

## 첨가원료 종류에 따른 전통발효주의 이화학 및 관능특성

김혜련 · 조성진 · 이승주 · 안병학\*

한국식품연구원 전통식품연구단

### Physicochemical and Sensory Characterization of a Korean Traditional Rice Wine Prepared from Different Ingredients

Hye-Ryun Kim, Sung-Jin Jo, Seung-Joo Lee, and Byung-Hak Ahn\*

Traditional Food Research Division, Korea Food Research Institute

**Abstract** In order to investigate the effect of different ingredients on the quality of Korean rice wines, 30% of rice were substituted by malt, corn, potato, soybean, glutinous millet, unpolished rice, glutinous rice, or non-glutinous rice, when rice wines were prepared. Physicochemical and sensory characteristics of the rice wines from the varying ingredients were evaluated. Sample rice wines were analyzed for ethanol, pH, total acid, amino acid, soluble solid, coloring degree, UV absorbance, reducing sugar, organic acids, and free sugars. After fermentation for 16 days, the ethanol contents ranged from 13.28 to 16.23%, while the total acid levels were within the range of 0.27 to 0.32%. The amino acid contents in eight samples ranged from 0.18 to 0.36%, while the soluble solid contents were within the range of 8.35 to 11.1°Bx. Among the eight samples tested, rice wine prepared with malt showed the highest level of coloring degree, UV absorbance, and reducing sugar levels, while rice wine prepared with potato showed the lowest value. Organic acid contents of rice wines prepared with soybean, glutinous rice, and non-glutinous rice showed the highest levels of succinic acid followed by acetic acid, citric acid, malic acid, and pyroglutamic acid. Free sugar contents of all rice wines showed the higher levels of glucose followed by fructose and maltose. Rice wines prepared with unpolished rice and corn showed the same highest overall sensory preference. By descriptive analysis, the overall mean sensory intensities of samples prepared with glutinous rice and non-glutinous rice, showed similar levels of 'sweetness', 'fruitiness', and 'freshness of aroma', while those samples prepared with soybean, glutinous millet, and potato showed stronger intensities of 'nuruk', 'grain aroma', and 'yellowness'. Rice wine prepared with corn showed middle ranges in all sensory attributes tested.

**Key words:** physicochemical and sensory characterization, rice wine, ingredients, fermentation

## 서 론

쌀을 주원료로 하는 우리 전통주는 일반적으로 자연상태의 곱팡이, 효모 및 세균을 이용하여 제조한 누룩을 발효에 필요한 효소 및 미생물원으로 사용하여 곡물위주의 병행발효 방식으로 양조되었다(1). 이러한 전통주는 담금 후 누룩 속에 있는 미생물의 효소작용으로 원료성분을 분해하여 당분, 아미노산, 유기산 등의 맛 성분과 효모, 젖산균에 의한 알코올 등의 풍미성분을 생성하여 전통주의 색과 함께 품질의 조화를 이루게 된다(2).

우리나라 전통주가 소비자에게 관심과 수요를 끌기 위해서는 품질개선이 우선이며 품질개선을 위해서는 원료의 선별, 원료의 구성, 원료의 처리방법 등과 함께 우수 균주의 탐색, 균주의 개량, 최적의 발효조건 설정, 관능개선 등이 절실히 요구된다.

전통주는 주로 찹쌀이나 멥쌀을 원료로 하고 누룩을 발효제로

양조하여 왔으나 1964년 공포된 양곡관리법에 의해 약주와 탁주 원료로 쌀 사용을 금지하여 소맥분을 이용한 탁주가 제조되었고 그 후 보리쌀, 옥수수, 고구마 등의 원료도 탁주 제조에 사용되었다(3-5). 전통주 제조에 이용되는 곡물원료와 관계된 연구로는 찹쌀을 원료로 한 술에서 Eun 등(6)이 진양주의 찹쌀 벼 도정도에 대해 보고하였고, Kim 등(7)이 진양주의 발효온도에 대해 보고하였으며 Jung 등(8)이 하양주의 효모 균주에 대해 보고하였다. 또한 차조를 원료로 한 술에서 제주 좁쌀약주의 발효 우수 균주에 관한 Kim 등(9,10)의 보고가 있을 뿐 첨가원료 자체의 비교에 관한 연구는 찾아볼 수가 없다. 최근에는 약용식물을 이용한 여러 가지 전통주를 제조하여 이화학적 특성 및 관능적 특성과 기능성을 조사한 연구가 보고되었으며(11-14) 대부분의 연구가 단발성 연구로 수행되어 전통주의 다양한 원료곡물과 누룩, 담금 방법 등 관능적 특성에 영향을 줄 수 있는 많은 요인들에 대한 분석이 간과되어 온 실정이다. 또한 원료 곡물을 이용한 고품질 특산주의 개발은 소비 확대를 통한 농가의 생산 증가로 이루어질 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 고문헌에 나와 있는 전통주 제조에 이용된 여러 가지 원료 중 사용빈도가 높았던 찹쌀, 현미, 차조, 콩, 감자, 옥수수 그리고 맥아를 이용하여 멥쌀을 기본으로 하는 전통주에 2단 담금 시 쌀 양의 30%(w/w)로 첨가원료를 달리하여 전통주를 제조하고 발효 후 이화학적 특성과 관능특성을

