

## 도정도에 따른 쌀의 침지 특성 및 쌀입국의 발효 특성

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

### Characteristics of Steeping of Rice and Fermentation of Rice Koji Depending on the Milling Degrees

Seok-Jun Lee<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 논문의 목적은 청주의 원료인 쌀의 도정도가 고두밥 및 쌀입국 발효주에 미치는 영향을 조사하는데 있다. 연구방법으로는 쌀도정에 따른 수분흡수량 및 입국특성 등을 분석하였고 연구기간은 8개월 소요되었다. 도정을 많이 할수록 도정미의 단백질 성분구성은 지속적으로 감소되었으며 지질 및 회분 성분은 20% 도정시까지 급격히 감소하다 그 이상 도정시는 서서히 감소하였다. 도정미의 침지시 도정도가 높을수록 수분흡수 속도가 빨랐으며 최대 수분흡수율도 높았고, 침지 초기에는 수온이 높을 때 수분흡수가 빨랐으나 일정시간 경과후에는 수온이 낮을 때 수분흡수가 지속적으로 이루어져 최대흡수율도 높아졌다. 입국 발효 슬더트의 알코올 함량은 도정도10% 입국시료가 16.3-16.9%(v/v)로 다른 도정도 입국시료의 17.1-17.5%(v/v)인 것에 비해 낮은 알코올함량을 보였고 침지시간은 영향이 없었다. pH는 도정도 10% 입국이 다소 높았으며 그 외엔 유사하였다. 총산함량은 도정도 10%가 0.71-0.76%로 다른 도정도보다 낮은 결과를 보였고 도정도 30%인 시료가 0.93-0.99%로 가장 높게 나타났다. 결론적으로 쌀의 도정도는 쌀의 물리화학적 특성 및 고두밥 상태에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

**Abstract** We investigated the effects of milling degrees of rice on characteristics of the steamed rice and fermentation of rice koji as a raw material of cheongju. It was studied for 8 months about ratio of water absorption and koji characteristics according to milling degrees. The more increasing rice milling, the less the protein contents of milled rice was continuously decreased and the lipid and ash contents were sharply decreased to until the milling degrees 20%, and then gradually decreased. When steeping the milled rice, higher milling degrees raised rapid water asorption and higher maximum water asorption, lower water temperature raised gradual water absorption and higher maximum absorption. The longer steeping time, the steamed rice milling degrees 40% showed significantly lower hardness and springness than others. Alcohol contents of the fermented mash with rice koji milling degrees 10% was lower with 16.3-16.9%(v/v) than other sample's 17.1-17.5% (v/v). The total acid contents showed that the milling degrees 10% indicated the lowest content(0.71-0.76%) and the milling degrees 30% indicated highest content(0.93-0.99%). Within the same milling degrees, As the steeping time increases, the total acid contents imcrease. In conclusion, the milling degrees influenced on physicochemical chatacteristics of rice and steamed rice condition.

**Keywords :** Cheongju, Fermentation, Milling degree, Rice koji, Rice steeping,

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 17, 2015, 2nd July 23, 2015)

Accepted August 6, 2015

Published August 31, 2015

## 1. 서론

한국은 예로부터 쌀을 주식으로 하였으며 술을 제조하는 데 있어서 쌀을 주된 양조원료로 사용하여 왔다[1]. 한국의 전통주는 쌀발효주인 막걸리(탁주), 약주(청주)와 이를 증류한 소주가 있는데, 발효방식에 있어서 과실주처럼 원료속의 당을 바로 발효시키는 단발효가 아니고 곡물 속의 전분질을 당화한 후 발효시키는 복발효 방식이며, 맥주가 당화와 발효공정이 구분되는 단행복발효인 것과 달리 당화와 발효가 동시에 일어나는 병행복발효 방식이다[2]. 곡물속의 전분질 원료는 한국의 전통 발효제인 누룩이나 양조용 곰팡이를 접종한 쌀입국의 효소에 의해 포도당 등으로 분해되고 동시에 분해된 당분은효모에 의해 알코올로 전환된다[3,4].

현미의 일반성분은 전분질이 약 76-78%이고 약 10-12%의 수분, 6-9%의 단백질, 1-3%의 지질 및 소량의 무기질과 비타민으로 구성되어 있으며, 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[5,6,7].

원료속의 단백질은 아미노대사에 의해 술덧의 아미노산도 및 효모의 세포구성 및 기능에 큰 영향을 미치고 주류의 착색 및 향기형성 등 주질에 큰 영향을 미친다[8,9]. 일본의 전통주인 사케는 쌀의 도정도를 70%(도정율 30%)까지 높이는 등 쌀의 외피에 주로 집중되어 있는 단백질 함량을 줄임으로써 아미노산 대사를 억제하는 방법을 주로 사용해오고 있다[10]. 하지만 도정도를 높임에 따라 비용증가와 원료의 손실이 뒤따르며, 성분구성의 변화에 따른 쌀입국의 효소특성 변화[11]와 향미성분의 변화를 야기하므로 한국의 음식문화와 음주특성에 맞는 도정율에 대한 연구가 필요하다. 그동안 쌀의 도정도에 관한 탁주, 약주에 대한 연구로는 도정도를 달리한 소곡주의 품질 및 기호도 변이[7], 도정도가 진양주의 품질에 미치는 영향[12], 도정도에 따른 막걸리 품질특성[13], 도정도에 따른 찹쌀발효주의 이화학적 특성 및 휘발성 향기성분[14] 등의 연구가 있었으나, 도정율이 달라짐에 따른 쌀의 전처리 및 담금 특성 등에 대한 연구는 미흡하였다.

탁주, 약주 제조시 백미는 전처리 과정으로 수분을 흡

수시키는 침지공정과 호화과정이 필요하며 고두밥, 쌀가루죽, 백설기 등의 전처리 방법에 따른 술덧의 이화학적 특성과 관능품질의 차이가 존재한다[15,16].

