

## 누룩에서 분리한 효모를 이용한 찹쌀발효주의 이화학적 특성 및 휘발성 향기성분

김혜련 · 권영희 · 조성진 · 김재호 · 안병학\*  
한국식품연구원 전통식품연구단

### Characterization and Volatile Flavor Components in Glutinous Rice Wines Prepared with Different Yeasts of *Nuruks*

Hye-Ryun Kim, Young-Hee Kwon, Sung-Jin Jo, Jae-Ho Kim, and Byung-Hak Ahn\*  
Traditional Food Research Division, Korea Food Research Institute

**Abstract** In order to investigate the effect of different yeasts (La Parisienne (LP), Y18-2, Y54-3, Y90-2, Y90-9 and Y272-7) from *nuruks* on the quality of Glutinous rice wines, physicochemical properties and volatile flavor components were evaluated. Glutinous rice wines prepared with different yeasts were analyzed for ethanol, pH, total acid, amino acid, soluble solid, coloring degree, UV absorbance, reducing sugar, organic acid, free sugar and volatile compounds. After fermentation for 17 days, the ethanol contents ranged from 13.40 to 14.50%, while the total acid levels were from 0.33 to 0.44%. The amino acid contents in six samples ranged from 0.13 to 0.18%, while soluble solid contents ranged from 12.1 to 14.7°Bx. The glutinous rice wine prepared with LP showed the highest level of coloring degree, soluble solid and reducing sugar among six samples. Organic acid contents of the glutinous rice wine prepared with LP had the highest levels of lactic acid and acetic acid, while the glutinous rice wine prepared with Y90-9 had the highest level of succinic acid. In all glutinous rice wines tested, the most abundant free sugars were glucose followed by maltose. Volatile flavor components in the glutinous rice wines were identified by using GC-MSD. Nineteen esters, ten alcohols, eight acids, one aldehyde and one miscellaneous compound were identified in the glutinous rice wines. Using relative peak area, it was found that other than ethyl alcohol, hexadecanoic acid ethyl ester was the major component, predominantly found in the range of 2.73-10.41%. Phenylethyl alcohol, isoamyl alcohol, ethyl oleate, ethyl linoleate and tetradecanoic acid ethyl ester were some of the major volatile components present through the fermentation, respectively. Overall, it was shown that different yeast strains from *nuruks* greatly affected chemical and volatile characteristics of the glutinous rice wines.

**Key words:** volatile flavor component, glutinous rice wine, yeast, fermentation

## 서 론

우리나라 전통 발효주인 약·탁주는 담금 후 누룩 중의 젖산균, 곰팡이 등의 미생물에 의한 효소작용으로 인해 원료 성분이 분해되어 생성되는 당, 아미노산, 유기산 등의 맛 성분과 효모에 의한 알코올 발효로 생성되는 휘발성 풍미성분이 색과 함께 품질의 조화를 이루게 된다(1). 쌀을 주원료로 하는 우리 전통주는 일반적으로 자연상태의 곰팡이, 효모 및 세균을 이용하여 제조한 누룩을 발효에 필요한 효소 및 미생물 원료로 사용하여 곡물위주의 병행복발효 방식으로 양조되었다(2). 약·탁주의 발효 공정은 주모와 곡자를 사용하는 형태이므로 여러 가지 미생물이 생육하고 있으며 약·탁주 속에는 *Mucor*속, *Rhizopus*속, *Aspergillus*속 등의 곰팡이, *Saccharomyces*, *Phichia*, *Candida*, *Hansenular*,

*Troulopsis* 속 등의 효모 그리고 *Micrococcus*, *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Aerobacter*속 등의 세균들이 생육하고 있는 것으로 보고되었다(2-5).

우리나라 전통주의 표준화, 과학화, 세계화를 위해서는 우선적으로 우수 균주 탐색, 균주 개량 등의 종균에 관한 연구가 선행되어야 하고 원료 선별, 원료 처리방법, 최적 발효조건 설정, 관능개선 등의 연구와 품질 면에서 맛 성분과 함께 중요한 영향을 미치는 향기성분에 관한 연구가 최종적으로 요구된다. 전통주 제조에 이용되는 곡물 중 찹쌀 원료에 관한 연구로는 찹쌀주인 진양주의 찹쌀 벼 도정도(6), 발효온도(7), 찹쌀과 멥쌀 원료비교에 관한 보고(8)와 찹쌀 보리쌀 탁주의 향기성분에 관한 Lee와 Choi(9)의 보고, 첨가원료 종류에 따른 발효주에 관한 전보 Kim 등(10)이 있으며, 전통주 발효 관련 효모에 관한 연구로는 Jung 등(11)의 하양주의 효모 균주에 관한 보고, 제주 좁쌀약주의 발효 우수 균주에 관한 Kim 등(12,13)의 보고, 효모에 따른 약주의 품질특성에 관한 Shin 등(14,15)의 보고, 약·탁주 발효과정 중 미생물 균총의 변화에 관한 Seo 등(16)의 보고와 우수 효모균주의 분리 및 동정에 관한 보고(17-19)가 있을 뿐 효모 균주에 따른 발효주의 휘발성 향기성분에 관한 연구는 Lee 등(20)의 보고 외에는 전무한 상태이며 원료 곡물로 찹쌀을 사용한 발효주에서 효모종류에 따른 향기성분에 관한 연구는 본 연구가 처음인 것

