

저온발효에 의한 청주의 이화학적 특성 연구

심유미, 이상현, 정철*
서울벤처대학원대학교 융합산업학과

Physiochemical Characteristics of Cheongju by Low Temperature Fermentation

Yoo-Mee Shim, Sang-Hyeon Lee, Chul Cheong*

Dept. of Convergence Industry, Seoul Venture University

요약 본 연구는 청주의 저온발효 제조시 멥쌀과 찰쌀 등 원료에 따른 이화학적 특성 비교와 누룩투입 비율에 따른 발효 및 청주 품질특성을 연구하는데 목적이 있다. 멥쌀과 찰쌀 청주의 발효온도를 10°C, 18°C, 25°C로 달리하여 30-50일간 발효시킨 청주의 발효특성 비교에서, 멥쌀과 찰쌀 청주 모두 발효온도가 낮을수록 발효시 pH가 낮았고 최종 술덧의 pH는 발효온도에 따른 차이가 없이 각각 동일하였으며, 같은 온도에서는 찰쌀보다 멥쌀 술덧의 pH가 낮았다. 총산은 발효온도가 낮을수록 적게 생성되었으며 멥쌀보다 찰쌀로 제조된 술덧에서 많이 생성되었다. 멥쌀 술덧의 유기산은 18°C에서 가장 적게 생성되었고 찰쌀 술덧은 저온발효일수록 적게 생성되었다. 10°C 저온에서 발효속도는 늦었으나 최종술덧의 알코올농도가 가장 높게 나타났으며, 멥쌀보다 찰쌀을 이용한 술덧의 알코올 발효가 빨랐고 최종 알코올농도도 높았다. 발효온도 10°C에서 누룩투입 비율을 달리한 연구에서는 pH는 누룩투입 비율이 낮을수록 낮았으며 멥쌀보다 찰쌀이 다소 높았다. 누룩투입 비율이 낮을수록 발효초반 가용성 고형분(Brix)이 낮게 나타났으며 알코올 생성 속도가 늦었고 최종 알코올 농도도 낮았다. 또한 누룩투입비율이 낮을수록 구연산, 젖산은 적게 사과산, 호박산, 초산은 많이 생성되었고, ethyl acetate는 적게 생성되었다. 저온발효시 찰쌀 술덧이 멥쌀보다 알코올 생성 속도도 빨랐고 최종 알코올 농도도 높았다.

Abstract This study was conducted to investigate the physiochemical characteristics of Cheongju prepared using different types of rice (rice and glutinous rice) according to addition rate of Nuruk during low temperature fermentation. The characteristics of Cheongju prepared using three different temperatures (10°C, 18°C, 25°C) were compared. After fermentation for 30-50 days, the pH of mash prepared at lower temperature was lower, as was that of mash made from rice relative to that prepared using glutinous rice. The total acidity was formed at lower temperature and generated in mashing prepared by glutinous rice. The organic acid content of mash made from rice at 18°C was lowest, while that of mash prepared from glutinous rice was lowest at 10°C. The fermentation speed was lowest at 10°C; however, low temperature fermentation resulted in the highest alcohol content. The mash prepared from glutinous rice showed faster fermentation than that made from rice. In addition, the pH was lower when lower levels of Nuruk were added and higher in mash made from glutinous rice than that prepared from rice. The lower addition rate of Nuruk also showed a lower sugar content and final alcohol content. The levels of citric acid and lactic acid were higher, while those of succinic acid, acetic acid, and ethyl acetate were lower when lower levels of Nuruk were added. The mash prepared from glutinous rice showed a higher alcohol content than that made from rice.

Keywords : Cheongju, Fermentation temperature, Mashing, Nuruk, Rice and glutinous rice

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 26, 2016

Revised (1st August 4, 2016, 2nd August 8, 2016)

Accepted August 11, 2016

Published August 31, 2016

1. 서론

한국의 전통주인 탁주와 청주는 주원료로 쌀을 사용하고 있으며, 쌀의 주성분은 전분질로 곡립의 내부에 주로 구성되어 있다. 일반적인 식미증진을 위한 10분도 백미의 경우 전분질이 약 80%를 차지하며 약 11-14%의 수분, 5-7%의 단백질과 0.2-0.7%의 지질 및 무기질로 구성되어 도정을 많이 할수록 단백질과 지질 및 무기질 구성이 감소하고 전분질이 증가함을 보인다[1]. 원료속의 단백질은 아미노대사에 의해 술덧의 아미노산도 및 효모의 세포구성 및 기능에 큰 영향을 미치고 주류의 착색 및 향기형성 등 주류의 품질에 큰 영향을 미치는데 지나치면 잡미 성분의 생성 등 주질을 악화시키므로 적절한 수준을 유지해야 하며 도정을 통해 이를 조절한다. 일본의 전통주인 사케는 쌀의 도정도를 높이는 등 쌀의 외피에 주로 집중되어 있는 단백질 함량을 줄임으로써 아미노산 대사를 억제하는 방법을 주로 사용해오고 있다 [2,3]. 또한 쌀의 종류 및 품종에 따라 구성성분의 조성이 달라 탁주나 청주 등의 주류 품질(이하 주질)에 영향을 미친다[4]. 찹쌀의 전분은 아밀로펙틴(amylopectin)만으로 구성되어 있고, 멥쌀의 전분은 아밀로스(amylose) 20~25%와 아밀로펙틴 75~80%로 구성되어 있어 아밀로스와 아밀로펙틴 함량 차이에 따라 수분흡수율, 흡수속도, 증자조건 등이 달라지므로 주질의 특성에 영향을 미칠 수 있다.

쌀의 주성분인 전분질은 바로 발효에 이용될 수 없고 발효에 필요한 당화과정이 필요하며 누룩이 그 역할을 하고 있다. 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[5,6]. 재래식 누룩은 다양한 곰팡이, 효모, 세균이 존재하여 미생물상이 매우 복잡하고 통제가 어려워 주류품질의 균일화의 어려움과 당화력이 부족한 단점이 있지만[7,8], 다양한 미생물들에 의한 주질의 다양성을 가지는 장점이 있다[9]. 발효시 당화력이 부족하면 발효 또는 산패의 원인이 되고 퓨젤유(fusel oil) 등 숙취성분이 늘어난다.

또한 술덧의 발효기간과 향기, 산미 등은 발효온도와 밀접한 관계가 있다. 고온에서 발효시키면 온도가 상승함에 따라 고두밥 용해, 포도당 생성, 알코올 발효속도가 빨라 발효기간을 단축할 수 있지만 생성된 향과 알코올이 빨리 휘발하며 주질이 거칠고 단순한 술이 되기 쉽다.

