

## 가수량을 달리한 전통 청주의 발효 및 숙성 특성 연구

문진석<sup>1</sup>, 공태인<sup>1</sup>, 정철\*  
<sup>1</sup>서울벤처대학원대학교 융합산업학과

### Characteristics of Fermentation and Aging by Different Adding of Brewing Water in Korean Traditional Cheongju

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

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

**요약** 본 연구는 가수량을 달리하여 제조된 전통방식의 청주의 발효 및 숙성 특성 변화를 분석하는데 있다. 실험방법으로 는 발효 술덧은 3단 담금 하였고 3단 담금시 물을 넣지 않은 청주(A), 1L의 물을 가수한 청주(B), 2L의 물을 가수한 청주(C) 등 3종류의 청주 비교 실험을 진행하였다. 물을 첨가한 청주(B)과 청주(C)가 물을 첨가하지 않은 청주(A)보다 당도, 비중, 산도 및 pH 변화를 분석한 결과 전체적으로 발효력이 우수한 것으로 나타났다. 청주의 숙성(5℃, 6개월)후 아로마 패턴을 분석한 결과, 청주의 주요 아로마 성분인 에틸아세테이트(ethyl acetate)는 가수하여 제조한 청주에서 더 많이 검출되었고 숙성기간동안 그 패턴은 계속 유지되었다. 고급알코올(n-propanol, i-butanol, n-butanol, i-amyl alcohol, n-amyl alcohol)도 가수량이 증가할수록 유의적으로 증가하였고 숙성기간중에 그 패턴을 유지하였다. 유기산 성분은 청주(A)에서 4661.47 mg/L, 청주(B)에서 4873.46 mg/L 그리고 청주(C)에서 4963.12 mg/L 검출되어 가수량이 증가할수록 총산은 증가하였다. 결론적으로 2단 담금에서 물을 첨가하여 제조한 청주가 물을 첨가하지 않은 청주에 비해 우수한 발효력과 품질 및 증가된 아로마를 나타냈으며 물을 첨가한 샘플사이에서는 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

**Abstract** This present work was aimed to analyse characteristics of fermentation and aging of Korean traditional cheongju prepared by adding of different brewing water. The three different mashes were used for fermentation and maturation. The cheongju(A) was prepared without adding of brewing water in two stage mashing. Cheongju(B) and cheongju(C) were made with adding of 1 liter and 2 liter brewing water in two stage mashing respectively whereas the cheongju(B) and cheongju(C) showed higher fermentation ability than that of cheongju(A) regarding to pH, ethanol, specific gravity and sugar concentration(brix). In terms of volatile compounds content after six months aging, cheongju(A and B) prepared by adding brewing water showed the higher content of ethyl acetate than that of cheongju(C) and the concentrations were maintained during the aging period. In addition, the content of fusel oil(n-propanol, i-butanol, n-butanol, i-bmyl alcohol, n-bmyl alcohol)indicated similar pattern as ethyl acetate. The organic acid of cheongju B(4873.46 mg/l) and C(4963.12 mg/l) also indicated the higher content than that of cheongju A(4661.47 mg/l). In conclusion, cheongju B and C prepared by adding brewing water in two stage mashing showed better quality and taste than that of cheongju A.

**Keywords** : Aging, Aroma compound, Cheongju, Fermentation, Yeast

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(한국형 청주제조에 적합한 양조공정 확립, PJ01007402)의 지원에 의해 이루어진 것임

\*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 August 6, 2015

Published August 31, 2015

## 1. 서론

우리나라 술의 기원은 언제부터인지 정확히 알 수 없으나 문헌에 의하면 삼국시대 이전부터 전래되어 오랜 세월을 거치는 동안 고유의 맛과 향을 지닌 전통민속주 형태로 발전되어 왔다. 조선시대에는 지방, 가정, 계절 및 용도에 따라 양조방법이 다양화 되면서 약주류, 탁주류, 소주류, 약용주 등이 제조되어 생활에 맛과 여류를 더해주었다[1]. 천연식물약재를 이용하여 특정한 맛과 향, 기능성이 가미된 민속주는 각 가정에서 소규모로 제조되어 왔으나, 일제시대 이후 자가제조 금지로 전래되던 양조비법의 상당부분이 유실되었다[2]. 한국의 전통주는 쌀과 같은 곡물을 발효시킨 막걸리(탁주), 약주(청주)와 이를 증류한 소주가 대표적인데, 곡물속의 전분질 원료는 당화제인 누룩의 효소에 의해 포도당 등으로 분해되고 동시에 분해된 당분은 효모에 의해 알코올로 전환된다[3,4]. 최근에는 약주(청주)에 대한 관심과 소비층 대를 바탕으로 전통 약주의 특성을 파악하고 이를 객관화 및 발전시키려는 연구가 진행되고 있으나 누룩의 품질 균일화의 어려움과 짧은 숙성기간으로 품질 면에서 소비자의 외면을 받고 있는 실정이다. 누룩은 거칠게 분쇄한 밀 등에 여러 가지 종류의 미생물(*Aspergillus*속 곰팡이, *Rhizopus*속 곰팡이 등)을 자연 생육하도록 하여 만드는 재래누룩과 살균한 전분질 원료에 순수 배양한 곰팡이(*Aspergillus luchunensis*, *Aspergillus oryzae* 등)를 인공적으로 접종하여 만드는 개량누룩이 있다[5]. 누룩의 종류에 따라서 그 누룩이 갖고 있는 다양한 미생물에 의해 발효특성이 달라지므로 누룩은 술의 맛, 향 및 색상 등의 품질특성에 큰 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다[6-8]. 재래누룩의 경우에는 당화 및 발효에 작용하는 미생물의 다양성으로 균일화의 어려움과 당화력이 부족한 단점이 있지만[9,10], 다양한 미생물들에 의한 주질의 다양성을 가지는 장점이 있다. 또한 *Aspergillus luchunensis*, 과거 *Aspergillus kawachii*로 불리었던 입국은 알코올과 유기산생성력이 높아 탁주 및 현대식 소주 제조에 많이 사용이 되고 있지만[11], 유기산의 신맛이 지나치게 강하며[9] 아미노산의 함량이 낮고 향과 맛의 다양성과 풍부함은 재래누룩으로 제조한 술보다는 부족하다고 알려져 있다. 따라서 안전하게 발효가 가능하며, 수율이 높고 균일한 품질의 술을 제조할 수 있는 우수한 미생물을 분리하여 양조에 적용하는 등의 많은 연구가

