

## 시판누룩 사용 별 석탄주의 품질특성

최지호<sup>1</sup> · 전진아<sup>1</sup> · 정석태<sup>1</sup> · 박지혜<sup>1</sup> · 박신영<sup>1</sup> · 이충환<sup>2</sup> · 김택중<sup>3</sup> · 최한석<sup>1</sup> · 여수환<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효이용과, <sup>2</sup>건국대학교 생명공학과,  
<sup>3</sup>연세대학교 생명과학기술부

Received: October 21, 2010 / Revised: February 19, 2011 / Accepted: February 22, 2011

**Quality Characteristics of *Seoktanju* Fermented by using Different Commercial *Nuruks*.** Choi, Ji-Ho<sup>1</sup>, Jin-A Jeon<sup>1</sup>, Seok-Tae Jung<sup>1</sup>, Ji-Hye Park<sup>1</sup>, Shin-Young Park<sup>1</sup>, Choong Hwan Lee<sup>2</sup>, Tack-Joong Kim<sup>3</sup>, Han-Seok Choi<sup>1</sup>, and Soo-Hwan Yeo<sup>1\*</sup>. <sup>1</sup>Fermentation & Food Processing Division, Department of Agro-food Resources, NAAS, RDA, Suwon 441-853, Korea, <sup>2</sup>Department of Bioscience and Biotechnology and Bio/Molecular Informatics Center, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea, <sup>3</sup>Division of Biological Science and Technology, College of Science and Technology, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea – We investigated quality characteristics of *Seoktanju* (one of the Korean traditional rice wine) which was fermented using five kinds of Korean commercial *Nuruks*. The purpose of this study was to research what effects on the quality of *Seoktanju* by using different *Nuruks*. We analyzed general component such as each mash's temperature change patterns, pH, titrable acidities, reducing sugar contents, volatile acids, and sugar contents during fermentation periods and studied sensory evaluation of produced *Seoktanju* (10 days). On the whole, temperature change patterns in the each mashes were depend on room temperature. All *Seoktanju*'s pH was reduced rapidly up to three days after first mashing (pH 3.13-3.57) and after that was increased gradually. The end of fermentation pH was pH 3.6-4.05. Mostly, acidities were indicated high(0.59%) and *Nuruk-B* was showed highest acid value. These results seems to be different as occasion organic acids producing activity depend on the number of yeast, material contents, optimal temperature in the each mashes by fungi and lactic acid bacteria in *Nuruks*. In reducing sugar contents and sugar contents, *Nuruk-C* treatment were showed the highest value with 5.36%, 23° brix, respectively and alcohol content was lowest with 8.6%. In the five kinds of reproduced *Seoktanju*, alcohol content was the highest in the treated *Nuruk-A* group. Volatile acid value was the highest with 132.6~263.7 ppm at the 3 day after first mashing day but as the fermentation time goes on, it was reduced sharply by 5.25~5.94 ppm. Sensory evaluation was performed with 5 point scale, the *Seoktanju* using *Nuruk-D* was presented by 4 point, while *Nuruk-A* was presented lowest by 2.77 point on overall acceptability.

**Key words:** Korean traditional rice wine, *Seoktanju*, *Nuruk*, fermentation, sensory evaluation.

## 서 론

문순형 기후권에 속하는 우리나라는 상고시대(上古時代)부터 농업의 기틀이 마련되었고 곡류를 사용하여 술을 빚어왔다. 부여의 영고(迎鼓), 고구려의 동맹(東盟), 동예의 무천(舞天) 등 여러 제천의식을 거행하면서 전통곡주(傳統穀酒) 문화가 정착되어 『삼국지』 부여전에 “晝夜飲食歌舞(밤낮으로 먹고 마시며 노래하고 춤춘다)”는 기록으로 보아 이 시기에 이미 술이 보편화된 것을 알 수 있다[1]. 또한 고려 후기에 대륙으로부터 증류주 문화가 유입되었고 조선시대에는 멧쌀 대신 찰쌀을 이용하여 주질을 고급화시킴으로써 전통

주의 전성기로 이어졌으며, 주변국과 교류하여 우리술이 국제화로 발전하였다[2]. 그러나 일제 강점기 주세령 시행(1907년)과 주류단속(1916년)으로 자가주조는 전면적으로 금지되면서 우리의 고급주들은 그 맥이 단절되었고 오늘날까지 외래주류에 밀리면서 국적 없는 술 문화 시대에서 벗어나지 못하고 있다[2]. 따라서 무엇이 우리나라를 대표할 수 있는 명주인지 다시 되찾는 노력이 절실하다. 이러한 노력의 일환으로서 고문헌에 기록된 조선시대의 유명한 술의 하나인 석탄주(惜呑酒) 재현을 시도 하였다.

