

## 누룩종류를 달리한 청주 술덧의 이화학적 특성

정명은<sup>1</sup>, 강순아<sup>2</sup>, 정철\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울벤처대학원대학교 융합산업학과, <sup>2</sup>호서대학교 융합공학과

### Physicochemical Characteristics of the Mash Quality of Cheongju Prepared Using Different *Nuruks*

Myeong eun, Jeong<sup>1</sup>, Soon Ah, Kang<sup>2</sup>, Chul Cheong<sup>1\*</sup>

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

<sup>2</sup>Dept. of Converting Technology, Graduate School of Venture, Hoseo University

**요약** 본 연구는 곱팡이 균종을 달리하여 제조한 다양한 누룩으로 담금한 술덧의 발효 중 품질특성을 비교하여 그 결과를 한국형 청주 제조에 적용하기 위한 이화학적인 기초자료를 확보하는데 그 목적이 있다. 동결건조된 *Aspergillus oryzae*와 *Aspergillus kawachii*를 액체 방식으로 각각 배양 후 전통방식으로 제조된 누룩에 각각 또는 혼합 접종시켜 배양후 누룩을 제조하였고, 그 누룩을 이용하여 발효 중 술덧의 품질 변화를 전통방식으로만 성형된 누룩으로 제조된 술덧의 품질과 이화학적으로 비교 평가하였다. 발효 술덧의 가용성 고형분, 알코올, 비중, 산도 등의 분석을 통해 *A. oryzae*와 *A. kawachii*를 각각 단독으로 배양한 누룩을 이용한 발효 술덧에서 발효가 가장 활발하게 일어났음을 알 수 있었다. 또한 술덧의 향과 맛에 가장 큰 영향을 미치는 푸젤 오일과 에스터 성분 역시 *A. oryzae*와 *A. kawachii*를 각각 접종시켜 배양한 누룩으로 제조한 술덧에서 전통방식의 누룩 또는 *A. oryzae*와 *A. kawachii*를 혼합하여 배양한 누룩으로 제조한 술덧에서보다 유의적으로 높게 나타났다. 본 연구를 통해 기존 전통 누룩만을 이용하여 제조된 술덧에서 발생하는 불완전 발효와 약한 풍미 등을 개선시키기 위해서는 *A. oryzae*와 *A. kawachii*를 각각 접종시켜 배양시킨 누룩으로 술을 제조하는 것이 효과적인 것으로 나타났다.

**Abstract** This study examined the physicochemical characteristics of mashing prepared using different *Nuruks* (traditional *Nuruk*, *Nuruk* added *Aspergillus oryzae*, *Nuruk* added *Aspergillus kawachii*, and *Nuruk* added *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus kawachii*), and to obtain the basic data for Korean Cheongju production. The four different mashes were compared for their brewing characteristics and indicated a normal fermentation pattern. The *Nuruk* made from *A. oryzae* or *A. kawachii* showed higher fermentation ability than the other samples tested. In addition, the analyzed results of fermented mashing showed that the *Nuruk* made from *A. oryzae* or *A. kawachii* had a significantly higher aroma profile, such as higher alcohol and ester than the other samples tested, whereas the *Nuruk* made from a mixture of *A. oryzae* and *A. kawachii* had a much higher organic acid content. In conclusion, the *Nuruk* prepared using *A. oryzae* or *A. kawachii* had a positive effect on the complete fermentation and enhanced aroma compounds for Korean Cheongju production.

**Key Words** : *Aspergillus*, Fermentation, Cheongju, *Nuruk*, Mashing

### 1. 서론

우리나라 전통주는 원료인 쌀의 전분을 누룩의 미생

물과 그에 따른 효소 작용에 의하여 당화하고 알코올로 전환시키는 발효 과정을 거치는 생화학적 작용의 숙성 과정으로 만든 순수한 양주이다[1-3]. 누룩 제조시 공

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(한국형 청주 제조에 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](mailto:chulcheong@hotmail.com)

Received April 10, 2014

Revised (1st May 12, 2014, 2nd May 21, 2014)

