



## 쌀 전처리를 달리한 증류주의 품질특성

이승은 · 강지은 · 임보라 · 강희윤\*

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과

### Quality Characteristics of Distilled Soju with Different Pretreatment of Rice

Seung Eun Lee, Ji-Eun Kang, Bora Lim, Heui-Yun Kang\*

*Fermented & Processed Food Science Division, Department of Agro-food Resources,  
National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration*

#### Abstract

The purpose of this study was to confirm the quality characteristics of distilled soju with different rice pretreatment processes. The non-steamed fermentation method is a technology that uses starch to produce saccharification and alcohol without going through the steaming of raw materials. It has advantages such as reduction of manpower and cost, prevention of nutrient loss, and minimization of waste water. In this study, rice used were non-steamed and pulverized 'Baromi2', non-steamed and steamed 'Samgwang', and puffed rice. As the fermenting agent, koji, modified nuruk, N9 yeast, and purified enzyme were used, and lactic acid was added to prevent contamination during fermentation. The amount of water was 300% in total, and after the first watering, 5 days after fermentation, the second watering was carried out. As a result of the study, it was confirmed that the non-steamed fermentation method using 'Baromi' was superior to the existing fermentation method in terms of temperature during fermentation, final alcohol content, soluble solids, and pH. By expanding the stability of the production technology of non-steamed fermentation technology, product quality improvement can be expected.

**Key Words :** Non-steamed fermentation, korean traditional alcohol, distilled soju

#### 1. 서 론

술은 탄수화물, 당류 등의 원료가 알코올 발효와 미생물 분해작용을 통해 만들어지는 발효 산물이다. 그중에서도 증류주는 탁주, 약주와 더불어 우리나라 고유의 술로, 회석식 소주와 구분된다. 소주는 페르시아가 기원으로 알려져 있으며, 우리나라에는 몽고군을 통해 14세기경 고려 시대 때 전래되었다. 탁주, 약·청주와는 달리 증류 과정을 거쳐 알코올 함량이 높아 저장성이 우수하고, 원료나 방법 등에 따라 독특한 향과 맛의 차이가 있다(Lee et al. 2014). 최근 전통주의 활성화와 함께 증류주는 프리미엄 이미지와 더불어 발효주 대비 부가가치가 높고, 유통기간이 길어 보관이 용이한 장점이 있어 소비자의 선호가 증가하고 있다. 그러나 위스키와 브랜디 등 외국 증류주에 제품 경쟁력이 밀리고 있다(aT 2022). 또한 생산 수단으로 설비가 필수적이고, 규모가 상당한 장치산업으로서 증류와 숙성과정을 거쳐 생산하기 때문에 소비자의 기호에 맞는 고품질의 증류주를 생산하기 위해서는 이에 대한 기술지원이 필요한 실정이다.

전통주의 대표적인 양조법은 백미, 찰쌀 등 주로 곡류를 원료로 하여 당화와 알코올 발효가 동시에 일어나는 병행발효를 사용한다. 알코올 생산을 위한 전분질 원료의 전처리 방법에는 전분을 호화 후 당화하는 방법과 증자하지 않고 생전분 분해효소를 이용하는 방법으로 구분할 수 있다. 전통적인 양조 방식은 원료를 100°C 이상의 수증기를 이용하여 전분을 호화시키는 증자 과정을 거친다. 이 과정에서 원료에 포함된 영양분이 파괴되고 증자된 쌀을 다시 냉각해야 하는 공정이 요구된다(Shin & Jeong 2003; Kim et al. 2012). 이러한 공정의 간소화를 위하여 생쌀 발효법을 이용한 양조법이 연구되어왔다(Song & Park 2003; Park et al. 2012; Ryu et al. 2021). 생쌀 발효 양조법은 생전분 분해효소를 사용하여 증자 과정 없이 알코올 발효가 가능하며, 증자법을 이용한 막걸리에 비해 고함량의 아미노산, 식이섬유 등을 함유하고 알코올 수율의 증가를 기대할 수 있다. 또한 쌀에 존재하는 열에 불안정한 효소, 단백질 및 비타민 등의 변성 및 파괴를 최소화할 수 있어 품질에도 상당한 이점이 있다. 뿐만 아니라 양조공정의 단순화와 함께 노동력 및 설비 등 비

\*Corresponding author: Heui-Yun Kang, Fermented & Processed Food Science Division, Department of Agro-food Resources, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, 166, Nongsaengmyeong-ro, Iseo-myeon, Wanju\_Gun, Jeollabuk-do, Republic of Korea  
Tel: +82-63-238-3621 E-mail: albert@korea.kr

용 또한 절감되고, 고농도의 유기 산입 폐수를 최소화하여 환경오염 부담을 줄일 수 있다.

현재까지 생쌀 발효에 관한 연구를 살펴보면 무증자 전분의 당화 및 알코올 생성에 관한 연구(Lee et al. 1984; Park et al. 1984), 생쌀 발효 발효주의 제조 및 품질특성 연구(Jeong & No 2004; Kim et al. 2011; Kim et al. 2012; Lee & Kang 2012; Kim et al. 2014; Kim et al. 2015; Ryu et al. 2021), 무증자용 발효제를 이용한 막걸리 제조 연구(Shon et al. 1990; Park et al. 2012; Lee et al. 2019) 등이 있으나 생쌀 발효 기술을 증류주에 효과적으로 적용할 수 있는 연구는 부족한 실정이다.