저온에서는 효모 스트레스가 적고 고급알코올 등 부산물이 적게 생성되며 유해세균이 번식하기 어렵고 알코올이 많이 휘발되지 않아 최종알코올 함량도 높고 향기도 덜 손실된다고 알려져 있는데 탁주, 약주 등의 전통주에서는 이에 대한 연구가 매우 미흡한 실정이다. 발효온도에 따른 탁주, 청주에 대한 연구는 김 등[10]의 발효온도가 진양주의 품질에 미치는 영향 연구, 이 등[11]의 청주의 품질특성에 미치는 효모와 누룩 첨가량의 영향에 대한 연구 등이 있었으나 멥쌀과 찹쌀의 단독사용에 의한 연구였으며, 동일조건하에서 멥쌀과 찹쌀 청주의 발효특성에 대한 비교연구는 거의 없었고 저온발효에 의한 발효특성에 대한 연구는 전무하였다. 또한 저온발효시 발효기간의 증가에 따른 누룩사용량에 대한 연구는 찾지 못했다.

따라서 본 연구에서는 전통주인 탁주, 약주의 품질 개선과 한국 고유의 청주 개발을 위한 기초연구로써 멥쌀과 찹쌀의 원료 조성성분의 차이에서 오는 발효특성과 저온발효에서의 누룩의 사용량에 대한 발효특성 연구를 통해, 저온발효에 의한 청주의 품질 특성을 파악하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

본 실험에 사용한 원료미는 비교적 양조용으로 적합하다고 알려진 단일품종 멥쌀과 찹쌀을 사용하였다[1]. 멥쌀은 흥해맑은삼광쌀(품종:삼광쌀)을 구입하여 사용하였으며, 찹쌀은 해들원 찹쌀(품종:동진찰)을 구입하여 사용하였다. 발효제는 개량누룩(한국효소주식회사, 1,500 SP/g)을 사용하였고, 효모는 탁·청주제조용 건조효모((주)충무발효)를 사용하였다.

2.2 청주 제조

청주는 통상적인 청주 제조기법[18]을 기반으로 밑술 제조, 1차 덧술, 2차 덧술의 3단계 방법으로 제조를 하였으며 원료는 총 원료대비 5%, 20%, 75%로 나누어 사용하였다. 쌀은 3시간 이상 물에 침지 후 물을 뺀 다음 증기로 찌 후 냉각하여 고두밥을 만든 후 사용하였다. 밑술은 젖산을 투입하여 pH 3.5를 만든 후 20℃에서 3일간 발효시켰고, 1차 덧술 후 2일간, 2차 덧술 후 발효가 완료될 때까지 발효시켰다. 발효온도를 10℃, 18℃, 25℃

로 달리하여 누룩은 원료쌀의 2%, 양조용수는 원료대비 130%를 사용하여 멥쌀 및 찰쌀청주를 제조하였고, 또한 발효온도 10°C에서 누룩의 투입비율을 원료대비 1%, 1.5%, 2%, 2.5%로 달리한 멥쌀 및 찰쌀 청주를 제조하였다.

2.3 일반성분 분석

발효과정 중 발효 각 단계에서 술덧을 채취하여 일반 성분분석을 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. 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 발효부산물은 국제청기술연구소 주류분석규정[17]에 따라 청주 100 mL에 증류수 30 mL를 넣고 heating mantle에서 가열하여 메스실린더에 증류액 95 mL를 취하고, 증류수를 넣어 전량을 100 mL로 정용한 후 가스스크로마토그래프(Agilent Technologies, Fort Worth, Texas, USA)를 이용하여 분석하였다.

2.5 유기산 분석

유기산은 청주 10 g에 75% ethyl alcohol 150 mL를 넣고 1시간 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.

2.6 통계처리

분석 결과는 mean±SD로 표시하였으며, SPSS 프로그

램(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 발효온도별 청주 발효특성

3.1.1 술덧 발효특성

발효온도를 달리한 멥쌀과 찰쌀청주의 최종술덧의 이화학적 특성은 Fig. 1과 같다. 멥쌀청주 술덧의 가용성고형분 함량(°Brix)의 변화는 발효온도가 높을수록 1단 담금 직후와 2단 담금 직후에 °Brix가 높았으며, 주발효가 끝난 후에는 발효온도 10°C 시료(R10), 18°C 시료(R18)는 12.2-12.5 °Brix를 유지하는데 반해 발효온도 25°C 시료(R25)는 그보다 훨씬 높은 °Brix를 유지하며 발효종반으로 갈수록 점점 높아져 15.9 °Brix를 나타내었다. 이는 찰쌀청주 술덧의 °Brix 변화에서 보듯이 25°C 시료(G25)도 유사하였는데 이 같은 결과는 발효온도가 낮을수록 °Brix가 낮았다는 이 등[11]의 연구결과와 같았다.

찰쌀청주 술덧에서는 발효온도 18°C 시료(G18), 25°C 시료(G25)의 경우 멥쌀청주 술덧에서처럼 유사한 형태를 나타낸 반면 발효온도 10°C 시료(G10)는 1단 담금 직후부터 주발효가 끝날 때까지 높은 °Brix를 나타내었다. 이는 멥쌀청주 술덧의 형태와 매우 다른데 찰쌀과 멥쌀의 성장조건이 달라 저온에서 멥쌀보다 찰쌀의 당화과정이 쉽게 일어난 반면 효모의 활성도가 낮아 당의 생성보다 발효에 소모된 당의 양이 적었기 때문이라 판단된다.

멥쌀과 찰쌀청주 모두 알코올은 온도가 낮을수록 천천히 생성되고 완만하고 지속적인 발효를 하였고, 10°C 발효 최종술덧의 알코올함량이 R10은 19.1%(v/v), G10은 20.0%(v/v)로 다른 발효온도 시료보다 높게 나타났다. 이는 발효온도가 낮을수록 알코올함량이 낮게 나온 김 등[10]의 연구결과와 상반된 결과인데 기존의 연구가 발효기간을 짧게 잡았기 때문이라 여겨진다. 발효온도가 25°C인 R25와 G25는 알코올 함량이 16.6 %(v/v), 16.8%(v/v)로 다른 시료에 비해 현저히 낮게 나타났다. 이 같은 결과는 이 등[11]의 연구결과와 같았으며 이는 고온에서의 당화가 빠른 반면 효모의 빠른 알코올 발효