석탄주(惜呑酒)는 일반 이양주로서 조선무쌍신식요리제법(朝鮮無雙新式料理製法)에서는 석탄향으로 소개되어 있으며 특징은 달고 쓴맛이 있어 입을 다물고 삼키지 못할 정도로 아깝다는 스토리텔링[5]을 가지고 있다. 『임원십육지』에서는 밀술 제조시 멧쌀이 두 말(36 L)을 사용하는 것으로 기

\*Corresponding author

Tel: +82-31-299-0580, Fax: +82-31-299-0554

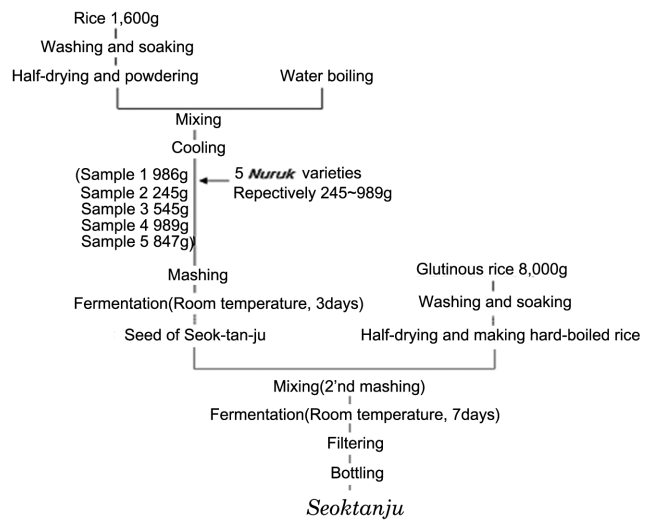
E-mail: yeobio@korea.kr

록[6]되어 있고 『주방문』과 『음식방문』에 등장하는 석탄주는 밀술 제조시 두 되(3.6 L)로 기록[7]된 것으로 보아 당시에는 석탄주 담금법이 체계화되어 있지 않은 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 실험실 수준에서 소량으로 술을 빚기 위해, 후자의 방법에 준해 제조하기로 결정하였다. 특히, 조선시대의 대표적인 고문헌(산가요록, 사시찬요초, 음식디미방)에는 석탄주 제조법이 상세히 기술되어 있지 않아 옛 술을 재현하는데 많은 어려움이 있었다. 또한, 오늘날의 환경이 조선시대와는 차이가 있어 문헌에 기록된 석탄주를 재현하기에는 시간과 노력이 많이 요구되었다. 본 연구자는 가능한 당시의 환경조건을 유추하여 석탄주를 빚기 위해서는 우선, 전분질 당화와 관련된 단맛을 내는 황국균, 자연 효모 및 유산균 등이 서식하는 발효제가 석탄주 주질에 가장 큰 영향을 미칠 것이라 여겨 이에 대한 연구가 선행되어야 한다. 현재까지 누룩 종류에 따른 전통주의 양조적성 연구는 거의 수행되지 않았지만, Lee 등은[3] 주모 제조시 멥쌀, 찹쌀, 보리쌀, 밀가루를 이용하여 술덧의 품질특성을, Han 등[4]은 시판 재래누룩과 *Mucor racemosus*, *Rhizopus japonicus*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus kawachii* 균주를 각각 표면 접종한 누룩들을 사용하여 술덧의 품질특성을 연구한 사례가 있다. 본 연구에서는 우리나라에서 시판되는 누룩 종류별로 석탄주를 제조하여 이들의 품질특성과 관능평가를 비교하였다. 국내 약·탁주 제조업체에서 사용하는 대표적인 재래누룩 4종과 개량누룩 1종을 선발하여 각 누룩 별 발효온도 변화, 이화학적 품질특성과 관능평가를 통하여 석탄주의 양조적성을 조사하였다.

**재료 및 방법**

**원료 및 석탄주의 제조**

시판누룩은 S곡자, S누룩, SH곡자, J곡자, H효소(주)에서 제조한 것을 각각 구입하였고 일반미와 찹쌀은 경기도 이천에서 생산된 것을 사용하였다. 시판 누룩은 제조회사 별 당화력의 차이가 있다. 따라서 본 연구에 사용한 누룩의 첨가량은 각 누룩의 당화력을 감안하여 결정하였다(Table 1). 석



**Fig. 1. Schematic diagram for the manufacturing of Seoktanju.**

탄주 담금은 고문헌 『삼산방』의 『주방문』에 따라 실시하였으며(Fig. 1) 누룩 배합비율은 Table 1과 같다. 일반미 1.6 kg을 10회 이상 세척 한 후 2시간 물빼기를 하고 가루를 내었다. 물 18리터를 끓인 후 쌀가루를 넣고 기포가 올라온 후 5분 후에 가열을 중지하고 30°C 이하로 식힌 다음 각 누룩가루를 혼합하고(Table 1) 실내온도에서 발효시켰다. 3일 후 찹쌀 8 kg을 10회 이상 세척한 후 2시간 물빼기를 하고 고두밥을 찐 후 차게 식혀서 밀술과 합하였다. 7일간 실내온도에서 발효 후 여과하여 분석을 실시하였다.

**온도측정**

HOBO®사의 data logger U12-013, water temp pro v. 2 (USA, U22-001)를 이용하여 실내온도와 발효주의 온도를 각각 2시간 간격으로 측정하였다.

**당화력(Saccharogenic power) 측정**

당화력은 국제청 주류분석규정[6]에 준해 분석하였다.

**당도(Brix) 및 pH 측정**

당도는 당도계(PR101, ATAGO®)로 측정하였으며 pH는 pH meter (Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)로 실온에서 측정하였다.

**산도 및 아미노산도 측정**

Song 등의 방법[9]에 준해 산도 및 아미노산도를 측정하였다. 산도는 시료 1 mL를 취하여 phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1N NaOH 용액으로 중화적정하여 그 적정치(mL)를 초산함량(%)으로 환산하였다.