Accepted August 7, 2014

기중의 미생물이 번식함으로 지역별로 누룩의 미생물이 다르고, 또한 원료가 달라서 주질이 다양하게 나타난다. 누룩은 각각 제조방법이 약간 차이가 있으며, 거칠게 빻은 밀기울을 물과 혼합하여 알맞은 크기로 성형하거나 상온에 방치하여 공기중에 떠다니는 미생물이 자연스럽게 접종되도록 제조된 효소제이다[4-8]. 또한 누룩의 종류에 따라 생육하는 미생물이나 이들이 생성하는 효소, 발효력 및 유기산 생성 등의 차이가 있어 최종 술의 맛과 풍미, 색도 등의 품질에 많은 영향을 미치는 요인이 된다[9]. 우리나라 전통적인 누룩에는 *Aspergillus oryzae*, *A. niger*, *A. kawachii*, *A. shirousamii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhizopus sp.*, *Bacillus subtilis* 및 *Lactic acid bacteria* 등의 수많은 미생물이 존재하며, 특히 *Aspergillus* 속, *Absidia* 속, *Rhizopus* 속 곰팡이가 다수 분포하고 있는 것이 특징으로 볼수 있다[10]. 1938년에 일본의 소주 제조 곰팡이인 *A. kawachii*가 국내에 도입되고 이를 이용한 한국이 탁주제조에 적용되면서 양조방법에 큰 변화가 있었으며 *A. kawachii*는 백국균이라 하는데, 유기산과 내산성 당화효소를 생산하므로 이를 탁주양조에 사용하면 술덧의 pH가 안전한 산성을 유지하고, 양조시간이 단축되면서 알코올 수율도 향상되는 잇점으로 인해 해방을 전후하여 전통주는 누룩을 사용하는 전통방식 양조방법에서 벗어나 입국을 사용하는 방법으로 급격히 바뀌어져 오늘에 이르고 있다[11]. 또한 상업적으로 쉽게 응용할 수 있는 일본의 기술인 *Aspergillus*속의 균들이 우리나라 전통 문화에 침투되어 우리의 전통 식품에도 영향을 주고 있는 것으로 공장화에 대한 현실이 우리의 전통 문화의 명맥을 이어가는데 장애물이 되고 있다는 의미를 포함하고 있다[12]. 누룩에 관한 연구로는 누룩에 생육하는 유용 곰팡이 및 효모 분리 및 동정에 관한 연구[13-15]와 각종 균주를 조합한 개량누룩과 전통누룩을 이용한 양주주의 품질 및 이화학적 특성에 관한 연구들이 수행되었다[16-20]. 누룩 종류를 달리하여 담금한 탁주 발효과정중 술덧의 품질특성에 관한 연구에서는 밀을 원료로 *Mocor racemosus*, *Rhizopus japonicus*, *A. oryzae*, *A. kawachii*균을 사용하여 제조한 개량누룩과 재래누룩으로 탁주를 담금하여 발효과정 중 각 탁주 술덧의 품질 특성을 보고하였다[9]. 이와 유사한 연구로는 내산성 당화 amylase와 maltase의 활성이 강력하고 유기산 생성력이 높아 탁약주, 소주용 입국으로 사용되는 중요 곰팡이인 *A. kawachii*를 사용하여 제조한 누룩으로 담금

한 탁주 술덧의 발효 과정 중 휘발성 향기성분을 GC, GC-MS로 분석동정후 결과를 보고하였다[21]. 곰팡이 균종을 달리한 밀가루 누룩의 탁주양조 적성 연구에서는 *A. oryzae*, *Rhizopus japonicus*, *A. usamii mut.*, *shirousamii*의 누룩에 대하여 양조적성과 효율적인 사용방법을 알기 위한 것으로 일들을 각각 단용 또는 병용하여 효소력을 검토하고 아울러 탁주의 시험양조를 수행하였다[22]. *Aspergillus* 속 곰팡이를 이용한 액체중국 제조 및 밀누룩의 품질특성 연구에서는 밀기울을 이용하여 누룩 곰팡이를 쉽게 배양할수 있는 액체 중국의 최적 배양조건 규명과 더불어 제조된 밀누룩의 품질 특성을 조사 보고하였다[23]. 한국 재래식 누룩 중의 곰팡이의 분리 및 동정 연구에서는 시판중인 누룩 시료를 수집하여 이들 시료로부터 곰팡이를 분리, 동정하여 누룩중의 곰팡이의 균종을 조사하여 보고하였다[24]. 또한 누룩원료를 달리하여 제조한 쌀약주의 관능적특성 연구에서는 국내에서 생산되는 다양한 곡물원료를 이용하여 전통누룩의 제조하고 이를 이용하여 만든 쌀약주 8종의 관능특성을 묘사분석 방법으로 분석하여 결과를 보고하였다[25]. 본 연구에서는 전통누룩의 단점을 보완하고자 하는 연구로서 멸균하지 않은 밀기울을 이용하여 효소 생산뿐 아니라 좋은 향들을 나타내는 역할을 하는 균으로 알려져 있는 *A. oryzae*와 *A. kawachii*를 배양시킨 액체중국을 기존의 전통방식 누룩에 접종후 발효를 통해 술덧의 품질특성을 파악하여 향후 한국형 청주제조에 기초 자료로 활용하는데 목적이 있었다.

## 2. 재료 및 실험방법

### 2.1 재료

본 실험에 사용한 원료는 국내산 쌀(추정미, 경기도)을 구입하여 사용하였으며, 균주는 한국미생물보존센터에서 분양받은 *A. kawachii* (KCCM 32819), *A. oryzae* (KCCM 11372)를 사용하였다. 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*(Model Saf/instant, S.I.Lesaffre, 프랑스)를 사용하였다.

### 2.2 액체중국 및 누룩제조

액체 중국 제조는 우선 액체 배지를 증류수 500 mL에 PDB 배지 13.5 g을 녹여 멸균기를 이용하여 121°C에서

15분간 고압 멸균하였다. 멸균된 액체 배지 1 mL에 동결 건조된 균주를 희석시켜 배양 배지에 접종하여 32°C에서 3일간 배양하였다. 누룩 제조는 재래누룩을 분쇄한 통밀에 물로 수분함량을 맞추어 주었고, 다른 실험군 누룩은 균주를 배양시킨 액체 종국을 이용하여 수분함량이 13%가 되도록 조정하였다. 액체 종국을 고르게 흡수시킨 후, 1 kg씩 포에 싸서 누룩 틀에 넣고 원형으로 성형하였다. 성형한 누룩을 25°C 배양실에서 14일간 배양한 후, 15일간 자연 건조방법으로 누룩을 제조하였다. 누룩 실험군은 누룩의 종류에 따라 Traditional *Nuruk*(*Nuruk*), *Nuruk* added *A. oryzae*(AO), *Nuruk* added *A. kavachii*(AK), *Nuruk* added *A. oryzae*와 *A. kavachii*(AOAK)를 혼용하여 만든 누룩 등 4종류로 제조하였다.