증류주는 재료나 발효 과정이 막걸리나 약·청주 등 발효주와 유사하지만, 증류 및 숙성 과정에 따른 차이가 있기 때문에 효율적인 제조공정의 확립과 경쟁력 있는 증류주 제조를 위해서는 증류주의 발효 품질에 대한 연구가 필수적이다. 본 연구에서는 기존에 개발되어 있는 증류주 제조 기술에 생쌀 발효 기술을 적용하여 쌀의 전처리 공정을 달리한 증류주의 품질 특성을 분석함으로써 생쌀발효 기술의 보급 및 확대를 통한 증류주 제조에 기여하고자 한다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에서는 사용된 원료인 쌀은 전라남도 곡성에서 생산된 바로미2, 경주시에서 생산된 삼광쌀과 팽화미(㈜조은곡식)를 사용하였다. 바로미2는 곡립의 경도가 낮아 쌀을 불리지 않고 제분이 가능한 분질미이다. 전분 손상이 낮아 고품질의 쌀가루를 생산할 수 있으며, 찌라기 발생률이 매우 낮다. 6월 말-7월 초 모내기를 하여 타 작물과의 이모작이 가능한 품종이다(RDA 2021). 삼광은 우리나라에서 두 번째로 많이 재배되는 백미 품종이다. 농촌진흥청이 육종한 자포니카 품종으로 쌀 시장 개방에 대응하기 위해 생산 농가·소비자·가공업자의 선호를 모두 갖춘 유전자가 집적되어 높은 수량성과 강한 내병성, 뛰어난 밥맛을 지닌 품종이다(RDA 2022). 팽화미는 쌀을 고압, 고온으로 유지하다가 상압, 상온으로 조절하여 팽창시킨 알파화 된 쌀 전분이다. 이렇게 호화된 전분은 효소작용 및 당화에 유리하다(Kim et al. 2007). 입국미는 안동전통발효에서 구입한 백국을 사용하였고, 효모는 (주)수원발효에서 구매한 N9를 사용하였다. 정제

효소는 (주)충무발효에서 구입하여 사용하였다.

### 2. 술덧 제조 및 증류

술덧을 제조하기 위해 사용된 재료 비율은 <Table 1>과 같다. 바로미2 생쌀 발효(NG)는 도정된 바로미2 10 kg에 입국, N9 효모, 정제 효소를 넣고 15 L의 물을 1차 급수하여 잘 저어준 후 25°C에서 5일간 발효한 뒤 15 L를 2차 급수하였다. 삼광 생쌀 발효(NS)도 삼광 쌀을 이용하여 이와 동일한 방식으로 술덧을 제조하였다. 분쇄 바로미2 생쌀 발효(GG)는 바로미2 10 kg을 분쇄한 가루를 입국, N9 효모, 정제 효소를 넣고 15 L의 물을 1차 급수하여 잘 저어준 후 25°C에서 5일간 발효한 뒤 15 L를 2차 급수하였다. 전통적인 방법인 삼광 증자 발효(SS)는 삼광 쌀을 씻어 2시간 동안 침지 시킨 후 건져내어 1시간 동안 물을 뺀 후 증자기에 40 분간 찌고 20분간 뜸을 들인 후 방냉기에 올려 25°C로 식힌 뒤 입국, N9 효모, 정제 효소를 넣고 15 L의 물을 1차 급수하여 잘 저어준 후 25°C에서 5일간 발효한 뒤 15 L를 2차 급수하였다. 팽화미를 이용한 발효(PR)는 팽화미 10 kg에 입국, N9 효모, 정제 효소를 넣고 17 L의 물을 1차 급수하여 잘 저어준 후 25°C에서 5일간 발효한 뒤 13 L를 2차 급수하였다.<Figure 1>. 술덧은 1일 1회 70% 알코올로 소독한 국자로 교반하였다. 본 연구에서는 술덧이 완성된 후 24시간 이후부터 15일까지의 발효주의 품질을 측정하였다.

### 3. 가용성 고형분 함량 측정

가용성 고형분(°Brix) 함량은 디지털 굴절계(PR-201, Atago Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

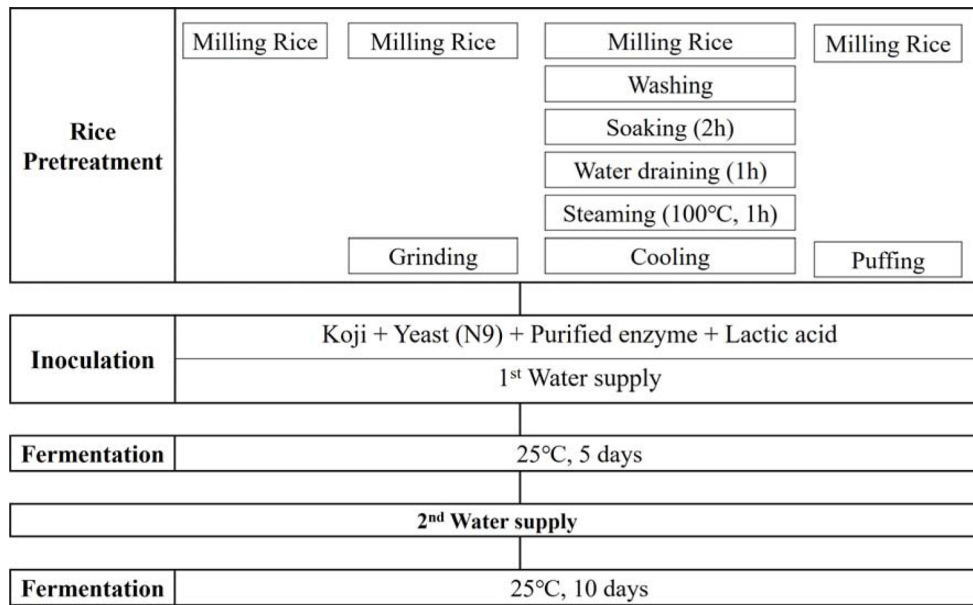
### 4. pH 및 총산 측정

pH는 시료 10 mL를 비이커에 담고 교반시키면서 pH meter (Orion 3 star, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, Massachusetts, USA)로 상온에서 측정하였다. 총산은 주류분석규정(National Tax Service Liquor License Support Center, 2017)에 따라 각 시료 10 mL를 중화시키는데 필요한 0.1 NaOH (Yakuripure chemicals Co., Ltd., Kyoto, Japan) 용액으로 pH 7이 될 때까지 적정하여 총산으로 환산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{총산 g/100 mL} = \text{산도(적정 mL)} \times 0.006 \times 10$$

<Table 1> Component of raw materials in steamed or non-steamed fermentation experiment (g, L)

Experiment	Rice	Koji	Purified enzyme	Yeast (N9)	Lactic acid	1 <sup>st</sup> Water supply	2 <sup>nd</sup> Water supply
NG	10,000	2,500	5	20	0.5	15	15
GG	10,000	2,500	5	20	0.5	15	15
NS	10,000	2,500	5	20	0.5	15	15
SS	10,000	2,500	5	20	0.5	15	15
PR	10,000	2,500	5	20	0.5	17	13



<Figure 1> Schematic diagrams of processing method using different rice pretreatment

## 5. 알코올 함량 분석

알코올 함량은 국세청 주류분석규정의 주정 분석에 따라 증류 플라스크에 술덧 100 mL와 증류수 100 mL를 혼합 후, 기포 발생을 억제하기 위하여 소포제와 액화 효소를 넣고, 증류하여 100 mL 메스실린더에 80 mL까지 증류액을 취한 뒤 증류수로 정용하여 알코올 분석기(Digital Alcohol Meter DA-155, Kyoto Electronics Manufacturing Co., Ltd., Japan)를 이용해 15°C로 보정하고, 시료를 3-5 mL를 주입하여 알코올 함량(% , v/v)을 측정하였다.