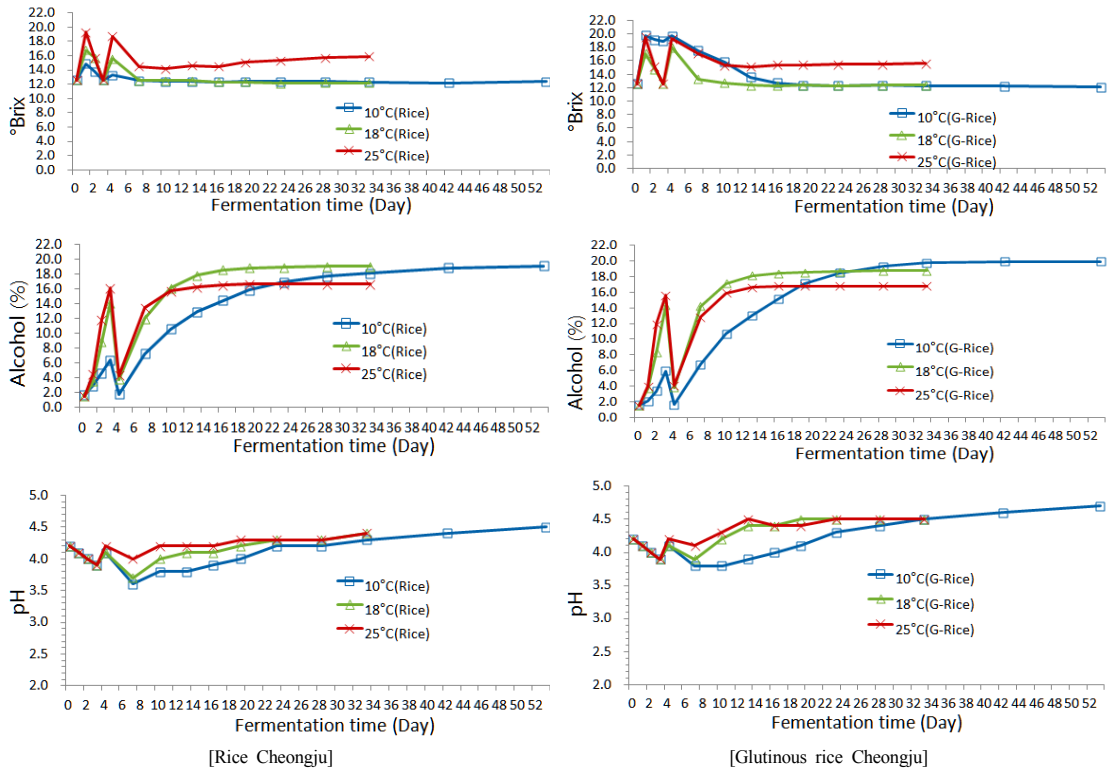


Fig. 1. Fermentation characteristics of Cheongju by temperature conditions.

와 함께 효모 피로도가 증가하고 활성도 빨리 잃어 알코올 발효가 일찍 종료되었기 때문이라 판단된다.

발효기간은 발효온도 25°C에서는 약 20-25일이 소요되었으며 18°C에서는 약 30-35일, 10°C에서는 약 50일 이상 소요되어 저온발효에서 발효기간이 훨씬 긴 것을 알 수 있다.

발효온도를 달리한 멥쌀과 찰쌀청주의 총산은 Fig.2 와 같다. 총산은 발효온도가 높을수록 높은 값을 나타내어 이 등[11]의 결과와 같았고, 모든 발효온도 구간에서 멥쌀보다 찰쌀이 약간 높게 나타났는데 박 등[12]의 결과와는 달랐다.

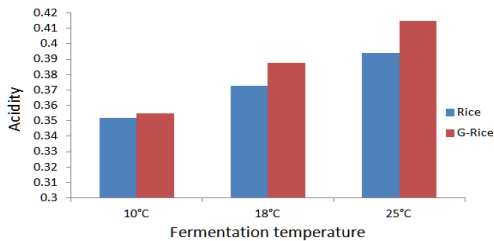


Fig. 2. Total acidity of Cheongju by fermentation temperature conditions.

멥쌀과 찰쌀청주 모두 담금 직후 pH가 높아졌으나 발효가 진행됨에 따라 주발효 기간에는 약간 낮아져서 최저 pH 3.9가 되었고 후발효 기간 동안 점차 높아져 최종 pH는 4.4-4.6으로 나타나 김 등[13]의 결과와 유사하였다. 발효온도 10°C인 R10, G10 시료의 pH는 다른 온도에 비해 지속적으로 낮게 나타나 유해세균으로부터 안전한 발효에 도움이 되는 것으로 보인다. 멥쌀보다 찰쌀청주 시료가 다소 높게 나타났으나 모든 시료가 정상발효 범주 안으로 나타났다.

3.1.2 유기산 분석

발효온도를 달리한 청주 술덧의 유기산 성분은 Table 1과 같다. 주류에 함유되어 있는 유기산은 맛에 큰 영향을 주는데 젖산(lactic acid), 호박산(succinic acid), 구연산(citric acid), 사과산(malic acid), 초산(acetic acid)의 순서대로 많이 생성되었고, 멥쌀은 18°C에서 찰쌀은 10°C 발효에서 전반적인 유기산 생성이 적었다.

유기산중 젖산생성이 가장 많았는데 밀술 제조시 첨가한 젖산의 영향이 크며 발효 중 효모에 의해서도 많이 생성된다. 젖산 다음으로 감칠맛(umami)이 특징인 호박

Table 1. The Organic acid of Cheongju by temperature conditions. (mg/L)

Organic acid	Mashing type					
	R10	R18	R25	G10	G18	G25
Citric acid	231.4±12.3 ^a	228.1±13.5 ^a	291.5±6.9 ^b	236.4±12.1 ^a	307.7±11.5 ^b	325.6±9.8 ^c
Tartaric acid	ND ¹⁾	12.6±1.2	31.5±1.1	ND	ND	ND
Malic acid	150.6±10.5 ^a	107.7±4.8 ^b	325.8±16.8 ^c	115.3±2.9 ^b	258.9±17.0 ^c	245.6±6.7 ^c
Succinic acid	665.4±23.0 ^a	156.1±10.9 ^b	437.5±4.8 ^c	542.3±4.9 ^d	461.5±21.4 ^c	345.8±10.2 ^c
Lactic acid	2,656.6±20.4 ^a	1,959.3±17.3 ^b	2,611.1±23.9 ^a	2,165.1±24.0 ^c	2,658.7±33.1 ^a	2,671.5±18.9 ^a
Acetic acid	102.4±12.5 ^a	52.2±6.7 ^b	208.6±12.5 ^c	103.2±6.9 ^a	131.8±12.5 ^b	187.9±9.8 ^c

R10, R18, R25 : rice 10°C, 18°C, 25°C. G10, G18, G25 : Glutinous rice 10°C, 18°C, 25°C. 1)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).

