

쌀가루 혼합맥주의 양조특성 및 조건 설정연구

이상현, 정철*

서울벤처대학원대학교 융합산업학과

Brewing Characteristics and Condition Setting of Beer Using Rice Flour

Sang-Hyeon Lee, Chul Cheong*

Dept. of Convergence Industry, Seoul Venture University

요약 본 연구는 2017년 8월부터 2018년 5월까지 수행되었으며 쌀맥주에 적합한 쌀의 첨가비율과 담금공정 및 맥주 타입을 선정하기 위한 기초자료를 확보하고자 쌀 첨가 비율 및 맥주 타입을 달리하여 맥주를 제조하고 품질특성을 비교 분석하였다. 쌀과 맥아의 비율을 0:100(S0), 20:80(S1), 40:60(S2), 60:40(S3), 80:20(S4)로 구분하여 액화, 당화 등 담금 공정상의 특성을 확인하였으며, 담금 시 승온방식과 자비방식에 대한 특성 비교와, 맥주 타입별(라거, 에일, 밀맥주)로 효모(하면 및 상면효모)를 달리 사용하여 특성을 연구하였다. 담금 시 특성을 파악한 결과, 쌀 첨가비율을 달리하여도 정상적인 담금시간을 보였으며 요오드 테스트도 정상으로 확인되었고, 1차 맥즙의 당도가 21.0~21.6 °Brix로 정상적인 당화가 이루어졌다. 담금방식은 3단 자비 방식에서 맥즙의 농도, 색도 및 향미가 가장 높게 나타났다. 맥주의 발효기간 중 당도, pH, 효모 수는 쌀과 맥아의 비율이나 효모 종류에 따른 차이가 크지 않았으며 발효도는 정상적인 범주에 든 것으로 나타났다. 고급알코올과 에스터 역시 쌀과 맥아의 비율과는 큰 상관성이 없으며 밀맥주가 다소 높은 것으로 나타났다. 쌀 비율이 높을수록 색도(EBC)는 현저히 감소하였고, 고미가(BU)도 감소하였으며 기호도가 낮아졌다. 특히 쌀비율이 맥아비율보다 높을 때 기호도는 많이 떨어졌다. 본 연구의 결과를 기초로 쌀비율을 맥아비율보다 적게 하고 자비방식을 이용하여 맥즙의 향미를 증진시키고, 추후 맥주 타입별로 특수맥아의 활용과 다양한 홉을 사용하여 향미를 보완한다면 고품질의 경쟁력 있는 쌀맥주를 제조하는데 도움이 될 수 있으리라 판단된다.

Abstract This study was conducted from August 2017 to May 2018. Beer was prepared by different ratio of rice and malt and different types of beer, and quality analysis were conducted. The ratio of rice and malt was divided into 0:100 (S0), 20:80 (S1), 40:60 (S2), 60:40 (S3) and 80:20 respectively. We compared the characteristics of the mashing methods(infusion and decoction method) and investigated the characteristics of different types of beer (lager, ale, wheat beer) using yeast (bottom and top yeast). Even with different ratios of rice and malt, normal infusion time was observed and the iodine test was confirmed to be normal. Also, the mashing proceeded normally and the sugar content of the primary wort was between 21.0 ~ 21 °brix. In mashing method, the mash concentration, color and flavor of wort were the highest in the three mash method(decoction method). During the fermentation period of beer, the sugar content, pH and yeast number did not differ significantly depending on the ratio of rice and malt, and the type of yeast. Higher alcohol and esters also had no correlation with the ratio of rice to malt, and wheat beer was somewhat higher. The higher the ratio of rice, the more the color intensity(EBC) decreased, the bitter unit(BU) and the preference decreased. When the rice ratio was higher than the malt rate, the degree of preference decreased significantly. Based on the results of this study, it is expected that the rice ratio will be less than the malt ratio and the flavor of the wort will be improved by using the decoction method. If the malt is supplemented with the use of the special malt and the various hops according to the beer type, it may be helpful to manufacture rice beer.

Keywords : Rice beer, Wort, Mashing process, Mashing method, Rice flour

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(국산원료 이용확대를 위한 쌀 맥주종류별 최적 홉 및 효모 구명, PJ012794052018)의 지원에 의해 수행되었음.

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

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

Received July 31, 2018

Revised August 13, 2018

Accepted September 7, 2018

Published September 30, 2018

1. 서론

우리나라에서 가장 많이 소비되는 주류는 맥주와 소주로, 소비 점유율은 맥주 52.5%, 소주 41.25%를 차지하고 있으며 맥주 소비량은 매년 증가하고 있다. 국내 맥주시장은 수입맥주의 증가로 소비자 기호가 다양해짐에 따라 신제품을 출시하고 대대적인 마케팅과 홍보를 전개하여 판매 증가를 이끌고 있다[1].

이러한 추세에 따라 기존 맥주에 보리 이외의 다른 부원료를 첨가하여 기능성과 기호성을 부가한 맥주의 개발이 늘어나고 있다. 정제 전분으로 옥수수 전분이 주로 사용되고 있으며 고구마 전분과 감자 전분을 사용한 연구가 있다[2, 3]. 전분질 원료로는 쌀, 옥수수, 사탕수수 및 그 맥아 등이 주로 사용되고 있으며, 그 외에도 고구마를 부원료로 사용하여 맥주를 제조한 연구가 있다[3-5].

현재 국내 맥주 제조에는 보리를 발아시킨 맥아뿐만 아니라 제품에 따라 부원료로 10~40%의 옥수수 가루나 쌀을 혼합하여 제조한다. 현재 국외에서 수입한 옥수수 가루나 국내 생산된 쌀을 사용하고 있다[6]. 쌀로 제조된 맥주의 풍미가 우수하여 옥수수보다는 쌀이 더 적합한 것으로 알려져 있고 미국과 일본에서는 원료의 40%까지 쌀을 사용하여 맥주를 제조하는 회사도 있다[7].