요구된다. 청주(약주)는 원료성분의 발효 대산물과 양조 과정에서 생산된 다양한 향미성분에 의하여 독특한 주류 성분을 나타낼 수 있으나, 숙성과정과 후처리과정 및 보존기간 중 전통주 고유의 주류특성이 쉽게 훼손되거나 손실되는 문제점이 있다. 발효 과정 중에 생성된 잔사부유물, 효모, 곰팡이 및 세균류 등의 미생물, 불용성 고형물 등이 최종제품에 혼입된다면 혼탁물질과 군내성분을 생성하게 되므로 약주고유의 향미특성이 변성되고 전통주로서의 관능적 품질과 상품적 가치가 훼손된다[12]. 최근 약주 제조업체에서 가열살균처리로 약주의 보존성을 향상시키기 위한 노력을 계속하고 있으나 가열살균은 열에 의해 약주 내용물의 산화 및 분해가 촉진되어 이취가 발생하고 단백질 등의 열변성에 의해 백탁의 생성과 더불어 맛에 영향을 미치며 향기성분의 손실 등이 있을 수 있으며, 이에 관한 연구로는 Lee 등[13]의 비살균 약주의 저장 중 품질변화 및 품질수명 산출에 대한 보고, Kang 등[14]의 가열살균 약주의 향기성분에 대한 보고, Jang 등[15]의 탁주의 유통기간 산정을 위한 저장온도 및 기간별 품질특성에 관한 보고 등이 있다.

Son 등[20]은 가수량을 달리한 약주의 품질특성을 분석하였으나 숙성기간동안의 품질변화에 대한 연구는 없는 실정이다. 또한 Choi 등[22]은 가수량을 달리하여 증류주의 품질특성을 연구하여 가수량을 달리한 청주제조와 발효와 숙성기간 동안의 품질변화에 대한 연구는 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 청주의 발효특성과 숙성중의 이화학적 변화를 관찰하고 상세하게는 물을 첨가한 시험구와 물의 양을 단계적으로 높인 시험구간의 발효 및 숙성기간중의 이화학적 변화를 관찰하며 특히 숙성기간중에 아로마의 손실을 최소화하기 위해 숙성온도를 5℃로 유지하는 한국 전통 청주제조 방식에 있어 숙성기간별 변화 패턴을 연구하는데 목적이 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 재료

본 실험에 사용한 원료는 국내산 쌀(추정미, 경기도)을 구입하여 사용하였으며, 누룩은 송학곡자에서 구입하여 사용하였다.

### 2.1 청주 제조 및 숙성

청주는 3단 담금(밑술, 1차 덧술, 2차덧술) 방법으로 제조를 하였으며 원료대비 담금 배합표는 Table 1과 같다.

Table 1. Composition of experimental Cheongju

mash	Rice	Nuruk	Water	Added Water
A	7kg	400g	5L	0 L
B	7kg	400g	5L	1 L
C	7kg	400g	5L	2 L

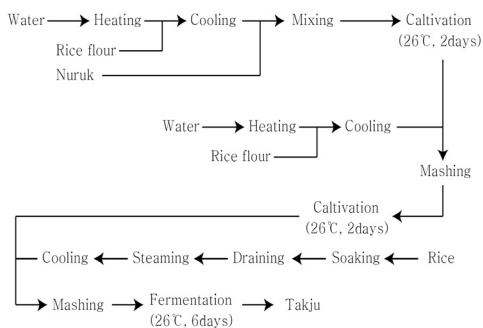


Fig. 1. Processing of fermentation by different adding of brewing water in Cheongju

가수량을 달리한 청주의 발효실험은 Fig.1과 같다. 깨끗하게 씻은 쌀을 불려서 가루를 낸 후 끓는 물을 부어 범벅을 만든 다음 26°C에서 2일간 발효시켜서 밑술을 제조하였다. 1차 덧술은 2일이 지난 후 같은 방법으로 범벅을 제조하여 밑술에 넣고 26°C에서 2일간 발효시켜 제조하였으며, 2차 덧술은 찹쌀로 고두밥을 만든 다음 1차 덧술에 물 가수량(0L, 1L, 2L)을 달리하여 첨가한 후 26°C에서 6일간 발효시켜 청주를 제조하였다. 발효가 끝난 술덧은 여과를 한 후에 5°C에서 저온 숙성시켜 분석에 이용하였다.