\*Corresponding author: Byung-Hak Ahn, Traditional Food Research Division, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 463-746, Korea  
Tel: 82-31-780-9102  
Fax: 82-31-709-9876  
E-mail: bhahn@kfri.re.kr  
Received January 22, 2009; revised April 16, 2009; accepted April 30, 2009

로 사료된다. 원료 곡물 특성 상 찹쌀은 전체의 80% 정도를 차지하는 전분이 amylopectin 95% 이상으로 이루어져 있어 멥쌀과 차이를 보이고 지방질 또한 Shin과 Rhoe(21)의 보고에 의하면 두 배정도 높은 함량을 나타내므로 원료 찹쌀을 이용하고 효모종류를 달리한 발효주의 휘발성 향기성분 연구는 기존의 멥쌀을 이용한 발효주 연구와 비교자료로 절실히 요구되는 바이다.

따라서 본 연구에서는 누룩에서 분리한 알코올과 유기산, 향기 생성능이 우수한 보유효모를 찹쌀을 원료로 하는 발효주 제조 시 starter로 첨가하여 이화학적 특성과 휘발성 향기성분을 비교하고 서로 다른 효모에서 기인하는 찹쌀 발효주의 당, 유기산 등의 맛 성분과 발효과정 중 생성된 향기성분 특성의 차이를 조사하여 우리나라 전통주 품질의 표준화와 과학화를 위한 기초자료를 제공할 목적으로 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 재료

원료 찹쌀은 치악산 일반계(Shinlimnonghyup, Wonju, Gangwon-do, Korea), 맥아는 옛기름가루 쌀보리 100%(Buannonghyup, Sangseo, Buan, Jeollabuk-do, Korea), 누룩은 진주곡자(SP 300, Jinju, Korea)를 사용하였다. 효모는 전국에서 수집한 누룩에서 분리한 보유효모 중 전보(22)의 *Saccharomyces cerevisiae* 중에서 알코올 함량과 향미 생성능이 우수한 Y18-2(Andong, Korea), Y 54-3(Cheongju, Korea), Y90-2(Hapcheon, Korea), Y272-7(Boryeong, Korea)과 유기산 생성능이 우수한 Y90-9(Hapcheon, Korea)를 사용하였고 시판효모 LP(La Parisienne, *Saccharomyces cerevisiae*, DB ingredients, UK)를 대조군으로 사용하였다.

### 찹쌀 발효주 제조

전체양의 2%로 주모(효모 0.01%, 찹쌀:누룩(SP 300):물=1:0.2:1.4)를 20°C에서 1일간 배양하고 그 주모에 찹쌀:누룩(첨가량의 5배 물로 1시간 교반 후 착즙, SP 300):물=1:0.4:11.27로 전체양의 66%로 밑술을 하여 15°C에서 4일간 발효한 후 찹쌀:누룩:옛기름=1:0.037:0.029로 전체양의 32%로 덧술을 하여 15°C에서 17일간 발효하여 찹쌀 발효주를 제조하였다.

### 성분 분석

알코올 함량은 시료를 0.45 µm syringe filter(Xpertenk, Rivonia, Republic of South Africa)로 여과하여 GC(Hewlett Packard 6890N, Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. Column은 DB-ALC2(30 m length×0.53 mm I.d×2 µm film thickness: J&W Scientific, Folsom, CA, USA)를 사용하였고 Oven 70°C isothermal, Inlet 200°C, Detector FID 250°C 그리고 carrier gas로 helium을 사용하였으며 표준물질 농도와 peak area로부터 표준곡선을 작성하여 각각의 알코올함량을 산출하였다.

고형분 함량은 hand refractometer(ATAGO Pocket PAL-1, Tokyo, Japan)로 측정하여 °Bx로 표시하였고 pH는 pH meter (Orion Model EA 940, Boston, MA, USA)를 이용하여 측정하였다.

총산은 시료 10 mL에 phenolphthalein 지시약 2-3방울을 가하여 표준 후탈산수소칼륨으로 표정한 0.1 N NaOH 용액으로 담녹색을 나타낼 때까지의 적정 mL수를 succinic acid로 나타내었고 아미노산은 시료 10 mL을 취해 phenolphthalein 지시약 2-3방울을 가하여 중화한 후, 중성 formalin 용액 5 mL을 가하여 유리된 아미노산을 표준 후탈산수소칼륨으로 표정한 0.1 N NaOH 용액으로 담녹색을 나타낼 때까지 적정한 mL수를 glycine으로 나타내

었다(23).

착색도는 시료를 430 nm에서 흡광도를 측정하여, 흡광도/셀의 두께(mm)×10에 의해, 자외흡수는 시료를 25배 희석하여 280 nm에서 흡광도를 측정하여, 흡광도/셀의 두께(mm)×10×희석배수에 의해 산출하였으며(24) 환원당은 Dinitrosalicylic acid Method에 따라 UV/VIS spectrophotometer(Diod-Array) HP 8453(Hewlett Packard, USA)을 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하고 표준물질 glucose(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 농도별로 제조하여 정량하였다(25).