## 6. 생쌀 발효 증류주 다중 향기패턴(전자코) 분석

생쌀 발효 증류주의 다중 향기성분 분석은 3 mL를 10 mL Vial (Ls-Phs-Psck GmbH, Langerwehe, Germany)에 넣고, 40°C에서 30분간 500 rpm으로 교반하여 전자코(Fast GC based HRACLES flash Electronic nose. Alpha Mos, AMcombi PAL, France)를 이용하여 측정하였다. 시료 분석에는 두 개의 Column이 부착된 HRACLES E-nose (DB5 apolar and DB1701 Slightly polar)가 사용되었으며, Flame Ionization Detector (FID)로 검출하였다. Injection은 Syringe type (5.0 mL-HS)으로 Column 온도가 25°C로 유지된 상태에서 Column head pressure 1.0 psi로 주입하였다. 분석 시 injector의 온도는 200°C, detector 200°C로 하고, injector pressure는 1.0 psi, detector pressure 39.0 psi로 하였다. 검출된 피크에 따라 discrimination power의 0.900 이상과 RSD 20% 미만의 sensor를 선택하여 Alpha Mos software를 이용하여 판별분석법(Discriminant Function Analysis)과 SIMCA (Soft Independent Modelling of Class Analogy)로 나타냈다. 시료 분석 전 kovats (Custom Alkanes Blend

Standard)를 이용하여 C6-C16까지의 피크(pick) 값을 얻어 standard로 이용하였다. 데이터 통계처리는 Alpha MOS Software를 사용하여 판별분석법(Discriminant Function Analysis)으로 나타내었다.

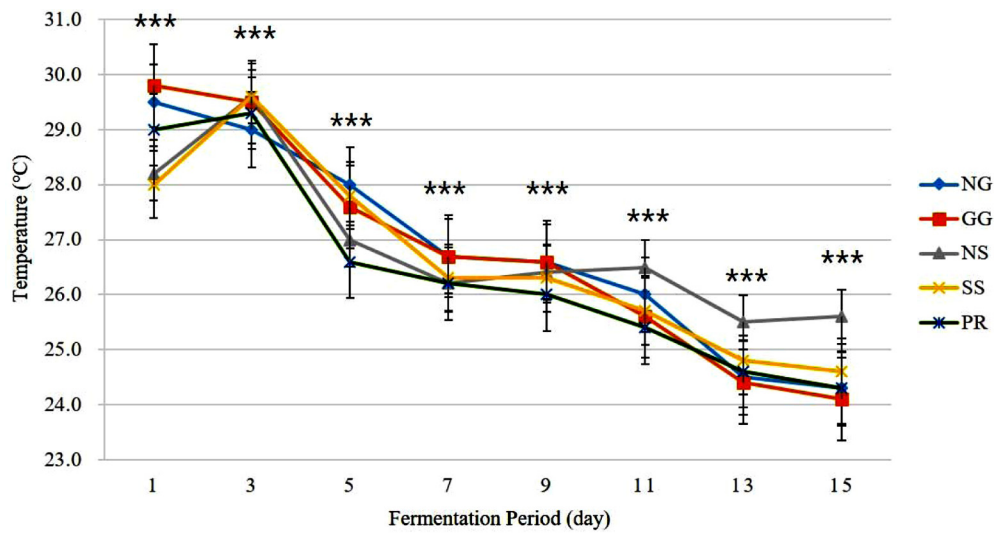
## 7. 통계처리

SPSS program (version 22.0)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 시료 간의 통계적 유의성은  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 사후 검증하였다.