고두밥은 쌀입국과 술덧원료로 많이 사용되는데 쌀입국에 제조에 있어서 접종균에 대한 연구와 쌀입국의 사용비율에 대한 연구는 많이 진행되었다[8]. 한편 Kim[6]과 Chul[7]은 쌀의 침지특성과 그에 따른 쌀입국 발효특성과의 연관성을 기술하였다. 그러나 고두밥이 쌀입국 발효특성에 미치는 영향에 대한 연구는 쌀입국 제조시 *Rhizopus* 배양조건에 대한 연구[4,17] 등이 있었으나 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 도정율을 달리한 쌀의 침지특성과, 도정율과 침지시간이 고두밥, 쌀입국 제조에 미치는 영향을 알아보았다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 원료 및 도정

원료는 강원도 철원에서 채배한 철원 오대쌀을 철원농협에서 왕겨만 분리한 현미를 구입하여 사용하였다. 도정은 세로형 연삭식 정미기(Laboratorial polishing machine, Model SDB2A, Satake Co., Tokyo, Japan)를 이용하였으며, 현미 중량 기준으로 10%, 20%, 30% 및 40%를 도정(도정율 90%, 80%, 70%, 60%)하여 사용하였다.

### 2.2 쌀의 수분 흡수량

도정도별 쌀 20g씩을 여과포에 담아 침지온도 10℃, 20℃ 및 30℃ 항온기에서 일정시간별로 각각 침지하여 수분을 흡수시킨 다음 여과포의 수분을 닦아내고 표면수를 제거한 후 무게 증가량을 측정하였다.

$$\text{수분흡수율} = \frac{\text{침지후 쌀중량} - \text{침지전 쌀중량}}{\text{침지전 쌀중량}} \times 100(\%)$$

### 2.3 쌀입국 제조 및 분석

쌀입국을 만들기 위한 시료는 도정도 10%, 20%, 30% 및 40%의 원료를 20℃수온에서 침지시간을 4단계로 나누어 침지한 후에 증자하여 고두밥을 제조하였다. 1단계는 최대흡수율 기준으로 수분흡수정도가 약 80%

에 이룰때까지 침지(도정도 10%는 25분, 20%는 20분, 30%는 15분, 40%는 10분)하여 시료를 만들었다. 2단계는 50분, 3단계는 90분 그리고 4단계는 240분을 침지하여 시료를 만들었다. 침지 후 시료는 체에 담아 1시간동안 물빼기를 한 후에 고온의 스팀에서 30분간 증자한 후 품온이 30-33℃ 가 되도록 식혀서 고두밥을 제조하였다.

제조한 고두밥의 물리적 특성은 물성분석기(Texture analyser. TA-X T2-25, Seoul, Korea)를 이용하여 경도와 탄성변화를 측정하였으며, 쌀입국은 조제중국(*Asp. Kawachii*, Chungmoo Fermentation Co., Ltd., Ulsan, Korea)을 0.1%로 집중하고 균일하게 혼합한 후 제국기에 넣어 배양을 하였다. 36시간 배양을 하여 쌀입국을 제조하였으며 배양 중간에 갈아쌓기를 2회 정도 하여 품온을 낮추어 주었다.

제조한 쌀입국의 산도는 쌀입국 20g에 증류수 100ml를 첨가하여 30℃로 설정한 항온기에서 3시간 침출을 하고, 여과지를 이용하여 여과를 한 후에 산도를 측정하였다. 산도는 여과액 10ml를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 적정하여 소비된 NaOH의 양을 acetic acid로 환산하여 나타내었다. 쌀입국의 당화력은 국제청주류면허지원센터 주류분석 규정[18]에 준하여 2% 가용성 전분용액을 기질용액으로 하여 쌀입국침출액을 55℃에서 1시간 효소반응 후 생성된 환원당의 양을 Lane-Eynon법으로 측정하여 기질의 당화율을 구하고 당화율이 15%일 때의 효소희석배수를 곱하여 당화력을 측정하였다.

#### 2.4 쌀입국 발효주 제조 및 분석

쌀입국 발효주는 2단 담금으로 제조하였으며, 1단은 쌀입국만을 사용하였고, 2단 담금은 1단에 첨가한 쌀입국의 1배에 해당하는 쌀(철원 오대쌀, 도정율 92%)을 첨가하여 쌀입국은 전체 쌀 양의 50%를 사용하였다. 효모(*Saccharomyces cerevisiae* Lalvin 71B, Lallemand)는 술덧양의 0.05%, 급수율은 160%, 발효온도는 20℃에서

이루어졌다. 1단은 2일, 2단 담금에서는 10일 동안 발효 후 120mesh를 사용하여 술지게미를 걸러내고 4℃에 저장하여 사용을 하였다.

제조한 발효주의 pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였으며, 산도는 여과액 10 mL를 취하고 0.1 NaOH 용액으로 pH 8.2까지 적정하여 소비된 NaOH의 양을 acetic acid로 환산하여 나타내었다. 알코올 함량은 100 mL를 취하여 증류를 한 후에 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15℃로 보정하여 알코올 함량을 %(v/v) 농도로 나타내었다.

#### 2.5 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 시료 간의 유의차를 검정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 도정도별 원료의 일반성분분석

원료인 오대쌀을 도정도 10, 20, 30 및 40%로 도정 한 후 도정도별 쌀의 성분결과는 Table 1과 같다. 단백질의 함량은 현미의 경우 7.45%였으며, 도정도에 따라 4.57-6.30으로 도정도가 증가할수록 지속적으로 감소하였으며, 지방과 회분은 현미의 경우 2.07%와 1.37%였으나 20%의 도정시 0.22%, 0.17%로 급격하게 감소하였고 30% 도정 이후는 서서히 감소하여 40% 도정도에서는 0.13%와 0.12%를 나타내었다. 이는 도정도가 증가할수록 전분 이외의 단백질, 지방, 회분은 감소함을 나타낸 것으로 Kim 등[6], Chun 등[7]의 보고와 유사하였다.