### 유리당 · 유기산 분석

유리당은 시료 1 mL을 0.45 µm syringe filter로 여과하여 Aminex HPX-87C(300 mm×7.8 mm, Bio-rad, CA, USA) column을 사용하였고 이동상 흐름속도 0.6 mL/min, column oven 온도 60°C, injection volume 10 µL, RI(Refractive Index) detector를 사용하여 분석하였다(26). 유기산은 시료 1 mL을 0.45 µm syringe filter로 여과하여 Aminex HPX-87H(300 mm×7.8 mm, Bio-rad, CA, USA) column을 사용하였으며 이동상 흐름속도 0.6 mL/min, column oven 온도 35°C, injection volume 10 mL, UV 210 nm에서 분석하였다(27). 기기는 HPLC(Jasco UV-975 UV/VIS detector, Tokyo, Japan)를 사용하였다.

### 휘발성 화합물 분석

발효액 20 mL를 60°C로 20분 동안 평형시킨 후 40분 동안 100 µm polydimethylsiloxane fiber에 포집하여 SPME(Solid Phase Microextraction)를 이용하여 GC에 1분 동안 주입하였다. 휘발성 화합물 분석은 Hewlett Packard 7890A GC/Hewlett Packard 5975C mass selective detector (MSD)(Hewlett Packard Co., Palo Alto, CA, USA)를 사용하였다. Column은 Stabilwax®-DA(30 m length×0.25 mm I.d×0.25 µm film thickness: Restek Corp., Bellefonte, USA)를 사용하였고 oven 온도는 50°C에서 5분간 유지한 후 200°C까지 3°C/min의 속도로 승온시켰으며 Injector 250°C, carrier gas는 helium을 사용하였고 flow rate는 2 mL/min 조건이었다. MSD 조건은 capillary direct interface temperature 250°C, ion source temperature 230°C, EI ionization voltage 70 eV, mass range 45-550 a.m.u, 그리고 scan rate 2.2 scan/sec였고 휘발성 화합물 동정은 retention indices(RI), mass spectra와 aroma properties를 비교하여 확인하였다.

## 결과 및 고찰

### 누룩에서 분리한 효모를 이용한 찹쌀발효주의 이화학적 특성

고문헌에 제시되는 담금 원료 중 찹쌀을 사용하고 전통 누룩에서 분리한 효모를 이용하여 제조한 찹쌀 발효주의 발효기간 중 알코올 함량, pH, 총산 그리고 고형분 함량 변화를 Fig. 1-3에 나타내었다. 덧술 다음날 알코올 함량은 시판효모를 이용한 발효주가 8.64±0.59%로 가장 높게 나타났고 Y54-3을 사용한 발효주가 7.88±1.58%로 높게 나타났으며 Y90-9를 이용한 발효주가 5.23±0.05%로 가장 낮게 나타났고 덧술 후 8일째 대부분의 술이 최고함량을 나타냈으며 발효 17일 종료시점까지 다소 감소하거나 일정하게 유지되는 경향을 보였다(Fig. 1).

pH는 덧술 다음날 Y90-9를 사용한 발효주만이 4.08±0.02로 높게 나타났고 나머지는 모두 3.74-3.83±0.01 수준을 보였으며 발효기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 나타냈고(Fig. 2) 총산은 pH가 가장 높았던 Y90-9를 사용한 발효주가 덧술 다음날

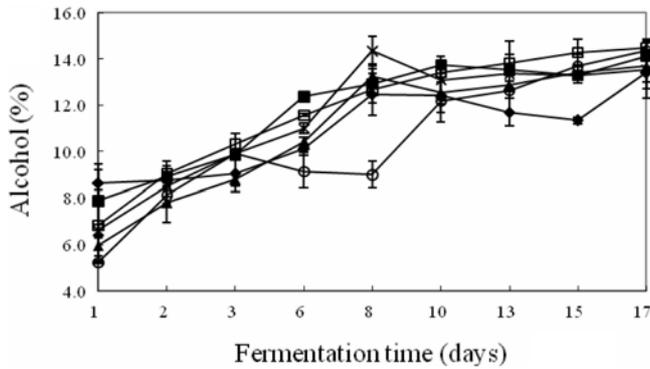


Fig. 1. Changes in alcohol contents of glutinous rice wines prepared with different yeast strains during fermentation time. ◆, LP(La Parisienne); ▲, Y18-2; ■, Y54-3; ×, Y90-2; ○, Y90-9; □, Y272-7.

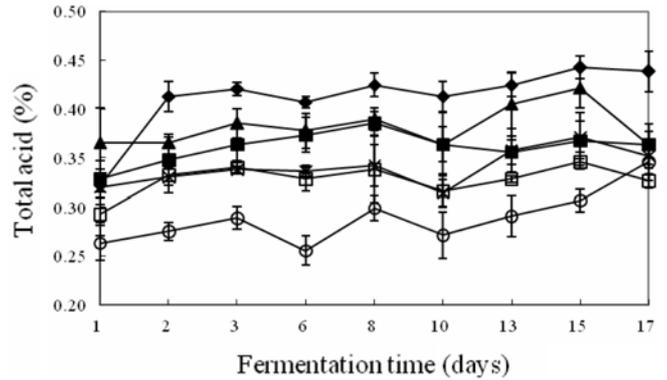


Fig. 3. Changes in total acid of glutinous rice wines prepared with different yeast strains during fermentation time.