산이 많이 생성되었는데 이는 임 등[14]의 결과와 같았다. 호박산은 저온발효 시료인 R10, G10이 다른 시료보다 높게 나타났으며, 상쾌한 신맛이 특징인 구연산과 사과산은 고온에서 발효할수록 많이 생성됨으로 나타나 발효온도가 유기산의 조성에 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 또한 호박산은 멥쌀이 찹쌀보다 높게 나타났고, 구연산은 찹쌀이 멥쌀보다 높게 나타났다. 술덧에 함유된 초산은 미생물에 의한 산화로 생성되며 특히 이상 발효 술덧에서 많이 생성된다. 초산 등의 저급지방산의 함량이 비정상적으로 높으면 야생효모나 젖산균 등의 세균에 오염되었을 가능성이 높고, 산패취나 불쾌취의 바람직하지 않은 향이 유발된다. 본 시료에서의 초산생성량은 고온발효 시료(R25, G25)에서 187.9-208.6mg/L로 다른 시료 생성량 52.2-131.8mg/L 보다 다소 높게 나왔으나 정상발효 범주인 것으로 나타났다. 주석산(tartaric acid)는 멥쌀청주 고온발효에서 소량 생성되었으며 찹쌀청주에서는 생성되지 않았다.

3.1.3 휘발성 향기성분 분석

발효온도를 달리한 멥쌀 및 찹쌀청주의 휘발성 향기 성분은 Table 2와 같다. 주류의 향기성분에는 독특한 향미특성을 나타내는 저비점 향기성분인 고급알코올(fusel oil)류와, 유기산과 다양한 알코올류가 반응하여 생긴 ester류, 자극취를 가지는 알코올 산화물인 aldehyde 화합물 등이 있으며 발효 중에 효모에 의해서 생성되거나 증류 및 숙성과정 중에 생성된다. 저비점 휘발성분 alcohol류인 *n*-propanol, *i*-butanol, *i*-amyl alcohol 등의 fusel oil은 술덧 발효 중 효모의 아미노산대사와 관련되어 생성되는데 본 실험에서 733.8-924.9ppm으로 나타나 멥쌀과 찹쌀청주 모두에서 휘발성 향기성분 중 가장 많

이 검출되었으며, 좋지 않은 향기 성분인 acetone과 diacetyl은 검출되지 않았다. *n*-propanol은 자극적인 미숙한 향기와 맵고 쓴 알코올향을 나타내고 *i*-butanol은 자극적인 유취와 더불어 쓴 알코올향이 있으며 *i*-amyl alcohol은 약품냄새와 약간의 쓴 알코올향 및 바나나향의 달콤한 향을 가지고 있다. 임 등[19], 김 등[13]의 결과에서처럼 멥쌀과 찹쌀청주 모두 *i*-amyl alcohol의 함량이 가장 높았고, 저온에서는 *n*-propanol이 고온에서는 *i*-butanol의 함량이 두 번째로 높았다. A/P 비율(*i*-amyl alcohol/*n*-propanol)은 고구마나 감자 등의 껍질을 포함하여 제조하는 증류주에 높게 나타나고 쌀 등 도정곡류를 원료로 사용하는 증류주에는 낮게 나타나며, A/B 비율(*i*-amyl alcohol/*i*-butanol)은 누룩의 사용비율이 적거나 급수량이 낮을 때 높게 나타나고 B/P 비율(*i*-butanol/*n*-propanol)은 증류식소주가 위스키 및 브랜디에 비해 낮게 나타난다[15]. 발효온도를 달리한 본 시료에서는 발효온도가 낮을수록 A/P 비율과 B/P 비율은 낮고 A/B 비율은 높았다. 동일 발효온도 하에서는 멥쌀보다 찹쌀이 A/P 비율과 B/P 비율은 낮고 A/B 비율은 높았다.

Ester는 주질에 있어 중요한 방향성분으로 ethyl acetate가 양적으로 가장 많이 검출되었다. Ethyl acetate는 술덧에 있는 저급지방산이 효모의 작용에 의해 에스테르화되어 생성되며 특유의 과일향을 나타내어 품질에 중요한 영향을 미치는데 술덧에 과잉 포함되어 있으면 향기의 조화가 깨진다[6]. 본 시료에서는 35.4-51.4ppm으로 분별역치(25ppm) 이상인 것으로 나타났다. 또한 R10 시료를 제외하고 발효온도가 낮을수록 수치가 높았으며 멥쌀보다 찹쌀이 약간 높게 나타나 저온발효와 찹쌀원료가 ethyl acetate 형성을 더 많이 하는 것으로 나타

Table 2. Volatile compounds of Cheongju by temperature conditions. (mg/L)

Volatile compounds	Mashing Type					
	R10	R18	R25	G10	G18	G25
Aldehyde	35.4±1.3 ^a	32.6±1.5 ^a	39.9±1.4 ^a	36.7±1.1 ^a	51.4±1.6 ^b	48.5±2.1 ^b
Acetone	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND	ND
Ethyl acetate	41.7±2.1 ^a	56.1±1.7 ^b	35.4±1.3 ^c	64.1±0.9 ^a	57.2±2.1 ^b	44.4±3.1 ^c
Methanol	11.4±0.1 ^a	12.6±1.1 ^a	11.6±1.2 ^a	13.6±2.1 ^a	13.2±1.4 ^a	13.6±1.0 ^a
Diacetyl	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>n</i> -Propanol	242.3±4.1 ^a	209.8±5.8 ^b	149.0±6.1 ^c	241.2±5.9 ^a	182.4±7.1 ^b	144.1±5.1 ^c
<i>i</i> -Butanol	162.0±5.5 ^a	272.2±7.9 ^b	243.0±8.8 ^c	190.7±4.9 ^a	267.8±11.0 ^b	269.9±6.8 ^b
<i>n</i> -Butanol	4.3±0.9 ^a	16.7±1.1 ^b	7.0±0.3 ^c	4.0±0.5 ^a	8.7±1.1 ^b	9.2±0.3 ^b
<i>i</i> -Amyl alcohol	325.2±6.5 ^a	426.2±8.7 ^b	357.7±9.4 ^a	380.0±10.0 ^a	413.0±8.2 ^b	371.8±7.3 ^a
<i>n</i> -Amyl alcohol	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fusel oil ²⁾	733.8±12.1 ^a	924.9±9.0 ^b	756.6±21.1 ^a	816.0±7.9 ^a	871.9±11.9 ^b	795.0±10.2 ^c
A/P ³⁾	1.34±0.3 ^a	2.03±0.2 ^b	2.40±0.1 ^c	1.58±0.03 ^a	2.26±0.04 ^b	2.58±0.04 ^c
A/B ⁴⁾	2.01±0.01 ^a	1.57±0.01 ^b	1.47±0.3 ^c	1.99±0.01 ^a	1.54±0.02 ^b	1.38±0.02 ^c
B/P ⁵⁾	0.67±0.01 ^a	1.30±0.00 ^b	1.63±0.05 ^c	0.79±0.01 ^a	1.47±0.01 ^b	1.87±0.01 ^b

R10, R18, R25 : rice 10°C, 18°C, 25°C. G10, G18, G25 : Glutinous rice 10°C, 18°C, 25°C.