### 2.3 발효술덧 제조

담금원료의 사용비율은 쌀 3 kg을 기준으로 누룩의 양은 10%, 효모는 0.5%, 급수비율은 150%로 하였다. 발효술덧은 시험구별로 2단 담금으로 주모는 뽕쌀 500 g을 세척하여 5시간 침지한 후 가루를 내어 끓인 물 3 L에 넣고 혼합한 후 누룩 300 g과 효모 15 g을 넣고 성형후 26°C에서 2일간 발효시켰다. 1단 담금은 주모와 같은 양의 쌀을 끓인 물 1.5 L에 넣고 범벅을 만들어 식힌 후 주모에 넣어 보정후 26°C에서 2일간 발효시켰고, 2단 담금은 찹쌀 2 kg을 세척하여 5시간 침지 후 물을 빼고 증자시켜 30°C이하로 식힌 후 발효 완료된 술덧에 첨가하여 26°C에서 6일간 발효하였다.

### 2.4 술덧 분석

비중은 채취한 시료를 100 mL 메스실린더에 채우고 15°C에서 비중계(표준비중계, No. 6, Hanascale, Seoul, Korea)로 측정하였다. pH는 시료 100 mL를 취하여 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)로 측정하였다. 총산도는 여과한 시료 10 mL에 bromothymol blue neutral red 혼합지시약을 사용하고, 0.1 N NaOH 용액으로 pH 6.8~7.0까지 적정하고 0.1 N NaOH 용액의 소비 mL수치로 나타내었다. 알코올 분석은 발효 술덧을 교반 후 100 mL 용량 메스실린더에 표선까지 취하고 이것을 500 mL 삼각 플라스크에 옮긴 다음 메스실린더를 약 15 mL의 증류수로 2회 세척하여 플라스크에 합하고 냉각기에 연결한 다음 100 mL 메스실린

더를 수기로 하여 증류하였다. 증류액이 약 70 mL가 되면 증류를 중지하고 물을 가하여 100 mL로 정용한 다음 잘 흔들어 실온에서 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 알코올도수 함량(v/v%)을 측정하였다. 가용성 고형분 함량(°Brix)은 굴절당도계 (ABBE, Atago, Tokyo Japan)를 이용하여 측정하였다

### 2.5 술덧의 아미노산도 분석

아미노산도는 국제청주류면허지원센터 주류분석 규정[26]에 따라 페놀프타렌 지시약을 몇방울 가하고 시료액 10 mL를 적정기를 이용하여 0.1N NaOH로 pH 8.2까지 적정하여 담홍색이 될 때까지 중화한 후 여기에 중성 포르말린용액 5 mL를 가하여 유리된 산을 0.1N NaOH로 담홍색이 될 때까지 적정하여 그 적정 mL수를 아미노산도로 하여 표시하였다. 아미노산을 글리신으로 환산하여 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{아미노산도(글리신으로)g/100 mL} = \text{적정 mL 수} \times 0.0075 \times 10$$

### 2.6 술덧의 향기분석

술덧을 잘 교반 후 100 mL용량 메스실린더에 표선까지 취하고 이것을 500 mL 삼각 플라스크에 옮긴 다음 메스실린더를 약 15 mL의 증류수로 2회 세척하여 플라스크에 합하고 냉각기에 연결한 다음 100 mL 메스실린더를 수기로 하여 증류액 100 mL를 수득하여 주요성분인 메탄올, 에틸아세테이트, 퓨젤유 등은 국제청 주류면허지원센터 주류분석규정에 따라 증류주를 gas chromatograph(Agilent, Technologies, Fort Worth, TX, USA)를 이용하여 분석하였다.

### 2.7 술덧의 유기산분석

유기산은 발효주 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.

### 2.8 통계처리

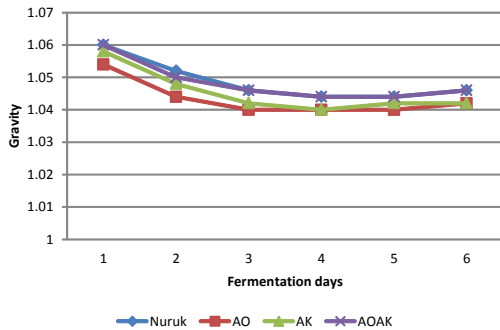
분석 결과는 mean±SD로 표시하였으며, SPSS 프로그램 (Version 10.0, SPSS, Chicago IL, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)후 유의차가 있는 항목에 대하여는 Duncan's multiple range test  $p < 0.05$  수준에서 시료간의 유의차를 검정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 누룩종류별 술덧 분석

#### 3.1.1 비중변화

누룩종류별 술덧의 비중 변화는 Fig. 1과 같다. 발효 6일 동안의 비중 변화에서는 재래누룩을 이용한 시험구 (Nuruk)와 *A. oryzae*와 *A. kawachii*를 혼합하여 제조한 시험구(AOAK)의 비중 변화가 약하게 나타내었고 유사한 패턴을 나타내었다. 그 다음으로 *A. kawachii*를 이용한 시험구(AK)가 낮은 비중값을 나타내었으며 *A. oryzae*를 이용한 시험구(AO)에서는 비중값이 발효 1일째부터 5일째까지 가장 낮은값을 나타내었다. 술덧의 발효기간중 비중값이 낮다는것은 발효력이 왕성하여 알코올 생성이 더 많이 된 것을 의미하기 때문에 시험구 AO와 시험구 AK가 발효력이 우수하다는 것을 알수 있었다.