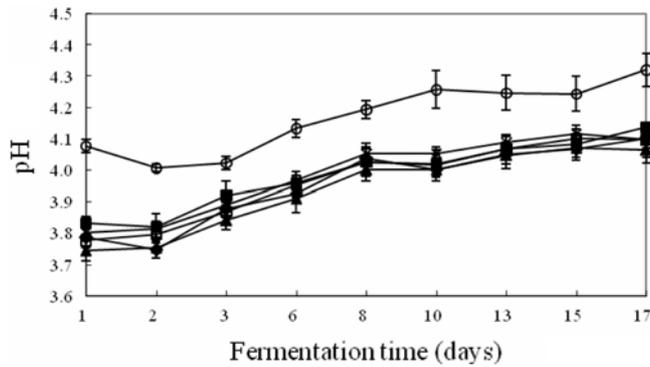


Fig. 2. Changes in pH of glutinous rice wines prepared with different yeast strains during fermentation time.

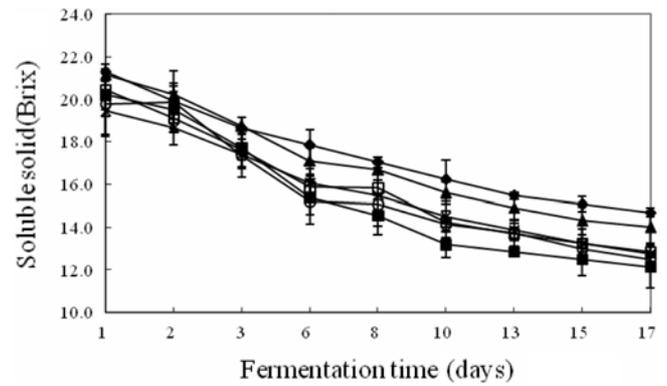


Fig. 4. Changes in °Bx degrees of glutinous rice wines prepared with different yeast strains during fermentation time.

0.26±0.02로 가장 낮게 나타났고 Y18-2를 사용한 발효주가 0.37±0.04로 가장 높았으며 발효기간 경과에 따라 조금씩 증가하는 경향을 보여 발효 15일에 대부분의 술이 최고치를 나타냈다 (Fig. 3).

고형분 함량은 덧술 다음날 모든 술이 19.45-21.27±0.06°BX 정도로 나타나 멥쌀을 사용한 Han 등(28)의 결과와 유사하였고 찰조를 사용한 Kim과 Koh(13)의 결과보다 높았으며 발효기간이 경과함에 따라 감소하게 나타났다(Fig. 4).

누룩에서 분리한 효모를 이용한 찰쌀 발효주의 발효종료 후 분

석결과는 Table 1-3에 나타내었다. 알코올 함량은 모든 술이 시판효모를 이용한 발효주(13.40±0.70)보다 높게 나타났으며 Y272-7을 사용한 발효주가 14.50±0.34%로 가장 높았고 shin 등(14)이 보고한 과피에서 분리한 효모를 이용한 발효주 중 최고 알코올 함량을 나타낸 효모 S-1(11.17%)보다 높게 나타났다.

pH는 Y18-2를 사용한 발효주가 4.06±0.04로 가장 낮게, Y90-9를 사용한 발효주가 4.32±0.05로 가장 높게 나타났으며 Park 등(8)이 보고한 찰쌀주의 결과와 유사하였고 총산은 시판효모를 이용한 발효주가 0.44±0.02%로 가장 높게 나타났고 나머지는 0.33-0.36±0.01%로 근사한 값을 보였으며 아미노산은 Y18-2와 Y272-

Table 1. Chemical contents of glutinous rice wines prepared with different yeast strains from nuruks

Yeast	Alcohol (%)	pH	Total acid <sup>1)</sup>	Amino acid <sup>2)</sup>	°Bx	Coloring degree <sup>3)</sup>	UV absorbance <sup>4)</sup>	Reducing sugar <sup>5)</sup>
LP	13.40±0.70 <sup>6)</sup>	4.10±0.03	0.44±0.02	0.15±0.00	14.7±0.20	0.32±0.70 <sup>4)</sup>	1.38±0.63	24.28±1.45
Y18-2	13.70±0.69	4.06±0.04	0.36±0.01	0.13±0.00	14.0±0.78	0.32±0.10	1.48±1.39	11.49±0.87
Y54-3	14.12±0.19	4.14±0.01	0.36±0.02	0.14±0.00	12.1±0.98	0.30±0.10	1.54±0.60	16.84±2.08
Y90-2	13.55±1.24	4.10±0.02	0.35±0.01	0.14±0.01	12.8±0.06	0.28±0.02	1.26±0.93	16.46±1.33
Y90-9	14.35±0.38	4.32±0.05	0.35±0.02	0.18±0.01	12.5±0.36	0.25±0.02	1.40±0.92	13.63±0.55
Y272-2	14.50±0.34	4.10±0.06	0.33±0.01	0.13±0.01	12.8±0.42	0.27±0.02	1.34±0.48	13.69±0.45

<sup>1)</sup>%, Total acid contents described as succinic acid.

<sup>2)</sup>%, Amino acid contents described as glycine.

<sup>3)</sup>Absorbance at 430 nm

<sup>4)</sup>Absorbance at 280 nm

<sup>5)</sup>mg/mL

<sup>6)</sup>Mean±SD of 3 replications.