¹⁾Not detected. ²⁾Fusel oil(sum of *n*-propanol, *i*-butanol, *n*-butanol, *i*-amyl alcohol, *n*-amyl alcohol). ³⁾*i*-amyl alcohol/*n*-propanol. ⁴⁾*i*-amyl alcohol/*i*-butanol, ⁵⁾*i*-butanol/ *n*-propanol.

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).

났다.

Methanol은 원료의 껍질에 존재하는 펙틴(pectin)에서 유래하며 효모의 발효와는 관계가 없다[15]. 본 시료에서는 찹쌀청주 멥쌀청주보다 다소 높게 나타났다.

Aldehyde는 술덧 중 효모의 알코올 발효 대사과정에서 생성되는 카르보닐 화합물로서 원료, 원료처리방법, 누룩, 효모, 술덧의 미생물이 관여하는 경우가 많다. 미생물에 의한 카르보닐 화합물에는 acetaldehyde, acetoin, acetone, diacetyl 등이 있으며 청주(청주) 제조 공정에 있어 acetaldehyde 함량은 덧담금 후 16일 전후에 최대함량이 되고 이후 감소된다. 본 시료에서는 acetone과 diacetyl은 검출되지 않았으며 aldehyde는 32.6-51.4ppm으로 적정수준으로 나타났다[15].

3.1.4 관능평가

발효온도에 따른 멥쌀과 찹쌀청주의 관능을 비교 평가하기 위해 발효가 완료되어 청정한 청주에 대해 전통

주 종사자 15인을 대상으로 외관(appearance), 맛(taste), 향(flavour), 종합적 기호도(overall preference) 항목으로 나누어 매우 좋다(5점), 약간 좋다(4점), 보통이다(3점), 약간 싫다(2점), 매우 싫다(1점)로 평가하는 5점 척도법을 이용하여 관능평가를 실시하였으며 그 결과는 Table 3과 같다.

관능평가 결과 R25, G25 시료가 외관, 맛, 향, 종합적 기호도에서 모두 높은 점수를 받았다. 이는 R25, G25가 다른 시료에 비해 °Brix가 높고 단맛이 강했는데 맛과 향, 그리고 종합적 기호도에 큰 영향을 미쳐 천 등[16]의 결과에서처럼 단맛이 소비자 기호도에 중요한 요소인 것으로 판단된다. 저온발효 시료인 R10, G10는 음미시 비교적 향이 깔끔하고 길게 지속되었지만 R25, G25에 비해 상대적으로 단맛이 부족하여 좋은 점수를 얻지 못하고 편차가 크게 나타나 저온발효의 특성이 크게 드러나지 않았다. 이는 동일 누룩과 효모, 동일 급수량을 사용하여 비슷한 향을 나타냈고 점수에는 큰 영향을 미치지

Table 3. Sensory evaluation of Cheongju by temperature conditions.

Sensory attribute	Mashing Type					
	R10	R18	R25	G10	G18	G25
Appearance	4.3±0.6 ^a	4.2±0.5 ^a	4.3±0.4 ^a	4.0±0.5 ^a	4.1±0.4 ^a	4.2±0.3 ^a
Taste	2.8±0.6 ^a	2.9±0.6 ^a	3.7±0.4 ^b	2.6±0.6 ^a	2.9±0.5 ^b	3.2±0.6 ^b
Flavour	3.1±0.7 ^a	2.8±0.5 ^b	3.4±0.5 ^c	2.9±0.6 ^a	2.7±0.4 ^b	3.1±0.6 ^c
Overall preference	2.9±0.7 ^a	2.9±0.4 ^a	3.5±0.4 ^b	2.7±0.7 ^a	2.7±0.4 ^a	3.1±0.5 ^b
Total	12.7±0.6 ^a	12.8±0.5 ^a	14.9±0.4 ^b	12.2±0.6 ^a	12.4±0.4 ^a	13.6±0.5 ^b

R10, R18, R25 : rice 10°C, 18°C, 25°C. G10, G18, G25 : Glutinous rice 10°C, 18°C, 25°C.

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).

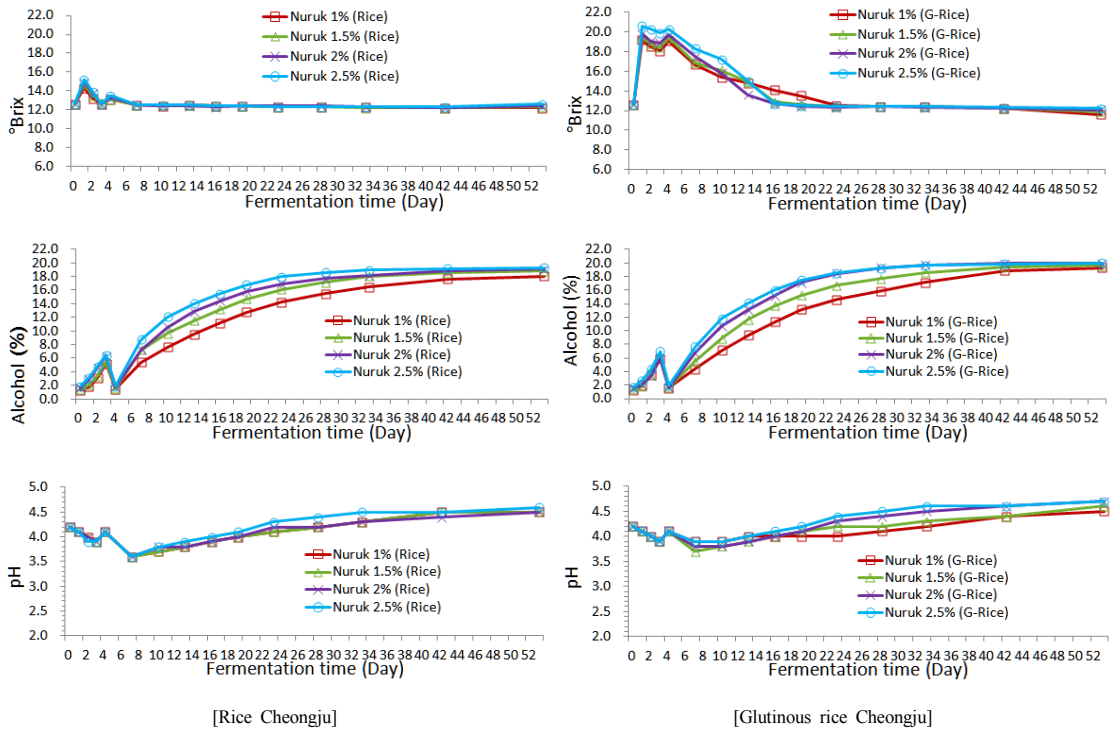


Fig. 3. Fermentation characteristics of Cheongju by Nuruk amounts.