### 2.3 일반성분 분석

쌀누룩 발효주의 발효과정 중 발효 각 단계에서 술덧을 채취하여 일반성분분석을 하였다. pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였으며, 산도는 여과액 10 mL를 취하고 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.2까지 적정하여 소비된 NaOH의 양을 mL로 나타내었다. 알코올 함량은 100

mL를 취하여 증류를 한 후에 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 알코올 함량을 %(v/v) 농도로 나타내었다[21]. 비중은 채취한 시료를 100 mL 메스실린더에 채우고 15°C에서 비중계(표준비중계, No. 6, Hanascale, Seoul, Korea)로 측정하였다. 가용성 고형분 함량(°Brix)은 굴절당도계 (ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

### 2.4 향기성분 분석

발효도중 생성되는 methyl alcohol, acetaldehyde, fusel oil 등 주류의 향기성분을 구성하는 저비점 발효부산물물은 국제청기술연구소 주류분석규정[23]에 따라 청주 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[23].

### 2.5 유기산 분석

유기산은 청주 10 g에 75% ethyl alcohol 150 mL를 넣고 1간 동안 환류냉각 추출(85°C) 한 후 여과, 감압 농축하여 증류수를 첨가하여 100 mL로 보정한 후 0.45 µm 멤브레인 필터(MFS, USA)로 여과하였고, 술덧과 발효주는 원심분리 후 0.45 µm 멤브레인 필터로 여과한 다음 ion chromatograph(Metrohm, Bleiche West, Switzerland)로 분석하였다[24].

### 2.6 관능평가

관능검사는 5점 기호척도법을 이용하여 맛(taste), 향(flavour), 질감(texture), 종합적 기호도(overall acceptability)로 나누어 20명의 훈련된 패널에 의하여 시행하였다. 즉, 매우좋다(5점), 약간 좋다(4점), 보통이다(3점), 약간 싫다(2점), 매우 싫다(1점)로 하였다.

### 2.7 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 시료간의 유의차를 검정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 발효과정 중의 성분 분석

##### 3.1.1 pH 및 산도 변화

2차 덧술에서 물 첨가량에 따른 술덧의 pH와 산도의 변화는 Fig. 2와 같다. pH와 산도는 탁·약주의 성분변화 및 발효진행상황 등을 짐작할 수 있는 중요한 지표가 되며[16, 17], 술의 풍미와 보존성에도 영향을 주기 때문에 술의 품질에도 큰 영향을 미친다. 특히 산도가 너무 높으면 초산발효와 같은 이상발효가 진행되었음을 예상할 수 있으며, 너무 낮으면 술의 특유의 산미를 느끼지 못하여 맛의 조화가 떨어질 수 있다. pH는 발효초기에는 술덧에 생육하는 미생물의 작용으로 유기산이 생성이 되어 발효 초기에는 급격하게 감소하는데 Park 등[18]의 시판 전통 누룩과 개량누룩으로 담금한 술덧의 pH는 담금 직후 5.55-5.80에서 1일 후에는 3.85-4.27로 급격하게 감소하였다가 7일 이후 부터는 완만하게 증가하였다는 보고와 Cho [19]등의 *Rhizopus oryzae* 쌀누룩으로 제조한 술덧의 pH는 초기에 감소하다가 서서히 증가하였다는 보고와 같이 본 실험에서도 밑술 및 1차 덧술의 6일간 발효에서의 pH는 발효초기부터 감소하였다가 2차 덧술부터는 계속 증가하는 경향을 나타내었다. 가수량을 달리한 3가지 술덧 모두 유사한 패턴으로 완만하게 증가하였으나 물을 첨가하여 담금한 청주에서 pH가 더 낮게 나타났다.

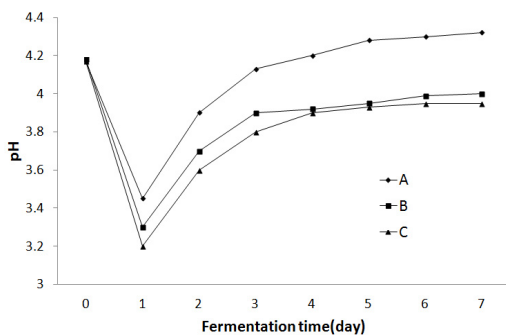


Fig. 2. Changes in pH of Cheongju during fermentation using different water ratio. A: without adding of brewing water, B: adding of 1 liter brewing water, C: adding of 2 liter brewing water