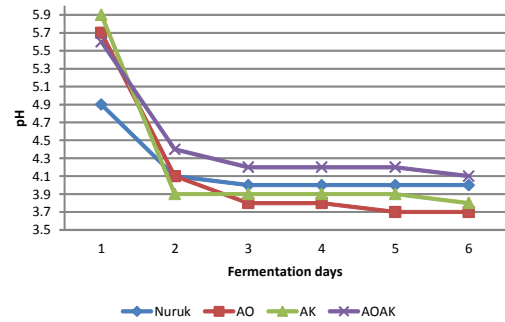


[Fig. 1] Change of gravity during the fermentation using different types of Nuruk  
 Nuruk: Traditional Nuruk, AO: Nuruk added *Aspergillus oryzae*, AK: Nuruk added *Aspergillus kawachii*, AOAK: Nuruk added *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus kawachii*

#### 3.1.2 pH 변화

누룩종류별 시험수에 대하여 발효진행 경과에 따른

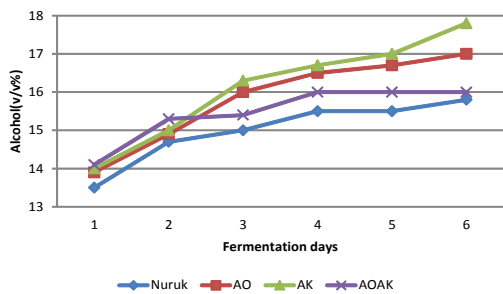
pH 변화를 측정된 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 발효 1일째와 2일째 모든 시험구는 급격한 pH 저하를 나타내었으며, 3일째부터는 일정한 수준을 유지하였다. 발효과정중 pH는 특히 효모증식이 활발한 발효초기 급격히 낮아지는데 이는 탈아미노산에 의한 유기산 형성과 효모에 의한 인산소비와 암모니움 이온 흡수에 기인하기 때문이며 [27] 본 실험의 pH 변화는 정상적인 것으로 나타났다. 그러나 누룩종류별 pH 변화는 다르게 나타났으며 시험구 AO와 AK가 타 시험구에 비해 pH가 6일간의 발효기간중 급격히 변화하였는데 이는 상기 비중 변화에서도 나타났듯이 발효력이 우수하여 나타난 것으로 판단된다.



[Fig. 2] Change of pH during the fermentation using different types of Nuruk  
 Nuruk: Traditional Nuruk, AO: Nuruk added *Aspergillus oryzae*, AK: Nuruk added *Aspergillus kawachii*, AOAK: Nuruk added *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus kawachii*

#### 3.1.3 알코올 변화

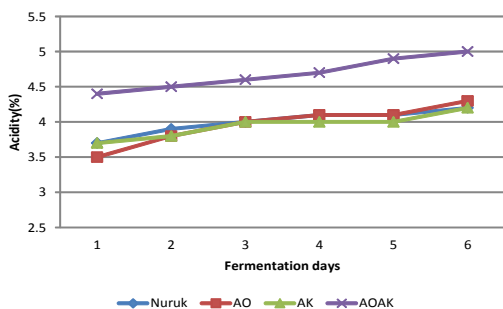
누룩종류별 시험수에 대하여 발효진행 경과에 따른 알코올 도수 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 각 시험구별 발효 6일 경과 후 술덧의 알코올 도수를 측정된 결과 모든 시험구에서 정상적인 발효 상태가 관찰되었고 알코올 도수는 15.9 ~ 17.9 v/v%의 범위로 나타났다. 다만, 발효 2일째까지는 발효 상태가 모든 시험구에서 동일하게 진행되었으나 발효 3일째부터는 시험구 AO와 AK가 타 시험구에 비해 발효가 더 활발히 진행되어 발효 종료 후에는 약 1.5 v/v% 알코올이 더 생성되었고 이는 누룩 성형시에 *A. kawachii* 또는 *A. oryzae*를 액체 배양하여 첨가하면 발효력을 증가시킬수 있다는 것을 의미한다. 상기 결과는 타 연구[28]에서와 같이 발효제의 종류가 발효력과 발효특성에 영향을 미친다는 결과와 일치하였다.



[Fig. 3] Change of alcohol content during the fermentation using different types of Nuruk  
 Nuruk: Traditional Nuruk, AO: Nuruk added *Aspergillus oryzae*, AK: Nuruk added *Aspergillus kawachii*, AOAK: Nuruk added *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus kawachii*

### 3.1.4 총산 변화

총산도는 휘발성 향기와 함께 술덧의 맛, 향과 직접 관련되며 보존성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 총산은 담금 직후 시험구 AOAK가 4.4%로 가장 높았고, 시험구 Nuruk, AO 및 AK는 3.5 ~ 3.8%를 나타내었다. 발효 초기에 나타난 총산도의 이러한 경향은 발효말까지 지속되었다. 담금직후의 총산은 대부분 누룩 또는 쌀에서 유래되지만 발효중에 효모나 젖산균 등의 미생물에 의해 부산물로서 생성된 각종 유기산들이 가산되어 총산의 함량은 타 연구[29]에서와 같이 증가하는 것으로 나타났다 [Fig. 4].