Table. 1. Physicochemical characteristics of rice grains with different milling degrees

Degree of milling (%)	Protein (%)	Moisture (%)	Lipid (%)	Ash (%)	Minerals (mg/100g)		
					P	K	Mg
brown rice	7.45±0.21 <sup>a</sup>	11.61±0.31 <sup>a</sup>	2.07±0.34 <sup>a</sup>	1.37±0.52 <sup>a</sup>	323.54±3.12 <sup>a</sup>	267.48±3.12 <sup>a</sup>	109.87±2.14 <sup>a</sup>
10	6.30±0.20 <sup>b</sup>	12.77±0.22 <sup>b</sup>	0.54±0.42 <sup>b</sup>	0.47±0.33 <sup>b</sup>	125.90±2.34 <sup>b</sup>	107.05±4.54 <sup>b</sup>	33.27±2.68 <sup>b</sup>
20	5.67±0.18 <sup>c</sup>	10.38±0.34 <sup>c</sup>	0.22±0.10 <sup>b</sup>	0.17±0.41 <sup>b</sup>	68.61±3.53 <sup>c</sup>	65.61±3.39 <sup>c</sup>	12.11±4.47 <sup>c</sup>
30	4.99±0.22 <sup>d</sup>	8.62±0.15 <sup>d</sup>	0.18±0.32 <sup>b</sup>	0.12±0.22 <sup>b</sup>	53.60±5.12 <sup>c</sup>	54.92±5.42 <sup>c</sup>	6.91±4.32 <sup>d</sup>
40	4.57±0.13 <sup>d</sup>	10.30±0.27 <sup>c</sup>	0.13±0.21 <sup>b</sup>	0.12±0.32 <sup>b</sup>	59.11±4.44 <sup>c</sup>	57.54±4.10 <sup>c</sup>	6.31±3.39 <sup>d</sup>

Values with different letters<sup>a-c</sup> were significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

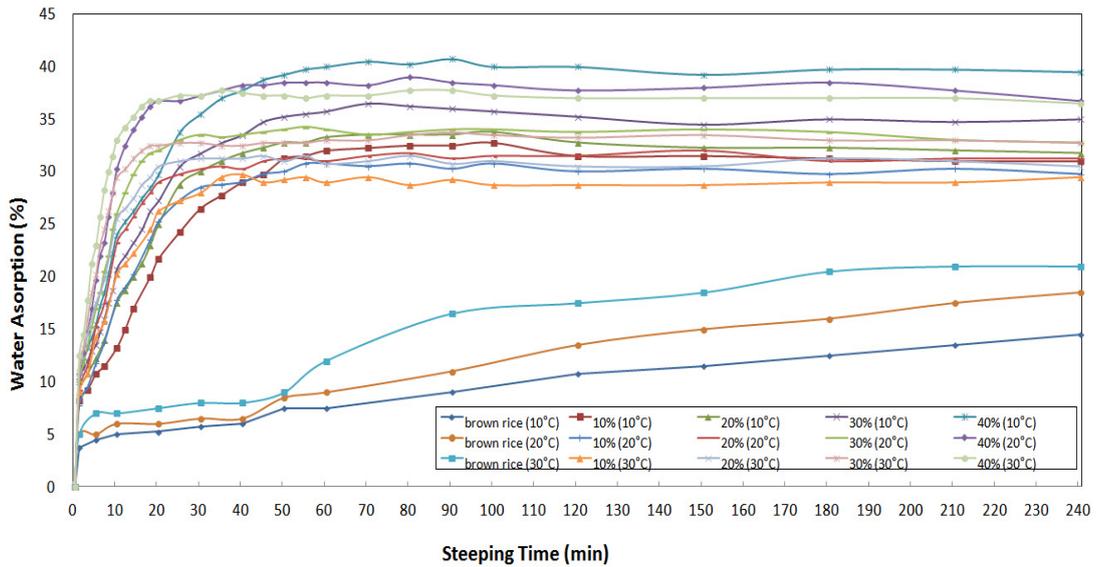


Fig. 1. Water absorption during hydration of rices with different milling degrees.

쌀의 주성분인 전분은 쌀의 내부에 풍부하고, 비타민, 무기질은 내부 보다는 외층에 풍부하게 존재한다고 알려져 있는데[19], P, K, Mg의 함량을 분석한 결과, 도정도 10%의 경우 P는 현미 대비 61% 감소, K는 60% 감소 그리고 Mg는 70% 감소하는 등 급격한 감소를 보였으며, 도정도가 증가할수록 점차 완만하게 감소하여 도정도 40%의 경우 P는 현미 대비 82% 감소, K는 78% 감소 그리고 Mg는 94% 감소를 보였고 Mg의 경우 도정도 40%에서는 대부분 제거되는 것으로 나타났다.

### 3.2 침지온도와 도정도에 따른 수분 흡수율

침지수온에 따른 수분흡수속도와 수분흡수율을 보기 위해 10°C, 20°C 및 30°C의 수온에서 도정율별로 시간 경과에 따른 수분흡수율을 측정하였으며 그 결과는 Fig. 1과 같다. 10°C의 수온에서 침지시킨 경우 최대 수분흡수율은 침지시간 70-100분에서 도정도 10%는 32.8%, 도정도 20%는 33.8%, 도정도 30%는 36.5% 그리고 도정도 40%는 40.8%로 나타나 도정도가 높을수록 최대 수분흡수율은 높았다. 20°C의 수온에서 침지시킨 경우 최대흡수율은 50-80분에서 도정도 10%는 30.8%, 도정도 20%는 31.8%, 도정도 30%는 34.3% 그리고 도정도 40%는 39.0%로 나타났고, 30°C의 수온에서 침지시킨 경우에는 40-60분에서 도정도 10%는 29.8%, 도정도 20%는 31.5%, 도정도 30%는 33.8%, 도정도 40%는

37.8%로 나타나 Fig. 2에서 보이듯이 도정도가 높을수록 수분흡수율은 증가하고 최대흡수율에 도달하는 속도가 빠름을 알 수 있다.