**Table 1. Mixing ratio of commercial Nuruks in each treatments.**

Commercial Nuruks	Saccharogenic power (SP)	Adding amount(g)	Mixing Ratio(%) <sup>2)</sup>
Sample 1	292± 24.331 <sup>1)c</sup>	986	4.79
Sample 2	1199±137.932 <sup>a</sup>	245	1.19
Sample 3	528± 16.000 <sup>b</sup>	545	2.65
Sample 4	291± 20.033 <sup>c</sup>	989	4.80
Sample 5	340± 23.352 <sup>c</sup>	847	4.11

Symbols: <sup>1)</sup> Values are mean ± SD (n=3)  
<sup>2)</sup> Contrast ratio of the amount of total volume  
<sup>a-c</sup> Different letters within the same row significantly (p < 0.05).

**환원당 측정**

환원당은 DNS(dinitrosalicylic acid)법[9]을 이용하여 분석하였다. 희석한 시료용액 1 mL에 DNS 시약 3 mL를 넣고 끓는 수욕 중에서 5분 동안 끓인 다음, 실온에서 냉각하였다. 증류수 21 mL을 넣고 잘 혼합 한 후, 분광광도계(JP/U-2000 spectrophotometer, Hitachi Ltd., Tokyo Japan)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 글루코스 표준 검량선을 이용하여 환원당 함량(%)을 계산하였다.

**알코올 함량 측정**

국세청 주류 분석기준[8]에 따라 시료 100 mL를 취하여 증류한 후, 15°C로 맞추고 주정계를 이용하여 측정하였다.

**휘발산 측정**

석탄주의 휘발산 함량은 알코올 농도 측정에 사용한 증류액 30 mL를 취한 후, 0.01N NaOH로 pH 8.2~8.4까지 적정하여 초산으로 환산하였다[8].

$$\text{적정량} \times 20 = \text{mg/L(초산)}$$

**색과 향 평가**

시판 누룩의 색상과 냄새는 본 연구자가 정성적으로 검사하였다. 발효제의 향 분석은 각 시료를 밀폐된 용기에 담아 실온에 1일간 방치한 후, 뚜껑을 열고 즉시 head space 공기의 냄새를 맡았다. 누룩취의 강도는 「연하게 느껴짐 (+)」, 「조금 강하게 느껴짐(++)」, 「강하게 느껴짐(+++)」으로 구분하였다[13, 14].

**관능평가**

재현한 석탄주의 색, 향미 및 전반적인 기호도 평가를 25명의 패널에게 5점 척도법(매우 좋다 5, 좋다 4, 보통 3, 나쁘다 2, 매우 나쁘다 1점)으로 평가를 하였고 그 결과를 SPSS 12.0 (SPSS Inc.)을 사용하여 Duncan의 다중비교법으로 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**시판 누룩의 품질특성**

국내 양조업체에서 많이 사용하는 5종의 시판 누룩을 수집한 후, 이들의 특성을 조사하였다. 시판 누룩 5종의 당화력을 비교해 본 결과, *Nuruk-B*의 당화력이 가장 높았고 (1,199 SP) *Nuruk-E, A, D*의 순으로 나타났다(Table 1). 또한 *Nuruk-B*에서 낮은 pH(5.5)와 비교적 높은 산도(0.13%)를 보였는데 이는 *Nuruk-B*에 생육한 곰팡이가 낱곡류인 누룩의 전분을 분해하여 유기산이 다량 축적된 것으로 보인다(Table 2). 색과 향을 조사해 본 결과, *Nuruk-A*는 다른 누룩과는 달리 내부에 회색을 띠고 향기가 있었지만 상대적으로 누룩취가 강하였다. *Nuruk-B*는 연한 황색에 구수한 향을, *Nuruk-C*는 진한황색을, *Nuruk-D, E*는 담황색을 보였고 *Nuruk-A*에 비해 누룩취가 적었다(Fig. 2).

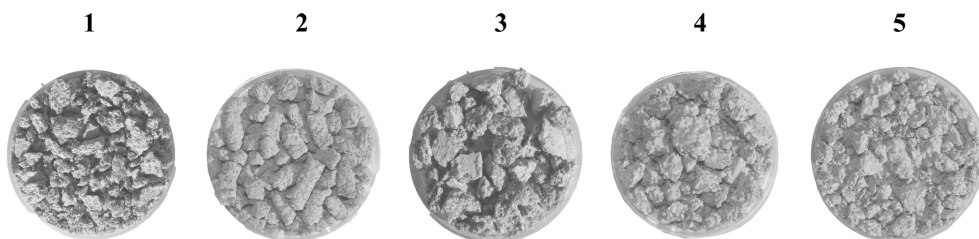
**석탄주 pH**

재현된 석탄주 5종의 pH를 측정한 결과, 발효초기(pH 5.73-6.62)에 pH가 급격히 떨어졌다가 발효 중간부터 완만히 증가(3일: 3.13-3.57, 6일: 3.35-3.80)하였고, 발효 종료시

**Table 2. Quality characteristics of commercial *Nuruks*.**

Commercial <i>Nuruks</i>	Properties				
	pH	Acidity(%)	Type	Color	Odor <sup>1)</sup>
Sample 1	6.4	0.03 ± 0.00	Stone-like	Grey	+
Sample 2	5.5	0.13 ± 0.00	Pellet	Lemon yellow	+++
Sample 3	6.4	0.02 ± 0.02	Stone-like	Dark yellow	++
Sample 4	6.0	0.03 ± 0.00	Stone-like	Weak yellow	+++
Sample 5	6.2	0.02 ± 0.00	Gravel-like	Weak yellow	++

Symbols: <sup>1)</sup> Savory, +++; Savory but Fetid, ++; Fetid, +  
<sup>a-c</sup> Different letters within the same row significantly (*p* < 0.05).