못하고 단맛에 대한 선호도가 점수에 큰 영향을 미친 것으로 판단된다. 따라서 급수량의 조절에 따라 단맛의 세밀한 조절에 따른 추가적인 관능평가 연구의 필요성이 있는 것으로 판단된다.

3.2 누룩투입비율

3.2.1 술덧 발효특성

10°C에서 저온발효시 누룩투입비율을 달리한 청주술덧의 이화학적 특성은 Fig. 3과 같다. 저온발효시 멥쌀청주 술덧의 °Brix 변화는 1단 담금과 2단 담금 직후 °Brix가 약간 높아졌으나 발효기간 내내 12.2-12.5°Brix로 낮은 값을 나타내었다. 반면 찰쌀청주 술덧에서는 모든 시료가 1단 담금 직후부터 주발효가 끝날 때까지 높은 °Brix를 나타내어 김 등[10]의 결과와 유사하였는데 멥쌀청주 술덧의 형태와 매우 달랐다. 이는 찰쌀과 멥쌀의 성장구조가 달라 저온에서 찰쌀의 당화과정이 쉽게 일어난 반면 저온에서 효모의 활성도가 낮았기 때문이라 판단된다.

알코올은 멥쌀과 찰쌀청주 모두 누룩투입비율이 높을수록 더 빨리 생성되었고 최종 알코올 함량도 높았으며

누룩투입비율이 가장 높은 Rd와 Gd 시료가 19.3%, 20.0%로 가장 높아 이 등[11]의 결과와 같았다. 또한 모든 누룩투입비율 구간에서 멥쌀청주보다 찰쌀청주의 최종 알코올함량이 높았다. 누룩투입비율이 원료대비 1%로 현저히 적은 Ra, Ga 시료는 당화 및 발효가 다른 시료에 비해 현저히 떨어져 술지게미와 양금이 많이 발생하여 청주수율이 낮은 것으로 나타났다. 본 실험의 저온발효시 상온과 동일하게 2% 내외의 누룩을 사용한 결과, 발효기간은 길었지만 충분한 발효가 일어났다.

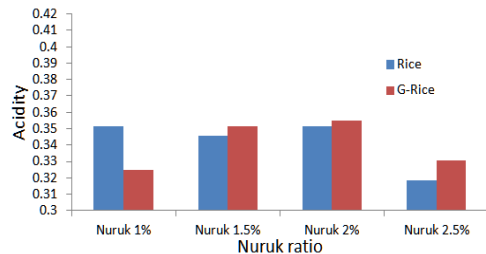


Fig. 4. Total acidity of Cheongju by nuruk amounts.

10°C에서 저온발효시 누룩투입비율을 달리한 멥쌀과

Table 4. Organic acid of Cheongju by Nuruk amounts. (mg/L)

Organic acid	Mashing type							
	Ra	Rb	Rc	Rd	Ga	Gb	Gc	Gd
Citric acid	152.1±4.5 ^a	181.8±5.9 ^b	231.4±9.9 ^c	251.2±6.9 ^d	134.5±11.2 ^a	182.3±12.5 ^b	236.4±6.7 ^c	265.8±7.2 ^d
Tartaric acid	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Malic acid	168.8±5.9 ^a	160.8±11.0 ^a	150.6±10.7 ^b	132.4±7.9 ^c	187.8±7.5 ^a	162.7±11.7 ^b	115.3±8.9 ^c	88.2±5.4 ^d
Succinic acid	960.9±12.3 ^a	764.5±20.0 ^b	665.4±4.9 ^c	545.0±9.9 ^d	908.9±9.8 ^a	651.6±9.9 ^b	542.3±9.2 ^c	517.2±5.2 ^d
Lactic acid	1,928±32.3 ^a	2,146±29.8 ^b	2,656±22.9 ^c	2,402±5.7 ^d	1,726±3.6 ^a	1,914±8.7 ^b	2,165±6.7 ^c	2,076±24.5 ^d
Acetic acid	292.9±10.9 ^a	132.6±12.1 ^b	102.4±6.8 ^c	103.1±7.1 ^d	131.6±3.4 ^a	120.1±5.6 ^b	103.2±8.3 ^c	126.6±4.8 ^{ab}

Ra, Rb, Rc, Rd : nuruk 1%, 1.5%, 2%, 2.5%. Ga, Gb, Gc, Gd : nuruk 1%, 1.5%, 2%, 2.5%.

¹⁾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).

참쌀청주의 총산은 Fig. 4와 같다. 멥쌀청주의 경우 누룩 2.5%를 사용한 Rd 시료의 총산이 0.3%로 가장 적게 나타났다. 참쌀청주는 누룩 1%를 사용한 Ga 시료가 0.3%로 가장 적게 나타났다. 누룩 1.5%를 사용한 Rb, Gb 시료와 누룩 2%를 사용한 Rc, Gc는 별 차이가 없었다.

멥쌀과 참쌀청주 모두 담금 직후 pH가 높아졌으나 발효가 진행됨에 따라 약간 낮아져 멥쌀청주는 3.6, 참쌀청주는 3.8로 최저가 되었고, 이후 발효가 완료되는 시점까지 점차 높아져 최종 pH는 4.5-4.7로 나타나 김 등 [13]의 결과와 유사하였다. 발효기간 중에 pH는 누룩투입비율이 높을수록 다소 높았으며 멥쌀과 참쌀청주 모두 유사하게 나타났다.

3.2.2 유기산 분석

10°C에서 저온발효시 누룩투입비율을 달리한 청주 술덧의 유기산 성분은 Table 4와 같다. 저온발효시 유기

산은 고온에서와 마찬가지로 젖산, 호박산, 구연산, 사과산, 초산의 순서대로 많이 생성되었고, 주석산은 모든 시료에서 생성되지 않았다. 유기산중 젖산생성이 가장 많았는데 밀술 제조시 첨가한 젖산의 영향이 크며 발효 중 효모에 의해서도 많이 생성된다. 젖산 다음으로 호박산이 많이 생성되었는데 이는 임 등[14]의 결과와 같았다. 누룩투입량이 많을수록 젖산, 구연산이 많이 생성되었고 호박산, 사과산, 초산은 적게 생성되었다.