우리나라 쌀(Rice, *Oryza sativa* L.) 소비량은 국민 1인당 연간 쌀 소비량은 2013년 67.2 kg이었으나, 2014년 65.1 kg, 2015년 62.9 kg, 2016년 61.9 kg, 2017년 61.8 kg으로 매년 계속 감소하고 있다[8]. 쌀은 주로 밥으로 약 95%가 소비되고 있으며, 약 5%는 가공용 쌀로 주류 및 떡류 가공에 이용되고 있다. 또한 쌀 생산량 증가 및 쌀 수입개방으로 쌀 재고량이 급속히 증가하면서 국내산 쌀은 물론 수입산 쌀의 수요 창출을 위한 가공용 쌀의 소비확대 요구도가 크게 증가하고 있다[9].

쌀을 이용한 주류 개발은 전통주 중심으로 이루어져 왔으며, 맥주에 부원료로 적용하기 위한 연구가 시도되고 있다. Lee 등[6]은 국내 생산 쌀 6품종으로 맥주를 제조한 결과, 쌀을 혼합하여 제조한 맥주는 glucose와 maltose 함량이 맥아만으로 제조된 맥주 보다 낮게 나타났다고 보고하였다. 이에 따라 Kwon 등[10]은 맥주 제조공정 중 당화 정도가 알코올 함량에 영향을 미치게 되는데, 쌀을 부원료로 첨가하면 당화에 영향을 주어 이에 대한 당화 조건을 최적화 하고자 하는 연구를 진행하였다. Hyun 등[11]의 연구결과에 따르면 쌀맥주 가공과정

중 당화 효율을 개선하기 위해 아밀라아제를 첨가하였으나 맥주의 거품안정성 및 색도 등 품질 저하가 발생하였다고 보고하였다. 또한 Lee 등[12]등은 연질미 품종을 이용한 쌀맥주 제조 시 쌀 첨가비율에 따른 맥주 품질 특성에 대한 연구를 진행하였다.

그러나 기존 연구결과는 쌀을 맥주 가공에 적용하기 위한 가공 및 품질 특성에 관한 연구 중심이었으며 쌀 맥주를 제조하는데 적합한 담금 공정 및 맥주 타입에 관한 비교 연구는 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 쌀맥주에 적합한 쌀의 첨가비율과 담금공정 및 맥주 타입을 선정하기 위한 기초자료를 확보하고자 쌀 첨가비율 및 맥주 타입을 달리하여 맥주를 제조하고 품질특성을 비교하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

본 실험에 사용한 원료맥아는 독일 Weyermann사의 pilsner 맥아, ale 맥아, munich 맥아 및 밀맥아를 사용하였다. 쌀은 국산쌀(동원상사)을 구입하여 사용하였다. 발효 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*인 상면효모(Saf ale US-05, Fermentis, Belgium) 와 하면효모(Saf lager S-23, Fermentis, Belgium)를 구입하여 사용하였다. 홉은 비터홉 Amarillo(α -산 순도 13.6%) 품종과 아로마 홉 Saaz(α -산 순도 3.6%) 품종을 사용하였다. 효소제는 액화정제효소인 α -Amylase(Termamyl SC)를 사용하였다.

2.2 맥주의 제조

맥주는 시료별로 원료를 500 g씩 사용하였으며, 쌀가루와 맥아의 첨가비율을 각각 0:100(S0), 20:80(S1), 40:60(S2), 60:40(S3), 80:20(S4)로 구분하여 시료 5개를 상대로 쌀가루 첨가비율을 점진적으로 높여 액화, 당화 등 담금 공정상의 특성을 연구하였다. 1차맥즙을 위한 담금수 사용량은 맥아는 무게 대비 300%, 쌀가루는 무게 대비 400%로 하였다. 쌀을 투입하지 않은 담금액에는 쌀가루의 호화과정 중 액화정제효소를 쌀 무게 대비 1%를 투입하였다. 담금(Mashing) 종료 후 1차맥즙에 스파징 용수를 추가 투입하여 자비(Boiling)후 초기맥즙(Original Extract) 농도가 12 °Brix가 되도록 하였으며,

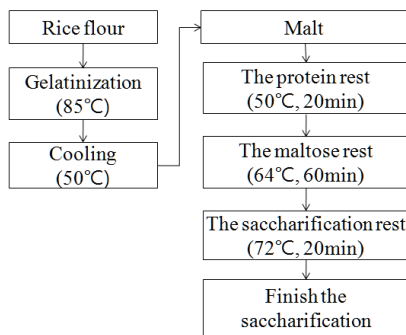


Fig. 1. Mashing process by infusion method

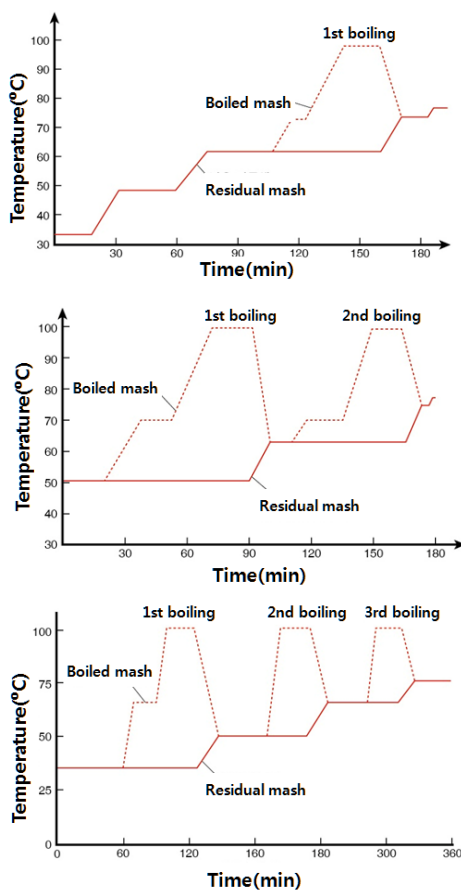


Fig. 2. Mashing process by decoction method

자비 시 홉은 시료별로 Amarillo 1차 2 g, 2차 3 g을 투입하였다. 효모는 시료별로 Saf lager 효모(건조효모, 하면효모) 3 g을 투입하여 15°C에서 10일간 발효시켰다.