**Fig. 2. Morphological shapes of commercial *Nuruk*.** Symbols: 1, *Nuruk-A*; 2, *Nuruk-B*; 3, *Nuruk-C*; 4, *Nuruk-D*; 5, *Nuruk-E*.

pH 3.60-4.05로 상승하였다. 이는 Jin 등의 연구와 유사한 것으로 발효가 진행되면서 유기산과 알코올이 상호반응하여 ester와 같은 향 형성에 이용되어 pH가 증가된 것으로 보인다[17]. 또 한가지 가능성으로서 So 등의 연구결과와 같이 단백질 분해로 인한 아미노산과 펩타이드의 완충작용에 의한 것일 가능성도 있다[18]. 또한 본 연구에서 *Nuruk-C*의 pH가 가장 높고 *Nuruk-B*가 가장 낮게 측정되었는데, 이는 누룩내 *Rhizopus* sp.의 함량 비율이 높았을 경우 생성된 유기산에 의해 pH가 낮게 측정되었고, *A. oryzae*의 함량 비율이 높은 처리구는 상대적으로 pH가 높았다는 So 등[16]의 연구결과에서 볼 때, *Nuruk-C*는 *A. oryzae*가, *Nuruk-B*는 *Rhizopus* sp.가 다량 함유되었을 것이라 추측된다. 향후 시판 누룩에서 곰팡이를 분리하여 누룩의 pH 변화에 영향을 끼치는 요인을 조사할 필요가 있을 것으로 사료된다.

**당도 및 환원당**

발효주 내의 당 함량은 효모의 에탄올 생산농도를 결정짓고 주류의 향기성분과 단맛에 영향을 주는 것으로 알려져 있다[3, 20]. 당도는 *Nuruk-C*로 제조한 석탄주가 23 brix로서 가장 높았으며(Table 3) 이는 *Nuruk-C*가 다른 누룩에 비해 당화력이 높은(528 SP, Table 1) 반면 효모 수가 적기 때문

인 것으로 사료된다. 석탄주의 환원당 함량은 0일(0.19~2.67%), 3일(0.62~5.67%), 6일(3.67~7.11%), 10일(1.16~5.36%)로 6일까지는 계속 증가하다가 10일부터 감소하였다(Table 3). 이는 Lee 등이 보고한 탁주연구[3]에서 주모 무첨가시 발효 2일차에 환원당 함량이 담금 직후보다 증가하였고 주모 첨가구에서는 감소하였다는 결과와 상통하였다. 주모 첨가구에서는 미리 충분히 증식된 효모가 존재 함으로써 당을 에탄올 기질로 이용할 수 있기 때문인 것으로 판단된다. 그러나, 환원당 함량이 가장 높았던 *Nuruk-C*(5.4%)의 알코올 농도가 가장 낮은 것은(8.9%) 본 연구에서 효모를 인위적으로 접종하지 않고 누룩 내의 효모만을 이용하였기 때문에 *Nuruk-C* 자체의 효모 개체수가 부족하였을 것으로 사료된다. 향후 술덧 발효 과정에서 당 함량과 효모 활성과의 상관관계를 구명하는 연구도 필요할 것이다.

**산도**

발효가 진행됨에 따라 산도 또한 상승하는 양상을 보였다. *Nuruk-B*의 산도가 가장 높았으며(0.59%), 이어서 *Nuruk D, C, A, E*의 순이었다. 산도가 가장 낮았던 *Nuruk-E*(0.45%)는 발효 중 유기산 생성이 다른 처리구보다 낮았던 것으로 보인다.