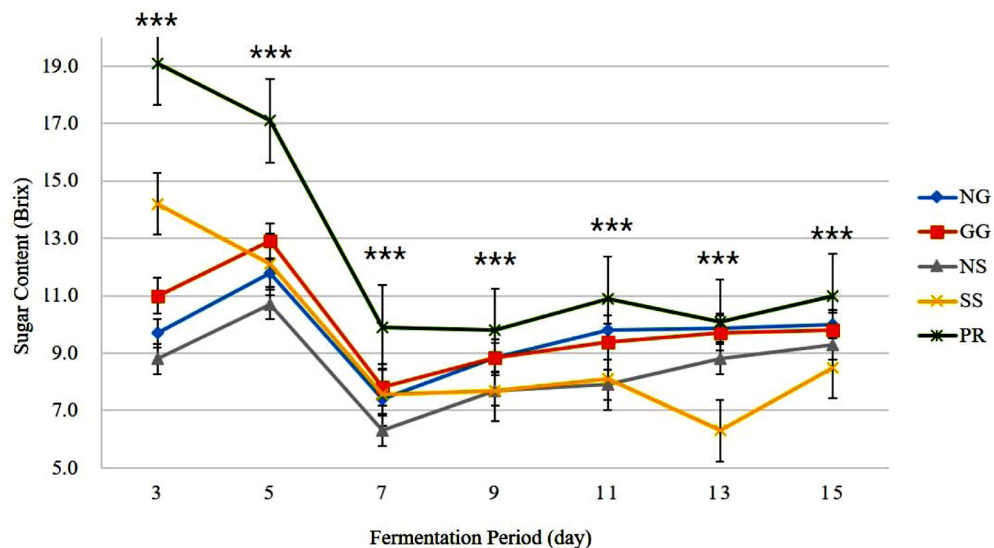
# III. 결과 및 고찰

## 1. 품온

쌀 전처리 방법에 따라 발효 기간별 술덧의 품온 변화는 <Figure 2>와 같다. 바로미2를 이용한 생쌀 발효(NG)와 분쇄 바로미2를 이용한 생쌀 발효(GG)와 팽화미(PR)를 이용한 발효는 5일차까지 품온이 29.0°C 이상으로 유지되어 비교적 높은 것으로 나타났으며, 발효 일차가 진행될수록 점차 감소하여 11일차 이후에는 실내온도인 25°C 이하로 나타났다. 이는 생쌀 발효법에서도 증자 쌀을 원료로 한 술덧이 발효될수록 발효열이 떨어진다는 Park et al. (2004)의 연구 결과와 일치하는 것으로 보이며, 전분의 분해 과정이 삼광쌀을 이용한 실험군에 비해 빨리 진행되어 알코올로 빠르게 진행되어 품온이 높은 것으로 보인다. 반면, 삼광쌀을 이용한 생쌀 발효(NS)와 증자 삼광쌀을 이용한 전통적 발효 방식(SS)은 1일차에서 각각 28.2, 28.0°C에서 3일차까지 29.6°C로 온도 상승을 보였으며, 이후 점차 낮아지는 경향을 보였다. 특히 삼광쌀을 이용한 생쌀 발효(NS)는 발효 11일차 이후에도



<Figure 2> Internal temperature changes by fermentation period according to rice pretreatment  
 NG: Non-steamed *Baromi2*, GG: Grinded *Baromi2*, NS: Non-steamed *Samgwang*, SS: Steamed *Samgwang*, PR: Puffed Rice  
 All values are mean (n=3). \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.005



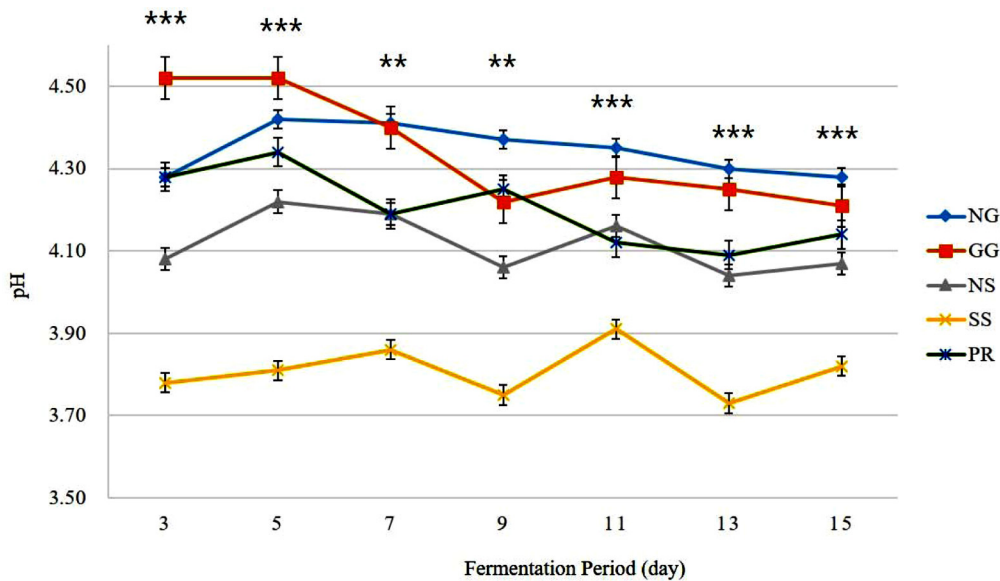
<Figure 3> Sugar content changes by fermentation period according to rice pretreatment  
 NG: Non-steamed *Baromi2*, GG: Grinded *Baromi2*, NS: Non-steamed *Samgwang*, SS: Steamed *Samgwang*, PR: Puffed Rice  
 All values are mean (n=3). \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.005

품온이 26.5°C로 나타났으며, 15일차에는 25.6°C로 실내 온도보다 낮은 다른 실험군에 비해 높은 것으로 확인되었다. 이는 바로미2와 팽화미를 이용한 실험군에 비해서 발효기간 전반에 걸쳐 끓임없는 당화 작용과 이로 인한 알코올 생성이 일어났기 때문으로 사료된다. 결론적으로 모든 실험군에서 품온은 24.1-29.5°C로 안정적으로 발효가 진행되었지만, 삼광 생쌀(NS)을 제외한 실험군에서 13일차에 실내온도 이하로 떨어졌으며, 이는 바로미2를 이용한 생쌀발효 방식이 미생물에 의한 발효가 삼광쌀을 이용한 실험군에 비해 발효가 활발하게 진행된 것으로 사료된다.

## 2. 가용성 고형분 함량

시료별 당화 정도를 확인하기 위하여 발효 기간별 가용성 고형분 함량을 측정하였다<Figure 3>. 가용성 고형분은 발효 정도를 확인할 수 있는 지표일 뿐만 아니라 당류를 포함하여 술의 단맛에 영향을 주어 발효주의 특성을 결정짓는 성분이다. 그러나 증류주의 경우에는 잔당 함량이 높으면 증류주의 수율을 낮게 하거나, 품질에 나쁜 영향을 주는 푸르프랄 생성을 촉진할 수 있다. 가용성 고형분의 함량 변화는 술덧 안의 가용성 고형분이 효모에 의해 발효과정에 이용되면서 원료의 전분질이 당화 효소 작용에 의해 당분으로 분해