담금 방식별 쌀맥주 제조공정 최적조건 설정을 위한 연구로 승온방식(Infusion method)과 자비방식(Decoction

method)을 비교하였다. 승온방식의 담금공정(Fig. 1)은 단백질 휴지기(효소 protease에 의한 분해) 50°C에서 20분, 말토오스 휴지기(효소 β-amylase에 의한 분해) 64°C에서 60분, 당화 휴지기(효소 α-amylase에 의한 분해) 72°C에서 20분, 당화종료 78°C로 하였다. 자비방식의 담금공정(Fig. 2)은 담금액의 일부(1/3)를 분리하여 100°C까지 자비 후 단백질~당화 휴지기를 거친 1차 자비방식, 단백질 휴지기 이후 담금액 일부(1/3)를 분리하여 100°C까지 자비 후 말토오스~당화 휴지기를 거친 2차 자비방식, 말토오스 휴지기 이후 담금액을 분리하여 100°C까지 자비 후 당화 휴지기를 거친 3차 자비방식으로 담금을 실시하였다.

또한 쌀맥주를 타입별(라거, 에일, 밀맥주), 효모 종류별(하면 및 상면효모)로 제조하여 양조특성에 대한 비교 연구를 실시하였다. 라거 맥주는 하면효모를 이용하여 15°C에서 10일간 발효 숙성 후 분석하였다. 에일맥주는 ale 맥아(50%)와 munich 맥아(50%)를, 밀맥주는 ale 맥아(20%), munich 맥아(20%), 밀맥아(60%)를 사용하였으며 상면효모를 이용하여 25°C에서 6일간 발효 숙성하였다.

2.3 이화학적 분석

2.3.1 당도 및 pH

발효 중 당도(°Brix)의 측정은 굴절당도계(ABBE, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다.

2.3.2 효모수

발효 중 효모수를 측정하기 위해 Yeast Extract Peptone Dextrose(YPD) Agar배지(MB Cell, Seoul, Korea)에 생균수를 측정하였다. 균 수의 측정은 십진희석법을 이용하여 고체배지에 0.1 mL 도말하고 30°C 항온기에 48시간 배양한 후 집락수를 계수해 콜로니 형성 단위(Colony Forming Units; CFU/mL)로 나타내었다.

2.3.3 알코올 함량

알코올 함량은 100 mL를 취하여 증류를 한 후에 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 알코올 함량을 %(v/v) 농도로 나타내었다.

2.3.4 색도

색도는 증류수로 영점 조정된 분광광도계를 이용하여 가스를 제거한 맥주시료의 흡광도(A)를 430 nm에서 측정하고 다음 식에 의하여 색도를 계산하였다. 700 nm의 흡광도가 430 nm의 흡광도에 0.039 를 곱한 수치 이하라면 맥주는 투명한 것으로 하여 430 nm에서의 흡광도로부터 맥주의 색도를 결정하였다.

$$\text{색도(E.B.C단위)} = 25 \times \text{회석배수} \times A$$

2.3.5 쓴맛

맥주의 쓴맛(BU, Bitterness unit) 측정은 국제청 주류 분석규정을 토대로 분석하였다[13]. 맥주시료를 거품의 손실이 없도록 가스를 제거하여 20°C로 조절하고 10 mL를 원심관에 취한 후 염산 0.5 mL, 이소옥탄 20 mL를 가하여 밀봉한 다음 진탕기 250 rpm으로 15분간 진탕하였다. 3000 rpm에서 3분간 원심분리 후 이소옥탄 층을 10 mm셀에 취해 순수한 이소옥탄을 대조로 275 nm에서 흡광도(A)를 측정하고 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{고미가(BU)} = 50 \times A$$

2.3.6 진정액기스

미리 무게를 측정된 500 mL 증류 플라스크에 맥주시료 100 g을 취하고 증류수 약 50 mL를 가하여 증류장치에 연결한 후 증류를 한다. 증류액이 85-90 mL가 되면 증류조작을 멈추고 증류 플라스크의 잔액을 20°C로 식힌 후 증류수로 100.0±0.1 g이 되도록 조정하고 흔들어서 균일하게 혼합한 다음 피크노메터를 이용하여 소수점 이하 다섯째 자리까지 비중 S를 측정한다.

$$\text{진정액기스(%Plato)} = -460.234 + (662.649 \times S) - (202.414 \times S^2)$$

2.3.7 향기성분 분석

발효 중 생성되는 methyl alcohol, acetaldehyde, fusel oil 등 주류의 향기성분을 구성하는 저비점 발효부산물은 국제청기술연구소 주류분석규정[13]에 따라 맥주 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.

2.4 관능평가

전문 관능패널을 통해 쌀맥주 타입별 관능평가를 실시하였으며, 맛(taste), 향(flavor), 쓴맛(bitterness), 탄산감(carbonated mouthfeel), 거품유지도(forming stability), 선호도(preference) 항목으로 나누어 매우 좋다(5점), 약간 좋다(4점), 보통이다(3점), 약간 싫다(2점), 매우 싫다(1점)로 평가하는 5점 척도법을 이용하여, 맥주 관련 종사자들로 구성된 15인의 패널을 대상으로 하여 실시하였다.

2.5 통계처리

통계처리는 유의수준 5%(p<0.05)로 설정하여 일원배치분산분석(One way ANOVA Test)과 Duncan's multiple range test(DMRT)로 평균 간의 다중비교를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 담금 공정 별 품질 변화

맥아 100%로 담금을 하는 경우 일반적으로 담금공정이 80분 가량 소요되었다. 쌀가루와 맥아 비율을 달리하고 쌀을 미리 호화(85°C)시킨 후 액화 효소를 투입(10 mL/kg쌀)한 시료 역시 총 담금시간이 80분 가량 소요되어 정상적인 담금시간을 보였으며, 요오드테스트도 정상으로 확인되었다. 당도는 가용성 고형분을 의미하며, 이는 주류의 향기와 단맛에 영향을 미치는 주요 성분으로 전분질 원료가 당화효소에 의해 당분으로 분해되어 효모의 에탄올 생산을 결정짓는 요인으로 작용한다[14]. 시료 5개 모두 온도와 시간이 경과함에 따라 당도가 높아지는 것을 확인하였고, 78°C 담금 종료 후 당도는 S0은 21.5 °Bx, S1은 21.6 °Bx, S2는 21.6 °Bx, S3은 21.2 °Bx, S4는 21.0 °Bx를 각각 나타내었다. 쌀을 첨가한 시험구는 대조구와 같이 총 담금시간이 유사하고, 특히 요오드테스트 시간이 거의 같아 쌀을 호화 후 액화효소를 첨가하여 당화를 진행하면 목표로 하는 당도에 도달하는 것을 알 수 있다.