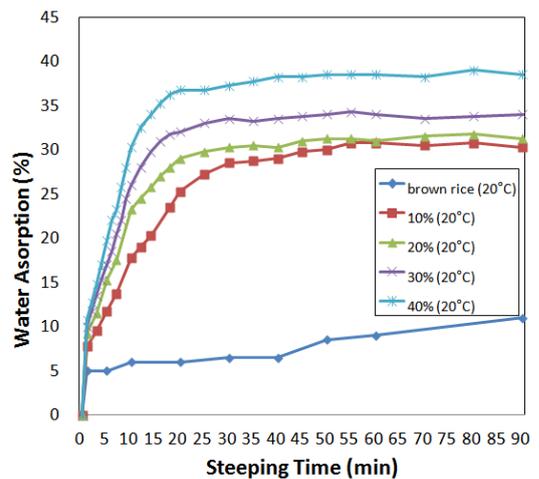


Fig. 2. Water absorption during hydration of rices with different milling degrees under 20°C steeping temperature.

도정도와 상관없이 30-40분까지 수분흡수는 매우 빠르게 진행되었으며 그 이후에는 서서히 진행되어 최대수분흡수율에 근접하였다. 침지초반 약 8-15분까지의 수분흡수는 침지수온이 높을 때가 빨랐으나 그 이후에는 침

지수온이 낮은 시료의 수분흡수가 빨라졌고 약 40분이 후에는 대등한 수분흡수율을 보였으며 이후 약간의 수분흡수가 더 진행되는 것을 알 수 있다. 즉 Fig. 3에서 보이듯이 침지온도가 낮을수록 최대수분흡수율은 높아지고 최대수분흡수율에 도달하는 시간은 길어져 저온에서 수분흡수가 천천히 진행되고 더 많은 수분이 흡수됨을 타 연구에서와 같이[9]알 수 있었다. 현미의 경우에는 도정도 10-40%의 원료가 침지온도에 따라 40-100분의 침지시간에 최대흡수율에 도달하는 경우와는 달리 흡수율은 도정도 10-40%의 원료보다는 많이 낮았지만 지속적으로 증가하였으며 Kim 등[20]이 현미를 25℃의 온도에서 수침시켰을 경우 9시간 이후에 최대흡수율에 도달하며 수분함량이 평형에 도달한다고 보고한 연구결과와 비슷한 결과를 보였다.

최대흡수율을 보인 이후에는 침지시간이 늘어남에 따라 무게가 소량씩 감소하였는데 Lim 등[21]은 30℃ 온도에서 찹쌀을 침지시 수침 1일 후 단백질은 0.59%, 지방은 0.15% 감소하여 단순히 침지처리과정에서도 많은 양의 지방과 단백질이 용출된다고 보고하였으며, Kim 등[22]은 30℃ 온도에서 멥쌀을 침지시 수침 10시간 후 단백질은 0.8%, 지방은 0.42%가 감소하였고 무기질 함량도 감소한다고 보고한 연구결과로 보아 침지과정에서 쌀의 성분들이 침지수에 용출된 결과로 예상할 수 있다.

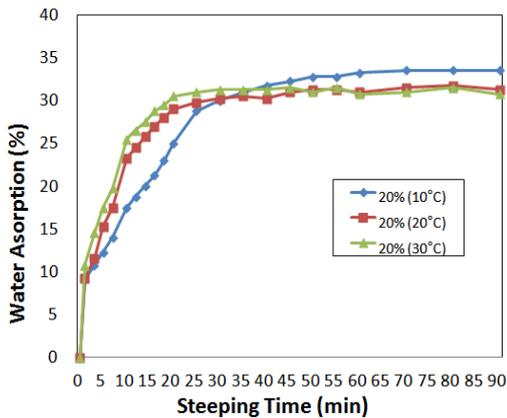


Fig. 3. Water absorption during hydration of rice under different steeping temperatures with milling degree 20% rice.

### 3.3 도정도별, 수분흡수율별 침지쌀의 물성

침지과정은 수분흡수와 더불어 내부의 배유세포질이

나 전분립 구조의 물성변화를 일으켜 증자시 수분흡수 및 증자한 고두밥의 특성에 영향을 미친다. 침지시간에 따른 침지미의 경도 특성은 Fig. 4와 같다. 침지전 도정미의 경도는 현미와 유사하였으며, 현미는 수분을 서서히 흡수하여 경도가 서서히 낮아졌지만 10%이상 도정한 쌀은 수분을 흡수함에 따라 짧은 시간동안 경도가 급격하게 낮아졌으며 20분경과 이후에는 낮은 경도를 유지하였으며 경도 감소가 미미했다. 도정도 10%의 경우에는 도정도 20,30,40% 보다 높은 경도를 유지하였으며, 최대흡수율을 보인 시점 이후에도 높은 경도를 보였다. 이는 Lim 등[21]의 연구와 유사한 경향을 보였다. 20% 이상의 도정시에는 더 낮은 경도로 인해 침지미가 쉽게 깨질 확률이 높아지게 되어 고두밥 및 쌀입국의 특성에 안좋은 영향을 미치게 할 수 있으므로 조심히 다루어야 할 필요가 있다.