3.2.3 휘발성 향기성분 분석

10°C에서 저온발효시 누룩투입비율을 달리한 멥쌀 및 참쌀청주의 휘발성 향기성분은 Table 5와 같다. 저비점 휘발성분 alcohol류인 *n*-propanol, *i*-butanol, *i*-amyl alcohol 등의 fusel oil은 술덧발효중 효모의 아미노산대사와 관련되어 생성되는데 본 실험에서는 781.0-853.6ppm으로 나타나 멥쌀과 참쌀청주 모두에서 휘발성 향기성분

Table 5. Volatile compounds of Cheongju by Nuruk amounts (mg/L)

Volatile compounds	Mashing Type							
	Ra	Rb	Rc	Rd	Ga	Gb	Gc	Gd
Aldehyde	35.2±1.2 ^a	35.9±1.1 ^a	35.4±6.7 ^a	35.2±4.5 ^a	36.8±1.2 ^a	35.6±2.1 ^a	36.7±1.2 ^a	39.1±1.1 ^b
Acetone	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ethyl acetate	35.2±1.3 ^a	55.8±1.5 ^b	41.7±3.4 ^c	56.4±3.4 ^b	52.6±4.3 ^a	64.5±4.4 ^b	64.1±3.3 ^b	79.3±3.3 ^c
Methanol	12.2±0.9 ^a	12.3±0.9 ^a	11.4±0.9 ^a	12.0±1.1 ^a	12.7±1.1 ^a	13.7±1.1 ^a	13.6±1.1 ^a	13.7±1.1 ^a
Diacetyl	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>n</i> -Propanol	234.1±1.0 ^a	274.8±6.7 ^b	242.3±8.8 ^a	243.2±9.9 ^a	226.9±5.6 ^a	249.6±5.5 ^b	241.2±3.2 ^b	245.3±2.6 ^b
<i>i</i> -Butanol	207.5±12 ^a	200.2±9.9 ^a	162.0±5.6 ^b	192.4±11 ^b	191.3±7.7 ^a	186.5±6.6 ^a	190.7±4.4 ^a	182.8±7.7 ^a
<i>n</i> -Butanol	8.1±0.9 ^a	7.5±0.9 ^a	4.3±0.8 ^b	ND	6.8±1.2 ^a	5.5±1.1 ^b	4.0±0.3 ^c	ND
<i>i</i> -Amyl alcohol	331.3±9.9 ^a	371.1±7.7 ^b	325.2±3.4 ^a	379.8±21 ^c	389.3±8.8 ^a	396.7±6.6 ^a	380.0±6.6 ^a	354.0±3.4 ^b
<i>n</i> -Amyl alcohol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fusel oil ²⁾	781.0±9.9 ^a	853.6±9.9 ^b	732.8±8.8 ^c	815.4±9.4 ^d	814.3±7.6 ^a	838.3±9.1 ^b	815.9±6.8 ^a	782.1±8.8 ^c
A/P ³⁾	1.4±0.1 ^a	1.4±0.1 ^a	1.3±0.2 ^a	1.6±1.1 ^b	1.7±0.1 ^a	1.6±0.1 ^a	1.6±0.1 ^a	1.4±0.1 ^b
A/B ⁴⁾	1.6±0.1 ^a	1.9±0.2 ^b	2.0±0.1 ^b	2.0±0.2 ^b	2.0±0.2 ^a	2.1±0.2 ^a	2.0±0.2 ^a	1.9±0.2 ^a
B/P ⁵⁾	0.9±0.0 ^a	0.7±0.0 ^b	0.7±0.0 ^b	0.8±0.0 ^{ab}	0.8±0.0 ^a	0.8±0.1 ^a	0.8±0.0 ^a	0.8±0.0 ^a

Ra, Rb, Rc, Rd : nuruk 1%, 1.5%, 2%, 2.5%. Ga, Gb, Gc, Gd : nuruk 1%, 1.5%, 2%, 2.5%.

¹⁾Not detected. ²⁾Fusel oil(sum of *n*-propanol, *i*-butanol, *n*-butanol, *i*-amyl alcohol, *n*-amyl alcohol). ³⁾*i*-amyl alcohol/*n*-propanol. ⁴⁾*i*-amyl alcohol/*i*-butanol, ⁵⁾*i*-butanol/*n*-propanol.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).

중 가장 많이 검출되었으며, 좋지 않은 향기 성분인 acetone과 diacetyl은 검출되지 않았다. Fusel oil 중에서는 멥쌀과 찰쌀청주 모두 *i*-amyl alcohol의 함량이 가장 높았고, *n*-propanol, *i*-butanol 순으로 함량이 높아 이 등[19]의 결과와 같았다. 누룩투입비율이 1%로 당화력이 현저히 낮은 Ra, Ga를 제외하면 누룩투입량에 따른 A/P, B/P, A/B 비율은 각각 1.35-1.59, 1.85-2.13, 0.67-0.84로 시료간의 차이가 크지 않아 누룩투입비율이 고급알코올의 생성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

Ethyl acetate는 누룩투입비율이 제일 낮은 멥쌀청주 Ra 시료가 35.2ppm으로 제일 낮았으며 누룩비율이 제일 높은 찰쌀청주 Gd 시료가 79.3ppm으로 제일 높게 나타나 누룩사용량에 따라 ethyl acetate 형성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 누룩투입비율이 동일한 경우 멥쌀보다 찰쌀의 ethyl acetate 함량이 약간 높게 나타나 찰쌀청주가 ethyl acetate 형성을 더 많이 하는 것으로 나타났다. Methanol은 찰쌀청주가 멥쌀청주보다 다소 높게 나타났으며, aldehyde는 시료간 차이가 크지 않았고 acetone과 diacetyl은 검출되지 않았다.

4. 결론

탁주 및 청주 제조에 있어 담금 기술의 과학적이고 체계적인 정립을 위해 발효온도의 특성, 멥쌀과 찰쌀의 특성, 저온발효시 누룩투입량의 비교특성 등을 파악하고자 하였다. 발효온도를 10℃, 18℃, 25℃로 달리하여 제조한 멥쌀과 찰쌀청주의 품질특성 연구에서는 발효술덧의 알코올은 발효온도가 낮을수록 천천히 생성되며 완만하고 지속적인 발효를 하였고, 멥쌀과 찰쌀청주 모두 10℃ 발효술덧의 최종 알코올 함량이 제일 높아 저온발효시에 더 많은 알코올발효를 하는 것을 알 수 있었다. 25℃ 발효술덧의 경우 고온발효에서 호모 스트레스로 인한 호모의 활성이 저하되어 알코올 함량이 적고 잔당이 높게 나타남을 보였다. 발효온도가 낮을수록 pH는 낮게 나타나 유해세균으로부터 안전한 발효에 도움이 되는 것으로 나타났다. 또한 발효온도가 낮을수록 *i*-butanol은 적게 *n*-propanol은 많이 생성되었고 ethyl acetate가 많이 검출되는 것으로 나타나 저온발효에 의해 유기산 및 향기성분의 조성에 변화가 있음을 알 수 있었다. 멥쌀과 찰쌀청주의 비교특성에서는 저온에

