ISSN(Print) : 1738-7248, ISSN(Online) : 2287-7428
Korean J. Food Preserv.
21(6), 892-902 (2014)
http://dx.doi.org/10.11002/kjfp.2014.21.6.892

사단법인 한국식품저장유통학회
The Korean Society of Food Preservation

# Quality characteristics of *Takju* according to different rice varieties and mixing ratio of *Nuruk*

So-Yeon Im[1], Chang-Ho Baek[1], Seong-Yeol Baek[1], Hye-Young Park[1], Han-Seok Choi[1], Ji-Ho Choi[1], Seok-Tae Jeong[1], Woo-Chang Shin[2], Heui-Dong Park[3], Soo-Hwan Yeo[1]*

[1]*Fermented Food Science Division, Department of Agro food Resource, NAAS, RDA, Wanju 565-851, Korea*
[2]*Reserch Institute Kooksoondang Co., Ltd., Seongnam 462-120, Korea*
[3]*Department of Food Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea*

# 쌀 품종과 누룩 배합비율에 따른 탁주의 품질 특성

임소연[1] · 백창호[1] · 백성열[1] · 박혜영[1] · 최한석[1] · 최지호[1] · 정석태[1] · 신우창[2] · 박희동[3] · 여수환[1]*

[1]농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효식품과, [2](주)국순당부설연구소,
[3]경북대학교 농업생명과학대학 식품공학부

**Abstract**

**The quality characteristics of *Takju* were investigated according to the different rice varieties and mixing ratio of *Nuruk* for the advanced quality of *Takju*. The yeast was selected by alcohol-producing ability. Then a liquid starter was prepared using brewing fungi (*Aspergillus luchuensis* 34-1 and *Lichtheimia ramosa* CN042), and rice *Nuruk* was manufactured with two rice types (*Chucheong* and *Hanareum*). The quality characteristics of *Takju* were investigated based on the rice type and the mixing ratio of *A. luchuensis* 34-1 and *Lich. ramosa* CN042 (1:0, 0:1, 1:1, 1:3). *S. cerevisiae* Y268 showed an alcohol yield of 9.3±0.33% at a 0.3% concentration in the YPD broth medium, and the rice *Nuruk* with *A. luchuensis* 34-1, regardless of rice type, was confirmed to have a higher enzyme activity and physiochemical property than *Lich. ramosa* CN042. According to the quality analysis of *Takju*, the physiochemical property was increased for the fermentation period, and the acidity differed by type of fungi and rice. The quality of *Takju* was changed with the composition differences of organic acid and free amino acid by rice type and mixing ratio. As a result of the sensory evaluation of *Takju*, the preference for it was increased with the *Hanareum* and *A. luchuensis* 34-1, respectively. Thus, this study shows the possibilities for activating the industry of traditional liquor by improving the *Nuruk* and *Takju* manufacturing technique.**

**Key words : brewing microorganism, starter, rice *Nuruk*, *Takju*, quality**

## 서 론

탁주는 맑은 술을 떠내지 않고 그대로 거른 술로써 막걸리라 불리어지며, 우리 술중 역사가 오래된 술이다(1). 특히, 일반 주류와는 달리 당질, 비타민 B군 및 단백질이 풍부하고, 누룩의 protease에 의해 단백질이 분해된 valine, leucine, serine, proline, glycine 등의 아미노산과 식이섬유 등이 많아 소주 등의 다른 주류와는 차별화된 특성을 가지고 있다(2,3). 또한 간 기능 개선효과, 콜레스테롤 및 고혈압 저해효과 등의 기능적 특징도 가지고 있다(4). 전통누룩의 원료와 종류에 따라 누룩 미생물이 생산하는 알코올 발효력, 이화학적 특성, 효소활성, 유기산 생성력 등이 다르다. 또한 생산된 지역에 따라 누룩 특성이 달라 술덧의 색, 향, 맛 등의 품질에도 차이가 있어 지역에 적합한 탁주 개발이 필요하다(5).

1938년 국내에 도입된 일본 술 제조용 균주인 *Aspergillus luchuensis*가 입국제조에 이용되면서부터 탁주에도 사용되기 시작하였다(6). 입국으로 빚은 탁주는 독특한 향과 아미

*Corresponding author. E-mail : yeobio@korea.kr
Phone : 82-63-238-3610, Fax : 82-63-238-3843
Copyright Ⓒ Korean Journal of Food Preservation. All rights reserved.

노산 함량이 낮으며, 유기산의 신맛이 지나치게 강하여 전통누룩으로 제조했을 때와 같은 조화로운 향미를 나타내지 못하는 것으로 알려졌다. 그러나 입국을 탁주 제조에 사용하면 술덧을 산성으로 유지하여 발효를 안전하게 하고 발효시간을 단축시키며, 알코올 수율도 높여주는 이점이 있다. 하지만 단일균주 사용과 더불어 원재료가 쌀에 한정되어 우리 술의 다양성이 상실되었으며, 현재까지도 전통주의 풍부한 향미를 재현시키지 못하는 실정이다(7).

국내 양조에 관련된 발효 미생물, 누룩, 제조공정 개발 등의 연구는 일본 입국에서 분리하거나 전통누룩에서 분리한 미생물 특성 연구가 대부분이고(6,8-10), 그 외, 탁주 품질에 대한 연구가 보고되고 있다(2,5,10). 그러나 전통주에 적합한 효모 선발이나 육종 및 생산에 관한 연구와 더불어 유용 양조 미생물을 이용한 누룩 제조와 이를 활용한 주류 개발은 미흡한 실정이다. 또한 발효 기술력 부재로 누룩 및 전통주 제조공정이 까다롭고 관여 미생물이 균일하지 못함으로 규격화된 제품 생산이 쉽지 않아, 품질의 고급화와 표준화에 대한 연구도 시급하다(11).

본 연구에서는 전통누룩에서 분리한 효모와 곰팡이를 이용하여 우리 술의 대표주자인 탁주의 주질 향상을 위해, 알코올 생성능이 우수한 양조용 효모와 더불어 양조용 곰팡이를 균주별로 제조한 쌀누룩 및 이들 배합비율에 따른 술덧의 품질 특성을 조사함으로써 탁주의 주질 향상을 통한 고급화 및 현대화에 기여하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 사용 원료 및 균주

본 실험에 사용한 밀기울은 전북 익산지역에서 재배(2010년 산)된 것을 사용하였고, 쌀누룩 및 덮밥용 쌀은 현재 국내에서 가장 많이 보급된 경기미(추청미)와 단백질과 지방성분이 적고 물리적·이화학적 특성 등의 기호도가 우수한 한아름(2012년 산) 품종을 사용하였다(12). 시험 균주는 농촌진흥청 국립농업과학원 발효식품과에서 분리·보관한 *Saccharomyces cerevisiae* Y190, Y260, Y268, Y281를 사용하였고, 전통누룩에서 당화력과 액화력 활성이 뛰어난 두 종류의 곰팡이(*A. luchuensis* 34-1과 *Lichtheimia ramosa* CN042)를 선정하였으며, 밀기울 배지에서 30℃, 5일 간 계대배양한 후, 4℃ 냉장고에 보관하면서 사용하였다.

### 효모의 알코올 생성능 조사

효모 종류에 따른 알코올 생성능을 조사하기 위해, 4종류의 *S. cerevisiae* Y190, Y260, Y268, Y281를 YPD배지에 접종하여 30℃에서 24시간 배양한 후, 생성된 $CO_2$량을 확인하였다. 또한 효모 농도에 따른 알코올 생성능은 dextrose를 24% 첨가한 YPD배지에 각각의 효모를 각 농도별(0, 0.3, 0.6, 1.0%(v/v))로 접종하여 30℃에서 60시간 배양하였으며, 배양 후 생성된 알코올 함량을 측정하였다(13).