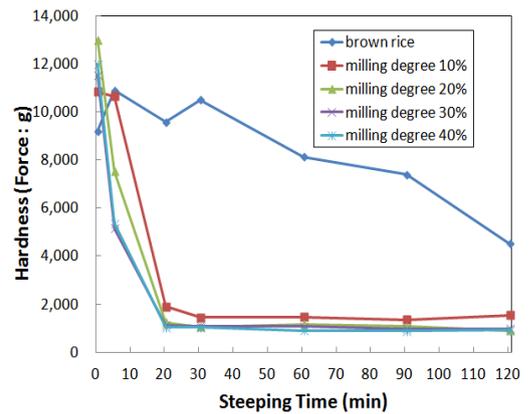


Fig. 4. Changes in hardness of steeped rice with different milling degrees

### 3.4 도정도와 수분흡수율을 달리하여 제조한 고두밥 물성

침지시간을 달리한 고두밥의 경도 및 탄성 특성은 Fig. 5, 6과 같다. 도정도 10%인 고두밥의 경우 침지시간에 따른 경도차이가 크게 나타나지 않았으며 이는 침지쌀의 경도특성에서의 결과와 유사하다. 도정도 20%와 도정도 30%인 고두밥의 경우 침지시간이 늘어날수록 점차적으로 경도가 낮아지는 경향을 보였으며, 도정도 40%인 고두밥도 침지시간이 늘어날수록 경도가 낮아졌으며, 다른 도정도의 고두밥에 비해 많이 낮았다. 침지시간이 길수록 고두밥의 탄성은 점차 감소하는 경향을 보

였으며 10%도정 고두밥의 경우 다른 것보다 약간 강하게 나타났다. 40%도정 고두밥은 침지시간이 길어짐에 따라 현저한 탄성감소를 보여 So 등[24]의 연구 결과와 매우 유사한 패턴을 나타냈다.

즉 도정도가 높을수록 침지시간이 길수록 고두밥의 경도와 탄성은 낮아져서 마찰이나 압력에 의해 쉽게 으깨지거나 문드러질 수 있으므로 담금시나 쌀입국제조시 세심한 작업이 요구된다.

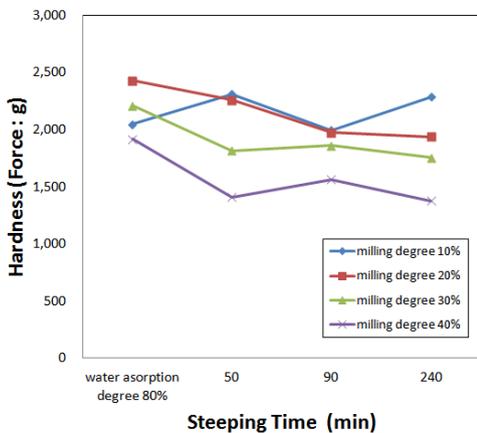


Fig. 5. Hardness of steamed rices with different milling degrees and steeping time

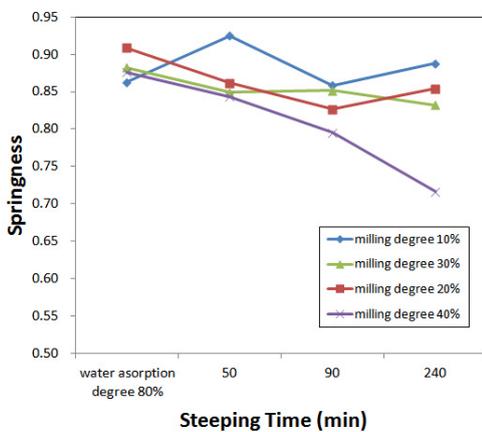


Fig. 6. Springness of steamed rices with different milling degrees and steeping time

### 3.5 도정도별, 수분흡수율별 쌀입국의 이화학적 특성

*Asp. luchuensis* 균을 접종하여 제조한 쌀입국은 흡입

누룩으로 산 생성과 당화력을 활용하는 발효제이다. 쌀입국 당화효소의 생산량은 증미의 수분함량에 따라 달라지는데 도정도와 침지시간에 따른 쌀입국의 당화력과 산도는 Table 2와 같다. 식품첨가물 공전에 표기된 입국의 규격은 산도 5.0이상, 당화력 60 이상인데[23] 도정도별, 수분흡수율별로 제조한 쌀입국의 산도는 5.6-9.3으로 모두 5.0 이상을 나타내었으며, 당화력은 53.1-100.9 SP로 도정도 40%의 수분흡수도 80% 시료를 제외한 모든 쌀입국이 규격에 적합한 것으로 나타났다. 도정도 10% 쌀입국의 당화력이 가장 높게 나타났고 20, 30% 쌀입국은 유사했으며 40% 도정도의 쌀은 쌀입국은 당화력이 제일 떨어져 입국제조에 적합하지 않은 것으로 나타났다. 같은 도정도에서는 침지시간이 늘어날수록 당화력이 높게 나타났으나 도정도 10%인 쌀의 경우 수분흡수도 80%인 10\_a(침지시간 25분)의 당화력은 84.8 SP, 10\_b(침지시간 50분), 10\_c(침지시간 90분), 10\_d(침지시간 240분)의 당화력은 각각 100.9SP, 79.6SP, 95.4SP로 나타났는데 So[24]에 의하면 증미의 수분함량이 30% 이하일 때는 당화효소의 생산량이 낮았으나 35% 이상에서는 같은 수준으로 모두 높게 나타났다고 보고한 결과처럼 침지시간이 늘어남에 따라 수분함량이 늘어나면서 당화력도 같이 증가하는 결과를 보이지는 않았다.

유기산은 쌀로 만든 술의 주요 맛 성분으로 *Asp. luchuensis* 균은 유기산의 생성능이 높다고 알려져 있는데 Kim 등[25]은 *Asp. luchuensis* 균주를 사용한 쌀입국으로 쌀을 당화시킨 당화액의 주요 유기산은 구연산(citric acid)과 호박산(succinic acid)이며, *Aspergillus oryzae* 균주보다 당화력과 액화력은 약하지만 유기산 생성능이 높다고 보고하였다. 도정도별, 수분흡수율별로 제조한 쌀입국의 산도는 역가 측정결과와 비슷한 경향을 보였는데, 도정도 20-40% 쌀로 제조한 쌀입국의 경우에는 수분흡수를 적게한 20\_a, 30\_a 및 40\_a 시료만 상대적으로 낮은 산도를 보였으며, 20% 도정미 입국은 침지시간이 늘어남에 따라 산도가 높아졌지만 30-40% 도정미 입국은 산도변화가 미비하였다. 그러나 도정도 10%인 쌀로 제조한 쌀입국의 경우 수분흡수율 80%인 10\_a(침지시간 25분)의 산도는 6.1, 수분흡수율 100%인 10\_b(침지시간 50분), 10\_c(침지시간 90분), 10\_d(침지시간 240분)의 시료의 산도는 각각 7.2, 5.8, 6.3으로 다른 도정도의 입국시료보다 낮은 결과를 나타내었다.