**Table 2. Organic acid and free sugar contents of glutinous rice wines prepared with different yeast strains from *nuruks*** (mg/mL)

Yeast	Citric	Malic	Succinic	Lactic	Acetic	Pyroglutamic	Maltose	Glucose
LP	0.11±0.00 <sup>1)</sup>	0.22±0.03	1.64±0.04	2.00±0.04	1.64±0.09	0.02±0.00	4.85±0.25	26.69±2.61
Y18-2	0.12±0.01	0.23±0.03	1.91±0.26	1.66±0.03	0.94±0.15	0.01±0.00	2.58±0.27	13.21±0.76
Y54-3	0.14±0.01	0.26±0.05	1.29±0.10	1.61±0.27	1.08±0.39	0.02±0.00	1.57±0.23	10.07±1.15
Y90-2	0.11±0.02	0.21±0.06	1.94±0.25	1.38±0.26	0.74±0.20	0.01±0.00	2.08±0.21	10.71±0.70
Y90-9	0.12±0.01	0.24±0.04	3.12±0.47	1.04±0.15	0.53±0.08	0.02±0.00	2.04±0.02	9.60±0.35
Y272-7	0.14±0.01	0.23±0.04	1.94±0.16	1.55±0.14	0.61±0.19	0.02±0.00	2.10±0.08	11.17±0.33

<sup>1)</sup>Mean±SD of 3 replications.

7을 사용한 발효주가 0.13±0.01%로 가장 낮게 Y90-9를 사용한 발효주가 0.18±0.01%로 가장 높게 나타났다.

고형분 함량은 시판효모를 이용한 발효주가 14.70±0.20°BX로 가장 높게 Y90-9를 사용한 발효주가 12.50±0.36°BX로 가장 낮게 나타나 멥쌀을 사용한 Han 등(28)의 결과 보다는 높게 나타났고 전편(22)의 첨가원료 종류에 따른 발효주 중 찹쌀이 가장 높았던 결과와 유사하게 나타났으며 원료로 멥쌀을 사용했을 때보다 찹쌀을 사용한 경우 고형분 함량이 높게 나타나는 결과로 미루어 관능적으로 입안의 풍부한 바디감이 기대된다.

원료와 누룩자체의 색이 술의 색에 영향을 미치는 것과 술의 철분함량이 많아짐에 따라 술 색이 진해지는 것을 측정하는 적도인 착색도는 Y90-9를 사용한 발효주가 0.25±0.02로 가장 낮게 나타나 좋았고 시판효모를 이용한 발효주와 Y18-2를 사용한 발효주가 0.32±0.10으로 가장 높게 나타났다(Table 1).

청주 등에서 고미 등의 잡미를 유발하는 방향족 아미노산의 지표가 되는 자외부흡수는 Y90-2를 사용한 발효주가 1.26±0.93으로 가장 낮게 나타나 쓴맛이 가장 적을 것으로 예상되었으며 환원당 함량은 Y18-2를 사용한 발효주가 11.49±0.87 mg/mL로 가장 낮게 그리고 고형분 함량이 가장 높았던 시판효모를 이용한 발효주가 24.28±1.45 mg/mL로 가장 높게 나타났으며 So 등(29)과 Han 등(28)의 결과와 유사하게 나타났다.

유기산 중 citric acid는 모든 술에서 0.11-0.14 mg/mL로 유사하게 나타났고 malic acid는 0.21-0.26 mg/mL로 두 배 정도의 값을 보였으며 succinic acid는 Y90-9를 사용한 발효주가 3.12±0.47 mg/mL로 가장 높게 나타나 감칠맛이 좋을 것으로 예상되고 Y54-3을 사용한 발효주가 1.29±0.10 mg/mL로 가장 적게 나타났으나 전체 유기산 중 그 함량은 가장 많았다(Table 2). Lactic과 acetic acid는 시판효모를 이용한 발효주에서 2.00±0.04, 1.64±0.09 mg/mL로 가장 높게 나타나 좋지 않은 신맛이 강할 것으로 추측되며 Y90-9를 사용한 발효주가 1.04±0.15, 0.53±0.08 mg/mL로 가장 낮게 나타나 좋은 관능특성을 나타낼 것으로 예상되고 pyroglutamic acid는 모든 술에서 0.01-0.02 mg/mL로 미량성분임을 알 수 있었다.

발효가 진행되면서 생성되는 유리당 성분은 maltose와 glucose가 대표적인데, 환원당 함량이 가장 높았던 시판효모를 이용한 발효주가 가장 높게 나타났고 maltose는 Y54-3을 사용한 발효주가 1.57±0.23 mg/mL로 가장 낮게, glucose는 Y90-9를 사용한 발효주가 9.60±0.35 mg/mL로 가장 낮게 나타났다.

**누룩에서 분리한 효모를 이용한 찹쌀발효주의 휘발성 향기성분**

GC와 GC-MSD를 사용한 휘발성 향기성분 분석 결과 Alcohol 10종, Ester 19종, Acid 8종, Aldehyde 1종, 기타 1종으로 39종이 검출되었다(Table 2).