3.2 담금 방식 별 맥즙 품질 변화

담금 방식 별 맥즙 품질은 맥즙농도, 맥즙색도, 맥즙향미로 측정하였으며 Table 1에 나타내었다. 맥즙농도는

Table 1. Quality of wort by mashing method

| Mashing method | Infusion method | Decoction method | | |
|----------------|-----------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------|
| | | Single mash | Two mash | Three mash |
| Extract(°P) | 11.2 | 11.4 | 11.1 | 11.5 |
| Colour(EBC) | 11 | 15 | 20 | 28 |
| Flavor | Malt flavor | Slightly strong malt flavor | Strong malt flavor | Very strong malt flavor |

승온방식, 1차, 2차, 3차 자비방식 각각 11.2, 11.4, 11.1, 11.5 °P로 각각 측정되었다. 맥즙의 색도는 분광계를 이용하여 측정하였으며 승온방식보다 자비방식이, 1차 자비보다 3차 자비로 담금 한 경우 색도가 높게 나타나는 것으로 확인되었다. 맥즙의 향미 또한 색도와 마찬가지로 승온방식보다 자비방식이, 1차 자비보다 3차 자비로 담금 한 경우 진한 맥아 향미가 나는 것으로 나타났다.

3.3 쌀과 맥아 배합비율에 따른 발효 중 당도, pH 및 효모 수 변화

쌀가루와 맥아 배합비율에 따른 발효, 숙성 공정 변화를 관찰하였다. 발효과정 중 발효 각 단계에서 맥주시료를 채취하여 당도, pH, 효모수를 측정하였다(Fig. 3-5). 쌀가루와 맥아 비율에 따른 당도변화는 20°C에서 10일간 발효를 진행하였으며 5개 시료는 초기당도 12.0~21.3 °Bx를 나타내었고, 발효 4일째까지 당도가 급속히 감소되었고, 이후 당도 감소는 완만히 진행되었다. 5개 시료는 발효 말기에 당도가 3.2~3.9 °Bx를 나타내어 최종 발효도가 67.3~73.3을 나타내 정상적인 수치를 보였다. 결과적으로 대조구와 같이 시험구는 정상적인 발효패턴 변화를 나타내어 쌀을 첨가한 맥주가 발효하는데 이상이 없음을 알 수 있다.

모든 시료는 초기 pH가 5.4~5.5로 나타났다. 발효 3일째까지 급격히 감소하다 이후 완만히 감소하는 추세를 보였다. 쌀을 첨가한 시험구(S1-S4)는 대조구(S0)와 같은 pH 감소 추세를 보여 정상적인 pH 변화를 나타내었다. 발효 중 pH 감소는 고정산(구연산, 호박산, 젖산 등)과 휘발산(초산 등)의 생성 및 산성 쪽으로의 완충이동을 원인으로 볼 수 있다. 특히 발효 중 pH 감소는 효모 증식과 밀접한 관계가 있으며 효모가 증식하면서 완충작용을 하는 인산을 빼앗아가고 아미노산으로부터 암모니아를 흡수하면서 발생한다고 알려져 있다. 발효 말기에 모든 시료는 4.2~4.3 수준의 pH를 보였다. Sung과

Lee[15]는 시판되는 12종의 상면발효 맥주 pH가 3.71~4.78 정도로 나타났다고 보고하였으며, 모든 시료가 정상적인 pH를 나타내었음을 알 수 있다.

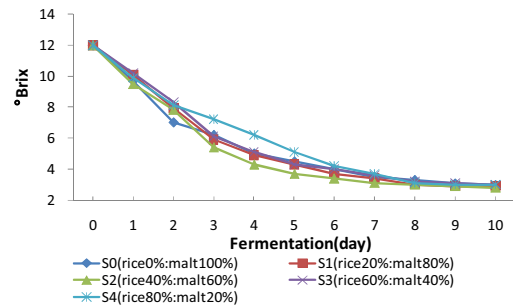


Fig. 3. Changes of °Brix by ratio of rice flour and malt

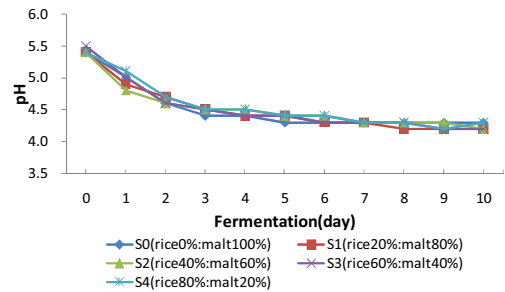


Fig. 4. Changes of pH by ratio of rice flour and malt

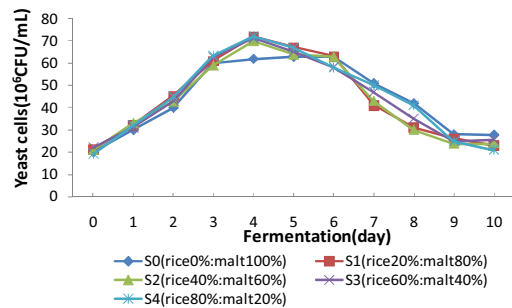


Fig. 5. Changes of yeast cells by ratio of rice flour and malt

발효 중 효모수를 관찰하기 위해 5개 시험구를 $20 \times 10^6 \sim 21.3 \times 10^6$ CFU/mL로 일정하게 조정하였다. 모든 시료는 발효 1일째부터 급격한 효모 증가율을 보였으며 발효 4~5일째 최고치($60 \times 10^6 \sim 70 \times 10^6$ CFU/mL)를 보였다. 이후 모든 시료는 점차 효모수가 감소하였는데 이는 효모의 응집으로 인해 발효조 바닥으로 효모가 침강한 것으로 생각된다. 발효 말기에는 모든 시료의 효모 수는 $20 \times 10^6 \sim 25 \times 10^6$ CFU/mL 정상적인 효모변화를 나타내었다. 이는 Jung 등[16]의 연구에서 발효 중 효모가 초기 10×10^6 CFU/mL 정도에서 큰 차이 없이 약간 증가하는 경향을 보인 결과와 비슷하다.