### 액체종국 및 쌀누룩 제조

액체종국은 20-mesh sieve로 거른 밀기울 배지를 고압멸균(121℃, 25분)하고 여기에 2종류의 양조용 곰팡이(*A. luchuensis* 34-1, *Lich. ramosa* CN042)를 각각 접종하여 3일간 배양(30℃, 100 rpm)하였다. 전 배양액 5%를 본 배양배지에 접종하여 4일간 배양(30℃, 100 rpm)한 후, 여과공정을 거쳐 액체종국을 제조하였다. 쌀누룩은 2종류의 쌀 품종(추청미, 한아름)을 깨끗이 씻고 3~4시간 침지한 후, 소쿠리에서 물 빼기를 하고, 증자기에서 고두밥을 증자한 후, 40℃가 되도록 급속히 냉각시켜 서로 다른 양조용 액체종국을 살포하여 뒤집기와 뒤섞기를 거쳐 4일째 출국하였다.

### 탁주 제조

본 연구에서 제조한 탁주는 원료별로 제조한 4종류의 쌀누룩을 속양 주모법으로 술을 빚었다. 술덧의 원료 사용 비율은 고두밥 500 g, 각각의 쌀누룩(*A. luchuensis* 34-1, *Lich. ramosa* CN042로 제조한 쌀누룩) 100 g 가수량은 180%, 사용 효모는 *S. cerevisiae* Y268를 0.3%(v/w) 접종하였고, 1 L 용기로 25℃에서 6일간 발효한 후, 부직포로 여과한 여액을 시료로 사용하여 분석하였다. 본 연구에서는 탁주의 주질 다양성을 유도하기 위해 쌀 품종과 누룩의 배합비율에 따른 품질 특성을 모니터링 하였다. 특히 균주별로 제조한 쌀누룩의 배합 비율은 *A. luchuensis* 34-1와 *Lich. ramosa* CN042을 1:0, 0:1, 1:1, 1:3의 조합으로, 4종류의 탁주를 제조하였다.

### 알코올 함량 분석

알코올 함량은 시료 100 mL를 가열하여 증류액을 80 mL까지 받은 후, 100 mL까지 물로 정용한 후, 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15℃로 보정하여 나타내었다(13).

### 이화학적 특성 분석

pH는 pH meter(Metrohm 691, Herisau, Switzerland)로 실온에서 측정하였고, 총산도는 시료 10 mL에 0.5% phenolphthalein 2~3방울을 떨어뜨린 다음, 0.1 N NaOH로 중화 적정하였으며 소비된 용액의 양을 acetic acid(%)로 환산하였다. 아미노산도는 시료 10 mL를 0.1 N NaOH로 중화시킨 후, 중성 포르말린액 5 mL를 가하여 혼합하고 여기에 0.1 N NaOH 용액을 적정하여 pH 8.3이 될 때까지 소요된 0.1 N NaOH의 mL 수로 표시하였다.

### 효소활성 분석

효소활성은 시료 10 g에 염화나트륨 용액 50 mL를 넣고

저온실(4℃)에서 하룻밤 또는 실온(15~20℃)에서 3시간 침출·여과한 조효소액을 일본 국세청소정분석법(14)에 따라 효소활성을 분석하였다.

### 유기산 및 유리 아미노산 분석

유기산 분석은 HPLC (LC-20A Prominence, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)을 사용하였고 column은 KC-811(7.8×300 mm, Shodex Co.), mobile phase는 4 mM sulfuric acid를, flow rate는 0.6 mL/min, injection volume은 10 μL, detector는 PDA(210 nm)를 사용하였다(15). 유리 아미노산 분석은 시료 1 g에 70% ethanol을 10배 넣고 추출한 다음, 가열 및 여과한 후, 감압 농축하여 0.02 N-HCl로 녹이고 0.2 $\mu$m membrane filter (Millipore Co. Cork, Ireland)로 재여과한 후, amino acid analysis system (L-8900, Hitachi Co., Tokyo, Japan)을 이용하여 분석하였다(16).

### 관능검사

발효제 별로 제조한 탁주의 관능적 특성은 발효가 끝난 술덧을 여과·제성하고 시료를 냉장, 보관하여 마시기 좋게 숙성시킨 후, 10명의 전문 패널이 5가지 항목(색·탁도, 향, 맛, 후미, 종합적 평가)으로 기호성을 평가하였다.

### 통계 분석

모든 시료의 품질 분석은 3회 반복하여 실험군당 평균과 표준편차로 나타내었다. 관능검사는 SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 각각 일원배치분산분석(One-way ANOVA Test)을 하고 $p<0.05$수준에서 Duncan's multiple range test(DMRT)로 평균 간의 다중비교를 실시하였다.

**Table 1. Comparison of alcohol-producing ability by various yeast**

| No. | Species | Concentration (%) | EtOH (%) |
|---|---|---|---|
| 1 | *Saccharomyces cerevisiae* Y190 | 0 | 0±0.00[1)] |
| | | 0.3 | 9.1±0.36 |
| | | 0.6 | 8.7±0.42 |
| | | 1.0 | 8.9±0.27 |
| 2 | *Saccharomyces cerevisiae* Y260 | 0 | 0±0.00 |
| | | 0.3 | 8.4±0.27 |
| | | 0.6 | 8.4±0.33 |
| | | 1.0 | 8.8±0.18 |
| 3 | *Saccharomyces cerevisiae* Y268 | 0 | 0±0.00 |
| | | 0.3 | 9.3±0.33 |
| | | 0.6 | 8.1±0.27 |
| | | 1.0 | 9.9±0.27 |
| 4 | *Saccharomyces cerevisiae* Y281 | 0 | 0±0.00 |
| | | 0.3 | 9.1±0.36 |
| | | 0.6 | 8.4±0.27 |
| | | 1.0 | 9.2±.033 |

[1)]Values are mean±SD (n=3).

## 결과 및 고찰

### 알코올 생성능이 우수한 효모 선발

효모 종류에 따른 알코올 생성능을 조사한 결과, 4종류의 서로 다른 양조용 효모중에서 Y190, Y260, Y268의 CO2 생성량이 상대적으로 높게 나타났다(data not shown). 그리고 YPD 액체배지에 농도별(0, 0.3, 0.6, 1%)로 배양한 결과, 알코올 생성능이 우수한 효모는 0.3%에서 9.3% 알코올을, 1% 농도에서도 9.9% 알코올을 생성한 Y268를 우수 효모로 선정하였고, 접종량 대비 알코올 생성능이 우수한 0.3%의 농도를 최적 접종 농도로 선정하였다(Table 1).

### 쌀누룩의 이화학적 특성 분석

균주별 및 쌀 품종별로 제조된 4종류 누룩의 이화학적 특성(pH, 총산, 아미노산도) 결과를 Table 2에 나타내었다. *A. luchuensis* 34-1로 만든 추청미 누룩과 한아름 누룩 pH는 3.77과 4.24이었고, *Lich. ramosa* CN042로 만든 추청미 누룩과 한아름 누룩 pH는 5.06과 5.30이었다. 양조용 곰팡이 *A. luchuensis* 34-1로 만든 2종류 누룩의 총산도(0.38%, 0.26%)와 아미노산도(2.62, 2.98)는 양호하지만, *Lich. ramosa* CN042는 총산이 낮은 것으로 보아 쌀 품종에 따라 관여 양조용 곰팡이의 특성이 다른 것을 알 수 있으며, 탁주용 쌀누룩으로는 *A. luchuensis* 34-1 균주가 가장 우수하였다. Woo(2) 등은 대구·경북지역 농가에서 7종의 누룩을 수집하여 분석한 결과, pH는 5.4~5.9의 범위로, 총산도는 0.1%로 나타났다. 본 연구에서 *A. luchuensis* 34-1로 제조한 누룩의 pH는 시판누룩보다 상당히 낮고, 산도는 3배 이상 높은 값을 보였는데, 이는 탁주 제조 시 초기에 산의 보충이나 미생물에 의한 유기산 생성이 이루어져야 하나(17), 본 연구에서 제조한 누룩을 사용하면 탁주 제조 시 부수적인 산 첨가가 필요 없어 경제적일 것으로 판단되었다.