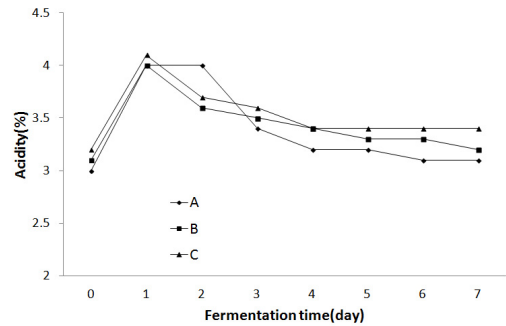


Fig. 3. Changes in acidity contents of cheongju during fermentation using different water ratio A: without adding of brewing water, B: adding of 1 liter brewing water, C: adding of 2 liter brewing water

산도(Fig. 3)는 발효가 진행되면서 생성되는 유기산으로 발효초기에 급격하게 증가하는데 Park 등[18]은 발효 초기 급격하게 증가하다가 7일 이후부터는 큰 변화 없이 유지되는 경향을 보였다고 보고하였으며, Son 등[20]의 가수량별로 제조한 탁주의 총산 변화는 발효 2일째까지 증가하였다가 다소 감소하는 경향을 보인다는 보고처럼 본 실험에서도 발효초기에 급격하게 증가하였다가 2차 덧술부터는 완만하게 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고 가수량이 증가하면 미생물들이 생성하는 다양한 발효 대사산물이 희석되어 성분들의 감소로 더 낮은 산도 값을 나타내지만 2차 덧술에서 물을 첨가한 술덧(B, C)이 첨가하지 않은 술덧(A)보다 더 높은 산도 값을 나타내어 희석되는 정도보다는 당농도의 스트레스가 덜한 술덧의 미생물이 생성하는 유기산의 농도가 더 중요하게 작용하였다고 생각된다.

##### 3.1.2 알코올 생성량 변화

2차 덧술에서 물 가수량에 따른 술덧의 알코올생성량의 변화는 Fig. 4와 같다. 가수량별 알코올 생성량이 초기엔 Kang 등[14]의 결과와 같이 비슷하였으나 3일 이후부터는 물을 첨가하지 않은 술덧과 물을 첨가한 술덧의 알코올 생성량에서 유의적인 차이가 났다. 본 실험에서 술덧 A는 원료대비 급수비율이 71.4%, 술덧 B는 85.7% 그리고 술덧 C는 100%로 모든 술덧은 가수량이 적은 농담금 조건이다. 높은 당 농도는 효모의 성장과 생존에 영향을 미치는데 당농도가 한계량에 도달하면 효모의 사멸을 가져올 수 있다. 그러므로 당 농도가 다른 술덧에 비해 높은 술덧 A는 당에 대한 삼투압 스트레스로 알코올 내성이 낮아지면서 다른 술덧보다 알코올생성량

이 낮아진 것으로 보인다.

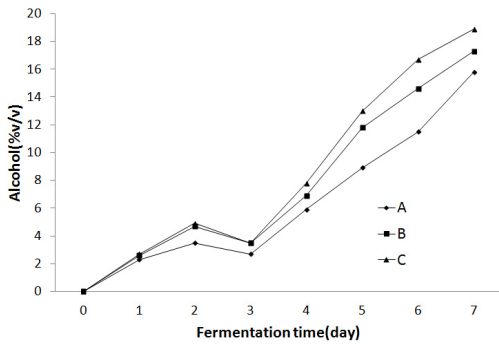


Fig. 4. Changes in alcohol contents of cheongju during fermentation using different water ratio  
A: without adding of brewing water, B: adding of 1 liter brewing water, C: adding of 2 liter brewing water

### 3.1.3 비중 변화

물 첨가량에 따른 주모의 발효 중 비중 변화는 Fig. 5 와 같다. 발효가 이루어지는 동안 3가지 실험군 모두 비중 변화 패턴이 유사했고 발효 4일째까지 발효가 진행되고 있다가 그 후로 변화가 미미한 것을 보아 발효가 완료된 것을 알 수 있어 타 연구[18]에서와 유사한 결과를 보였다. 물 첨가하지 않은 주모가 비중값이 제일 높은 것으로 보아 물을 첨가한 다른 주모들 보다 발효력이 떨어지는 것을 알 수 있었다.

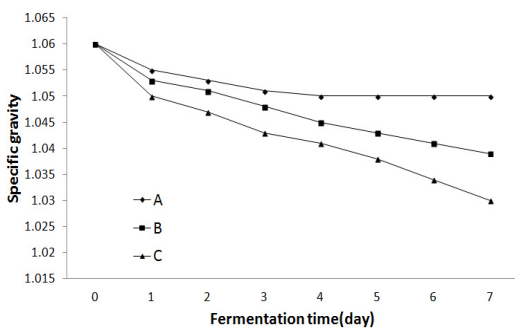


Fig. 5. Changes in specific gravity of cheongju during fermentation using different water ratio  
A: without adding of brewing water, B: adding of 1 liter brewing water, C: adding of 2 liter brewing water

### 3.1.4 당도 변화

물 첨가량에 따른 주모의 발효 중 당도 변화는 Fig. 6 과 같다. 앞의 비중 변화와 마찬가지로 발효기간 동안 페

턴이 유사한 걸로 보아 발효가 안정적으로 진행되고 있었다. 물을 첨가하지 않은 주모보다 물을 첨가한 2가지 주모 샘플에서 발효 3일째까지 작지만 수치상의 변화가 있었던 걸로 보아 초기에 발효가 일어난 것으로 보인다. 위의 결과를 보아 물을 첨가한 주모가 첨가하지 않은 주모보다 발효력이 우수하여 Son 등[20]의 결과와 유사하였다.