<Figure 4> pH changes by fermentation period according to rice pretreatment

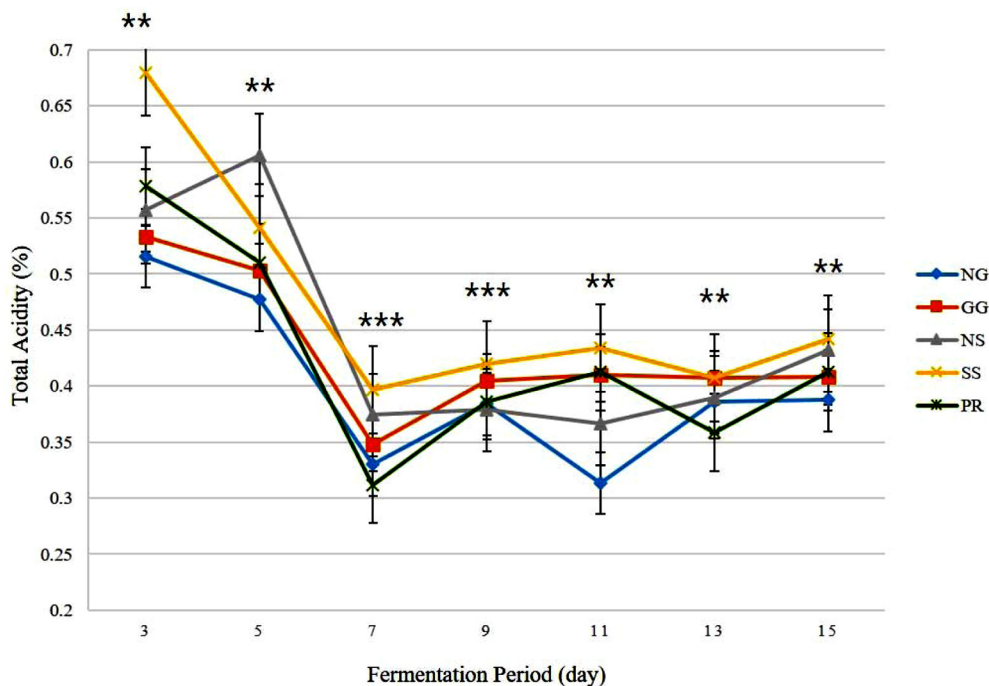
NG: Non-steamed Baromi2, GG: Grinded Baromi2, NS: Non-steamed Samgwang, SS: Steamed Samgwang, PR: Puffed Rice  
All values are mean (n=3). \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.005

되고, 동시의 알코올 생성이 진행되고 있음을 나타낸다(Jin et al. 2008; Ryu et al. 2021). 초기 가용성 고형분 함량은 팽화미(PR)가 19.1°Brix로 가장 높게 나타났으며, 팽화미(PR)의 가용성 고형분 함량 변화는 발효 7일차까지 급격하게 감소하다가 발효 7일차부터 15일차에는 평균 10.34 °Brix 수준으로 유지되었다. 이러한 경향은 팽화미에 비해 비교적 낮은 수치이지만 증자 삼광쌀을 이용한 전통적 발효 방식(SS)에서도 비슷한 경향으로 나타났다. 이는 쌀의 전분이 당분으로 분해되면서 미생물의 영양원 및 발효기질로 이용되어 발효 후기에 당도가 감소한 것으로 보이며, Park et al. (2002)의 연구와 일치한다. 반면, 삼광쌀을 이용한 생쌀 발효(NS)가 8.8°Brix로 가장 낮은 것으로 확인되었다. 바로미2를 이용한 생쌀 발효(NG), 분쇄 바로미2를 이용한 생쌀 발효(GG), 삼광쌀을 이용한 생쌀 발효(NS) 등 생쌀발효 실험군은 5일차까지 가용성 고형분이 증가하다가 급수 후인 7일차에 급격하게 떨어지고, 이후 일정 수준으로 증가하였다. 이는 생쌀 발효의 경우 호화전분이 아니라 생전분을 분해하기 때문에 당화 속도에 차이가 있는 것으로 사료된다. 기존 연구에서 발효가 진행되면서 점차 당도가 감소하는 것에 비해 무증자용 누룩을 이용한 경우, 지속적으로 가용성 고형분이 증가한다는 Park et al. (2012)과, 저장기간 중 6일차까지 당분이 증가하였다가 이후부터 감소하는 경향을 보인 Kim et al. (2007)의 연구 결과와 일치한다. 본 연구 결과를 통해 원료의 전처리 과정에서 전분을 호화시킨 팽화미, 전통적인 증자를 이용한 발효법과 생쌀발효에는 전분질의 당화에 있어서 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다.

### 3. pH 및 총산

술 중에 적당한 산은 맛을 좋게 하고 술덧 발효 시 잡균의 번식을 억제하는 긍정적인 면이 있다. pH와 산도는 발효 및 알코올 생성 진행 정도를 확인할 수 있는 중요한 지표 중 하나이다(Song & Park 2003; Kim et al. 2017). 쌀 전처리 방법에 따라 발효 기간별 pH 측정값은 <Figure 4>와 같다. 모든 실험군에서 발효 5일차까지 완만하게 높아지다가 발효 중기 이후 시료별로 다른 양상을 보인다. 발효 초기에는 분쇄한 바로미2 생쌀발효(GG)의 pH가 4.52로 가장 높았으며, 바로미2 생쌀발효(NG)와 팽화미(PR)를 이용한 발효 방식이 4.28로 그 뒤를 이었다. 반면 증자 삼광쌀을 이용한 전통적 발효 방식(SS)은 3.78로 가장 낮은 것을 확인하였다. 또한 발효 기간 동안 3.70-3.90 내외의 pH 함량을 보여 4.0-4.5 내외로 유지되는 다른 실험군에 비해 유의적으로 낮은 pH 함량을 보였다. pH는 함유된 유기산 종류에 따른 수소이온의 해리도에 의한 것이며, pH가 낮은 술덧의 경우 발효 과정 중에 초산이나 젖산 등이 미생물에 의하여 많이 생성된 것으로 볼 수 있다(Kong et al. 2011). 주세법상 막걸리의 pH는 3.8-4.7이다. 본 연구에서 발효가 완성된 15일차 pH 범위는 3.8-4.28로 모든 실험군에서 적정 범위로 나타났다.

총산의 변화는 대체로 발효 7일차까지 급격하게 감소하였다가 적정 수준으로 완만하게 유지되는 경향을 보인다(<Figure 5>). 산도는 pH와 마찬가지로 너무 높으면 초산이 발생하는 이상발효가 진행된 것을 알 수 있다. 증자 삼광쌀을 이용한 전통적 발효 방식(SS)은 발효 3일차에 초산 함량을 0.67%로 나타나 가장 높았으며, 팽화미(PR)는 0.57%로 그 뒤를 이었



<Figure 5> Total acidity changes by fermentation period according to rice pretreatment

NG: Non-steamed *Baromi2*, GG: Grinded *Baromi2*, NS: Non-steamed *Samgwang*, SS: Steamed *Samgwang*, PR: Puffed Rice

All values are mean (n=3)

\*\*p<0.05, \*\*\*p<0.005

다. 삼광 생쌀발효(SS), 분쇄 바로미2를 이용한 생쌀발효(GG), 바로미2를 이용한 생쌀발효(NG)는 각각 0.55, 0.53, 0.51%로 유의하게 적은 것으로 나타났다. 이것은 생쌀발효를 이용한 발효방식이 전통적인 증자 방법이나 쌀을 호화시킨 팽화미에 비해 초산균과 젖산균의 증식이 억제되었기 때문으로 사료된다. 발효 7일차에는 모두 0.4% 이하로 감소하고, 발효 15일차에는 모든 실험군의 산도가 0.38-0.44%로 확인되어 주세법상 막걸리의 적정 산도인 0.5% 미만으로 확인되어 정상 발효가 진행되었음을 알 수 있다.

