentation Characteristics for Preparation of Distilled Liquor Made of Mixed Grains.", Korean J Food Sci. Technol. Vol. 46, No. 6, pp. 694-701. 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.4.446>
- [27] M. C. Meligard, "Prediction of flavor differences between beers from their chemical composition", J Agric Food Chem Vol. 30, No. 3, pp. 1009-1017, 1982.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf00114a002>
- [28] D. H. Lee, J. W. Jung, Y. S. lee, et al, "Quality Characteristics of Distilled Liquor Produced Using Koji During Aging", Korean J. Food Sci. Technol. vol. 46, No. 6, pp. 694-701. 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.6.694>

**조 혜 섬(Hye-Seom Cho)**

[정회원]



- 1981년 2월 : 건국대학교 대학원 복식사 (석사)
- 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 1월 ~ 현재 : 한국식품과학회 양조분과위원회 위원장

<관심분야>  
양조학, 발효식품학