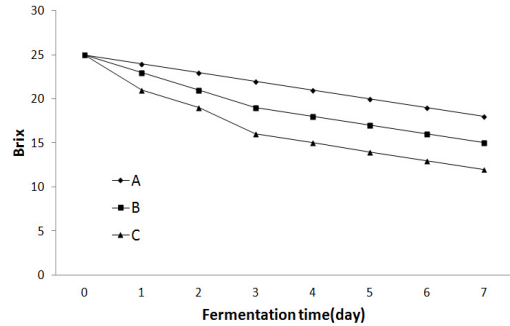


Fig. 6. Changes in Brix of cheongju during fermentation using different water ratio  
A: without adding of brewing water, B: adding of 1 liter brewing water, C: adding of 2 liter brewing water

## 3.2 숙성기간에 따른 향기성분 분석

2차 덧술에서 물 첨가량을 달리하여 발효시킨 술덧을 여과한 청주의 6개월 동안 저온숙성(5°C)시키면서 변하는 향기성분의 결과는 Table 2와 같다. 모든 청주에서 n-butanol과 n-amyl alcohol은 검출이 되지 않았으며, fusel oil은 숙성 1개월째 청주 A는 563.0 ppm, 청주 B는 676.3 ppm 그리고 청주 C는 684.6 ppm으로 가수량이 증가할수록 증가하였으며, 숙성 6개월째는 청주 A는 609.8 ppm, 청주 B는 682.6 ppm 그리고 청주 C는 707.3 ppm으로 숙성과정 중에 성분의 변화는 유의적 차이가 있었다. 고급알코올류는 아미노산 생합성경로등 효모로부터 생성이 되는 것으로 알려져 있는데[21], 고급알코올류 중 알코올향을 가지고 있는 i-butanol은 숙성 1개월째 물이 첨가되지 않은 청주 A에서 166.3 ppm이 검출되었으며, 물이 첨가된 청주 B와 C에서는 각각 203.6, 203.6 ppm이 검출되어 물이 첨가된 청주에서 더 높은 값을 나타내었으며 숙성과정동안 유의적인 변화는 보이지 않았다. 퓨젤유 성분 중 아미노산인 leucine으로부터 생성되는 바나나, 배 향기가 나는 고급 알코올 성분인 i-amyl alcohol은 숙성 1개월째 물이 첨가되지 않은