**Table 3. Comparison physicochemical properties during *Seoktanju* fermentation at room temperature.**

Fermentation time (days)	Sample number	Brix (°)	pH	Acidity (%)	Amino acidity	Reducing Sugar (%)	Alcohol (%)	Volatile acids (ppm)
0	A	2.46±0.4 <sup>2)</sup>	6.31±0.2 <sup>b</sup>	0.02±0.0 <sup>b</sup>	1.68±0.6 <sup>a</sup>	0.83±1.4 <sup>b</sup>	ND <sup>3)</sup>	ND
	B	2.66±0.4 <sup>a</sup>	5.73±0.1 <sup>c</sup>	0.05±0.0 <sup>a</sup>	0.92±0.2 <sup>ab</sup>	2.67±0.4 <sup>a</sup>	ND	ND
	C	2.00±1.3 <sup>a</sup>	6.62±0.1 <sup>a</sup>	0.02±0.0 <sup>b</sup>	0.28±0.5 <sup>c</sup>	0.74±0.7 <sup>b</sup>	ND	ND
	D	2.06±0.5 <sup>a</sup>	6.24±0.1 <sup>b</sup>	0.02±0.0 <sup>b</sup>	0.95±0.2 <sup>ab</sup>	0.19±0.2 <sup>b</sup>	ND	ND
	E	2.13±0.2 <sup>a</sup>	6.43±0.2 <sup>b</sup>	0.01±0.0 <sup>b</sup>	1.65±0.2 <sup>a</sup>	0.37±0.2 <sup>b</sup>	ND	ND
3 <sup>1)</sup>	A	5.66±2.9 <sup>ab</sup>	3.53±0.7 <sup>ab</sup>	0.41±0.1 <sup>a</sup>	2.83±0.5 <sup>a</sup>	1.69±2.8 <sup>b</sup>	3.70±0.1 <sup>a</sup>	263.73±11.3 <sup>a</sup>
	B	7.43±0.6 <sup>a</sup>	3.31±0.2 <sup>c</sup>	0.39±0.0 <sup>a</sup>	1.51±0.2 <sup>c</sup>	5.67±1.0 <sup>a</sup>	0.80±0.3 <sup>b</sup>	156.73±42.9 <sup>b</sup>
	C	4.80±1.3 <sup>ab</sup>	3.13±0.2 <sup>a</sup>	0.36±0.1 <sup>a</sup>	0.39±0.4 <sup>d</sup>	1.56±1.5 <sup>b</sup>	1.66±0.9 <sup>b</sup>	179.73±19.1 <sup>b</sup>
	D	4.26±0.3 <sup>b</sup>	3.39±0.9 <sup>bc</sup>	0.40±0.1 <sup>a</sup>	1.73±1.0 <sup>bc</sup>	0.62±0.4 <sup>b</sup>	1.13±1.0 <sup>b</sup>	155.60±126.7 <sup>b</sup>
	E	4.26±0.3 <sup>b</sup>	3.57±0.1 <sup>a</sup>	0.34±0.0 <sup>a</sup>	2.56±0.3 <sup>ab</sup>	0.73±0.1 <sup>b</sup>	3.46±0.4 <sup>a</sup>	132.60±10.5 <sup>b</sup>
6	A	17.03±0.6 <sup>c</sup>	3.70±0.1 <sup>ab</sup>	0.47±0.0 <sup>a</sup>	1.24±0.1 <sup>b</sup>	3.67±0.4 <sup>b</sup>	15.06±0.4 <sup>a</sup>	5.94±0.3 <sup>a</sup>
	B	20.16±0.8 <sup>bc</sup>	3.53±0.1 <sup>bc</sup>	0.57±0.1 <sup>a</sup>	0.96±0.1 <sup>c</sup>	6.95±0.7 <sup>a</sup>	11.76±2.1 <sup>b</sup>	5.97±1.33 <sup>a</sup>
	C	24.93±1.8 <sup>a</sup>	3.36±0.1 <sup>c</sup>	0.45±0.1 <sup>a</sup>	0.38±0.2 <sup>d</sup>	5.90±1.9 <sup>ab</sup>	7.83±2.1 <sup>c</sup>	5.40±1.5 <sup>a</sup>
	D	24.13±2.7 <sup>a</sup>	3.53±0.2 <sup>bc</sup>	0.52±0.2 <sup>a</sup>	0.95±0.2 <sup>c</sup>	7.11±2.5 <sup>a</sup>	9.66±2.2 <sup>bc</sup>	5.19±0.92 <sup>a</sup>
	E	22.83±2.2 <sup>ab</sup>	3.80±0.2 <sup>a</sup>	0.38±0.1 <sup>a</sup>	1.66±0.2 <sup>a</sup>	6.73±1.5 <sup>a</sup>	12.00±0.1 <sup>b</sup>	5.25±0.9 <sup>a</sup>
10	A	14.16±0.3 <sup>d</sup>	4.06±0.1 <sup>a</sup>	0.48±0.2 <sup>a</sup>	2.13±0.1 <sup>b</sup>	1.16±0.2 <sup>c</sup>	19.43±0.3 <sup>a</sup>	5.05±0.1 <sup>a</sup>
	B	15.96±1.1 <sup>cd</sup>	3.90±0.2 <sup>ab</sup>	0.59±0.2 <sup>a</sup>	1.64±0.1 <sup>c</sup>	4.98±0.9 <sup>ab</sup>	17.73±0.7 <sup>ab</sup>	4.6±1.06 <sup>a</sup>
	C	23.00±1.2 <sup>a</sup>	3.60±0.1 <sup>c</sup>	0.57±0.1 <sup>a</sup>	0.82±0.3 <sup>d</sup>	5.36±1.5 <sup>a</sup>	8.90±3.2 <sup>d</sup>	3.23±2.4 <sup>a</sup>
	D	21.30±2.6 <sup>ab</sup>	3.76±0.2 <sup>bc</sup>	0.57±0.2 <sup>a</sup>	1.90±0.2 <sup>bc</sup>	4.82±2.0 <sup>ab</sup>	13.43±1.9 <sup>c</sup>	3.18±0.2 <sup>a</sup>
	E	18.86±1.9 <sup>bc</sup>	4.06±0.1 <sup>a</sup>	0.45±0.1 <sup>a</sup>	2.85±0.2 <sup>a</sup>	2.91±0.1 <sup>bc</sup>	15.73±0.3 <sup>bc</sup>	3.74±0.6 <sup>a</sup>

1) Second mashing was carried out at the third day.  
 2) Values are mean ± SD.  
 3) ND: Non-detected  
 4) Mean separation within column by Duncan's multiple range test at p = 0.05.