**Table 2.** Characteristics of *koji* quality with rices different milling degree and steeping time.

<i>koji</i> various	Saccharification power (SP)	Acidity(%)
10_a	84.8±0.1	6.1±0.1
10_b	100.9±1.3	7.2±0.2
10_c	79.6±1.2	5.8±0.1
10_d	95.4±1.4	6.3±0.1
20_a	64.1±2.1	6.0±0.1
20_b	76.8±3.1	7.5±0.2
20_c	81.5±2.6	9.0±0.3
20_d	85.4±2.1	9.3±0.3
30_a	69.7±3.0	8.1±0.1
30_b	79.7±2.4	8.8±0.3
30_c	84.8±2.7	8.7±0.1
30_d	88.3±3.6	8.8±0.3
40_a	53.1±2.7	5.6±0.1
40_b	65.8±3.1	8.5±0.2
40_c	70.1±2.0	8.4±0.1
40_d	73.1±1.8	8.3±0.3

a, b, c and d means steeping time (a: water absorption degree 80%(compared to maximum water absorption)/ b: 50 minutes, c: 90minutes, d: 240minutes). Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

### 3.6 쌀입국 발효주의 이화학특성

도정도와 수분흡수율을 달리한 쌀을 증자한 후 조제 종국을 첨가하여 제조한 쌀입국을 원료로 20℃에서 10 일간 발효시킨 쌀입국 발효주의 알코올 함량, pH 및 총 산도는 Table 3과 같다. 알코올 함량은 도정도와 수분흡

수율에 따라 16.3-18.3%(v/v)의 값을 보였는데 도정도 10%인 시료는 16.3-16.9%(v/v)으로 다른 도정도의 시료 보다는 낮은 알코올함량을 보였는데 원료 중에 단백질 함량이 높으면 발효속도를 촉진시키고 발효 초기 에탄올 생성속도가 증가[26]할 수 있지만 도정도가 증가할수록 알코올로 전환되는 전분함량이 줄어들어 최종 알코올도 수는 낮아질 수 있다. 도정도 20-40%인 시료의 알코올함량은 그 차이가 미미하였으며, 같은 도정도내에서 수분흡수율에 따른 알코올함량도 그 차이가 미미하고 일정한 경향을 나타내지 않아서 수분흡수율에 따른 유의한 차이를 확인할 수 없었는데 이는 Chun 등[7]이 보고한, 도정도별 (10-40%)로 제조한 소곡주의 알코올함량은 그 차이가 미미하고 일정한 경향을 나타내지 않았다는 결과와 유사하였다.

pH는 발효과정에서 생성되는 다양한 유기산의 농도에 영향을 받기 때문에 발효진행상황과 알코올 생성정도를 예측할 수 있는 중요한 지표인데, 도정도 10%의 pH는 3.87-4.15로 도정도 20-40%의 pH 3.74-3.95 와는 유의적인 차이가 있게 높게 나타났으며 이는 Lee 등 [13], Chun 등[7], Kim 등[14]이 보고한 결과와 일치하였지만 도정도 20-30%인 시료에서는 그 차이가 미미하고 일정한 경향을 나타내지 않았으며, 같은 도정도내에서 수분흡수율에 따른 유의한 차이도 확인할 수 없었다. 술에 있어서 산의 함량은 술의 풍미와 보존성에 영향

**Table 3.** Chemical contents of rice wines prepared from various *koji*

<i>koji</i> various	pH	Total Acidity (citric acid, %)	Total Acidity (citric acid, %)	Alcohol (%)
			(6% alcohol adjusted)	
10_a	4.15±0.01	0.71±0.02	0.23±0.04	16.3±0.3
10_b	4.12±0.02	0.76±0.04	0.25±0.05	16.6±0.3
10_c	3.92±0.01	0.72±0.03	0.23±0.07	16.5±0.4
10_d	3.87±0.01	0.74±0.02	0.24±0.03	16.9±0.1
20_a	3.79±0.03	0.81±0.00	0.30±0.08	17.2±0.5
20_b	3.81±0.02	0.85±0.01	0.33±0.05	17.3±0.2
20_c	3.78±0.01	0.96±0.03	0.36±0.07	17.5±0.5
20_d	3.74±0.01	0.99±0.01	0.38±0.05	17.3±0.3
30_a	3.91±0.02	0.93±0.02	0.35±0.04	17.3±0.1
30_b	3.90±0.00	0.96±0.03	0.36±0.06	17.3±0.1
30_c	3.87±0.01	0.99±0.01	0.39±0.06	17.4±0.5
30_d	3.88±0.01	0.99±0.04	0.38±0.03	17.5±0.3
40_a	3.94±0.02	0.77±0.01	0.27±0.09	17.3±0.3
40_b	3.84±0.01	0.88±0.05	0.33±0.05	17.2±0.4
40_c	3.92±0.00	0.90±0.02	0.35±0.04	17.3±0.3
40_d	3.95±0.01	0.96±0.03	0.37±0.06	17.1±0.1

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

a, b, c and d means steeping time (a: water absorption degree 80%(compared to maximum water absorption)/ b: 50 minutes, c: 90minutes, d: 240minutes).