상면효모를 이용하여 발효 한 결과도 하면효모와 같이 시료간 발효 적성 관련 큰 차이가 나타나지 않았다.

3.3 쌀맥주 타입별 품질분석

타입별(라거맥주, 에일맥주, 밀맥주)로 제조한 쌀맥주의 품질특성은 Table 2-4와 같다.

초기 맥즙의 엑기스(Original extract)는 12.2~14.1 °P 였고, 발효후 맥즙의 가성엑기스(Apparent extract)는 2.5~3.1 °P, 진성엑기스(Real extract)는 4.2~5.1 °P로 나타나 가성발효도는 78.0~80.0%, 진성발효도는 62.2~66.4%로 맥주 타입과 쌀비율에 상관없이 정상적인 발효 범주에 들었고 알코올함량도 5.0~6.0%로 정상적인 발효를 한 것으로 나타났다. 하지만 쌀 비율이 높을수록 색도(Color, EBC)는 현저히 감소한 것으로 나타났는데, 이는 쌀의 색도가 낮고 맥아비율이 적게 투입된 원인으로 이를 보완하기 위해서는 농색맥아의 추가 투입이 필요할 것으로 여겨진다. 쌀 비율이 높을수록 고미가(Bitterness, BU)는 서서히 감소하는 것으로 나타났는데 이는 쌀의 전분가가 맥아의 전분가보다 높아 보다 많은 용수의 투입으로 고미가 희석된 것으로 여겨진다. 고급알코올과 에스터는 쌀의 투입비율과는 큰 상관 없는 것으로 나타났으며 밀맥주에서 다소 높은 것으로 나타나 맥아원료의 차이에서 나타난 것으로 여겨진다.

Table 2. Quality characteristics of lager type beer

| Mashing method | Lager type beer(rice flour : malt) | | | | |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | S0(0:100) | S1(20:80) | S2(40:60) | S3(60:40) | S4(80:20) |
| Apparent extract(°P) | 2.56±0.02 ^a | 2.69±0.21 ^a | 2.75±0.10 ^a | 2.68±0.11 ^a | 2.65±0.14 ^a |
| pH | 4.4±0.2 ^a | 4.4±0.7 ^a | 4.3±0.5 ^a | 4.4±0.3 ^a | 4.3±0.2 ^a |
| Color(EBC) | 5.4±0.7 ^a | 5.2±0.6 ^a | 4.7±0.3 ^b | 3.8±0.2 ^c | 2.2±0.6 ^d |
| Alcohol(v/v%) | 5.26±0.1 ^a | 5.11±0.2 ^a | 5.10±0.3 ^a | 5.07±0.1 ^a | 4.99±0.1 ^b |
| Real extract(°P) | 4.25±0.6 ^a | 4.54±0.7 ^a | 4.73±0.5 ^a | 4.42±0.6 ^a | 4.35±0.3 ^a |
| Original extract(°P) | 12.60±1.1 ^a | 12.45±1.5 ^a | 12.50±1.8 ^a | 12.35±1.2 ^a | 12.17±1.6 ^a |
| Real attenuation(%) | 66.3±1.6 ^a | 63.5±2.0 ^a | 62.2±2.4 ^a | 64.2±3.1 ^a | 64.3±3.9 ^a |
| Apparent attenuation(%) | 79.7±4.4 ^a | 78.4±3.6 ^a | 78.0±5.1 ^a | 78.3±3.5 ^a | 78.2±2.5 ^a |
| Bitterness(BU) | 15.3±1.2 ^a | 14.5±1.6 ^a | 13.8±1.0 ^a | 11.9±1.1 ^b | 10.4±2.1 ^{ab} |
| Total nitrogen(mg/100ml) | 80±1.6 ^a | 79±1.8 ^a | 78±3.1 ^a | 83±2.9 ^a | 81±2.4 ^a |
| Lactic acid(ppm) | 212.4±10.6 ^a | 203.4±8.3 ^a | 176.9±18.5 ^b | 178.3±7.8 ^b | 206.4±9.5 ^a |
| Acetaldehyde(ppm) | 13.11±0.2 ^a | 11.20±2.6 ^a | 12.26±2.3 ^a | 11.86±1.1 ^a | 11.76±1.4 ^a |
| Ethyl acetate | 10.79±0.9 ^a | 10.02±1.2 ^a | 8.54±1.1 ^b | 10.86±1.8 ^a | 9.47±2.0 ^{ab} |
| n-propanol | 0.30±0.0 ^a | 0.27±0.1 ^a | 0.24±0.2 ^a | 0.21±0.1 ^a | 0.18±0.0 ^b |
| Iso-butanol | 12.93±1.3 ^a | 12.16±1.3 ^a | 8.99±2.0 ^b | 9.27±2.1 ^{ab} | 8.79±1.2 ^b |
| Iso-amyl acetate | 30.01±3.1 ^a | 36.79±2.2 ^a | 34.38±2.8 ^a | 34.79±2.0 ^a | 31.31±2.1 ^a |
| Iso-amyl alcohol | 93.86±5.2 ^a | 117.80±6.7 ^b | 107.13±8.2 ^a | 145.62±5.5 ^c | 149.92±4.9 ^c |
| Σ Higher alcohol | 136.8±2.1 ^a | 166.75±7.9 ^b | 150.5±6.1 ^c | 189.68±7.3 ^d | 190.02±5.1 ^d |

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).