Table 2. Changes in volatile compounds of cheongju during aging period

compounds	No	Aging period (month)					
		1	2	3	4	5	6
Aldehyde (mg/L)	A	13.6±3.5 <sup>a</sup>	8.6±6.7 <sup>a</sup>	13.3±3.6 <sup>a</sup>	11.6±2.6 <sup>a</sup>	13.3±5.6 <sup>a</sup>	13.0±5.0 <sup>a</sup>
	B	14.7±3.1 <sup>b</sup>	14.0±4.3 <sup>b</sup>	15.0±6.1 <sup>b</sup>	14.6±4.5 <sup>b</sup>	14.6±3.6 <sup>b</sup>	14.8±5.3 <sup>b</sup>
	C	15.6±3.1 <sup>b</sup>	15.0±5.9 <sup>b</sup>	14.4±4.5 <sup>b</sup>	15.1±3.9 <sup>b</sup>	14.9±4.1 <sup>b</sup>	14.6±3.4 <sup>b</sup>
Ethyl acetate (mg/L)	A	45.7±6.8 <sup>a</sup>	46.6±10.7 <sup>a</sup>	49.3±7.1 <sup>a</sup>	50.2±8.5 <sup>a</sup>	52.8±7.0 <sup>a</sup>	53.3±9.6 <sup>a</sup>
	B	49.1±6.2 <sup>b</sup>	51.9±7.2 <sup>b</sup>	53.4±7.6 <sup>b</sup>	56.5±6.5 <sup>b</sup>	58.3±5.5 <sup>b</sup>	59.3±4.1 <sup>b</sup>
	C	53.2±6.8 <sup>b</sup>	56.7±5.8 <sup>b</sup>	58.1±6.9 <sup>b</sup>	60.4±7.6 <sup>b</sup>	63.2±5.1 <sup>b</sup>	65.0±3.1 <sup>b</sup>
Methanol (mg/L)	A	15.6±1.9 <sup>a</sup>	15.6±2.1 <sup>a</sup>	15.0±5.5 <sup>a</sup>	15.5±4.6 <sup>a</sup>	16.0±4.6 <sup>a</sup>	15.1±3.4 <sup>a</sup>
	B	15.6±4.1 <sup>a</sup>	15.0±4.0 <sup>a</sup>	15.3±6.5 <sup>a</sup>	15.0±4.0 <sup>a</sup>	14.3±3.5 <sup>a</sup>	14.2±4.2 <sup>a</sup>
	C	15.2±4.6 <sup>a</sup>	15.0±2.1 <sup>a</sup>	14.9±5.3 <sup>a</sup>	14.9±4.2 <sup>a</sup>	14.3±4.6 <sup>a</sup>	15.6±6.8 <sup>a</sup>
n-propanol (mg/L)	A	90.7±8.3 <sup>a</sup>	91.2±9.9 <sup>a</sup>	91.7±8.9 <sup>a</sup>	90.9±9.6 <sup>a</sup>	91.6±6.6 <sup>a</sup>	90.8±9.3 <sup>a</sup>
	B	104.3±19.1 <sup>b</sup>	101.0±12.0 <sup>b</sup>	104.0±10.0 <sup>b</sup>	103.6±11.0 <sup>b</sup>	104.6±13.0 <sup>b</sup>	104.0±12.0 <sup>b</sup>
	C	110.3±14.5 <sup>b</sup>	108.6±17.5 <sup>b</sup>	109.0±19.0 <sup>b</sup>	107.6±14.9 <sup>b</sup>	110.6±17.0 <sup>b</sup>	111.3±18.5 <sup>b</sup>
i-butanol (mg/L)	A	166.3±34.5 <sup>a</sup>	167.5±46.6 <sup>a</sup>	166.7±56.9 <sup>a</sup>	168.0±45.1 <sup>a</sup>	167.7±36.2 <sup>a</sup>	168.3±72.5 <sup>a</sup>
	B	203.6±23.7 <sup>b</sup>	201.0±26.5 <sup>b</sup>	201.6±30.7 <sup>b</sup>	201.0±27.0 <sup>b</sup>	200.6±20.1 <sup>b</sup>	201.3±19.0 <sup>b</sup>
	C	203.6±25.0 <sup>b</sup>	202.3±30.5 <sup>b</sup>	204.3±28.1 <sup>b</sup>	204.3±34.5 <sup>b</sup>	202.3±27.1 <sup>b</sup>	203.3±26.1 <sup>b</sup>
i-amyl alcohol (mg/L)	A	306.0±30.6 <sup>a</sup>	317.3±39.1 <sup>a</sup>	307.0±36.6 <sup>a</sup>	305.0±39.0 <sup>a</sup>	305.6±40.2 <sup>a</sup>	304.6±30.5 <sup>a</sup>
	B	368.3±36.5 <sup>b</sup>	363.0±36.0 <sup>b</sup>	364.0±29.2 <sup>b</sup>	363.3±33.0 <sup>b</sup>	359.0±40.5 <sup>b</sup>	362.3±37.8 <sup>b</sup>
	C	380.6±37.5 <sup>c</sup>	365.0±32.8 <sup>b</sup>	386.0±47.6 <sup>b</sup>	369.0±30.5 <sup>b</sup>	373.6±29.2 <sup>b</sup>	370.6±38.0 <sup>b</sup>
Fusel oil <sup>1)</sup> (mg/L)	A	563.0±73.4 <sup>a</sup>	576.1±95.6 <sup>a</sup>	585.4±102.4 <sup>a</sup>	594.0±93.7 <sup>a</sup>	603.0±83.0 <sup>a</sup>	609.8±112.3 <sup>a</sup>
	B	676.3±79.3 <sup>b</sup>	679.0±74.5 <sup>b</sup>	689.7±69.9 <sup>b</sup>	670.0±71.0 <sup>b</sup>	678.3±73.6 <sup>b</sup>	682.6±68.8 <sup>b</sup>
	C	684.6±77.0 <sup>b</sup>	689.0±80.8 <sup>b</sup>	699.3±57.3 <sup>b</sup>	700.0±79.9 <sup>b</sup>	701.6±73.3 <sup>b</sup>	703.3±82.6 <sup>b</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

A: without adding of brewing water, B: adding of 1 liter brewing water, C: adding of 2 liter brewing water

Table 3. Organic acid contents of Cheongju

Organic acid	A	B	C
Citric acid(mg/L)	507.67±17.1 <sup>a</sup>	430.33±18.5 <sup>b</sup>	380.33±19.5 <sup>c</sup>
Malic acid(mg/L)	32.80±9.0 <sup>a</sup>	162.13±18.2 <sup>b</sup>	254.00±25.2 <sup>c</sup>
Succinic acid(mg/L)	1,092.33±16.4 <sup>a</sup>	1,150.67±17.5 <sup>a</sup>	1,145.00±12.2 <sup>a</sup>
Lactic acid(mg/L)	2,695.67±19.1 <sup>a</sup>	2,852.00±13.6 <sup>b</sup>	2,933.00±19.5 <sup>c</sup>
Acetic acid(mg/L)	333.00±18.5 <sup>a</sup>	278.33±17.0 <sup>b</sup>	250.33±15.5 <sup>c</sup>
Total acid(mg/L)	4,661.47±19.5 <sup>a</sup>	4,873.46±18.5 <sup>b</sup>	4,963.12±13.5 <sup>b</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

A: without adding of brewing water, B: adding of 1 liter brewing water, C: adding of 2 liter brewing water

청주 A에서 306.0 ppm이 검출되었으며, 물이 첨가된 청주 B와 C에서는 각각 368.3, 380.6 ppm이 검출되어 물이 첨가된 청주에서 더 높은 값을 나타내었고 청주 B와 C는 유의적인 차이가 있었다. 에스터류의 대표 물질인 ethyl acetate는 숙성 1개월 째 청주 A에서 45.7 ppm이 검출되었으며, 청주 B와 C에서는 각각 49.1, 53.2 ppm이 검출되어 고급알코올류 같이 물이 첨가되지 않은 청주에서는 탁주에서와 달리[9] 유의적으로 낮은 값을 나타내었으며, 3종류의 청주에서 숙성과정동안 에틸아세테이트의 농도가 증가를 보였다.