을 주며 술의 품질에도 큰 영향을 미친다. 산도가 너무 높으면 초산발효와 같은 이상발효가 진행되었음을 예상할 수 있으며, 너무 낮으면 술의 특유의 산미를 느끼지 못하여 맛의 조화가 떨어질 수 있다. 도정도 10%의 총산 함량은 0.71-0.76%로 도정도 20-40%인 시료보다 낮은 결과를 보였으며, 도정도 30%인 시료가 0.93-0.99%로 가장 높게 나타났으며, 같은 도정도내에서는 침지시간이 증가함에 따라 총산의 함량도 증가하는 경향을 보였다. Lee 등[13]은 누룩으로 제조한 막걸리의 경우 도정도에 따라 총산함량은 유의적인 차이가 없다고 보고하였고, Kim 등[14]은 20% 도정찰쌀을 원료로 한 발효주가 가장 높은 산 함량을 보였다고 보고하여 실험결과가 일치하지는 않았다. 쌀입국으로 제조한 술은 쌀입국의 유기산 생성능이 높아서 일반누룩보다 총산함량이 높게 나타나는데 Park 등[27]이 보고한 시판막걸리의 총산 함량은 0.28-0.57% 이었으며, Kwon 등[28]은 쌀입국으로 제조한 막걸리의 총산 함량은 쌀의 품종에 따라 0.27-0.44%라고 보고하였다. Park[27] 등과 Kwon[28] 등이 보고한 총산 함량은 알코올도수를 6%로 제성한 막걸리의 총산 함량이므로 본 실험에서도 알코올도수를 6%로 제성한 후 측정된 총산함량은 0.23-0.39%로 유사한 수준을 보였다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 원료인 뽕쌀의 도정도와 침지시간이 쌀, 쌀입국 그리고 쌀입국 발효주에 미치는 영향을 조사하기 위해 10, 20, 30 및 40% 도정한 쌀을 이용하여 수분흡수율별로 쌀의 물리적인 특성과 쌀입국의 당화력·산생성력을 비교분석하였으며, 제조한 쌀입국별로 쌀입국 발효주를 제조하여 그 특성을 비교 분석하였다. 도정도별 원료의 일반성분은 단백질은 현미 7.45%에서 40% 도정시 4.57%로 도정도가 증가할수록 지속적으로 감소하였으며, 지방과 회분은 20% 도정시까지 도정도가 증가할수록 급격하게 감소하였다가 이후엔 서서히 감소하였다.

도정도와 상관없이 침지후 약 8-15분까지의 초반 수분흡수는 침지수온이 높을 때가 빨랐으나, 시간이 지날수록 침지수온이 낮을때가 점차 수분흡수가 빨라졌고, 약 30-40분 이후에는 수분흡수가 매우 천천히 진행되어

최대흡수율이 약간 더 높았다. 또한 도정도가 높을수록 최대수분흡수율은 더 높았다.

침지전 도정미의 경도는 현미와 유사하였고 현미는 수분을 서서히 흡수하여 경도가 서서히 낮아졌지만 10% 이상 도정한 쌀은 수분을 흡수함에 따라 짧은 시간동안 경도가 급격하게 낮아졌으며 20분경과 이후에는 경도의 변화가 미미했다. 도정도 10%의 경우에는 도정도 20-40% 도정미보다 높은 경도를 유지하였으며, 최대흡수율을 보인 시점 이후에도 높은 경도를 보였다. 침지시간이 길수록 고두밥의 탄성은 점차 감소하는 경향을 보였으며 40%도정 고두밥은 침지시간이 길어짐에 따라 현저한 탄성감소를 보였다. 도정도와 수분흡수율을 달리하여 제조한 쌀입국의 산도는 5.6-9.3으로 모두 5.0 이상이었으며, 당화력은 53.1-100.9 SP로 도정도 40%(침지수분흡수도 80%)인 시료를 제외한 모든 쌀입국이 규격에 적합하였고 도정도 10%의 쌀입국의 당화력이 가장 높았고 도정도 40%가 가장 낮았다. 도정도 10%를 제외한 20-40%의 쌀입국에서는 침지시간이 길수록 당화력이 높았다. 쌀입국의 산도는 도정도 10%의 입국이 낮게 나타났다.

쌀입국 발효주의 알코올 함량은 도정도 10%인 시료가 16.3-16.9%(v/v)으로 다른 도정도의 시료가 17.1-17.5%(v/v)인 것에 비해 낮은 알코올함량을 보였고, 같은 도정도내에서는 침지수분흡수정도에 따른 알코올함량 차이가 미미하였다. pH는 도정도 10%의 수분흡수가 부족한 시료가 4.12-4.15로 다른 도정도 시료의 3.74-3.95 와는 유의적인 차이가 있게 높게 나타났다. 총산 함량은 도정도 10%가 0.71-0.76%로 다른 도정도 시료보다 낮은 결과를 보였으며, 도정도 30%인 시료가 0.93-0.99%로 가장 높게 나타났으며, 같은 도정도 내에서는 침지시간이 증가함에 따라 총산의 함량도 증가하는 경향을 보였다. 한편 침지특성과 발효중의 이화학적 특성은 발효중 유기산 생성과 pH변화에 따라 산도에 영향을 준 것으로 판단된다.

#### Reference

- [1] Y. T. Kim, J. H. Kim, S. H. Yeo, D. H. Lee, J. U. Im, S. T. Jeong, J. H. Choi, H. S. Choi, H. J. Hwang, Uri Sul Bomulchang-go. The treasure houses of Korean liquor. The Foundation of Agri. Tech. Commercialization