서 멥쌀보다 찰쌀이 당화와 알코올발효가 잘 일어나 알코올 함량이 높았으며, 찰쌀청주에서 더 많은 ethyl acetate가 생성된 것으로 나타나 찰쌀청주가 좀 더 우수한 발효특성을 나타내었다. 저온발효시 누룩투입비율을 달리하여 제조한 멥쌀과 찰쌀청주의 품질특성 연구에서는 누룩투입량이 많을수록 알코올은 빨리 생성되었고 최종 알코올 함량도 높았으며 °Brix도 높았다. 또한 누룩투입량에 따라 유기산 조성이 달라졌으나 향기성분에는 큰 영향이 없는 것으로 나타났다. 누룩투입비율 1%인 시료는 당화 및 발효가 다른 시료에 비해 현저히 떨어졌으나 누룩투입비율 2% 이상에서는 발효기간은 길지만 상온에서와 마찬가지로 충분한 발효가 일어났다.

이와 같은 결과로 고온발효보다 저온발효에서 알코올 발효가 서서히 진행되고 호모의 활동기간이 길며 최종알코올 함량도 높았으며, 유기산 및 향기성분 등의 조성에 있어서도 차별적인 발효특성을 갖는 것으로 나타났다. 또한 멥쌀보다 찰쌀이 저온발효에서 당화가 더 원활히 일어나 발효특성이 우수한 것으로 보이며 저온발효시 누룩의 투입량은 상온시의 누룩투입량과 유사하게 사용해도 충분한 발효가 진행되는 것으로 나타났다. 이는 향후 멥쌀뿐 아니라 찰쌀의 양조미로써의 적극적인 활용과 저온발효의 우수한 발효특성을 집목하여 지속적인 기술연구를 할 경우 보다 고품질의 우수한 주질의 전통주를 개발하는데 도움이 될 수 있으리라 사료된다.

References

- [1] H. R. Kim, Y. H. Kwon, J. H. Kim, B. H. Ahn. "Quality Analysis of Diverse Rice Species for Rice Products", Korean J. Food Sci. Technol, vol. 43, no. 2, pp. 142-148, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2011.43.2.142>
- [2] Y. Iemura, K. Kataoka, S. Hara, "Effects of the Polishing Ratio of Rice on Nitrogen Content of Sake Mash", J. Brew. Soc. Japan, vol. 91, no. 2, pp. 130-135, 1996. DOI: <http://dx.doi.org/10.6013/jbrewsocjapan1988.91.130>
- [3] Y. Anazawa, Y. Nabekura, K. Satoh, Y. Satoh, S. Ohno, et al, "Polishing Properties of Sake Rice Koshtanrei for High-Quality Sake Brewing", Biosci. Biotechnol. Biochem, vol. 77, no. 10, pp. 2160-2165, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1271/bbb.130515>
- [4] Y. J. Lee, H. C. Yi, K. T. Hwang, "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>

[5] S. M. Woo, J. S. Shin, J. H. Seong, S. H. Yeo, J. H. Choi, et al, "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>

[6] 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.

[7] 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.

[8] 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.

[9] S. S. Lee, K. S. Kim, A. H. Eom, C. K. Sung, I. P. Hong, "Production of Korean Traditional Rice-wines Made from Cultures of the Single Fungal Isolates under Laboratory Conditions", Korean J. Mycology, vol. 30, no. 1, pp. 61-65, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4489/KJM.2002.30.1.061>

[10] T. Y. Jin, H. J. Chung, J. B. Eun, "The Effect of Fermentation Temperature on the Quality of Jinyangju, a Korean Traditional Rice Wine", Korean J. Food Sci. Technol, vol. 38, no. 3, pp. 414-418, 2006.

[11] D. H. Lee, H. Y. Kang, Y. S. Lee, C. H. Cho1, S. J. Kim, et al., "Effects of Yeast and Nuruk on the Quality of Korean Cheongju", Korean J. Microbiol. Biotechnol, vol. 39, no. 3, pp. 274-280, 2011.

[12] Y. M. Park, S. J. Kim, I. S. Hwang, K. H. Cho, S. T. Jung, "Physicochemical and Sensory Properties of Jinyang-ju Prepared with Glutinous Rice and Nonglutinous Rice", Korean J. Food Culture, vol. 20, no. 3, pp. 346-351, 2005.

[13] H. R. Kim, A. R. Lee, Y. H. Kwon, H. J. Lee, S. J. Jo, et al, "Physicochemical Characteristics and Volatile Compounds of Glutinous Rice Wines Depending on the Milling Degrees", Korean J. Food Sci. Technol, vol. 42, no. 1, pp. 75-81, 2010.

[14] C. L. Lim, H. J. Son, E. J. Hong, K. Y. Han, J. Y. Choi, et al., "Changes in Physicochemical Characteristics during Fermentation of Traditional Noble Wine, Samhaeju, by Different Brewing Methods", Korean J. Food Sci. Technol, vol. 41, no. 2, pp. 151-156, 2009.

[15] J. K. Lee, S. H. Moon, K. H. Bae, J. H. Kim, H. S. Choi, et al. *Distilled Spirits*, pp. 367-425, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2016.

[16] A. R. Chun, D. J. Kim, M. R. Yoon, S. K. Oh, I. S. Choi, et al, "Effect of Milling Degree on the Physicochemical and Sensory Quality of Sogokju", J. Korean Soc. Food Sci. Nutr, vol. 41, no. 1, pp. 136-142, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2012.41.1.136>

[17] NTS liquors licence aid center, *Regulation of analysis in alcoholic beverage*, pp. 1-68, 2008.

[18] W. H. Baek, "Manufacture and Sale Status of Refined Rice Wines", Korean J. Dietary Culture, vol. 4. no. 3, pp. 293-300, 1989.

[19] H. C. Yi, S. H. Moon, J. S. Park, J. W. Jung, K. T.

Hwang, "Volatile Compounds in Liquor Distilled from Mash Produced Using Koji or Nuruk under Reduced or Atmospheric Pressure", vol. 39, no. 6, pp. 880-886, 2010.

심 유 미(Yoo-Mee Shim)

[정회원]



- 2015년 2월 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 (경영학석사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 박사과정

<관심분야>

양조학, 발효식품학

이 상 현(Sang-Hyeon, Lee)

[정회원]



- 2016년 2월 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 (경영학석사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 박사과정

<관심분야>

양조학, 발효식품학

정 철(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 2월 ~ 현재 : 한국식품과학회 양조분과위원회 위원장

<관심분야>

양조학, 발효식품학