### 3.3 유기산 분석

가수량별 청주의 유기산 농도(Table 3)를 보면, 청주

A는 4,661.47 mg/L, 청주 B는 4,873.46 mg/L 그리고 청주 C는 4,963.12 mg/L로 가수량이 증가할수록 총산은 증가하였다. 쌀과 누룩을 주원료로 제조한 술에 함유되어 있는 유기산은 주로 효모에 의해 생성이 되며 원료에서도 일부 유입되는 것으로 보고되어 있는데[21], 개별 유기산 함량은 citric acid는 청주 A가 507.67 mg/L, 청주 B가 430.33 mg/L 그리고 청주 C가 380.33 mg/L로 2차 덧술에서 물 2 L를 첨가한 청주 C가 유의적으로 낮은 값을 보였다. 유해세균 및 야생효모의 증식 억제능력이 높고 당화 저해작용이 낮아 청주 및 막걸리 발효에 사용되는 lactic acid[22]는 청주 C가 2,933.00 mg/L로 다른 시험구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 구연산 회로(TCA cycle)에서 생성되는 malic acid는 청주

C가 물을 첨가하지 않은 청주 A보다 약 73% 더 생산이 되었으며, citric acid를 제외한 다른 유기산들은 가수량이 증가함에 따라 증가하여 유기산 총량의 변화와 비슷한 경향을 보여 타 연구[16]와 유사한 경향을 보였다. 한편 가수량별로 관능검사 결과 총점은 C, B, A순으로 나타났다(data not shown). 20명의 분석패널의 일반적인 특성을 분석한 결과 전체적으로 바디감보다는 향이 풍부한 샘플에 높은 점수를 부여하는 경향을 보였다. 이는 퓨젤유와 에스터의 아로마가 관능평가에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구는 가수량별 청주의 발효 및 숙성 특성을 분석하는데 있다. 전통방식을 이용하여 3단 담금(밑술, 1차 덧술, 2차 덧술)으로 하였고, 2차 덧술에서 물을 첨가하지 않은 술덧 A와 물을 1 L, 2L 첨가한 술덧 B, 술덧 C의 3가지 술덧으로 비교실험을 하였다. 청주의 발효과정중 pH, 산도, 당도, 비중 및 알코올을 분석한 결과 타 연구에서와 같은 발효 패턴을 보였으나 2단 담금에서 가수를 하여 제조한 청주가 발효력이 우수한 것으로 나타났다. 이는 가수량이 적은(농담금)청주에서는 효소활성이 저해되어 발효력의 억제가 발생한 것으로 보인다. 한편 청주의 풍미에 영향을 미치는 에스터(에틸아세티트)와 고급알코올의 농도를 비교한 결과 발효직후 가수량이 많을수록 그 농도가 증가하는것을알 수 있었으며 저온에서 6개월간 숙성한 결과 그 패턴은 계속 유지되었다. 또한 가수량에 관계없이 숙성기간동안 아로마 성분은 유의적으로 증가함을 알수있었다. 기존 연구[20, 22]에서는 연구 주종이 약주나 증류주이고 전통방식의 숙성 공정없는 연구결과인 반면 본 연구에서 전통적인 청주제조시 가수량과 숙성조건(5℃)에 따른 청주의 이화학적인 품질변화를 분석하는데 있었다. 결론적으로 청주제조시 가수량을 일정부분 증가하는 것과 숙성기간이 청주 품질에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