### 쌀누룩의 효소 활성 분석

균주별 및 쌀 품종별로 제조한 쌀누룩의 효소 활성을 조사하여 Table 3에 나타내었다. 쌀 품종에 따라 *A. luchuensis* 34-1로 제조한 쌀누룩의 산성 단백질 분해력은 17,343.6 units/g과 16,449.6 units/g으로 *Lich. ramosa* CN042로 제조한 쌀누룩보다 2.0~3.3배 낮았고, 당화력은 4.2~11.4배 낮은 것을 볼 수 있었다. 이 결과를 통해 *A. luchuensis* 34-1 균주가 *Lich. ramosa* CN042보다 이화학적 특성뿐만 아니라 효소 활성도 뛰어난 것을 알 수 있었다.

**Table 2. Physicochemical characteristics of rice *Nuruk* manufactured by using different kinds of rice and brewing fungi**

| Quality characteristics | *Chucheong* | | | *Hanareum* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | pH | Total acidity (%) | Amino acidity (mL) | pH | Total acidity (%) | Amino acidity (mL) |
| *A. luchuensis* 34-1 | 3.77±0.03[1)] | 0.38±0.05 | 2.62±0.83 | 4.24±0.22 | 0.26±0.03 | 2.98±0.15 |
| *Lich. ramosa* CN042 | 5.06±0.11 | 0.03±0.03 | 0.75±0.02 | 5.30±0.18 | 0.04±0.01 | 1.43±0.23 |

[1)]Values are mean±SD (n=3).

**Table 3. Enzyme activity of rice *Nuruk* manufactured by using different kinds of rice and brewing fungi**

| Rice | Strains | Enzyme activity (units/g) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | α-amylase | Glucoamylase | Acidic protease | Total |
| *Chucheong* | *A. luchuensis* 34-1 | 161.45±4.65[1)] | 370.96±22.69 | 17,343.60±29.38 | 17,876.01 |
| | *Lich. ramosa* CN042 | 17.93±2.13 | 58.43±11.08 | 5,245.20±23.71 | 5,321.56 |
| *Hanareum* | *A. luchuensis* 34-1 | 182.33±11.08 | 372.12±33.73 | 16,449.60±49.68 | 17,004.05 |
| | *Lich. ramosa* CN042 | 16.63±3.26 | 89.50±12.65 | 7,836.00±57.33 | 7,942.13 |

[1)]Values are mean±SD (n=3).

**Table 4. Analysis of organic acid in rice *Nuruk***

| Rice *Nuruk* | Organic acid | Contents (mg%) | |
|---|---|---|---|
| | | *A. luchuensis* 34-1 | *Lich. ramosa* CN042 |
| *Chucheong* | Oxalic | n.d[1)] | 12.69±7.29 |
| | Citric | 2,421.85±59.74[2)] | 35.43±11.09 |
| | Tartaric | n.d | n.d |
| | Malic | 8.55±4.46 | 9.25±6.25 |
| | Succinic | n.d | 6.08±1.34 |
| | Fumaric | n.d | n.d |
| | Lactic | 1.89±1.05 | n.d |
| | Formic | 54.44±21.08 | n.d |
| | Acetic | n.d | n.d |
| | Pyroglutamic | n.d | n.d |
| | Total | 2,486.72 | 63.44 |
| *Hanareum* | Oxalic | 5.95±0.13 | 9.20±2.36 |
| | Citric | 2,064.79±67.54 | 60.59±13.54 |
| | Tartaric | n.d | n.d |
| | Malic | 22.47±8.31 | 16.53±6.64 |
| | Succinic | 5.69±3.26 | n.d |
| | Fumaric | n.d | n.d |
| | Lactic | n.d | n.d |
| | Formic | 10.76±5.44 | n.d |
| | Acetic | n.d | n.d |
| | Pyroglutamic | 15.45±6.39 | n.d |
| | Total | 2,125.10 | 86.31 |

[1)]n.d is not detected.
[2)]Values are mean±SD (n=3).

### 쌀누룩의 유기산 성분 분석

균주별 및 쌀 품종별로 제조한 누룩의 유기산 분석을 Table 4에 나타내었다. *A. luchuensis* 34-1로 만든 추청미 누룩은 citric acid와 formic acid, *Lich. ramosa* CN042은 citric acid와 oxalic acid가 주요 유기산이며 전체 4종류의 유기산이 검출되었다. 이와 반대로, 한아름 누룩은 양조용 곰팡이 종류에 따라 생성된 유기산 양은 차이가 있지만 주요 유기산은 citric acid와 malic acid로 분석되었고 유기산의 종류도 쌀 품종과 관여 균종에 따라 다양하였다. 쌀누룩의 유기산 중 citric acid가 총 유기산의 95% 이상으로 주요 유기산으로 분석되었는데, 이는 쌀누룩의 총 유기산 중 citric acid가 97% 이상이나 함유되어 있었다는 Yu(18) 등의 연구 결과와도 유사하였다.

### 쌀누룩의 유리 아미노산 분석

균주별 및 쌀 품종별로 제조한 누룩의 유리 아미노산 분석 결과를 Table 5에 나타내었다. 추청미로 만든 *A. luchuensis* 34-1 누룩은 arginine, lysine, glutamic acid, leucine, tyrosine, isoleucine, alanine 등 27종의 유리 아미노산이 검출되었고 총 아미노산의 함량은 9,983.63 ㎍/mL이었다. *Lich. ramosa* CN042 누룩은 alanine, glutamic acid, arginine, leucine, valine, lysine 등 25종의 유리 아미노산이 검출되었고, 총 아미노산의 함량은 4,609.96 ㎍/mL이었다. 한아름으로 만든 *A. luchuensis* 34-1 누룩은 arginine, lysine, glutamic acid, leucine, tyrosine, isoleucine, aspartic acid 등 28종의 유리 아미노산이 검출되었고, 총 아미노산의 함량은 11,819.56 ㎍/mL 이었다. *Lich. ramosa* CN042 누룩은 proline, alanine, valine, leucine, glutamic acid, lysine 등 26종의 유리 아미노산이 검출되었고, 총 아미노산의 함량은 7,957.56 ㎍/mL이었다. 균주별로 제조한 쌀누룩의 유리 아