술의 주성분인 alcohol류 중 당류로부터 EMP경로에 의해 생성되는 ethanol을 제외하고 ester류 중 extremely mild, sweet, very

weak waxy odor 특징(30)을 갖는 hexadecanoic acid ethyl ester의 면적비율이 가장 높게 나타나 Shin 등(14)의 보고에서 *Saccharomyces cerevisiae* S-2와 IFO 1950균주를 사용한 약주의 향기성분 결과와 일치하였다.

휘발성 향기성분의 면적비율(Peak area%)은 시판효모를 사용한 발효주가 alcohol류 91.87%, ester류 7.88%, acid류 0.23%, aldehyde류 0.008%, 기타 0.018%로 나타났고 alcohol류 중 ethanol의 면적비율이 90.56%로 월등히 높게 나타났다.

Y18-2를 사용한 발효주는 alcohol류 81.99%, ester류 17.74%, acid류 0.25%, aldehyde류 0.011%, 기타 0.018%로 ester류의 면적비율이 높게 나타났고 alcohol류 중 ethanol의 면적비율이 79.35%로 가장 적었으며 퓨젤유 성분 중 아미노산인 leucine으로부터 생성되는 바나나 향의 감미성 방향을 지니며 맥주의 향미와 음용에 영향이 큰 고급 알코올 성분으로 중요시되는 isoamyl alcohol의 면적비율이 2.207%로 가장 높게 나타났고(31) alcohol류 중 장미, 오렌지 꽃과 같은 천연 정유에 발견되며(32) 멥쌀(33), 보리쌀, 찹쌀타주(34)에서도 면적비율이 높은 phenylethyl alcohol의 면적비율이 가장 높게 나타났다.

Y54-3을 사용한 발효주는 alcohol류 84.24%, ester류 15.32%, acid류 0.35%, aldehyde류 0.013%, 기타 0.07%로 나타났고 Y90-2를 사용한 발효주는 alcohol류 89.11%, ester류 10.66%, acid류 0.22%, aldehyde류 0.011%로 시판효모와 면적비율이 가장 유사하게 나타났다.

Y90-9를 사용한 발효주는 alcohol류 81.69%, ester류 18.17%, acid류 0.14%, aldehyde류 0.03%로 ester류의 면적비율이 모든 실험구에서 가장 높게 나타났고 acid류의 면적비율은 다른 효모에 비해 절반 수준을 나타냈으며 ester류 중 강한 과실 향으로 발효 중 술덧에 함유되는 저급지방산이 효모나 세균의 작용으로 에스테르화 되어 생성되는 ethyl acetate의 면적비율이 0.066%로 가장 적게 나타났고 Y272-7을 사용한 발효주는 alcohol류 87.93%, ester류 11.86%, acid류 0.20%, aldehyde류 0.016%로 Y90-2와 유사한 향기특성을 나타내었다.

**요 약**

효모가 찹쌀 발효주에 미치는 영향을 조사하기 위해 전통 누룩에서 분리한 보유효모 Y18-2(Andong), Y54-3(Chungju), Y90-2(Hapchun), Y90-9(Hapchun) Y272-7(Boryung)과 시판효모 LP(La Parisienne, *Saccharomyces cerevisiae*)를 대조군으로 효모종류를 달리하여 발효주를 제조하여 이화학적 특성과 휘발성 향기성분을 비교하였다. 17일 발효 후 최종 알코올 함량은 모든 술이 시판효모를 이용한 발효주(13.40±0.70%)보다 높게 나타나 양호한 발효 상태를 보였으며 pH는 4.06-4.32, 총산은 0.33-0.44% 수준으로 나타났고 아미노산은 Y90-9를 사용한 발효주가 가장 높게 나타났다. 고형분 함량은 시판효모를 이용한 발효주가 가장 높게 나타

Table 3. Volatile compounds of glutinous rice wines prepared with different yeast strains from *nuruks*

(unit: peak area %)