#### References

- [1] J. H. Jang, "History of Korean traditional rice wine", Korean J. Dietary Cult, Vol. 4, pp.271-274, 1989.
- [2] S. A. Lee, H. D. Park, "Effect of ground rice particle size on the brewing of uncooked rice *takju*", Korean J Post-harvest Sci. Technol. Agri. Products, Vol. 2, No. 2, pp.269-276, 1995.
- [3] T. S. Yu, H. S. Kim, J. Hong, H. P. Ha, T. Y. Kim, I. W. Yoon. "Bibliographical study on microorganisms of *Nuruk*(Until 1945)". J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. Vol. 25, No. 1, pp. 170-179, 1996.
- [4] M. H. So, Y. S. Lee. "Effects of culture conditions of *Rhizopus* sp. ZB9 on the production of saccharifying amylase during the preparation of rice *Koji*". J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. Vol. 22, No. 4, pp.644-649, 2009.
- [5] Y. J. Lee, H. C. Yi, K. T. Hwang, D. H. Kim, H. J. Kim, C. M. Jung, Y. H. Choi. "The qualities of *makgeolli* (korean rice wine) made with different rice cultivars, milling degrees of rice, and *nuruks*". J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. Vol. 41, No. 12, pp.1785-1791, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2012.41.12.1785>
- [6] S. M. Woo, J. S. Shin, J. H. Seong, S. H. Yeo, J. H. Choi, T. Y. Kim, Y. J. Jeong. "Quality characteristics of brown rice *Takju* by different *nuruks*". J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. Vol. 39, No. 2, pp.301-307, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2010.39.2.301>
- [7] M. H. So, Y. S. Lee. "Effects of culture conditions of *Rhizopus* sp. ZB9 on the production of saccharifying amylase during the preparation of rice *koji*". Korean J. Food Nutr. Vol. 22, No. 4, pp.644-649, 2009.
- [8] E. H. Han, T. S. Lee, B. S. Noh, D. S. Lee, "Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using different *nuruks*". Korean J. Food Sci. Technol. Vol. 29, No.3, pp.563-570, 1997.
- [9] M. H. So, Y. S. Lee, W. S. Noh, "Changes in microorganism and main components during *takju* brewing by a modified *nuruk*". Korean Food Nutr. Vol. 12, No. 3, pp.226-232, 1999.
- [10] S. J. Lee, B. H. Ahn, "Sensory profiling of rice wines made with *nuruks* using different ingredients". Korean J. Food Sci. Technol. Vol. 42, No. 1, pp.119-123, 2010.
- [11] D. H. Lee, Y. S. Lee, C. H. Cho, I. T. Park, J. H. Kim, B. H. Ahn. "The Qualities of liquor distilled from *ipguk* (*koji*) or *nuruk* under reduced or atmospheric pressure". Korean J. Food Sci. Technol. vol. 46, No. 1, pp.25-32, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.1.25>
- [12] H. J. Lee, Korean traditional Sake, Hanyang University Press, Seoul, Korea, pp.68-71, 1996.
- [13] J. Y. Lee, C. K. Mok, H. K. Jang, "Quality Changes of Non - sterilized Yakju ( rice wine ) during Storage and its Shelf - life Estimation", Food Eng. Prog, Vol. 1, No.



3, pp.192-197, 1997.

[14] M. Y. Kang, Y. S. Park, C. K. Mok, H. K. Jang, S. S. Yu, "Analysis of Flavors in Heat - Sterilized Yakju", Food Eng. Prog, Vol. 3, No. 3, pp.1134-1139, 1998.

[15] G. Y. Jang, S. H. Lee, Meishan Li, S. T. Kim, J. H. Lee, T. S. Kang, J. Y. Lee, J. S. Lee, H. S. Jeong, "Quality Characteristics at Different Storage Temperatures and Periods for Shelf Life Evaluation of *Takju*", Korean J. Food Nutr. Vol. 28. No. 1, pp.104-110, 2015.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.9799/kfsan.2015.28.1.104>

[16] J. H. Park, C. H. Ho. "Characteristics of *takju* (a cloudy korean rice wine) prepared with *nuruk* (a traditional korean rice wine fermentation starter), and identification of lactic acid bacteria in *nuruk*". Korean J. Food Sci. Technol. Vol. 46, No. 2, pp.153-164, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.2.153>

[17] J. C. Song, H. J. Park, W. C. Shin. "Change of *takju* qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging". Korean J. Food Sci. Technol. Vol. 29, No. 5, pp.895-900, 1997.

[18] J. H. Park, C. H. Ho. "Characteristics of *takju* (a cloudy korean rice wine) prepared with *nuruk* (a traditional korean rice wine fermentation starter), and identification of lactic acid bacteria in *nuruk*," Korean J. Food Sci. Technol. Vol. 46, No. 2, pp.153-164, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.2.153>

[19] H. K. Cho, J. Y. Lee, W. T. Seo, M. K. Kim, K. M. Cho. "Quality characteristics and antioxidant effects during makgeolli fermentation by purple sweet potato-rice *nuruk*". Korean J. Food Sci. Technol. Vol. 44, No. 6, pp.728-735, 2012.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2012.44.6.728>

[20] H. S. Son, B. D. Park, B. K. Ko, C. H. Lee. "Quality characteristics of *Takju* produced by adding different amounts of water". Korean J. Food Sci. Technol. Vol. 43, No. 4, pp.453-457, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2011.43.4.453>

[21] Brewing Society of Japan. Component of the alcoholic beverages. Shin Nippon Printing Co. Ltd., Tokyo, Japan, pp.50-62, 1999.

[22] H. S. Choi, E. G. Kim, J. E. Kang, J. H. Choi, S. H. Yeo, S. T. Jeong. "Effect of varying the amount of water added on the characteristics of mash fermented using modified *nuruk* for distilled-*Soju* production". Korean J. Food Preserv. Vol. 21, No. 6, pp.908-916, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.11002/kjfp.2014.21.6.908>

[23] NTS liquors licence aid center. Regulation of analysis in alcoholic beverage, p.1-68. 2008.

[24] H. C. Cho, S. A. Kang, S. I. Choi, C. Cheong "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>

문진석(Jin-Seok, Moon)

[정회원]



- 2000년 2월 : 한국외국어대학교 컴퓨터공학 (공학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 박사과정

<관심분야>  
양조학, 발효식품학

공태인(Tae-In Kong)

[정회원]



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

<관심분야>  
양조학, 발효식품학

정철(Chul Cheong)

[정회원]



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

<관심분야>  
양조학, 발효식품학