[Fig. 4] Change of acidity during the fermentation using different types of Nuruk  
 Nuruk: Traditional Nuruk, AO: Nuruk added *Aspergillus oryzae*, AK: Nuruk added *Aspergillus kawachii*, AOAK: Nuruk added *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus kawachii*

### 3.2 완성된 술덧의 일반성분 분석

발효가 끝난 술덧의 비중, 가용성 고형분, 알코올, 총산, 아미노산, 탁도 등의 분석 결과는 Table 1과 같다. 가용성 고형분(°Brix)은 대체로 알코올도수가 높을수록 낮게 나타났고, 알코올도수가 낮을수록 높게 나타났다. 총산함량은 5.4~6.5 g/100 mL 정도로 타 연구에서와 같이 [30] 모두 산성범위 내에서 완만한 변화를 보여 오염 가능성은 낮았으나 Nuruk, AO 및 AK 시험구는 4.1~4.3 g/100 mL를 나타낸 반면 AOAK 시험구는 5.0 g/100 mL로 다른 시험구에 비해 유의적으로 높게 검출되었다. 아미노산 함량은 0.77~0.80g/100 mL 정도였으나 AK와 AOAK 시험구는 각각 0.78 g/100 mL, 0.77 g/100 mL로 다른 시험구에 비해 유의적으로 낮게 검출되었다. 효모의 알코올 발효가 끝나면 술지게미는 가라앉고 효모의 응집성에 따라 서로 결합되어 침전하게 된다. 응집성이 나빠 술덧의 혼탁정도가 클 경우 술덧의 여과 등의 어려움이 따르는데 발효가 끝난 술덧의 혼탁정도를 살펴본바 AO와 AK가 다른 시험구에 비해 유의적으로 탁도가 낮게 나타났다.

### 3.3 완성된 술덧의 향기성분 분석

누룩종류별 술덧의 향기성분 분석은 Table 2와 같다. Nuruk 시험구가 AO, AK, AOAK 시험구 보다 상대적으로 낮은 aldehyde 농도를 나타내어 유의적으로 차이가 있음을 알 수 있었다. 특히 AOAK 시험구에서는 Nuruk 시험구보다 약 2.5배 정도의 높은 수치를 나타내었다. 주류의 주요 향기 성분이며 발효초기에 급속히 생성되는 퓨젤유는 술덧의 퓨젤유 및 향기성분을 분석한 타 연구 [31]와 같이 n-propanol, i-amyl alcohol 및 i-butanol이 주요 성분으로 검출되었으며 AO와 AK 시험구에서 Nuruk과 AOAK 시험구에서보다 유의적으로 높게 검출되어 향이 강한 술덧임을 알 수 있었다. 술덧의 향기에 영향을 미치는 또 다른 성분인 에스터류는 퓨젤유와는 달리 발효 술덧에서 산소가 소진되는 시점부터 생성되기 시작하는 메카니즘을 갖고 있다. 술덧 분석 결과 타 연구 [31]에서와 같이 모든 시험구에서 acetyl acetate가 가장 많이 검출되어서는 성분으로 나타났으며 AO와 AK 시험구에서 Nuruk과 AOAK 시험구에서보다 유의적으로 높게 검출되어 향이 강한 술덧임을 알 수 있었다. 그 외에 품질에 부정적인 영향을 미치는 methanol 성분은 15.23 ~ 16.45 mg/L로 시험구별로 유의적인 차이가 없었다.

[Table 1] Analysis of fermented mashing prepared different types of *Nuruk*

Components	<i>Nuruk</i>	AO	AK	AOAK
Gravity(15℃)	1.046±0.02 <sup>a</sup>	1.042±0.01 <sup>a</sup>	1.042±0.01 <sup>a</sup>	1.046±0.02 <sup>a</sup>
°Brix	21.2±0.12 <sup>a</sup>	16.0±0.16 <sup>b</sup>	15.8±0.12 <sup>b</sup>	21.6±0.13 <sup>a</sup>
Alcohol(v/v%)	15.8±0.04 <sup>a</sup>	17.0±0.02 <sup>b</sup>	17.8±0.06 <sup>b</sup>	16.0±0.05 <sup>a</sup>
pH	4.0±0.11 <sup>a</sup>	3.7±0.2 <sup>b</sup>	3.8±0.17 <sup>b</sup>	4.1±0.16 <sup>a</sup>
Acidity	4.3±0.02 <sup>a</sup>	4.1±0.15 <sup>a</sup>	4.3±0.11 <sup>a</sup>	5.0±0.21 <sup>b</sup>
Amino acid(as glycine, g/100 mL)	0.80±0.1 <sup>a</sup>	0.80±0.02 <sup>b</sup>	0.79±0.04 <sup>a</sup>	0.78±0.07 <sup>a</sup>
Turbidity(EBC)	9,990±0.15 <sup>a</sup>	9,550±0.16 <sup>b</sup>	9,650±0.12 <sup>b</sup>	10,08±0.12 <sup>a</sup>

*Nuruk*: Traditional *Nuruk*, AO: *Nuruk* added *Aspergillus oryzae*, AK: *Nuruk* added *Aspergillus kawachii*, AOAK: *Nuruk* added *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus kawachii*