**Table 5. Analysis of free amino acid in rice *Nuruk***

| Free amino acid | Chucheong (μg/mL) | | Hanareum (μg/mL) | |
|---|---|---|---|---|
| | *A. luchuensis* 34-1 | *Lich. ramosa* CN042 | *A. luchuensis* 34-1 | *Lich. ramosa* CN042 |
| Phosphoserine | n.d[1)] | n.d | n.d | 70.46±6.46 |
| Urea | 10.78±2.36[2)] | 60.54±7.52 | 25.85±3.58 | 409.04±42.57 |
| Aspartic acid | 294.71±21.32 | 175.62±23.54 | 527.63±38.64 | 306.35±29.16 |
| Threonine | 136.93±18.65 | 87.20±31.06 | 206.13±19.65 | 198.12±14.27 |
| Serine | 230.58±54.23 | 129.11±46.35 | 358.41±46.38 | 195.15±48.36 |
| Glutamic acid | 736.85±26.91 | 271.47±22.16 | 871.83±94.16 | 373.57±36.43 |
| Sarcosine | n.d | n.d | 25.73±5.61 | n.d |
| α-Aminoadipic acid | n.d | 21.71±7.59 | 61.71±2.89 | 59.09±1.26 |
| Glycine | 165.96±14.52 | 68.73±3.54 | 215.16±46.32 | 225.87±33.18 |
| Alanine | 360.18±33.54 | 347.84±16.98 | 447.59±18.27 | 578.37±65.42 |
| α-Aminobutyric acid | 34.57±3.58 | n.d | 7.50±0.67 | n.d |
| Valine | 283.00±16.28 | 227.17±33.44 | 400.65±22.89 | 419.25±29.34 |
| Cystine | 212.10±54.33 | n.d | 179.29±61.82 | n.d |
| Methionine | 270.56±32.68 | 100.66±21.69 | 189.18±45.30 | 152.99±16.27 |
| Cystathionine | 150.97±33.64 | 65.24±8.94 | n.d | 82.88±26.13 |
| Isoleucine | 392.51±15.01 | 141.57±42.65 | 662.37±38.26 | 267.19±19.91 |
| Leucine | 725.64±48.98 | 256.58±33.48 | 782.55±27.45 | 418.55±42.49 |
| Tyrosine | 647.41±54.59 | 163.52±24.95 | 738.00±68.66 | 260.37±16.68 |
| Phenylalanine | 372.36±24.68 | 168.28±23.65 | 274.53±33.48 | 282.50±30.57 |
| β-Alanine | 175.93±35.44 | 69.92±15.03 | 351.76±18.94 | 111.52±19.51 |
| β-Aminobutyric acid | 166.58±16.57 | 56.91±9.12 | 173.22±21.15 | 79.25±26.67 |
| ɣ-Aminobutyricacid | 140.96±21.23 | 92.75±8.34 | 315.20±23.62 | 186.98±13.87 |
| Ethanolamine | 9.32±2.64 | 22.66±4.68 | 18.05±7.02 | 51.63±10.94 |
| Ammonia | 895.23±89.34 | 134.73±31.44 | 1,065.94±67.49 | 531.28±45.03 |
| Ornithine | 123.29±15.12 | 40.00±5.61 | 116.14±2.79 | 61.75±3.87 |
| Lysine | 886.84±57.89 | 204.14±15.94 | 945.04±33.51 | 360.63±33.91 |
| Histidine | 374.77±24..69 | 104.51±22.46 | 329.98±16.54 | 153.57±13.53 |
| 3-methylhistidine | 23.71±9.44 | n.d | n.d | n.d |
| Anserine | n.d | n.d | 57.35±13.24 | n.d |
| Argginine | 1,834.30±153.32 | 266.13±21.48 | 1,989.91±116.38 | 439.97±75.43 |
| Proline | 327.61±64.58 | 1,332.97±264.85 | 482.86±74.26 | 1,681.24±293.57 |
| Total | 9,983.63 | 4,609.96 | 11,819.56 | 7,957.56 |

[1)]n.d is not detected.
[2)]Values are mean±SD (n=3).

미노산을 분석한 결과에서 *A. luchuensis* 34-1로 제조한 누룩의 총 아미노산 함량은 *Lich. ramosa* CN042보다 약 2배 정도 높은 것으로 보아, *A. luchuensis* 34-1은 *Lich. ramosa* CN042보다 분해력이 강해 높은 수치를 나타내는 것을 볼 수 있었다.

쌀누룩의 주요 아미노산은 약한 쓴맛을 내는 arginine, lysine, tyrosine, valine, 감칠맛을 내는 glutamic acid, 쓴맛을 내는 leucine, isoleucine, 단맛을 내는 alanine, 쓴맛과 단맛을 내는 proline으로 같은 쌀 품종과 균주에 따른 차이보다는 다른 품종과 균주에 따른 차이를 보이는 것으로 보아, 탁주를 제조했을 때 이들의 주질 특성에 따라 독특한 향과 깔끔한 맛을 제공할 것으로 여겨진다.

### 발효기간에 따른 탁주 술덧의 이화학적 특성 분석

탁주의 pH는 발효과정에서 생성되는 유기산의 종류와 농도 등에 영향을 받으므로 발효 진행상황을 예측할 수 있는 중요한 지표이다(19). 본 연구에서 제조한 탁주 술덧의 pH는 3.1에서 3.7로 상승하는 경향으로 나타났으며 쌀 품종 및 누룩 배합비율에 따른 차이는 크지 않았다(Fig. 1). 발효기간 중의 산도 변화는 쌀 품종 및 누룩 배합비율에 따라 변화하는 것으로 나타났다(Fig. 2). 쌀 품종에 상관없이 배합비율에 따라 1:0과 1:3은 상승하는 반면에, 0:1과 1:1은 상승하다가 감소하는 경향을 보였다. 탁주 산도는 술의 풍미와 보존성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(20). 본 연구에서 제조한 탁주의 산도는 품질인증 기준인 0.5% 이하에 부합하여 산패의 위험성이 없는 것으로 보이며, 국내 시판 막걸리의 총산 함량을 측정한 Park(21) 등의 연구 결과와 유사하였다. 탁주 술덧의 아미노산도 변화는 상승하는 경향이었고, 쌀 품종 따라 큰 차이는 보이지 않았지만(Fig. 3), 누룩 배합비율에 따라 차이는 있으며, 그 중 1:0으로 배합한 탁주 술덧의 아미노산도가 2.07, 2.31로 가장 높게 나타났다. 특히, 발효 6일째, 모든 구간에서 탁주 술덧의 아미노산도가 3.5 이하였기 때문에 주질에서 느끼한 맛은 없는 것으로 여겨진다.

### 발효기간에 따른 탁주 술덧의 알코올 변화

알코올 함량은 술의 보존성이나 향미에 영향을 주는 성분으로 술덧의 알코올 함량은 다소 높아야 한다고 보고되고 있다(22). 탁주 술덧의 알코올 변화는 모든 구간에서 상승하였으며 쌀 품종 및 누룩 배합비율에 따라 큰 차이는 보이지 않았지만, 발효기간에 따른 알코올 생성율은 발효 6일째는

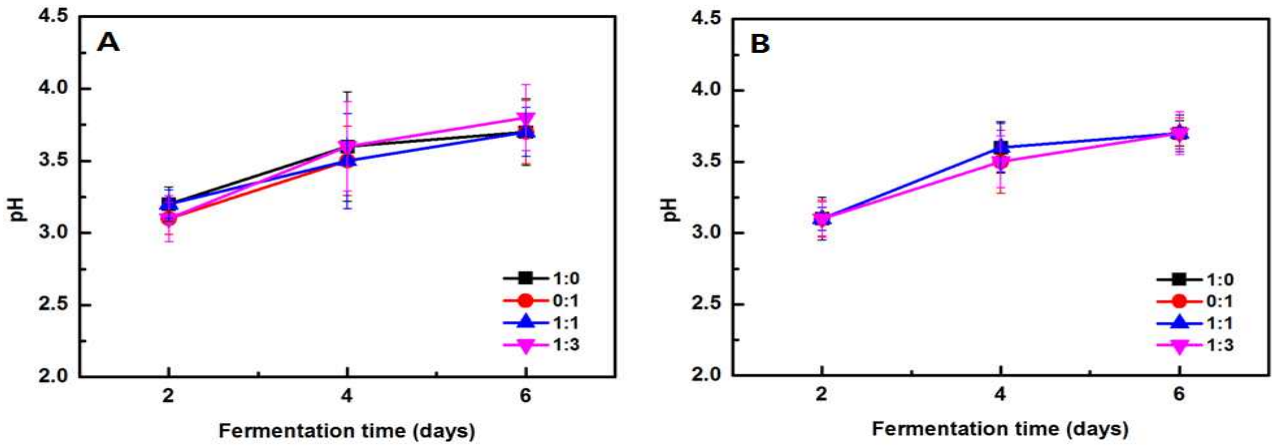


**Fig. 1. Changes in pH during fermentation time depending on *Takju* manufactured by rice varieties and combination ratio of rice *Nuruk*.**

Symbols: A; *Chucheong*, B; *Hanareum*, ■; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=1:0, ●; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=0:1, ▲; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=1:1, ▼; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=1:3.