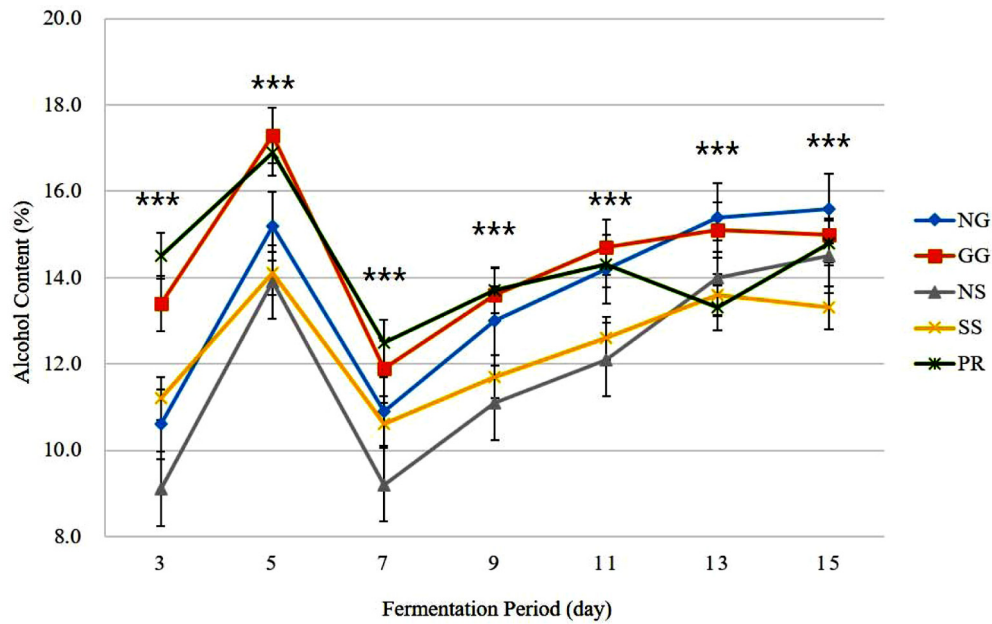
#### 4. 알코올 함량 및 수율

알코올 생성은 당이 CO<sub>2</sub>와 에탄올로 분해되는 것으로 발효 과정 중 기표의 생성으로 발효 진행 여부를 알 수 있으며, 발효주 등 양조의 품질에 중요한 척도가 된다(Im et al. 2012). 또한 최종 증류주의 수율을 예측할 수 있는 중요한 지표이다. 본 연구에서 쌀 전처리 방법에 따라 발효 기간별 알코올 함량 측정값은 <Figure 6>과 같다. 발효 일차에 따른 알코올 함량은 초기 발효가 활발히 이루어지는 5일차까지 증가하였다가 2차 급수 이후 측정된 7일차에는 감소하였으며, 이후 지속적으로 증가하였다. 이러한 경향은 모든 실험군에서 유사하게 나타난다. 양조 후 발효 24시간 후의 알코올 함량은 삼광 생쌀 발효법(NS)이 9.1%로 가장 낮은 것으로 확인되었으며, 팽화미(PR)가 14.5%로 가장 높은 것으로 확인되었다. 가루쌀 생쌀발효(NG)는 초기에는 삼광 증자법(SS)

에 비해 낮은 알코올 함량을 보였으나, 발효 5일차 이후 유의적으로 높은 알코올 함량을 보였다. 또한 삼광 생쌀발효(NS)에 비해서도 높은 알코올 함량을 보이는 것으로 나타났다. 발효 15일차의 알코올 함량은 가루쌀 생쌀발효(NG)가 15.6%로 가장 높았으며, 가루쌀 분쇄(GG)가 15.0%로 그 뒤를 차지하였다. 팽화미(PR)는 14.8%, 삼광 생쌀은 14.5%였으며, 삼광 증자(SS)가 13.3%로 가장 낮은 알코올 함량을 보였다. 이러한 결과는 발효 초기에 팽화미(PR)와 삼광쌀을 이용한 전통적 증자 발효 방식(SS)이 원료의 전처리를 통한 원료의 호화로 인해 효소작용이 용이하여 당분을 이용한 효모 작용으로 알코올 생성이 활발하게 나타난 것으로 보여진다(Park et al. 2012; Kim et al. 2014). 반면, 생쌀발효법은 초기에는 쌀 전분 당화가 팽화미(PR)와 삼광쌀을 이용한 전통적 증자 발효 방식(SS)에 비해 더디게 일어났지만 발효 중기 이후 당화와 알코올 생성이 빠르게 일어나 14% 이상으로 효과적으로 알코올 생성이 일어난 것으로 보인다. 생쌀발효법 중에서도 삼광쌀(NS)에 비해서 바로미2 (NG, GG)를 이용한 생쌀발효가 더 효과적인 알코올 생성능을 보인 것으로 확인되었다.