No.	RT	RI <sup>1)</sup>	Compounds	LP <sup>2)</sup>	Y18-2	Y54-3	Y90-2	Y90-9	Y272-7
1	3.806	<1000	Ethyl acetate	0.268 <sup>3)</sup>	0.275	0.177	0.102	0.066	0.132
2	4.471	1032	Ethyl alcohol	90.56	79.35	82.58	87.77	79.67	86.02
3	6.406	1102	Acetic acid isobutyl ester	- <sup>4)</sup>	-	-	-	-	0.037
4	7.853	1124	1-Propanol	-	-	-	-	-	0.177
5	7.914	1185	Isobutyl alcohol	-	-	-	0.188	0.259	0.202
6	8.170	1210	Isoamyl acetate	0.410	0.335	0.191	0.076	-	-
7	8.565	1227	1-Butanol	0.068	-	-	-	-	-
8	11.271	1322	Isoamyl alcohol	1.029	2.207	1.341	0.948	1.468	1.345
9	11.961	1334	Hexanoic acid ethyl ester	0.022	-	-	-	-	-
10	17.398	1451	Propanoic acid ethyl ester	0.015	-	-	0.010	-	0.009
11	18.162	1461	1-Hexanol	0.025	-	-	-	0.032	-
12	18.439	1486	Octanoic acid ethyl ester	0.134	0.276	0.228	0.116	0.339	0.094
13	19.315	1524	Acetic acid	0.173	0.121	0.155	0.148	-	0.068
14	21.540	1555	Ethyl hexanol	0.023	0.053	-	0.013	0.023	-
15	22.137	1578	Benzaldehyde	0.008	0.011	0.013	0.011	0.013	0.016
16	24.536	1643	Decanoic acid ethyl ester	0.229	0.616	0.398	0.291	0.579	0.232
17	25.073	1694	2,3-Butanediol	-	0.017	-	-	0.020	-
18	26.368	1711	Isobutyric acid	0.009	0.016	0.024	0.017	0.016	0.029
19	27.400	1743	1,2-Propanediol	-	0.014	-	-	-	-
20	28.571	1780	Butanoic acid	-	-	-	0.011	-	0.018
21	29.969	1830	2-Methyl hexanoic acid	-	0.019	-	-	-	-
22	30.142	1840	Dodecanoic acid ethyl ester	0.260	0.922	0.485	0.398	0.506	0.349
23	30.600	1874	Pentanoic acid 2,2,4-trimethyl-3-carboxyisopropyl isobutyl ester	-	0.031	-	0.010	0.022	-
24	32.487	1882	Phenylethyl alcohol	0.157	0.345	0.317	0.190	0.214	0.178
25	32.764	1893	Ethyl-3-acetoxybutyrate	-	0.019	0.026	-	-	-
26	33.113	1941	Diethyl acetic acid	-	0.050	-	-	-	-
27	34.069	1986	3-Methyl-2-butenic acid	0.028	0.025	0.103	0.023	0.042	0.023
28	35.292	2007	Tetradecanoic acid ethyl ester	0.693	1.524	1.474	1.016	1.510	0.710
29	35.928	2026	Eicosamethyl cyclodecasiloxane	0.018	0.018	0.070	-	-	-
30	36.904	2052	Hexanoic acid	0.017	0.016	0.069	0.017	0.035	0.022
31	37.683	2080	Pentadecanoic acid ethyl ester	0.038	0.078	0.137	0.056	0.101	0.077
32	38.032	2092	Myristic acid isobutyl ester	-	0.016	0.031	-	-	-
33	40.323	2139	Hexadecanoic acid ethyl ester	2.727	9.372	8.304	5.558	10.414	6.802
34	40.912	2159	Ethyl 9-hexadecenoate	0.042	-	0.243	0.035	0.105	0.053
35	41.119	2214	Heptadecanoic acid ethyl ester	0.146	0.110	0.183	0.114	0.202	0.055
36	43.801	2221	Octanoic acid	-	-	-	-	0.042	0.037
37	47.678	2358	Octadecanoic acid ethyl ester	0.207	0.756	0.658	0.426	0.765	0.808
38	48.873	2378	Ethyl oleate	1.894	1.797	1.885	1.601	2.381	1.312
39	51.527	2494	Ethyl linoleate	0.795	1.611	0.904	0.853	1.177	1.191
Total				100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

<sup>1)</sup>Retention indices determined using C10-C25 as external reference<sup>2)</sup>La Parisienne<sup>3)</sup>Average of relative percentage of total peak area<sup>4)</sup>No detection

났고 착색도는 Y90-9를 사용한 발효주가 가장 낮게 나타나 좋았으며 자외부흡수는 Y90-2를 사용한 발효주가 가장 낮게 나타나 쓴맛이 가장 적을 것으로 추측되고 환원당 함량은 고탄분 함량이 가장 높았던 시판효모를 이용한 발효주가 가장 높게 나타나 단맛이 가장 강할 것으로 사료된다. 유기산 중 함량이 가장 많은 succinic acid는 Y90-9를 사용한 발효주에서 가장 높게 나타나 감칠맛 성분이 높은 것을 알 수 있었고 좋지 않은 신맛에 기여하는 lactic acid와 acetic acid는 시판효모를 사용한 발효주에서 가장 높게 나타났다. 발효가 진행되면서 생성되는 대표적인 유리당

성분 maltose와 glucose는 환원당 함량이 가장 높았던 시판효모를 이용한 발효주에서 가장 높게 나타났다.

GC와 GC-MSD를 사용한 휘발성 향기성분 분석 결과 Alcohol 10종, Ester 19종, Acid 8종, Aldehyde 1종, 기타 1종으로 39종이 검출되었고 Y18-2를 사용한 발효주에서 가장 많은 향기성분이 확인되었다. 시판효모를 이용한 발효주에서는 ethanol의 면적비율이 가장 높는데 반해 Y18-2와 Y90-9를 사용한 발효주에서는 ester 류의 면적비율이 가장 높게 나타났으며 그 중 hexadecanoic acid ethyl ester의 면적비율이 가장 높게 나타나 찹쌀 발효주에서 효

모 종류에 따른 향기성분의 많은 차이를 볼 수 있었다. 따라서 발효주 제조 시 원료, 담금 방법 및 발효 조건 등을 최적으로 맞추고 향기성분 생성이 우수한 효모를 사용한다면 색, 맛과 함께 향미가 우수한 찹쌀발효주가 제조되리라고 여겨지며 관련된 많은 연구가 요구된다.