**아미노산도**

아미노산도는 쌀과 누룩 속에 포함된 단백질이 acidic protease와 기타 peptidase 등의 분해효소 작용에 의해 유리 되는 아미노산을 측정할 수치로서 적당량의 유리 아미노산 은 발효주에 감칠맛을 부여하여 소비자 기호도에 영향을 준 다[4, 19]. 전체 석탄주 처리구에서 담금직후, 아미노산도는 0.28~1.68였으나 발효가 진행됨에 따라 증가하였다가 발효 6일차 측정시 감소하였고, 발효 10일차에 다시 증가되는 양 상을 보였다. 이는 Han 등의 연구[4]에서 탁주의 아미노태 질소가 발효기간이 경과함에 따라 계속 증가한다는 보고와 는 다소 차이가 있으며, 이는 석탄주의 2단 담금(4일차)때 고두밥이 첨가됨에 따라 희석효과에 의해 아미노산도가 전 반적으로 감소하였다가 다시 누룩의 단백질분해효소의 작용 에 의해 올라간 것으로 판단된다. 시판 누룩에서 *Nuruk-E* (2.85)와 *Nuruk-A*(2.13)가 다른 누룩들에 비해 아미노산도가 높고, *Nuruk-C*가 가장 낮았다(0.82). 이와 같은 결과는 개량 누룩을 제외한 *Nuruk-C*가 당화력은 전통누룩에 비해 월등 히 높은(Table 1) 반면 단백질 분해력은 현저히 떨어진다는 것을 추측할 수 있었다.

**알코올 및 휘발산**

알코올 함량은 발효가 진행됨에 따라 증가하였으며 *Nuruk-A*를 사용한 석탄주의 알코올 함량이 19.43%로서 가장 높았 고 *Nuruk-B*(17.73%), *E*(15.73%), *D*(13.43%), *C*(8.9%)의 순이었다(Table 3). *Nuruk-A, B*는 비교적 높은 산도임에도 불구하고 많은 알코올을 생성하였는 것을 보면, 이들 누룩 은 내산성이 있는 효모가 존재하는 것으로 추측된다. 이를 증명하기 위해서 누룩 속의 효모를 분리하여 내산성 유무를 확인하여야 할 것이다. 휘발산의 경우 담금 직후(0일)에는 알코올이 검출되지 않아 분석할 수 없었다. 발효 3일(132.00~263.73 ppm)에 비해 6일(5.16~5.97 ppm)부터 급격히 감소 하였다. 이는 발효가 진행되면서 상당량의 향기성분이 3일 이후부터 휘발되어 소멸한 것으로 사료된다. 발효 6일과 10 일차의 휘발산 함량 차이는 크지 않았다(Table 3).

**발효기간에 따른 당과 알코올 생성능 비교**

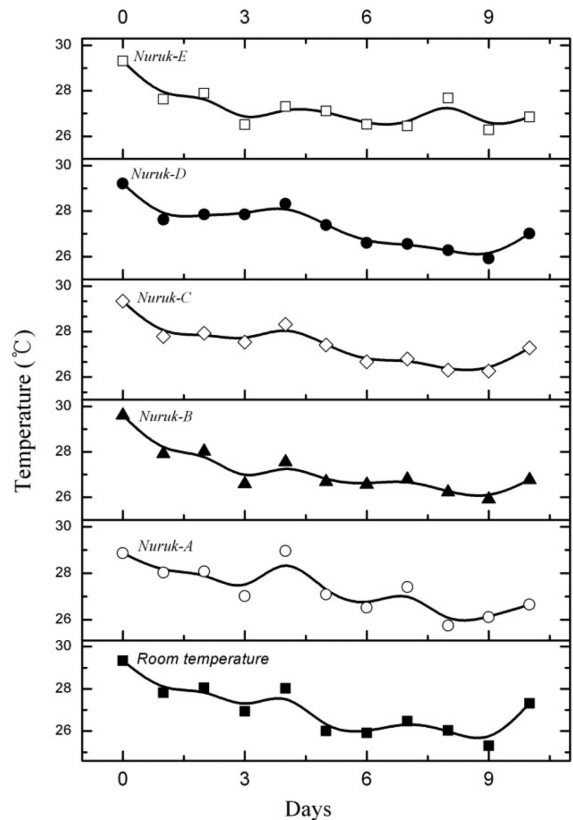
발효 6일차 이후, 환원당과 알코올 함량을 분석한 결과, A 누룩의 상관계수는 0.949\*\*, B 누룩 -0.92\*\*, C 누룩 0.87\*, D 누룩 -0.92\*\*, E 누룩 -0.91\*\*로서 C 누룩을 제외하고는 모두 고도의 부(-)의 관계에 있었다(Table 4). 이와 같은 결 과는 이미 보고된 하향주[21] 및 삼백주[22]의 연구와도 유사 하였다. *Nuruk-C*의 경우, 당과 알코올 농도가 정(+)의 상관 관계에 있다고 말할 수 있지만 실제로 환원당 0.54%에 대 한 알코올 1.07% 증가로 소폭 변화한 것이며, 최종 발효 시, 알코올 농도는 8.9%에 불과하여서 정상관이라고 말하는 것 은 무리가 있었다.