Table 3. Quality characteristics of ale type beer

| Mashing method | Ale type beer(rice flour : malt) | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | S0(0:100) | S1(20:80) | S2(40:60) | S3(60:40) | S4(80:20) |
| Apparent extract(°P) | 3.01±0.01 ^a | 2.97±0.01 ^a | 3.03±0.01 ^a | 3.05±0.05 ^a | 3.00±0.01 ^a |
| pH | 4.4±0.5 ^a | 4.1±0.4 ^a | 4.1±0.3 ^a | 4.2±0.3 ^a | 4.4±0.2 ^a |
| Color(EBC) | 10.2±0.6 ^a | 8.9±0.7 ^a | 7.2±0.3 ^b | 5.3±0.1 ^c | 3.6±0.6 ^d |
| Alcohol(v/v%) | 5.59±0.2 ^a | 5.54±0.4 ^a | 5.81±0.4 ^a | 5.67±0.5 ^a | 5.65±0.3 ^a |
| Real extract(°P) | 4.67±0.5 ^a | 5.00±0.3 ^a | 5.13±0.6 ^a | 4.83±0.6 ^a | 4.90±0.7 ^a |
| Original extract(°P) | 13.67±1.5 ^a | 13.55±1.6 ^a | 14.12±1.5 ^a | 13.87±1.8 ^a | 13.78±1.1 ^a |
| Real attenuation(%) | 65.8±1.2 ^a | 63.1±1.5 ^a | 63.7±2.1 ^a | 65.2±2.4 ^a | 64.4±2.9 ^a |
| Apparent attenuation(%) | 78.0±2.5 ^a | 78.1±3.5 ^a | 78.5±1.6 ^a | 78.0±3.0 ^a | 78.2±2.2 ^a |
| Bitterness(BU) | 20.1±1.5 ^a | 18.7±1.1 ^a | 16.3±0.9 ^b | 13.6±1.0 ^c | 12.0±0.4 ^c |
| Total nitrogen(mg/100ml) | 78±2.3 ^a | 75±3.3 ^a | 68±2.7 ^b | 85±3.9 ^{ab} | 79±2.0 ^a |
| Lactic acid(ppm) | 200.3±11.1 ^a | 199.3±13.6 ^a | 185.6±11.6 ^a | 170.5±5.8 ^b | 220.4±12.2 ^a |
| Acetaldehyde(ppm) | 12.90±0.2 ^a | 11.76±0.3 ^a | 10.67±0.3 ^a | 12.87±0.9 ^a | 8.45±0.4 ^b |
| Ethyl acetate | 11.89±0.6 ^a | 12.87±0.2 ^a | 7.90±0.7 ^b | 11.05±0.8 ^a | 8.45±0.2 ^b |
| n-propanol | 0.21±0.02 ^a | 0.25±0.02 ^a | 0.45±0.01 ^b | 0.36±0.00 ^b | 0.63±0.00 ^c |
| Iso-butanol | 13.87±1.3 ^a | 14.84±1.0 ^a | 9.89±0.9 ^b | 10.78±1.3 ^b | 7.89±0.6 ^b |
| Iso-amyl acetate | 33.03±2.9 ^a | 32.76±1.2 ^a | 38.92±1.7 ^a | 32.69±1.4 ^a | 32.90±1.5 ^a |
| Iso-amyl alcohol | 87.97±3.5 ^a | 120.67±4.2 ^c | 106.7±8.7 ^b | 134.76±6.2 ^d | 139.64±8.0 ^d |
| ∑ Higher alcohol | 134.87±3.8 ^a | 168.27±2.2 ^b | 155.51±7.6 ^b | 178.23±8.1 ^c | 180.43±9.3 ^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).

Table 4. Quality characteristics of weizen type beer

| Mashing method | Weizen type beer(rice flour : malt) | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | S0(0:100) | S1(20:80) | S2(40:60) | S3(60:40) | S4(80:20) |
| Apparent extract(°P) | 2.75±0.01 ^a | 2.85±0.02 ^a | 2.81±0.06 ^a | 2.79±0.02 ^a | 2.72±0.00 ^a |
| pH | 4.2±0.1 ^a | 4.5±0.1 ^a | 4.4±0.6 ^a | 4.3±0.2 ^a | 4.0±0.3 ^a |
| Color(EBC) | 7.9±0.5 ^a | 6.8±0.3 ^a | 5.5±0.8 ^b | 3.8±0.1 ^c | 2.0±0.0 ^d |
| Alcohol(v/v%) | 5.00±0.2 ^a | 6.00±0.4 ^a | 6.23±0.1 ^a | 5.67±0.4 ^a | 5.72±0.1 ^a |
| Real extract(°P) | 5.01±0.5 ^a | 5.06±0.2 ^a | 5.12±0.2 ^a | 4.95±0.5 ^a | 4.91±0.2 ^a |
| Original extract(°P) | 12.78±0.1 ^a | 12.98±0.1 ^a | 13.00±0.1 ^a | 12.90±0.1 ^a | 12.81±0.1 ^a |
| Real attenuation(%) | 60.8±3.2 ^a | 61.0±2.8 ^a | 60.6±4.2 ^a | 61.6±3.2 ^a | 61.7±4.4 ^a |
| Apparent attenuation(%) | 78.5±5.1 ^a | 78.0±6.1 ^a | 78.4±2.6 ^a | 78.4±7.1 ^a | 78.8±3.2 ^a |
| Bitterness(BU) | 16.9±1.1 ^a | 16.1±3.3 ^a | 14.6±2.5 ^a | 12.6±0.8 ^b | 11.8±2.8 ^b |
| Total nitrogen(mg/100ml) | 105±1.7 ^a | 101±6.1 ^a | 100±4.8 ^a | 97±2.8 ^a | 102±3.9 ^a |
| Lactic acid(ppm) | 198.0±10.3 ^a | 200.6±6.1 ^a | 188.3±5.1 ^a | 192.0±4.8 ^a | 206.0±6.9 ^a |
| Acetaldehyde(ppm) | 12.99±0.1 ^a | 11.85±0.3 ^a | 10.78±0.2 ^a | 12.87±0.1 ^a | 8.67±0.5 ^b |
| Ethyl acetate | 29.0±0.5 ^a | 19.45±0.6 ^b | 22.98±0.2 ^{ab} | 10.86±1.0 ^b | 9.47±0.6 ^b |
| n-propanol | 0.89±0.0 ^a | 1.09±0.1 ^a | 1.05±0.0 ^a | 0.99±0.0 ^a | 0.64±0.1 ^b |
| Iso-butanol | 12.93±1.0 ^a | 12.16±0.7 ^a | 8.99±1.4 ^c | 21.90±2.0 ^b | 18.90±1.7 ^b |
| Iso-amyl acetate | 37.98±3.0 ^a | 44.90±2.4 ^b | 54.89±6.1 ^c | 39.90±2.9 ^a | 40.98±1.5 ^a |
| Iso-amyl alcohol | 134.91±4.3 ^a | 178.90±4.8 ^b | 128.08±4.1 ^a | 157.45±8.9 ^c | 182.0±9.1 ^b |
| ∑ Higher alcohol | 185.82±1.6 ^a | 235.96±2.6 ^c | 191.96±5.1 ^a | 219.25±7.1 ^b | 241.88±8.8 ^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).