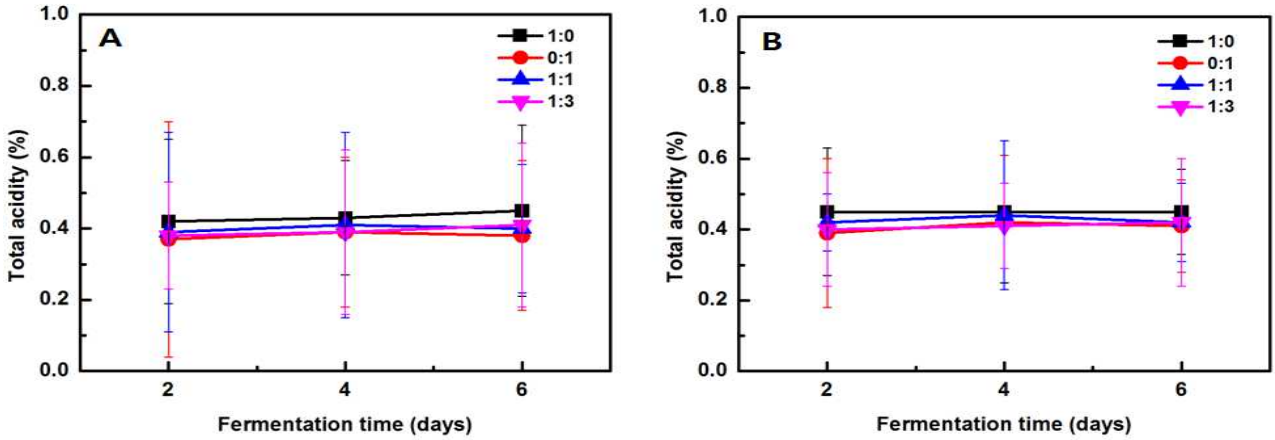


**Fig. 2. Changes in total acidity during fermentation time depending on *Takju* manufactured by rice varieties and combination ratio of rice *Nuruk*.**

Symbols: A; *Chucheong*, B; *Hanareum*, ■; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=1:0, ●; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=0:1, ▲; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=1:1, ▼; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=1:3.

16%로 가장 높게 나타났다(Fig. 4). 품종에 따른 알코올 함량은 추청미(15.8~16%)보다 한아름(16.1~16.6%) 누룩으로 빚은 탁주에서 전체적으로 약간 더 높은 것은 누룩 종류를 달리하여 담금한 술덧의 알코올 함량 결과와 유사하였다(23).

혼합한 쌀누룩은 citric acid, succinic acid, lactic acid 및 malic acid가 주요 유기산으로 검출되었다. 1:0 비율의 한아름 누룩은 citric acid, succinic acid 및 lactic acid가, 0:1 비율의 누룩은 succinic acid, lactic acid 및 acetic acid가 주요 유기산이며 전체 8종류의 유기산이 검출되었다. 1:1 및 1:3

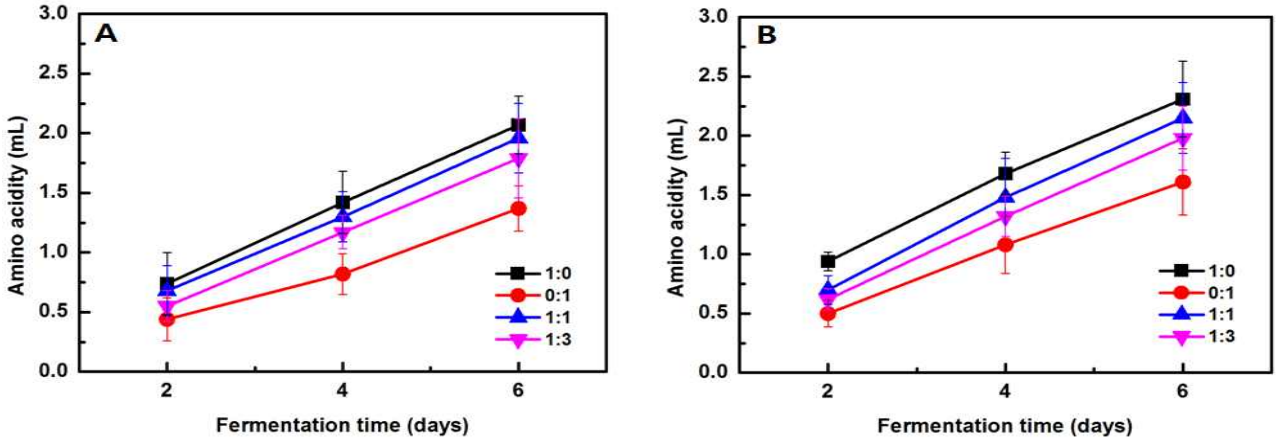


**Fig. 3. Changes in amino acidity during fermentation time depending on *Takju* manufactured by rice varieties and combination ratio of rice *Nuruk*.**

Symbols: A; *Chucheong*, B; *Hanareum*, ■; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=1:0, ●; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=0:1, ▲; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=1:1, ▼; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=1:3.

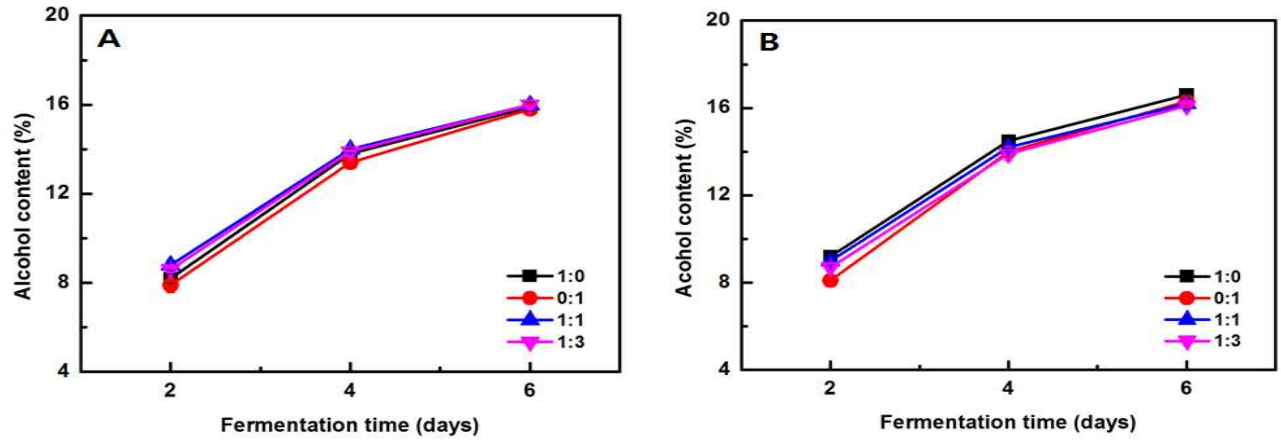


**Fig. 4. Changes in alcohol content during fermentation time depending on *Takju* manufactured by rice varieties and combination ratio of rice *Nuruk*.**

Symbols: A; *Chucheong*, B; *Hanareum*, ■; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=1:0, ●; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=0:1, ▲; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=1:1, ▼; *A. luchuensis* 34-1:*Lich. ramose* CN042=1:3.