**Table 4. Correlation coefficients between reducing sugar and alcohol concentration for 5 kinds of *Seoktanju*.**

Correlation coefficients	Various <i>Seoktanju</i> by				
	A	B	C	D	E
	-0.949** <sup>1)</sup>	-0.92**	0.87*	-0.92**	-0.91**

<sup>1)</sup>\*,\*\* Significant at P≤0.05 or 0.01, respectively.

<sup>2)</sup> 30-paired data set were used for the analysis in each mash. Correlation coefficients investigated since 6 days after first mashing day.



**Fig. 3. Changes of temperature during *Seoktanju* fermentation treated with 5 different commercial *Nuruks*. Second mashing was done on 3 days.**

**발효기간에 따른 석탄주의 품온 변화**

시판 누룩별로 제조한 석탄주의 품온 변화는 Fig. 3과 같 다. 석탄주 발효 기간 동안 실험실 내의 온도는 25.3~29.3°C 이었으며, 발효제 별로 25.7~28.9°C(A), 25.9~29.6°C(B), 26.2~29.3°C(C), 25.9~29.2°C(D), 26.3~29.3°C(E)로 관찰되 었다. 이는 발효과정 중 누룩미생물의 생육에 의해 실내온 도와 석탄주의 술덧 내의 품온 변화가 차이가 있을 것이라 여겼지만, 석탄주는 실내온도의 변화에 대체로 상응하는 것 으로 나타났다. 그러나 발효 3~4일차부터 실내온도는 26.9 ~28.0°C로서 1.1°C의 차이를 보이고 술덧 내의 품온 차이는 전체적으로 26.5~29.0°C로서 2.5°C의 온도차를 보였다. 이

Table 5. Sensory evaluation of *Seoktanju* using commercial *Nuruks*.

Commercial <i>Nuruks</i>	Sensory evaluation <sup>1)</sup>			
	Color	Flavor	Taste	Overall acceptability
<i>Nuruk-A</i>	3.462±0.660 <sup>a</sup>	3.000±1.000 <sup>a</sup>	2.692±0.751 <sup>c</sup>	2.769±0.832 <sup>b</sup>
<i>Nuruk-B</i>	3.923±1.115 <sup>a</sup>	3.308±0.480 <sup>a</sup>	3.462±0.877 <sup>ab</sup>	3.385±0.870 <sup>ab</sup>
<i>Nuruk-C</i>	3.462±1.126 <sup>a</sup>	3.462±1.127 <sup>ab</sup>	2.923±0.954 <sup>bc</sup>	3.154±1.068 <sup>b</sup>
<i>Nuruk-D</i>	3.462±1.050 <sup>a</sup>	4.154±0.987 <sup>a</sup>	4.000±0.913 <sup>a</sup>	4.000±0.913 <sup>a</sup>
<i>Nuruk-E</i>	3.462±0.967 <sup>a</sup>	3.000±0.817 <sup>a</sup>	2.769±0.927 <sup>bc</sup>	3.231±0.927 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Estimated by 5 point scale, where 5, excellent; 4, good; 3, moderate and acceptable; 2, poor; 1, very poor and unacceptable.

<sup>2)</sup> Mean separation within column by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

러한 차이는 2차 담금 후, 누룩 미생물들이 영양분을 재 공급받아 왕성하게 증식하였고 이로 인한 호흡열 때문에 실내 온도보다 약 1°C 상승한 것으로 보인다(data not shown). 따라서 발효주 제조시 담금 횟수, 원료량, 가수량, 누룩 첨가량 등에 따라 발효주 품온 차이가 있어 향후, 그 패턴을 프로파일링하여 실내온도와의 상관성을 비교할 계획이다.

#### 석탄주의 관능평가

재현한 석탄주의 관능평가를 25명의 패널을 대상으로 실시하였다(Table 4). 전반적으로 색과 향에서 차이가 거의 없었지만, 발효제에 따라 강한 과일향과 신맛, 단맛을 느낄 수 있었다. 특히, *Nuruk-D*로 제조한 석탄주는 색을 제외한 향미, 전반적인 기호도에서 4점 이상으로 높은 점수를 얻었다. 이와 반대로, *Nuruk-D*는 전반적인 기호도에서 높은 점수(4.00)를 얻었지만 향이 부족하고 신맛이 강하며, 맛 또한 단조롭다는 평을 받았고, *Nuruk-A*는 높은 산도와 낮은 환원당 함량으로 인해 전반적인 기호도 평가에서 가장 점수가 (2.77) 낮았다. 고문헌 상 석탄주 특유의 달콤한 맛을 내기 위해서는 발효과정 중 유기산 생성과 환원당 함량, 알코올 농도를 조절하는 것이 중요한 관건이라고 사료된다. 이는 누룩의 종류, 발효온도 조절과 관계가 깊을것으로 보이며 이 문제에 관한 심도 있는 연구도 향후 진행되어야 할 것이다.