Table 5. Sensory evaluation by type of beer

| Type of beer | Sensory | Treatments | | | | |
|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | S0 | S1 | S2 | S3 | S4 |
| Lager | Taste | 4.3±0.2 ^a | 4.2±0.1 ^a | 4.0±0.4 ^a | 4.0±0.4 ^b | 3.7±0.1 ^b |
| | Flavor | 4.4±0.3 ^a | 4.3±0.3 ^a | 4.0±0.1 ^b | 4.0±0.1 ^b | 3.6±0.1 ^c |
| | Bitterness | 4.4±0.1 ^a | 4.3±0.1 ^a | 4.3±0.5 ^a | 4.1±0.5 ^b | 3.8±0.0 ^c |
| | Carbonated mouthfeel | 4.3±0.4 ^a | 4.3±0.4 ^a | 4.3±0.3 ^a | 4.0±0.2 ^b | 3.8±0.1 ^b |
| | Forming stability | 4.3±0.3 ^a | 4.4±0.5 ^a | 4.3±0.5 ^a | 4.0±0.6 ^b | 4.0±0.5 ^b |
| | Preference | 4.4±0.2 ^b | 4.3±0.2 ^b | 4.2±0.3 ^b | 4.0±0.1 ^b | 3.7±0.2 ^c |
| Ale | Taste | 4.4±0.5 ^a | 4.3±0.1 ^a | 4.1±0.1 ^b | 3.9±0.2 ^{ab} | 3.8±0.1 ^{ab} |
| | Flavor | 4.4±0.4 ^a | 4.4±0.1 ^a | 4.0±0.2 ^b | 4.0±0.3 ^b | 3.7±0.4 ^c |
| | Bitterness | 4.5±0.1 ^a | 4.4±0.7 ^a | 4.2±0.1 ^a | 4.0±0.1 ^b | 3.9±0.3 ^b |
| | Carbonated mouthfeel | 4.4±0.3 ^a | 4.5±0.3 ^a | 4.1±0.5 ^b | 4.0±0.6 ^b | 4.0±0.1 ^b |
| | Forming stability | 4.4±0.1 ^a | 4.3±0.4 ^a | 4.1±0.3 ^b | 4.1±0.2 ^b | 4.0±0.4 ^b |
| | Preference | 4.4±0.1 ^a | 4.3±0.1 ^a | 4.1±0.2 ^b | 3.9±0.6 ^b | 3.7±0.1 ^{ab} |
| Wheat | Taste | 4.4±0.6 ^a | 4.2±0.6 ^a | 3.9±0.1 ^{ab} | 3.8±0.5 ^{ab} | 3.6±0.4 ^c |
| | Flavor | 4.3±0.1 ^a | 4.4±0.3 ^a | 4.1±0.6 ^a | 3.6±0.3 ^b | 3.7±0.1 ^b |
| | Bitterness | 4.4±0.4 ^a | 4.4±0.5 ^a | 4.0±0.4 ^b | 3.5±0.7 ^c | 3.6±0.1 ^c |
| | Carbonated mouthfeel | 4.4±0.3 ^a | 4.3±0.1 ^a | 4.0±0.6 ^b | 4.0±0.3 ^b | 4.0±0.5 ^b |
| | Forming stability | 4.3±0.1 ^a | 4.4±0.6 ^a | 4.0±0.3 ^b | 4.0±0.6 ^b | 4.0±0.2 ^b |
| | Preference | 4.3±0.5 ^a | 4.3±0.4 ^a | 4.1±0.4 ^b | 3.7±0.7 ^c | 3.6±0.1 ^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=15).

3.2 관능평가

쌀맥주의 관능평가 결과는 Table 5와 같다. 전체적으로 관능평가에서는 맥주 타입과 상관없이 쌀의 비율이 클수록 기호도가 낮아지는 것을 알 수 있으며, 쌀의 비율이 40%까지는 대조구에 비해 기호도에서 큰 차이가 없지만 쌀의 비율이 더 커질수록 기호도는 현저히 떨어지는 것으로 나타났다.

4. 요약

본 연구는 쌀맥주에 적합한 쌀의 첨가비율과 담금공정 및 맥주 타입을 선정하기 위한 기초자료를 확보하고자 쌀 첨가 비율 및 담금공정, 맥주 타입을 달리하여 맥주를 제조하고 품질특성을 비교하였다.

쌀과 맥아의 비율을 0:100(S0), 20:80(S1), 40:60(S2), 60:40(S3), 80:20(S4)로 구분하여 액화, 당화 등 담금 공정상의 특성을 확인하였다. 담금시 승온방식과 자비방식에 대한 특성 비교와, 추가로 맥주 타입별(라거, 에일, 밀맥주), 효모종류별(하면 및 상면효모)에 따른 특성을 연구하였다. 쌀가루는 액화정제효소를 투입하여 별도의 호화과정을 거쳤으며, 맥아와 혼합하여 담금하였다.