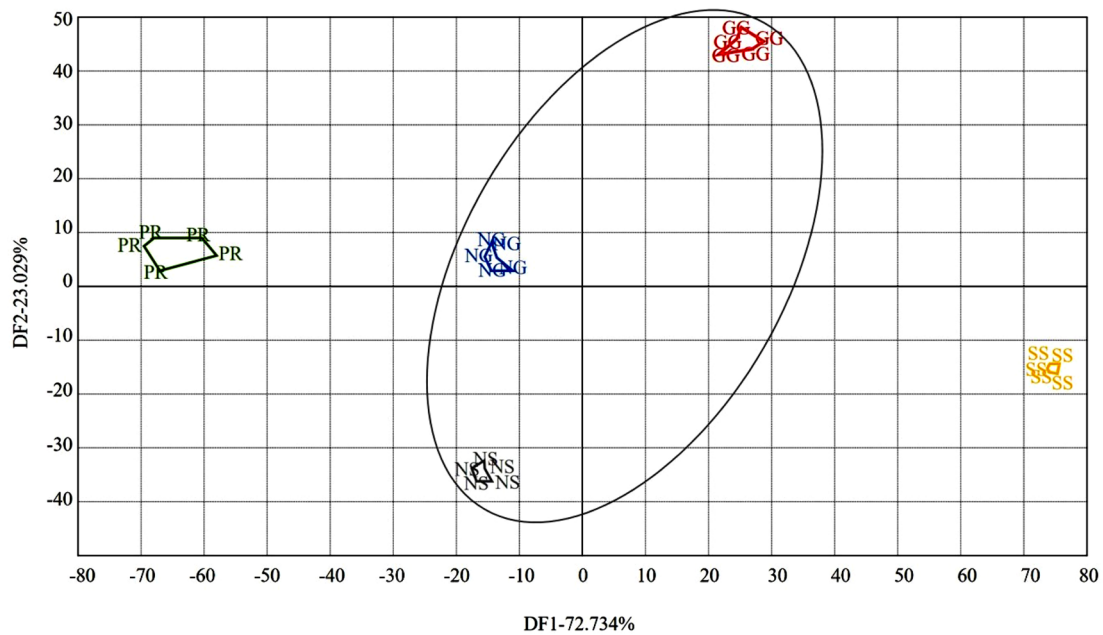
#### 5. 생쌀 발효 증류주의 다중 향기 패턴

원재료 전처리를 달리한 증류주의 전자코 분석 결과는 <Figure 7>과 같다. 증류주가 함유하고 있는 다양한 향기 성분을 구분하기 위해 판별분석법을 통해서 x축과 y축의 2차



<Figure 6> Alcohol content changes by fermentation period according to rice pretreatment

NG: Non-steamed *Baromi2*, GG: Grinded *Baromi2*, NS: Non-steamed *Samgwang*, SS: Steamed *Samgwang*, PR: Puffed Rice  
All values are mean (n=3). \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.005



<Figure 7> Multiple scent patterns through electronic nose analysis

\*NG: Non-steamed *Baromi2*, GG: Grinded *Baromi2*, NS: Non-steamed *Samgwang*, SS: Steamed *Samgwang*, PR: Puffed Rice

원으로 나타내었다. DF1은 72.73%, DF2은 23.02%로 전체 설명력의 95.75%로 나타났으며, x축에 의한 구분이 더 크다. 음의 방향에는 바로미2 생쌀 발효(NG)와 삼광쌀을 이용한 생쌀 발효(NS)가 부하되었으며, 양의 방향에는 증자 삼광쌀을 이용한 전통적 발효 방식(SS)과 바로미2 분쇄 생쌀발효(GG)가 부하되었다. 바로미2을 이용한 생쌀발효(NG)와 삼광

쌀을 이용한 생쌀발효(NS)는 유사한 것으로 나타났고, 분쇄한 바로미2을 이용한 생쌀발효(GG)도 유사했다. 팽화미(PR)과 증자 삼광쌀을 이용한 전통적 발효 방식(SS)은 가장 거리가 멀어 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구를 통하여 전처리 방식에 따라 다른 향기 패턴을 보이는 것으로 나타났다.

#### IV. 요약 및 결론

생쌀 발효기술은 원료의 증자 과정 없이 발효 과정을 거쳐 알코올을 생성할 수 있다. 이를 통해 현장에서는 양조공정이 단순화된 것은 물론 설비 시설 감축, 세척 및 냉각 과정에서도 발생하는 폐수·에너지 감소, 필요 노동 인력 및 시간의 축소 등 다양한 이점이 있다. 또한 세척 및 증자 과정에서 발생하는 영양분 파괴, 이취 등을 방지하여 최종 산물의 품질 또한 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 원재료의 전처리 방식을 달리하여 발효기술의 품질특성을 확인하였다. 발효 중 품온은 24-32°C 내외, 최종 pH와 총산은 3.8-4.28, 0.5% 미만으로 모두 이상발효 없이 발효가 진행 된 것을 알 수 있었다. 바로미2를 이용한 생쌀발효 방식은 초기 품온이 29.5°C에서 발효가 종료되는 15일차에는 24.3°C로 나타났고, 가용성 고형분 함량은 7.4-10.0°Brix, 최종 발효물의 pH와 총산의 농도는 4.28, 0.38%로 나타났다. 최종 알코올 농도 15.6%로 가장 높은 것을 확인하여 생쌀발효에 적합한 품종으로 확인되었다. 분쇄한 바로미2를 이용한 생쌀발효 방식은 초기 품온이 29.8°C에서 발효가 종료되는 15일차에는 24.1°C로 나타났고, 가용성 고형분 함량은 7.8-12.9°Brix, pH와 총산의 농도는 4.21, 0.40%로 나타났으며, 최종 알코올 농도 15.0%로 확인되어 두 번째로 높았다. 자포니카 품종 멍쌀인 삼광을 이용한 생쌀발효는 초기 품온이 28.2°C에서 발효가 종료되는 15일차에는 25.6°C로 나타났고, 가용성 고형분 함량은 6.3-10.7°Brix, 최종 pH와 총산의 농도는 4.07과 0.43%로 나타났고, 최종 알코올 농도 14.5%로 비교적 낮게 나타났다. 전통적인 방법인 삼광을 이용한 증자 방식은 초기 품온이 28.0°C에서 발효가 종료되는 15일차에는 24.6°C로 나타났고, 가용성 고형분 함량은 7.55-14.2°Brix, 최종 pH와 총산의 농도는 3.8, 0.44%, 최종 알코올 농도 13.3%로 가장 낮게 나타났다. 팽화미를 이용한 생쌀발효 방식은 초기 품온이 29.0°C에서 발효가 종료되는 15일차에는 24.3°C로 나타났고, 가용성 고형분 함량은 9.8-19.1°Brix, 최종 pH와 총산의 농도는 4.14, 0.41%, 최종 알코올 농도 14.8%로 확인하였다. 또한 다중향기패턴분석을 통해 생쌀발효를 이용한 증류주와 팽화미, 전통적인 증자 방법의 향기패턴이 차이가 있음을 확인하였다. 본 연구 결과를 통해 곡립의 경도가 낮아 쌀을 불리지 않고 제분이 가능한 분질미인 바로미2를 이용한 생쌀발효 방식은 300% 가수했을 때 15% 이상의 알코올이 생성되는 것을 확인하였으며, 기존의 멍쌀 품종인 삼광쌀을 이용했을 때보다 발효력이 우수한 것으로 확인되었다.