## 문 헌

- Rhee SJ, Lee Jetty CY, Kim KK, Lee CH. Comparison of the traditional (*samhaeju*) and industrial (*cheongju*) rice wine brewing in Korea. *Food Sci. Biotechnol.* 12: 242-247 (2003)
- Chang KJ, Yu TJ. Studies on the components of *sogokju*, and commercial *yakju*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 13: 307-313 (1981)
- Lee ZS, Lee TW. Studies on the microflora of *takju* brewing. *Korean J. Microbiol.* 8: 116-133 (1970)
- Lee SR. *Hankuk eui Balhyo Sikpum* (Fermented Foods of Korea). Ewha Women's University Press, Seoul, Korea. pp. 222-294 (1986)
- Shin YD, Cho DH. A study on the microflora changes during *takju* brewing. *Korean J. Microbiol.* 8: 53-64 (1970)
- Eun, JB, Jin TY, Wang MH. The effect of waxy glutinous rice degree of milling on the quality of *jinyangju*, a Korean traditional rice wine. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 546-551 (2007)
- Jin TY, Chung HJ, Eun JB. The effect of fermentation temperature on the quality of *jinyangju*, a Korean traditional rice wine. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 414-418 (2006)
- Park YM, Kim SJ, Hwang IS, Cho KH, Jung ST. Physicochemical and sensory properties of *jinyangju* prepared with glutinous rice and nonglutinous rice. *Korean J. Food culture.* 20: 346-351 (2005)
- Lee TS, Choi JY. Volatile flavor components in *takju* fermented with mashed glutinous rice and barley rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 638-643 (1998)
- Kim HR, Jo SJ, Lee SJ, Ahn BH. Physicochemical and sensory characterization of a Korean traditional rice wine prepared from different ingredients. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 551-557 (2008)
- Jung HK, Park CD, Park HH, Lee GD, Lee IS, Hong JH. Manufacturing and characteristics of Korean traditional liquor, *hahyangju* prepared by *Saccharomyces cerevisiae* HA3 isolated from traditional *nuruk*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 659-667 (2006)
- Kim JY, Koh JS. Screening of brewing yeasts and saccharifying molds for foxtail millet-wine making. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 47: 78-84 (2004)
- Kim JY, Koh JS. Fermentation characteristics of *Jeju* foxtail millet-wine by isolated alcoholic yeast and saccharifying mold. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 47: 85-91 (2004)
- Shin KR, Kim BC, Yang JY, Kim YD. Characterization of *yakju* prepared with yeasts from fruits 1. Volatile components in *yakju* during fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 794-800 (1999)
- Shin KR, Kim BC, Yang JY, Kim YD. Characterization of *yakju* prepared with yeasts from fruits 2. Quality characteristics of *yakju* during fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 801-804 (1999)
- Seo MY, Lee JK, Ahn BH, Cha SH. The changes of microflora during the fermentation of *takju* and *yakju*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 61-66 (2005)
- Kang TY, Oh GH, Kim KN. Isolation and identification of yeast strains producing high concentration of ethanol with high viability. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 28: 309-315 (2000)
- Seo MJ, Ryu SR. Screening and characteristics of ethanol tolerant strain *Saccharomyces cerevisiae* SE211. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* 30: 216-222 (2002)
- Park JC, Ok M, Cha JY, Cho YS. Isolation and identification of the high-glutathione producing *Saccharomyces cerevisiae* FF-8 from Korean traditional rice wine and optimal producing conditions. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotech.* 46: 348-352 (2003)
- Lee HS, Lee TS, Noh BS. Volatile flavor components in the mashes of *takju* prepared using different yeasts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 593-599 (2007)
- Shin HS, Rhee JY. Comparative studies on the lipid content and neutral lipid composition in nonglutinous and glutinous rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 18: 137-142 (1986)
- Kim HR, Baek SH, Seo MJ, Ahn BH. Feasibility of *cheongju* brewing with wild type yeast strains from *nuruks*. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* 34: 244-249 (2006)
- NTSTS Institute. Textbook of alcoholic beverage-making. National Tax Service Technical Service Institute, Seoul, Korea (1997)
- Japan Sake Brewers Association. A book with notes National Tax Service Methods of Analysis, 4<sup>th</sup> ed. Tokyo, Japan. pp. 27-30 (1993)
- Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31: 426-428 (1959)
- Bruce WZ, Kenneth CF, Barry HG, Fred SN. Wine Analysis and Production. Chapman & Hall, New York, NY, USA. pp. 370-372 (1995)
- Bruce WZ, Kenneth CF, Barry HG, Fred SN. Wine Analysis and Production. Chapman & Hall, New York, USA. pp. 447-449 (1995)
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 555-562 (1997)
- So MH, Lee YS, Noh WS. Changes in microorganisms and main components during *takju* brewing by a modified *nuruk*. *Korean J. Food Nutr.* 12: 226-232 (1999)
- Arctander S. Perfume and Flavor Chemicals (Aroma Chemicals). Montclair, NJ, USA. p. 1325 (1969)
- Yuda, J. Volatile compounds from beer fermentation. *J. Soc. Brew. Japan* 71: 818-830 (1976)
- Encyclopedia CHIMICA. Kyolis Publishing & Printing Co. Ltd. Tokyo, Japan. Vol. 11, p. 110, p. 811, p. 847, Vol. 2, p. 481 (1964)
- Lee JS, Lee TS, Choi JY, Lee DS. Volatile flavor components in mash of nonglutinous rice *takju* during fermentation. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 39: 249-254 (1996)
- Lee TS, Choi JY. Volatile flavor components in *Takju* fermented with mashed glutinous rice and barley rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 638-643 (1998)