Results are expressed as mean±SD (n=3); <sup>a-c</sup>means with the same letter in colume are not significantly difference by duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

[Table 2] Aroma compound of by *Nuruk* with different types of *Nuruk*

Aroma compounds	<i>Nuruk</i>	AO	AK	AOAK
Aldehyde(mg/L)	10.80±0.2 <sup>a</sup>	14.60±0.5 <sup>b</sup>	14.90±0.1 <sup>b</sup>	26.29±0.5 <sup>c</sup>
Acetone(mg/L)	ND <sup>d</sup>	ND	ND	ND
Ethyl acetate(mg/L)	38.27±0.3 <sup>a</sup>	46.45±0.5 <sup>b</sup>	45.15±0.2 <sup>b</sup>	39.12±0.1 <sup>a</sup>
Methanol(mg/L)	15.30±0.5 <sup>a</sup>	15.23±0.2 <sup>a</sup>	16.20±0.1 <sup>a</sup>	16.45±0.1 <sup>a</sup>
Diacetyl(mg/L)	ND	ND	ND	ND
n-propanol(mg/L)	100.60±0.7 <sup>a</sup>	107.71±0.3 <sup>b</sup>	109.84±0.2 <sup>c</sup>	104.26±0.2 <sup>c</sup>
i-butanol(mg/L)	100.77±0.5 <sup>a</sup>	105.19±0.2 <sup>b</sup>	107.28±0.3 <sup>b</sup>	97.56±3.4 <sup>a</sup>
n-butanol(mg/L)	ND	3.11	2.88	ND
i-amyl alcohol(mg/L)	289.48±0.6 <sup>a</sup>	360.02±0.3 <sup>a</sup>	335.96±0.9 <sup>b</sup>	223.81±2.3 <sup>c</sup>
n-amyl alcohol(mg/L)	ND	ND	ND	ND
Fusel oil <sup>1)</sup> (mg/L)	490.85±0.4 <sup>a</sup>	572.17±1.6 <sup>b</sup>	553.56±8.8 <sup>b</sup>	485.31±5.1 <sup>a</sup>

*Nuruk*: Traditional *Nuruk*, AO: *Nuruk* added *Aspergillus oryzae*, AK: *Nuruk* added *Aspergillus kawachii*, AOAK: *Nuruk* added *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus kawachii*

<sup>1)</sup>n-Propanol, i-Butanol, n-Butanol, i-Amyl alcohol, n-Amyl alcohol의 합계

Results are expressed as mean±SD (n=3); <sup>a-c</sup>means with the same letter in colume are not significantly difference by duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

[Table 3] Organic acid of by *Nuruk* with different types of *Nuruk*

Organic acid	<i>Nuruk</i>	AO	AK	AOAK
Citric acid(mg/L)	1,084.55±9.2 <sup>a</sup>	1,073.63±11.4 <sup>a</sup>	1,072.85±13.0 <sup>a</sup>	1,232.48±12.8 <sup>b</sup>
Malic acid(mg/L)	38.88±0.9 <sup>a</sup>	39.28±0.6 <sup>a</sup>	36.85±0.6 <sup>a</sup>	38.82±0.2 <sup>a</sup>
Succinic acid(mg/L)	761.26±1.31 <sup>a</sup>	761.44±0.8 <sup>a</sup>	767.15±1.6 <sup>a</sup>	710.55±0.8 <sup>c</sup>
Lactic acid(mg/L)	1,322.70±1.9 <sup>a</sup>	1,071.89±1.7 <sup>b</sup>	974.74±4.0 <sup>b</sup>	1,648.87±11.7 <sup>c</sup>
Acetic acid(mg/L)	329.18±2.2 <sup>a</sup>	366.44±0.8 <sup>b</sup>	361.41±0.7 <sup>b</sup>	397.74±2.5 <sup>c</sup>
Total acid(mg/L)	3,536.57±6.9 <sup>a</sup>	3,312.68±4.2 <sup>b</sup>	3,213.00±10.4 <sup>b</sup>	4,028.46±20.3 <sup>c</sup>

*Nuruk*: Traditional *Nuruk*, AO: *Nuruk* added *Aspergillus oryzae*, AK: *Nuruk* added *Aspergillus kawachii*, AOAK: *Nuruk* added *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus kawachii*

Results are expressed as mean±SD (n=3); <sup>a-c</sup>means with the same letter in colume are not significantly difference by duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

### 3.4 완성된 술덧의 유기산 성분 분석

누룩종류별 술덧의 유기산성분 분석은 Table 3과 같다. 유기산성분은 술의 품질을 좌우하는데 중요한 요소인데 특히 당이 발효할 때 효모가 생성하는 산인 호박산은 신맛, 짠맛, 쓴맛 등 여러 가지 맛을 내는 성분으로 술에 독특한 향미를 제공한다. 구연산, 젖산 및 초산은 AOAK 시험구가 타 시험구에서 보다는 다소 유의적으로 높게 나타났으며, 반대로 호박산은 AOAK 시험구에서 유의적으로 적게 나타났다. 그 외 유기산의 경우는 시험구별 유의적 차이가 없었다. 4종류의 발효술덧 중에서 AOAK 시험구가 가장 많은 유기산 함량을 나타내어 발효중의 산도 변화와 일치하는 결과를 나타내었고 특히 구연산, 젖산 및 초산 함량이 타 발효술덧에 비해 높아 전체 유기산 농도를 높이는 원인으로 보이며 술덧의 신맛을 과도하게 높이는 부작용이 나타났다. 한편 본 연구 [32]에서 검출된 총 유기산은 과실을 이용하여 발효한 타 연구에서 보다는 많게 검출되어 원료차이에 따라 유기산의 농도가 다르다는 것을 알 수 있었다.