쌀과 맥아의 비율을 달리하여도 정상적인 담금시간을

보였으며 요오드 테스트도 정상으로 확인되었다. 또한 온도와 시간이 경과함에 따라 당화가 정상적으로 진행되어 1차 맥즙의 당도는 21.0~21.6 °Brix 사이로 나타났다. 담금방식은 승온 방식과 자비방식(1~3단)으로 달리 하였는데 3단 자비 방식에서 맥즙의 농도, 색도 및 향미가 가장 높게 나타나 승온방식에 비해 자비방식이 맥즙 농도, 색도, 향미를 증가시키는 것으로 나타났다. 맥주의 발효기간 중 당도, pH, 효모 수는 쌀과 맥아의 비율이나 효모 종류에 따른 차이가 크지 않았으며 발효도는 정상적인 범주에 든 것으로 나타났다. 고급알코올과 에스터는 쌀과 맥아의 비율과는 큰 상관성이 없는 것으로 나타났으며 밀맥주에서 다소 높은 것으로 나타났다.

관능평가 결과 맥주 타입에 상관없이 쌀의 투입비율이 맥아비율보다 높을수록 맛, 향, 고미가 감소하는 것으로 나타났고 선호도도 감소하여, 쌀의 비율을 맥아비율보다 적게 사용한 최적비율의 세부적인 검토가 필요한 것으로 여겨진다.

쌀가루를 이용한 맥주제조에 있어 쌀과 맥아의 최적 비율, 담금방식에 대한 본 연구의 결과를 기초로 맥주 타입에 따라 농색맥아(특수맥아 등)의 이용과 다양한 홉을 사용하여 향미를 보완한다면 쌀을 이용한 고품질의 맥주를 제조하는데 도움이 될 수 있으리라 판단된다.

References

- [1] K. H. Kim, S. J. Park, J. E. Kim, H. Dong, I. S. Park, J. H. Lee, S. Y. Hyun, B. S. Noh, "Assessment of Physicochemical Characteristics among Different Types of Pale Ale Beer", *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.45, No.2, pp.142-147, 2013.
DOI: <https://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2013.45.2.142>
- [2] H. Zhen-qiong, W. Ming, "Study on Gelatinization Processing of Beer with Potato as Auxiliary Material", *Food Science*, Vol.28, No.7, pp.154-157, 2007.
- [3] K. Saito, A. Tsukamoto, N. Hashimoto, T. Nagashima, T. Noda, M. Fukushima, "Production and Properties of Low-malt Beer Using Extremely Fine Potato Starch", *Journal of Applied Glycoscience (Japan)*, Vol.56, No.4, pp.281-286, 2009.
DOI: <https://dx.doi.org/10.5458/jag.56.281>
- [4] J. R. N. Taylor, B. C. Dlamini, J. Kruger, "125th Anniversary Review: The science of the tropical cereals sorghum, maize and rice in relation to lager beer brewing", *Journal of The Institute of Brewing*, Vol.119, No.1-2, pp.1-14, 2013.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1002/jib.68>
- [5] H. N. Yang, E. B. Oh, J. S. Park, M. Y. Jung, D. S. Choi, "Brewing and Properties of Low-Malt Beer with a Sweet Potato Paste", *The Korean Journal of Food And Nutrition*, Vol.30, No.3, pp.491-500, 2017.
DOI: <https://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2017.30.3.491>
- [6] W. J. Lee, M. K. Cho, K. M. Chung, "Quality Characteristics of Korean Rice as Brewing Adjunct", *Korean journal of food science and technology*, Vol.27, No.4, pp.516-519, 1995.
- [7] Y. Pomeranz, D. F. Houston, "Rice in brewing. Rice chemistry and technology", *Cereal Chem.*, No.4, pp.433-446, 1972.
- [8] KOSIS. Korean Statistical Information Service. Agricultural Statistics Info: An output tendency of crops, 2017, Available from; <http://kostat.go.kr/wsearch/search.jsp>
- [9] D. S. Shin, Y. J. Choi, E. Y. Sim, S. K. Oh, S. J. Kim, S. K. Lee, K. S. Woo, H. J. Kim, H. Y. Park, "Comparison of the Hydration, Gelatinization and Saccharification Properties of Processing Type Rice for Beverage Development", *The Korean Journal of Food And Nutrition*, Vol.29, No.5, pp.618-627, 2016.
DOI: <https://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2016.29.5.618>
- [10] Y. A. Kwon, S. J. Lee, K. G. Lee, K. W. Hong, "Improving Qualities of Rice Beer Using Enzymes and Amino Acids", *Food Engineering Progress*, Vol.16, No.2, pp.151-156, 2012.
- [11] S. K. Hyeun, Y. A. Kwon, S. J. Lee, "Quality Characteristics of Brewed Beer with Rice Adjunct", *Food Engineering Progress*, Vol.16, No.2, pp.139-144, 2012.
- [12] S. K. Lee, J. Y. Park, H. Y. Park, H. S. Choi, D. H. Cho, S. K. Oh, H. J. Kim, "Evaluation of quality characteristics of beer by addition of rice rate", *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.24, No.6, pp.758-763, 2017.
DOI: <https://dx.doi.org/10.11002/kjfp.2017.24.6.758>
- [13] NTS Liquors Licence Aid Center. Analysis of Liquor Regulatory. Liquors Licence Aid Center, Seoul, Korea, pp.1-68, 2008.
- [14] J. H. Choi, J. A. Jeon, S. T. Jung, J. H. Park, S. Y. Park, C. H. Lee, T. J. Kim, H. S. Choi, S. H. Yeo, "Quality Characteristics of Seoktanju Fermented by using Different Commercial Nuruks", *Korean J. Microbiol. Biotechnol.*, Vol.39, No.1, pp.56-62, 2011.
- [15] S. Sung, S. J. Lee, "Physicochemical and sensory characteristics of commercial top-fermented beers", *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.49, No.1, pp.35-43, 2017.
DOI: <https://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2017.49.1.35>
- [16] S. J. Jung, C. H. Chung, "Production and properties of ale beer with Nuruk, a Korean fermentation starter", *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.49, No.2, pp.132-140, 2017.
DOI: <https://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2017.49.2.132>

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 식품
- 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