### 쌀 품종 및 누룩 배합비율에 따른 탁주 술덧의 유기산 분석

쌀 품종 및 누룩 배합비율에 따라 제조된 8 종류 쌀누룩으로 빚은 탁주 술덧의 유기산을 분석하였다(Table 6). 쌀 품종에 따라 사용한 발효제를 보면, 1:0 비율의 추청미 누룩은 citric acid, succinic acid 및 lactic acid가, 0:1 비율의 누룩은 malic acid, succinic acid 및 lactic acid가 주요 유기산이며 전체 7종류 이상의 유기산이 검출되었다. 1:1 및 1:3 비율로 혼합한 누룩은 citric acid, succinic acid, lactic acid 및 malic acid가 주요 유기산으로 검출되었다. *A. luchuensis* 34-1로 제조한 탁주의 주요 유기산은 citric acid로 100 mg% 이상 검출되었고, 술덧의 총 유기산의 함량은 200~300 mg%로 쌀 품종 및 배합비율에 따라 유기산 생산량의 차이가 있는 것으로 나타났다. 탁주의 유기산은 술의 맛과 향 및 산성도를 조정하는 역할을 한다(24). 본 연구 결과는

**Table 6. Analysis of organic acid in *Takju***

| Rice *Nuruk* | Organic acid | Contents (mg%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *A. luchuensis* 34-1 : *Lich. ramosa* CN042 | | | |
| | | 1:0 | 0:1 | 1:1 | 1:3 |
| *Chucheong* | Oxalic | 0.45±0.08[2)] | 0.34±0.02 | 0.40±0.08 | 0.43±0.09 |
| | Citric | 133.87±33.26 | 8.38±1.21 | 81.51±6.64 | 46.14±8.64 |
| | Tartaric | n.d[1)] | 11.85±3.39 | 0.09±0.02 | n.d |
| | Malic | 28.25±1.18 | 35.26±7.46 | 33.92±5.97 | 32.44±11.09 |
| | Succinic | 60.77±5.43 | 66.06±8.62 | 68.29±13.51 | 61.60±11.43 |
| | Lactic | 54.80±3.24 | 78.34±9.63 | 60.75±3.48 | 68.25±21.84 |
| | Acetic | 6.47±1.69 | 8.80±2.18 | 11.62±2.67 | 8.67±2.84 |
| | Total | 284.59 | 209.03 | 256.57 | 217.53 |
| *Hanareum* | Oxalic | 0.56±0.08 | 0.29±0.09 | 0.40±0.06 | 0.47±0.11 |
| | Citric | 111.91±22.36 | 11.08±3.02 | 61.95±9.15 | 35.71±3.15 |
| | Tartaric | n.d | 12.47±7.69 | n.d | 13.27±2.69 |
| | Malic | 38.24±8.41 | 28.72±6.94 | 38.04±7.46 | 32.10±8.07 |
| | Succinic | 64.93±10.08 | 71.81±6.67 | 62.43±11.06 | 66.40±12.22 |
| | Lactic | 54.16±6.61 | 60.44±5.28 | 64.57±9.07 | 65.09±11.05 |
| | Acetic | 12.56±4.42 | 37.04±3.98 | 9.75±1.62 | 13.45±3.66 |
| | Total | 282.36 | 221.84 | 237.16 | 226.50 |

[1)]n.d is not detected.
[2)]Values are mean±SD (n=3).

탁주 제조 시 생성되는 유기산이 대부분 lactic acid, acetic acid, succinic acid, citric acid라는 Choi(25) 등의 연구와 유사한 결과를 보였다.

### 쌀 품종 및 누룩 배합비율에 따른 탁주 술덧의 유리 아미노산 분석

속양주모법으로 제조한 탁주의 유리 아미노산 분석 결과를 Table 7에 나타내었다. 추청미 술덧의 경우, 1:0 배합비율은 arginine, hydroxylysine, citrulline, proline, glycine, glutamic acid, lysine, leucine, tyrosine, 0:1 배합비율은 citrulline, arginine, proline, glutamic acid, glycine, tyrosine, valine, leucine이 검출되었다. 1:1 배합비율은 hydroxylysine, citrulline, arginine, proline, glycine, glutamic acid, leucine, valine, tyrosine, 1:3 배합비율은 citulline, proline, glycine, hydroxylysine, arginine, leucine, lysine, tyrosine이 검출되었다. 추청미 술덧의 주요 유리 아미노산은 쓴맛(arginine), 이뇨작용을 돕는 citrulline, hydroxylysine 등이었고, 각각의 양조용 곰팡이와 추청미 그리고 이들의 배합에 따른 전체 유리 아미노산 조성들도 각각 달라 주질의 맛 다양성을 유도할 수 있었다.

한아름 술덧의 경우, 1:0 배합비율은 arginine, citrulline, glycine, proline, glutamic acid, lysine, leucine, tyrosine, valine, phenylalanine, isoleucine, aspartic acid이, 0:1 배합비율은 citulline, arginine, proline, glutamic acid, glycine, hydroxylysine, leucine, lysine, tyrosine, valine, phenylalanine이 주요 유리 아미노산으로 검출되었다. 1:1 및 1:3 배합비율에 따른 차이는 citrulline, hydroxylysine, arginine, glycine, proline, glutamic acid, lysine, leucine, tyrosine, valine, ornithine, aspartic acid가 주요 유리 아미노산으로 검출되었고, 두 균주의 1:1 배합과 1:3 배합 비율에 상관없이 주요 유리 아미노산 조성은 거의 유사하였다. 한아름 술덧의 주요 유리 아미노산은 arginine, citrulline, hydroxylysine로 추청미의 주요 아미노산과 같은 결과로 함량의 차이는 크지 않은 것으로 나타났으나, 총 아미노산의 함량은 쌀 품종에 따라 추청미를 사용한 경우, 배합비율에 따라 1:0 비율은 3,942.01 μg/mL, 0:1은 2,368.69 μg/mL, 1:1은 3,771.27 μg/mL, 1:3은 3,663.43 μg/mL이었고, 한아름만 사용하였을 때, 1:0 비율은 4,197.5 μg/mL, 0:1은 2,804.2 μg/mL, 1:1은 4,439.87 μg/mL, 3,962.73 μg/mL이었고, 추청미보다 한아름을 사용하였을 때 모든 배합 비율에서 유리 아미노산이 높게 검출되었다. 또한, 누룩 배합 비율별로 살펴보면, 누룩 종류에 따라 주요 아미노산이 다르게 검출되었다. 이 결과는 탁주 제조 시 사용하는 발효제 종류에 따라 유리 아미노산의 조성이 크게 달라지며, 탁주에는 신맛, 감칠맛, 단맛 및 쓴맛을 나타내는 유리 아미노산들이 균형 있게 함유되어 있어야 한다는 So(26) 등이 보고한 내용과 유사하였다.