## 4. 결론

본 연구는 곰팡이 균종을 달리하여 제조한 다양한 누룩으로 담금한 술덧의 발효 중 품질특성을 비교 분석하여 그 결과를 한국형 청주 제조에 적용하여 술의 품질을 개선하고자 하였다. 전통 방식으로 제조된 누룩에 동결 건조된 *A. oryzae*와 *A. kawachii*를 각각 액체종국 방식으로 배양 후 누룩에 접종시켜 배양하여 누룩을 제조하였고, 그 누룩을 이용하여 술 담금을 하여 발효 중 품질의 변화를 비교 평가하였다. 발효 술덧의 가용성 고형분, 알코올, 비중, 산도 등 이화학적 성분 분석을 통해 *A. oryzae*와 *A. kawachii*를 각각 단독으로 배양한 누룩을 이용한 발효 술덧에서 발효가 가장 활발하게 일어났음을 알 수 있었다. 또한 술덧의 향과 맛에 큰 영향을 미치는 퓨젤 오일과 에스터 성분 역시 *A. oryzae*와 *A. kawachii*를 각각 접종시켜 배양한 누룩으로 제조한 술덧에서 전통방식의 누룩과 *A. oryzae*와 *A. kawachii*를 혼합하여 배양한 누룩으로 제조한 술덧에서보다 유의적으로 높게 나타났다. 이상의 결과로 볼 때 기존 전통 누룩만을 이용하여 제조된 술덧에서 발생하는 불완전 발효와 약한 풍미 등을 개선시키기 위해서는 *A. oryzae*와 *A. kawachii*

를 각각 접종시켜 배양시킨 누룩으로 제조하는 것이 효과적일것으로 나타났으며 향후 한국형 청주를 제조할 수 있는 가능성을 제시하였다.

## References

- [1] M. H. So, "Improvement in the quality of *Takju* by the combined use of *Aspergillus kawachii* and *Aspergillus oryzae*", Korean J Food & Nutr, Vol. 4, No. 2. pp.115-124, 1991.
- [2] S. S. Kim, Food processing & preservation, p.363-380, Suhak-sa. Seoul. Korea, 1990.
- [3] C. J. Kim, J. H. Jang, Food microbiology. p.76-81, Suhak-sa. Seoul. Korea, 1993.
- [4] 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 Nutr. Vol. 25, No. 1, pp.170-179, 1996.
- [5] T. S. Yu, J. Kim, H. S. Kim, J. S. Hyun, H. P. Ha, M. G. Park, "Bibliographical study on microorganisms of traditional Korean *Nuruk*(Since 1945)", J. Korean Soc Food Sci. Nutr. Vol. 27, No. 4, pp.789-799, 1998.
- [6] H. S. Kim, J. S. Hyun, J. Kim, H. P. Ha, T. S. Yu, "General characterization of traditional Korean *nuruk*". J. Inst. Nat. Sci. Keimyung University. Vol. 15. pp.235-242, 1996.
- [7] H. S. Kim, J. S. Hyun, J. Kim, H. P. Ha, T. S. Yu, "Characteristics of useful fungi isolated from traditional Korean *Nuruk*", J Korean Soc Food Sci. Nutr. Vol. 26, No. 5, pp.767-774, 1997.
- [8] H. S. Kim, J. S. Hyun, J. Kim, H. P. Ha, T. S. Yu, "Enzymological characteristics and identification of useful fungi isolated from traditional Korean *Nuruk*", Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. Vol. 26, No. 5, pp.456-464, 1998.
- [9] 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.
- [10] C. J. Kim, K. C. Kim, D. Y. Kim, M. J. Oh, S. K. Lee, S. O. Lee, S. T. Chung, J. H. Chung. Fermentation technology. p.79-103, Sunjinmunwhasa, Seoul. Korea. 1990.
- [11] M. H. So. "Characteristics of a modified Nuruk made by inoculation of traditional Nuruk microorganisms", Korean J. Food & Nutr. Vol. 12, No. 3, pp.219-225, 1999.
- [12] H. S. Kim, J. S. Hyun, J. Kim, H. P. Ha, T. S. Yu.