- and Transfer, Suwon, Korea, pp.146-181, 2011.
- [2] U. H. Baek, "Manufacturing and sales status of Cheongju". Journal of the Korean society of dietary culture, Vol. 4, No. 3, pp.293-300, 1989.
- [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. 1, No. 25, 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] H. R. Kim, Y. H. Kwon, J. Ho. 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>
- [6] S. R. Kim, J. Y. Ahn, H. Y. Lee, T. Y. Ha, "Various Properties and Phenolic Acid Contents of Rices and Rice and Brans with Different Milling Fractions", Korean J. Food Sci. Technol, Vol. 36, No. 6, pp.930-936, 2004.
- [7] A. R. Chun, D. J. Kim, M. R. Yoon, S. K. Oh, I. S. Choi, H. C. Hong, Y. G. Kim, "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>
- [8] I. Yoshitsugu, K. Kouhei, S. HARA, "Effects of the Polishing Ratio of Rice on Nitrogen Content of Sake Mash", J. Brew. Soc. Japan, Vol. 91, No. 2, pp.130-435, 1996.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.6013/jbrewsocjapan1988.91.130>
- [9] H. K. Shin, B. H. Ahn, "Aroma Produced by Saccharomyces cerevisiae Using Various Amino Acids", J. Korean Agric. Chem. Biotech, Vol. 28, No. 3, pp.196-201, 1985.
- [10] A. Yoshihiko, N. Yoshihito, S. Kenji, S. Yuko, O. Stomi, W. Tsutomu, K. Mitsuoiki, K. Kume, M. Masaki, W. Kenichi, K. Kazuaki, H. Dai, "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>
- [11] I. Kimio, I. Toshihiko, H. Emiko, T. Azuhiro, T. Hitoshi, N. Nobushige, "Influence of the variety of rice and polishing rate on Japanese sake koji making", J. Brew. Soc. Japan, Vol. 99, No. 1, pp.55-63, 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.6013/jbrewsocjapan1988.99.55>
- [12] J. B. Eun, T. Y. Jin, M. H. Wang, "The Effect of Waxy Glutinous Rice Degree of Milling on the Quality of Jinyangju, a Korean Traditional Rice Wine", Korean J. Food Sci. Technol, Vol. 39, No. 5, pp.546-551, 2007.
- [13] 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.
- [14] H. R. Kim, A. R. Lee, Y. H. Kwon, H. J. Lee, S. J. Jo, J. H. Kim, B. H. Ahn, "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.
- [15] W. S. Park, I. H. Kim, Y. J. Koo, "Effect of Different Rice Treatments on Fermentation Characteristics of Baikhaju (a Korean Traditional Alcoholic Beverage)", J. Korean Society of Food Culture, Vol. 11, No. 5, pp.601-608, 1996.
- [16] J. H. Lee, G. W. Kim, J. Y. Shim, 'Characteristics of Makgeolli Sul-dut by Pretreatment of Rice and Koji', Food Eng. Prog, Vol. 18, No. 1, pp.50-59, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.13050/foodengprog.2014.18.1.50>
- [17] M. H. So, Y. S. Lee, "Effects of Culture Conditions of Rhizopus sp. ZB9 on the Production of Organic Acid during the Preparation of Rice Koji", Korean J. Food & Nutr, Vol. 23, No. 1, pp.70-75, 2010.
- [18] Korea National Tax Service Liquor Analysis Regulation. National Tax Service Technical Service Institute, Korea. 2013.
- [19] B. H. Song, D. Y. Kim, S. K. Kim, Y. D. Kim, K. S. Choi, "Distribution of minerals within the degermed brown rice kernel", J. Korean. Agric. Chem. Soc, Vol. 31, No. 2, pp.162-168, 1988.
- [20] K. A. Kim, E. R. Jeon, "Physicochemical Properties and Hydration of Rice on Various Polishing Degrees", Korean J. Food Sci. Technol, Vol. 28, No. 5, pp.959-964, 1996.
- [21] Y. H. Lim, H. Y. Lee, M. S. Jang, "Changes of Physicochemical Properties of Soaked Glutinous Rice During Preparation of Yu-Kwa", Korean J. Food Sci. Technol, Vol. 25, No. 3, pp.247-251, 1993.
- [22] S. K. Kim, J. B. Bang, "Physicochemical Properties of Rice Affected by Steeping Conditions", Korean J. Food Sci. Technol, Vol. 28, No. 6, pp.1026-1032, 1996.
- [23] KFDA. Korean Food Additive Code. Korea Food Drug Administration, Seoul, Korea. p. 867-869, 2004.
- [24] M. H. So, "Cultural Conditions for the Production of

Saccharogenic Amylase During Rice-Koji Making by *Aspergillus awamori* var. -kojikawachii", *Korean J Food & Nutr*, Vol. 6, No. 4, pp.294-300, 1993.

- [25] J. S. Kim, J. H. Lee, Y. E. Chang, G. C. Kim, K. M. Kim, "The Quality Characteristics of Rice Mash by Mixing Ratios of Rice and Rice Koji", *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*, Vol. 42, No. 12, pp.2035-2041, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.12.2035>
- [26] K. Iwano, N. Nakazawa, T. Ito T, H. Takahashi, Y. Uehara, R. Matsunaga. "The influence of protein components in raw material rice on various enzyme activities in sake-koji", *J. Brew. Soc. Jpn*, Vol. 96, No. 12, pp.857-862, 2001.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.6013/jbrewsocjapan1988.96.857>
- [27] C. W. Park, S. Y. Jang, E. J. Park, S. H. Yeo, O. M. Kim, Y. J. Jeong, "Comparison of the Quality Characteristics of Commercial Makgeolli Type in South Korea", *Korean J. Food Preserv*, Vol. 18. No. 6, pp.884-890, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.11002/kjfp.2011.18.6.884>
- [28] Y. H. Kwon, A. R. Lee, H. R. Kim, J. H. Kim, B. H. Ahn. "Quality Properties of Makgeolli Brewed with Various Rice and Koji", *Korean J. Food Sci. Technol*, Vol. 45, No. 1, pp.70-76, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2013.45.1.70>

**이 석 준(Seok-Jun Lee)**

[정회원]



- 2013년 2월 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 (이학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 박사과정
- 2013년 8월 ~ 현재 : 농업회사법인 주식회사 좋은술 대표

<관심분야>  
양조학, 발효식품학

**공 태 인(Tae-In Kong)**

[정회원]



- 1999년 2월 : 연세대학교 이과대학 화학과 (이학석사)
- 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