**Table 7. Analysis of free amino acid content in *Takju***

| Free amino acid (μL/mL) | Contents (μg/mL) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Chucheong* | | | | *Hanareum* | | | |
| | *A. luchuensis* 34-1 : *Lich. ramosa* CN042 | | | | *A. luchuensis* 34-1 : *Lich. ramsa* CN042 | | | |
| | 1:0 | 0:1 | 1:1 | 1:3 | 1:0 | 0:1 | 1:1 | 1:3 |
| Phosphoserine | 13.55±3.24[2)] | 11.46±2.31 | 12.49±3.51 | 6.02±1.08 | 14.60±2.23 | 12.46±3.34 | 14.23±3.54 | 12.82±2.02 |
| Urea | 8.71±1.63 | 8.70±1.84 | 5.96±0.67 | 17.12±3.59 | 3.98±0.66 | 8.56±1.69 | 7.64±1.08 | 3.28±0.43 |
| Aspartic acid | 82.92±11.05 | 72.34±6.64 | 95.59±11.36 | 66.34±4.81 | 101.20±12.44 | 73.74±6.46 | 104.08±36.12 | 91.53±4.38 |
| Threonine | 35.98±7.32 | 23.31±3.58 | 34.57±5.41 | 36.116.62 | 45.38±8.12 | 36.76±5.21 | 45.71±5.48 | 43.39±5.62 |
| Serine | 64.59±9.69 | 33.24±4.76 | 57.88±9.56 | 54.36±3.94 | 79.72±11.93 | 50.75±6.39 | 73.64±13.56 | 66.49±8.92 |
| Glutamic acid | 261.29±13.54 | 170.10±15.78 | 242.77±32.58 | 226.81±35.46 | 316.80±45.54 | 193.04±26.54 | 295.22±22.98 | 266.18±13.28 |
| sarcosine | n.d[1)] | 6.54±1.05 | 9.26±2.01 | 8.92±2.13 | 6.94±1.12 | 9.03±6.21 | 11.10±1.21 | 10.31±2.23 |
| α-Aminoadipic acid | 7.36±0.79 | n.d | 5.24±0.87 | 4.86±1.63 | 7.69±2.45 | 1.59±0.36 | 7.03±1.04 | 5.09±1.64 |
| Glycine | 274.95±33.64 | 133.51±18.69 | 295.10±37.68 | 354.24±58.36 | 355.35±66.21 | 170.78±12.35 | 392.40±28.54 | 336.10±46.22 |
| Alanine | 82.38±9.16 | 57.52±9.21 | 78.69±11.36 | 121.74±18.57 | 98.70±13.11 | 71.82±4.28 | 99.72±11.65 | 94.11±4.89 |
| Citrulline | 429.92±28.61 | 449.95±66.48 | 441.58±23.52 | 659.67±43.98 | 503.95±48.67 | 434.34±44.39 | 552.75±38.88 | 527.11±13.44 |
| α-Aminobutyric acid | 19.73±2.69 | n.d | 11.70±2.64 | 8.70±1.07 | 17.85±3.19 | n.d | 14.77±6.11 | 10.37±1.63 |
| Valine | 127.56±21.13 | 89.48±7.02 | 127.67±13.68 | 124.34±34.26 | 166.17±21.65 | 111.03±21.12 | 148.12±32.08 | 129.74±21.87 |
| Methionine | 74.29±21.01 | 27.72±3.67 | 60.42±7.15 | 50.67±7.26 | 8866±7.51 | 45.56±4.69 | 69.09±6.36 | 47.64±9.53 |
| Cystathionine | 53.69±9.28 | 9.94±1.55 | 46.97±.46 | 41.44±9.14 | 63.14±6.69 | 6.16±1.36 | 47.52±9.25 | 8.62±1.62 |
| Isoleucine | 94.42±10.63 | 35.04±7.26 | 84.45±10.39 | 76.39±6.15 | 119.86±22.48 | 55.78±32.64 | 100.77±15.81 | 68.46±8.44 |
| Leucine | 162.69±16.35 | 80.51±10.51 | 146.48±21.06 | 157.96±21.35 | 211.40±19.15 | 129.87±22.65 | 176.79±73.1 | 152.12±13.53 |
| Tyrosine | 132.82±15.65 | 89.91±6.38 | 127.11±9.42 | 131.25±9.48 | 170.23±21.20 | 124.00±8.52 | 157.91±23.65 | 138.88±22.64 |
| Phenylalanine | 72.78±8.65 | 71.69±8.24 | 81.32±11.21 | 95.75±13.55 | 125.57±3.98 | 103.14±6.16 | 111.25±18.24 | 108.67±3.81 |
| β-Alanine | 23.73±6.48 | 18.14±9.01 | 13.39±6.45 | 7.46±1.48 | 49.24±9.28 | 15.94±2.12 | 31.26±4.34 | 24.93±6.24 |
| β-Aminobutyric acid | 66.20±8.21 | 8.91±0.67 | 46.18±8.38 | 20.88±2.84 | 68.69±8.21 | 25.94±3.48 | 49.56±6.36 | 38.69±7.16 |
| ɣ-Aminobutyric acid | 21.53±3.18 | 15.41±7.31 | 22.54±6.51 | 18.85±3.69 | 36.09±6.39 | 21.66±6.81 | 30.17±4.85 | 28.16±3.58 |
| Ethanolamine | 2.09±0.58 | 2.15±0.95 | n.d | 15.66±1.59 | 4.54±1.08 | 1.28±0.66 | 1.79±0.12 | 1.70±0.11 |
| Ammonia | 196.82±18.36 | 220.91±35.11 | 227.27±32.97 | 152.29±16.36 | 217.29±28.32 | 207.29±32.54 | 237.76±36.44 | 234.32±34.56 |
| Hydroxylysine | 496.76±54.13 | 139.68±26.12 | 460.27±26.88 | 295.57±22.18 | 81.03±57.61 | 160.86±12.32 | 489.50±55.49 | 463.96±26.84 |
| Ornithine | 94.79±7.36 | 39.06±6.15 | 84.15±4.26 | 66.72±13.31 | 53.83±6.34 | 32.30±6.95 | 80.40±11.73 | 84.67±7.21 |
| Lysine | 193.64±16.32 | 89.00±12.21 | 173.47±6.13 | 145.38±21.29 | 213.26±33.61 | 127.74±18.16 | 201.96±13.67 | 185.18±26.18 |
| Histidine | 70.33±8.26 | 19.18±3.14 | 56.92±7.84 | 32.65±9.33 | 83.37±8.64 | 27.89±3.84 | 64.30±7.18 | 52.46±4.69 |
| Arginine | 512.62±44.26 | 236.89±34.34 | 425.15±9.46 | 277.70±12.45 | 564.82±24.79 | 314.17±26.46 | 468.78±51.28 | 411.23±54.12 |
| Proline | 263.87±18.65 | 208.40±15.48 | 296.68±36.46 | 387.58±23.54 | 328.15±33.45 | 230.72±13.84 | 354.65±21.64 | 316.52±45.44 |
| Total | 3,942.01 | 2,368.69 | 3,771.27 | 3,663.43 | 4,197.5 | 2,804.2 | 4,439.87 | 3,962.73 |

[1)]n.d is not detected.
[2)]Values are mean±SD (n=3).

### 탁주의 관능평가

서로 다른 배합비율로 제조한 쌀누룩으로 빚은 탁주의 관능평가 결과를 Table 8에 나타내었다. 탁주의 특성상, 관능평가에서 전문 패널 이라도 기호성의 차이는 있기 때문에 통계 결과에서 유의적인 차이는 없지만 동일 그룹 내에서 비교하여 결과를 분석하였을 때 색, 향, 맛 및 전반적인 기호도는 *A. luchuensis* 34-1 : *Lich. ramosa* CN042을 1:1 비율로 제조한 탁주가, 후미는 0:1으로 제조한 것이 우수한 것으로 나타난 반면에 1:3로 제조한 탁주는 가장 낮은 평점을 받아 대조를 이루었다. *A. luchuensis* 34-1 누룩의 함량이 높을수록 높은 기호도를 보였고, 쌀 품종은 추청미보다 한아름으로 빚은 탁주의 주질과 전체적인 기호도에서 우수한

**Table 8. Sensory properties of *Takju* by different combination ratio of different *Nuruk***

| *Nuruk* | Rice *Nuruk* | Ratio | Color (25) | Flavor (20) | Taste (40) | Throat taste (5) | Overall acceptability (10) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Chucheong* | *A. luchuensis* 34-1 : *Lich. ramosa* CN042 | 1:0 | 15.0±2.9[a] | 15.6±3.0[a] | 28.6±9.2[a] | 3.1±0.6[ab] | 6.1±1.7[a] |
| | | 0:1 | 20.1±2.3[a] | 13.7±4.4[a] | 25±6.0[a] | 2.7±0.9[ab] | 5.9±1.3[a] |
| | | 1:1 | 16.6±2.1[a] | 16.3±3.0[a] | 29.6±9.3[a] | 2.9±0.9[ab] | 6.3±1.2[a] |
| | | 1:3 | 13.7±4.6[a] | 14±4.7[a] | 23±7.2[a] | 2.3±1.0[ab] | 5.6±1.9[a] |
| *Hanareum* | *A. luchuensis* 34-1 : *Lich. ramosa* CN042 | 1:0 | 17.3±1.8[a] | 16.8±12.7[a] | 31.2±1.5[a] | 2.9±1.5[a] | 7.1±2.4[a] |
| | | 0:1 | 22.7±2.3[a] | 15.0±9.4[a] | 27.4± 1.1[a] | 2.6±1.1[ab] | 5.7±1.8[a] |
| | | 1:1 | 18.0±1.8[a] | 17.2±12.7[a] | 34.1±1.5[a] | 3.7±1.5[ab] | 7.1±1.5[a] |
| | | 1:3 | 15.6±1.7[a] | 14.0±9.4[a] | 25.0±0.9[a] | 2.1±0.9[b] | 5.4±1.1[a] |

[a-b]Values in the column followed by the same letters are not significatly different at $p<0.05$ level by duncan's multiple range test.