- "Characteristics of useful fungi isolated from traditional Korean *Nuruk*", J Korean Soc Food Sci. Nutr. Vol. 26, No. 5, pp.767-774, 1997.
- [13] G. Y. Jo, C. W. Lee. "Isolation and identification of the fungi from *nuruk*", J Korean Soc Food Sci Nutr. Vol. 26, No. 5, pp.759-766, 1997.
- [14] J. H. Lee, T. S. Yu. "Identification and characteristics of lactic acid bacteria isolated from *nuruk*", Korean J Biotechnol Bioeng. Vol. 15, No. 4, pp.359-365, 2000.
- [15] S. H. Lee, H. J. Jung, S. H. Yeo, H. S. Kim, T. S. Yu, "Characteristics of  $\alpha$ -amylase of, a new species, *Aspergillus coreanus* NR 15-1", Korean J Biotechnol Bioeng. Vol. 19, No. 4, pp.301-307, 2004.
- [16] M. K. Lee, S. W. Lee, S. M. Bae. "The quality of *Yakju* brewed from many kind of *nuruk*", J East Asian Soc Dietary Life. Vol. 1, No. 1, pp.99-111, 1991.
- [17] M. K. Lee, S. W. Lee, T. H. Yoon. "The bibliographical study on *nuruk*", J East Asian Son Dietary Life. Vol. 4, No. 1, pp.19-29, 1994.
- [18] C. S. Park, T. S. Lee. "Quality characteristics of *takju* prepared by wheat flour *nuruks*", Korean J Food Sci Technol. Vol. 34, No. 2, pp.296-302, 2002.
- [19] H. K. Jung, H. H. Park, G. D. Lee, I. S. Lee, J. H. Hong. "Manufacturing and characteristics of Korean traditional liquor, *hahyanju* prepared by *Saccharomyces cerevisiae* HA3 isolated from traditional *nuruk*", Korean J Food Sci Technol. Vol. 38, No. 5, pp.659-667, 2006.
- [20] T. S. Lee, E. H. Han. "Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using *Rhizopus japonicus nuruks*", Korean J Food Sci Technol. Vol. 32, No. 3, pp.691-698, 2000.
- [21] T. S. Lee, J. Y. Choi. "Volatile flavor components in mash of *Takju* prepared by using *Aspergillus kawachii Nuruks*", Korean J. Food Sci. Technol. Vol. 37, No. 6, pp.944-950, 2005.
- [22] M. H. So. "Aptitudes for *Takju* brewing of wheat flour-*Nuruks* made with different mold species", Korean J. Food & Nutrition. Vol. 8, No. 1, pp.6-12, 1995.
- [23] T. S. Choi, S. T. Jung, J. Y. Kim, J. H. Choi, H. S. Choi, S. H. Yeo, "Quality characteristics of wheat *Nuruk* and optimum condition of liquid starters for *Aspergillus* sp", Korean J. Microbiol. Biotechnol. Vol. 39, No. 4, pp.357-363, 2011.
- [24] G. Y. Jo, C. W. Lee. "Isolation and identification of the fungi from *Nuruk*", J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. Vol. 26, No. 5, pp.759-766, 1997.
- [25] 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.
- [26] NTS liquors licence aid center. "Regulation of analysis in alcoholic beverage", p.1-68. 2008.
- [27] K. Wolfgang, *Technologie Brauer und Mälzer*. p.306, VLB Berlin, 1994.
- [28] K. W. Bae, H. Y. Ryu, I. S. Kwan, C. S. Kwon, H. Y. Sohn, "Optimization of Thickness and Maturation Period of Andong Soju Nuruk for Fermentation of Andong Soju", Kor. J. Microbiol Biotechnol, Vol. 35, No. 3, pp.231-237, 2007.
- [29] H. S. Lee, C. S. Park, J. Y. Choi, "Quality Characteristics of the Mash of *Takju* Prepared Using Different Yeasts", Korean J. Food Sci Technol, Vol. 42, No. 1, pp.56-62, 2010.
- [30] S. M. Bae, S. Y. Jong, I. S. Jung, H. J. Ko, T. Y. Kim, "Effect of the Amount of Water on the Yield and Flavor of Korean Distilled Liquor Based on Rice and Corn Starch", J. East Asian Soc. dietary Life, Vol. 13, No. 5, pp.439-446, 2003.
- [31] H. Y. In, T. S. Lee, D. S. Lee, B. S. Noh, "Volatile Components and Fusel Oils of Sojues and Mashs Brewed by Korean Traditional Method", Korean J. Food Sci Technol, Vol. 27, No. 2, pp.235-240, 1995.
- [31] D. S. Lee, H. S. Park, K. Kim, T. S. Lee, B. S. Noh, "Physicochemical Characteristics of Korean Folk Sojues", Korean J. Food Sci Technol, Vol. 26, No. 5, pp.649-654, 1994.
- [32] S. I. Choi, S. A. Kang, C. Cheong, "Yeast Selection for Quality Optimization of Distilled Spirits", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 14, No. 8, pp.3887-3896, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.8.3887>

정 명 은(Myeong Eun Jeong)

[정회원]



- 2013년 2월 : 서울벤처대학원대학교 발효식품공학과 (이화석사)
- 2010년 11월 ~ 현재 : 붓뜰 연구원
- 2013년 2월 ~ 현재 : (주)한국양조 연구소 연구원

<관심분야>  
영양학, 기능성식품학



**강 순 아(Soon Ah Kang)**

[정회원]



- 1983년 2월 : 서울대학교 가정대학 식품영양학과 (이학석사)
- 1991년 2월 : 미국 퍼듀 대학교 식품영양학과 (이학박사)
- 2007년 3월 ~ 2011년 12월 : 농촌진흥청 농업과학기술원 겸임연구관
- 2012년 4월 ~ 현재 : 국세청 주류관정 심위원회

- 2012년 10월 ~ 현재 : 호서대학교 벤처전문대학원 융합공학과 교수

<관심분야>

영양학, 기능성식품학

---

**정 철(Chul Cheong)**

[정회원]



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

- 2012년 5월 ~ 현재 : 한국식품과학회 양조분과위원회 총무간사

<관심분야>

양조학, 발효식품학