#### 요 약

고문헌에 기록된 사라진 우리술을 발굴하는 전통주 복원 프로젝트의 일환으로서 시판 누룩 5종을 사용한 석탄주(桴呑酒)를 제조하여 이들의 양조적성을 구명하였다. 석탄주 발효 중 품온변화 등 일반성분을 분석하였고 완성된 석탄주(발효기간 10일)의 관능평가를 실시하였다. 전체적으로 술덧의 품온변화는 실내온도 변화에 상응하였다. pH는 전체적으로 발효 0~3일차까지 급격히 떨어졌다가 발효 중간부터 완만히 증가(3일: 3.13~3.57, 6일: 3.35~3.80)하였고, 발효 종료 시, pH 3.60~4.05로 상승하였다. 산도는 전반적으로 높았으며 (0.45~0.59%) *Nuruk-B*의 수치가 가장 높았다. 이는 누룩에 생육하는 유기산 생성 곰팡이와 젖산균이 술덧의 적절한 온

도, 원료 조성, 효모 수에 따라 유기산 생산능에 차이가 있는것으로 보여진다. 환원당과 당도는 *Nuruk-C*로 제조한 석탄주에서 가장 높았으나(5.36%, 23°) 알코올 함량(8.6%)은 가장 낮았다. 5종의 시판누룩으로 발효시킨 석탄주에서 *Nuruk-A*가 알코올 함량(19.4%)이 가장 높았고 휘발산은 발효 3일째 가장 높은 수치(132.6~263.7 ppm)를 나타내었으나, 발효가 진행되면서 급격히 감소(5.25~5.94 ppm)하였다. 관능평가는 5점 척도법으로 실시하였으며 *Nuruk-D*로 제조한 석탄주가 전반적인 기호도가 가장 높았고(4.0), *Nuruk-A*의 경우 가장 낮았다(2.77).

#### Acknowledgment

This study was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No.: PJ006761201003)”, RDA, Republic of Korea.

#### REFERENCES

- Han, E. H., T. S. Lee, B. S. Noh, and D. S. Lee. 1997. Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**: 555-562.
- Jeong, J. W., K. J. Park, M. H. Kim, and D. S. Kim. 2006. Changes in quality of spray-dried and freeze-dried *Takju* powder during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**: 513-520.
- Jin, T. Y., E. S. Kim, S. J. Wang, and M. H. Wang. 2007. Changes in physicochemical and sensory characteristics of rice wine, *Yakju* prepared with different amount of red yeast rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* **39**: 309-314.
- Jung, J. W., C. D. Park, H. H., Park, G. D. Lee, I. S. Lee, and J. H. Hong. 2006. Manufacturing and characteristics of Korean traditional liquor, *Hahyangju* prepared by *Saccharomyces cerevisiae* HA3 isolate from traditional *nuruk*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**: 659-667.
- Lee, C. Y., T. Y. Kim, and C. K. Sung. 1996. Studies on the souring of *Hansan Sogokju* (Korean traditional rice wine).

- Korean J. Food Sci. Technol.* **28**: 117-121.
6. Lee, J. S., T. S. Lee, B. S. Noh, and S. H. Park. 1996. Quality characteristics of mash of *Takju* prepared by different raw materials. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**: 330-336.
  7. Lee, W. Y., C. H. Rhee, and C. H. J. Woo. 2004. Changes of quality characteristics in brewing of cordceps (*Sambaeaju*) supplemented with dried persimmon and cordceps sinenisi. *Korean J. Food Preserv.* **11**: 240-245.
  8. Park, C. S. and T. S. Lee. 2002. Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour *nuruks*. *Korean J. food Sci. Technol.* **34**: 296-302.
  9. Park, J. H., S. M. Bae, C. Yook, and J. S. Kim. 2004. Fermentation characteristics of *Takju* prepared with old rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* **36**: 609-615.
  10. Park, S. H. and J. H. Lee. 2005. The correlation of physicochemical characteristics of *Kimchi* with sourness and overall acceptability. *Korean J Food Cookery Sci.* **21**: 103-109.
  11. Ro, H. I., E. H. Chnag, S. T. Joeng, and K. Y. Jahng. 2008. Characteristics of fermentation and wine quality. *Korean J. Food Preserv.* **15**: 317-324.
  12. Song, J. C., H. J. Park, and W. C. Shin. 1997. Change of *Takju* qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**: 895-900.
  13. So, M. H. 1993. Conditions for the production of amylase and protease in making wheat flour *nuruk* by *Aspergillus oryzae* L2. *Korean J. Food & Nutrition.* **6**: 89-95.
  14. So, M. H. 1993. Conditions for the production of amylase and protease in making wheat flour *nuruk* by *Rhizopus japonicus* T2. *Korean J. Food & Nutrition.* **6**: 96-102.
  15. So, M. H. 1999. Characteristics of modified *nuruk* made by inoculation of traditional *nuruk* microorganisms. *Korean J. Food & Nutr.* **12**: 219-225.
  16. So, M. H. and J. W. Lee. 1996. *Takju* brewing by combined use of *Rhizopus japonicus-nuruk* and *Aspergillus oryzae-nuruk*. *J. Korean Soc Food Nutr.* **25**: 157-162.
  17. 국제청기술연구소: 주류분석 규정. (2009). p.14, p.17, p.41-42.
  18. 박록담 (2005), 다시쓰는 주방문, 코리아쇼케이스, p.291.
  19. 서유구 (1798), 이효지, 조신호, 정낙원, 차경희 (2007) 편역, 임원십육지정조지(鼎俎志) 교문사, p.334.
  20. 이용기 (2001), 다시보고 배우는 조선무쌍신식요리제법, 남우현, 한복려, 궁중음식연구원, p.82.
  21. 이효지 (2003), 한국의 전통 민속주, 한양대학교 출판부, p. 13, 23.
  22. 장지현 (1989), 우리나라 술의 역사, *Korean J. Dietary Culture.* Vol. 4. No. 3.