것으로 나타났다.

## 요 약

유용 양조용 효모를 선정하기 위해, 효모의 알코올 생성능을 조사한 결과, Y268 효모가 알코올 생성능이 가장 높았으며 그 중, 0.3% 접종한 효모를 최종 선정하여 사용하였다. 2종류의 양조용 곰팡이(*A. luchuensis* 34-1, *Lich. ramose* CN042)와 2종류의 쌀 품종(추청미, 한아름)으로 제조한 4종류 쌀누룩의 특성을 분석한 결과, 쌀 품종에 관계없이 *A. luchuensis* 34-1 균주의 이화학적 특성이 우수하였고, 균주별 및 쌀 품종별로 제조된 4종류 누룩의 유기산과 유리 아미노산을 분석한 결과에서 주요 유기산은 citric acid와 malic acid로 분석되었다. 유리 아미노산은 각각 25~28개로 구성되어 있으며, 균주별과 쌀 품종별에 따라 차이를 보였다. 균주별로 제조한 쌀누룩의 배합비율을 달리하여 4가지 조합(*A. luchuensis* 34-1: *Lich. ramose* CN042=1:0, 0:1, 1:1, 1:3)과 2종류 쌀 품종으로 빚은 탁주의 발효기간에 따른 특성을 분석한 결과, 누룩의 배합비율과 쌀 품종에 따라 이화학적 특성 차이를 보였고, 알코올 함량은 발효 6일째 16%로 가장 높았다. 제조한 탁주의 유기산과 유리 아미노산 분석 결과, 전체 7종류 이상의 유기산이 검출되었으며, 주요 유리 아미노산은 arginine, citrulline이었고, 누룩의 배합비율과 쌀 품종에 따라 차이가 있었다. 탁주의 관능특성을 비교한 결과, 전반적인 기호도는 *A. luchuensis* 34-1 누룩의 함량이 높을수록 높은 기호도를 보였고, 누룩 배합비율별로 비교했을 때는 쌀 품종에 관계없이 1:1 비율로 제조한 탁주가, 쌀 품종별로 비교했을 때는 한아름으로 제조한 탁주의 선호도가 더 우수한 것으로 나타났다.

## Acknowledgement

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development(Project No. PJ00943901)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

## References

1. Lee CH (1993) History of Korean alcoholic beverage. Bioindustry News, 6, 58-61
2. Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ (2010) Quality characteristics of brown rice *Takju* by different *Nuruks*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 301-307
3. Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS (2006) Changes in quality of spray-dried and freeze-dried *Takju* powder during storage. Korean J Food Sci Technol, 38, 513-520
4. Kim GM, Jung WJ, Shin JH, Kang MJ, Sung NJ (2011) Preparation and quality characteristics of *Makgeolli* made with black garlic extract and *Sulgidduk*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 759-766
5. Baek SY, Kim JY, Yun HJ, Choi JH, Choi HS, Jeong ST, Yeo SH (2011) Quality characteristics of *Makgeolli* and *Nuruk* grain inoculated with *Aspergillus oryzae* N041. J East Asian Soc Dietary Life, 21, 877-881
6. Lee SS, Kim KS, Eom AH, Sung CK, Hong IP (2002) Production of Korean traditional rice wines made from cultures of the single fungal isolates under laboratory conditions. Korean J Mycol, 30, 61-65
7. Lee MK, Lee SW, Yoon TH (1994) The bibliographical study on *nuruk*. J East Asian Soc Dietary Life, 4, 19-29
8. Kim HS, Hyun JS, Kim J, Ha HP, Yu TS (1997) Characteristics of useful fungi isolated from traditional Korean *Nuruk*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 26, 767-774
9. Kim HR, Back SH, Seo MJ, Ahn BH (2006) Feasibility

of Cheongju brewing with wild type yeast strains from *Nuruk*. Korean J Microbiol Biotechnol, 34, 244-249
10. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS (1997) Volatile flavor components in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruks*. Korean J Food Sci Technol, 29, 563-570
11. So MH, Lee YS, Noh WS (1999) Change in Microorganisms and main components during *Takju* brewing by a modified *nuruk*. Korean J Food Nutr, 12, 266-232
12. Yeo SH (2012) Brewing process optimization of Rice-Makgeolli (Takju). Final Report of NAAS, NAAS PJ007396
13. Min YK, Lee MK, Jeong HS (1997) Fermentation characteristics of jujube alcoholic beverage from different additional level of jujube fruit. J Korean Agric Chem Soc, 40, 433-437
14. Brewing Society of Japan (1993) Analysis of alcoholic beverages. Japan, p 211-228
15. Kong MH, Yeo SH, Choi JH, Choi HS, Jeong ST (2011) Characteristics of the *Yakju* fermented with differently-processed lotus leaves. J East Asian Soc Dietary Life, 21, 911-917
16. Baek CH, Choi JH, Choi HS, Jeong ST, Kim JH, Jeong YJ, Yeo SH (2013) Quality characteristics of brown rice *Makgeolli* produced under differing conditions. Korea J Microbiol Biotechnol, 41, 168-175
17. Cho HK, Seo WT,Lee JY, Cho KM (2012) Quality characteristics of cereal *Makgeolli* rice *Nuruk* prepared *Rhizopus oryzae* CCS01. J Korean Soc Food Sci Nutr 41, 1002-1008
18. Yu TS, Kim J, Kim HS, Hyun JS, Ha HP, Park MG (1998) Bibliographical study on microorganisms of traditional Korean *nuruk* (since 1945). J Korean Soc Food Sci Nutr, 27, 789-799
19. Song JC, Park HJ, Shin WC (1997) Change of *Takju* qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging. Korean J Food Sci Technol, 29, 895-900
20. Lee SM, Lee TS (2000) Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of *Takju* during fermentation. J Nat Sci, 12, 71-79
21. Park CW, Jang SY, Park EJ, Yeo SH, Kim OM, Jeong YJ (2011) Comparison of the quality characteristics of commercial *Makgeolli* type in South Korea. Korean J Food Preserv, 18,884-890
22. Jin TY, Chung HJ, Eun JB (2006) The effect of fermentation temperature on the quality of *Jinyangju*, a Korean traditional rice wine. Korean J Food Sci Technol, 38, 414-418
23. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS (1997) Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruk* during fermentation. Korean J Food Sci Technol, 29, 555-562
24. Lee SR (1986) Korean fermented foods. Ewha Women's University Press, Seoul, Korea, p 211-301
25. Choi SH, Kim OK, Lee MW (1992) A study on the gas chromatographic analysis of alcohols and organic acids during *Takju* fermentation. Korean J Food Sci Technol, 24, 272-278
26. So MH, Lee YS, Han SH, Noh WS (1999) Analysis of major flavor compound in *Takju* mash brewed with a modified *nuruk*. Korean J Food Nutr, 12, 421-426

(Received September 22. 2014; Revised October 28. 2014; Accepted October 29. 2014)