#### 저자 정보

이승은(국립농업과학원 발효가공식품과, 전문연구원, 0000-0002-4980-4865)

강지은(국립농업과학원 발효가공식품과, 연구사, 0000-0001-8194-7455)

임보라(국립농업과학원 발효가공식품과, 연구사, 0000-0003-1128-5921)

강희운(국립농업과학원 발효가공식품과, 연구사, 0000-0001-5479-7973)

#### Acknowledgment

본 논문은 농촌진흥청 고유연구사업(과제명: 국산 증류주 상품화 기술 현장접목 연구(2공동), 공동연구번호: PJ01600802)의 지원에 의해 수행된 결과이며, 이에 감사드립니다.

#### Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

#### References

- aT. 2022. 2021 Liquor Market Trend Report. Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation. Seoul, Korea, pp 24
- Im CY, Jeong ST, Choi HS, Choi JH, Yeo SH, Kang WW. 2012. Characteristics of Gammakgeolli Added with Processed Forms of Persimmon. Korean J. Food Preserv., 19(1): 159-166
- Jeong YJ, No HK. 2004. Effect of Chitin Derivatives on Non-steamed Alcohol Fermentation of Tapioca. Korean J. Food Sci. Technol., 36(1): 847-854
- Jin TY, Wang MH, Yin Y, Eun JB. 2008. Effect of Citrus junos peel on the quality and antioxidant activity of traditional rice wine, Jinyangju. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 37(1): 76-82
- Kim DR, Seo BM, Noh MH, Kim YW. 2012. Comparison of Temperature Effects on Brewing of Makgeolli Using Uncooked Germinated Black Rice. Korean Soc. Biotechnol. Bioeng. J., 27:251-256
- Kim JW, Kang JE, Choi HS, Kim CW, Jeong ST. 2017. Analysis of the physicochemical characteristics and sensory properties in makgeolli. J. East Asian Soc. Diet. Life, 27(5):491-499
- Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH. 2007. pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added Takju during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 39(3):266-271
- Kim MJ, Kim BH, Han JK, Lee SY, Kim KS. 2011. Analysis of quality properties and fermentative microbial profiles of Takju and Yakju brewed with or without steaming process. J. Food Hyg. Saf., 26:64-69
- Kim MJ, Lee SY, Kim KB. 2007. Effect of chitosan on shelf-life and quality of Takju. J. Chitin Chitosan, 12(4):198-204
- Kim OM, Jo YJ, Jeong YJ. 2015. Quality characteristics of non



- steamed oriental melon Makgeolli by adding sucralose. Korean J. Food Preserv., 22(3):377-384
- Kim OM, Park SI, Jo YJ, Jeong YJ. 2014. Quality characteristics of oriental melon Makgeolli using uncooked rice by oriental melon concentrate. Korean J. Food Preserv., 21(4):536-543
- Kong MH, Jeong ST, Yeo SH, Choi JH, Choi HS, Han GJ, Chung IM. 2011. Determination of ginseng Yakju quality using different percentages and application dates of ginseng. J. East Asian Soc. Diet. Life, 21(2):207-214
- Lee CG, Na JH, Park SJ, Jeong JH, Kim CM. 2019. Quality analysis of Makgeolli made with non-steamed rice flour Nuruk by various fungal strains. Korean J. Food Preserv., 26(5):496-504
- Lee DH, Jung SH, Lee YS, Seo JS, Park IT. 2014. Fermentation Characteristics for Preparation of Distilled Liquor Made of Mixed Grains. Korean J. Food Sci. Technol., 46(4):446-455
- Lee SY, Shin YC, Lee SH, Park SS, Kim HS, Byun SM. 1984. Saccharification of Uncooked Starch. Korean J. Food Sci. Technol., 16(4):463-471
- Lee YJ, Kang ST. 2012. Alcohol Fermentation of Uncooked Ground Rice with Ultrasonication Process. Korean J. Food Sci. Technol., 44(3):306-311
- Park JH, Bae SM, Yok C, Kim JS. 2004. Fermentation characteristics of Takju prepared with old rice. Korean J. Food Sci. Technol., 36(4):609-615
- Park JH, Yeo SH, Choi JH, Jeong ST, Choi HS. 2012. Production of Makgeolli using rice treated with Gaeryang-Nuruk. Korean J. Food Preserv., 19(1):144-152
- Park KH, Oh BH, Hong SS, Lee KH. 1984. Production of Alcohol from Starch without Cooking. Appl. Biol. Chem., 27(3):198-203
- RDA. 2021. (Developed by the Rural Development Administration) Korean varieties that are good for the body and want to eat. Rural Development Administration. Jeollabukdo, Korea, pp 6-7
- RDA. 2022. The development story behind our breed. Rural Development Administration. Jeollabukdo, Korea, pp 11-12
- Ryu JS, Shin JE, Cho MA, Shin JH, Choi HS. 2021. Physiochemical properties of danyangju and iyangju prepared using uncooked germinated brown rice. Korean J. Food Sci. Technol., 53(5):648-656
- Shin JS, Jeong YJ. 2003. Changes in the Components of Acetic Acid Fermentation of Brown Rice Using Raw Starch Digesting Enzyme. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32(3):381-387
- Shon SK, Rho YH, Kim HJ, Bae SM. 1990. Takju Brewing of Uncooked Rice Starch Using Rhizopus Koji. Korean J. Appl. Microbiol. Biotech., 18(5):506-510
- Song JC, Park HJ. 2003. Takju brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. Korean J. Food Sci. Technol., 32(6):847-854

---

Received December 13, 2022; revised December 31, 2022; accepted December 31, 2022