\*Corresponding author: Byung-Hak Ahn, Traditional Food Research Division, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi-do 463-746, Korea  
Tel: 82-31-780-9102  
Fax: 82-31-709-9876  
E-mail: bhahn@kfri.re.kr  
Received May 22, 2008; revised July 15, 2008;  
accepted July 21, 2008

비교하여 서로 다른 곡물 첨가원료에서 기인하는 당, 유기산 등의 맛 성분과 관능적 특성의 차이를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

원료 멥쌀은 철원 오대쌀(Cheolwononghyup, Cheolwon, Gangwon-do, Korea), 찰쌀은 치악산 일반계(shinlimnonghyup, Wonju, Gangwon-do, Korea), 현미는 국산현미(National Agricultural Cooperative Federation, Seoul, Korea), 차조는 하나 가득 일반계(National Agricultural Cooperative Federation, Seoul, Korea), 콩은 강원도 내린천 생콩가루(Kirinnonghyup, Inje, Gangwon-do, Korea), 감자는 감자가루(Kirinnonghyup), 옥수수는 황옥수수가루(Kirinnonghyup), 맥아는 엿기름가루 쌀보리100%(Buannonghyup, Sangseo, Buan, Jeollabuk-do, Korea)를 사용하였고, 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*(Fermivin No.7013, Inra, Narbonne, Servian, France)를 사용하였으며 입국미(SP 60)는 (주)두산(Yongin, Kyunggi-do, Korea)으로부터 냉동된 상태로 공급받아 사용하였고 누룩은 (주)국순당(Seongnam, Kyunggi-do, Korea)의 개량누룩(SP 1000)을 사용하였다.

### 전통 발효주 제조

밀술(효모0.02%, 입국미 SP60 0.77%, 물1.08%)을 25°C에서 1일간 배양하고 그 밀술에 1단 담금(입국미 SP60 12.76%, 물 20.57%)하여 25°C에서 1일간 발효한 후 2단 담금(쌀 25.13%, 누룩 SP1000 0.23%, 물 40.21%)을 하였으며 2단 담금 시 쌀 양의 30%(w/w)를 원료 엿기름가루, 옥수수가루, 감자가루 그리고 생콩가루는 100°C로 끓인 물에서 호화하여 첨가하였고 차조, 현미, 찰쌀 그리고 멥쌀은 100°C에서 40분간 증자하여 첨가해 혼합한 후 20°C에서 16일간 발효하여 전통주를 제조하였다.

### 일반성분 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. 미생물 균 수 측정은 채취된 시료를 멸균 희석액(0.85% NaCl)으로 10진 희석법에 따라 희석한 후 potato dextrose agar(Difco, Detroit, MI, USA)배지에 평판 도말하여 25°C에서 72시간 배양한 후 효모 균 수를 계수하였다. 당도는 hand refractometer(Atago Pocket Pal-1, Tokyo, Japan)로 측정하여 °Bx로 표시하였고 pH는 pH meter(Orion Model EA 940, Boston, MA, USA)를 이용하여 측정하였으며 총산은 시료 10 mL에 phenolphthalein 지시약 2-3방울을 가하여 표준 후 탈산수소칼륨으로 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 후 탈산수소칼륨으로 표정한 0.1 N NaOH 용액으로 담홍색을 나타낼 때까지 적정한 mL수를 glycine으로 나타내었다(15). 착색

도는 시료를 430 nm에서 흡광도를 측정하여, 흡광도/셀의 두께(mm)×10에 의해, 자외부흡수는 시료를 25배 희석하여 280 nm에서 흡광도를 측정하여, 흡광도/셀의 두께(mm)×10×희석배수에 의해 산출하였다(16). 색도는 색차계(Hunter Lab Color Quest II, Richmond, VA, USA)를 이용하여 Hunter scale에 의해 L(명도), a(적색도), b(황색도)값으로 나타내었고 환원당은 dinitrosalicylic acid method에 따라UV/VIS spectrophotometer(diod-array) HP 8453(Hewlett Packard)을 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하고 표준물질 glucose(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 농도별로 제조하여 정량하였다(17).

### 유리당 · 유기산 분석

유리당은 시료 1 mL을 Bio-Rex 5 resin(100-200 mesh chloride form, Bio-Rad, Hercules, CA, USA)에 증류수와 함께 통과시켜 당을 얻은 뒤 0.45 µm syringe filter로 여과하여Aminex HPX-87C(300 mm × 7.8 mm, Bio-rad) column을 사용하였고 이동상 흐름속도 0.6 mL/min, column oven 온도 60°C, injection volume 10 µL, refractive index detector를 사용하여 분석하였다(18). 유기산은 시료에서 당을 제거한 뒤 20% sulfuric acid 2 mL에 의해 유리된 산을 증류수 10 mL를 이용하여 얻은 후 0.45 µm syringe filter로 여과하여 Aminex HPX-87H(300 mm × 7.8 mm, Bio-rad) column을 사용하였으며 이동상 흐름속도 0.6 mL/min, column oven 온도 35°C, injection volume 10 µL, UV 210 nm에서 분석하였다(19). 기기는 HPLC(Jasco UV-975 UV/VIS detector, Tokyo, Japan)를 사용하였다.

### 묘사 · 기호도 분석 및 통계처리

묘사 · 기호도 분석을 위한 심사원은 한국식품연구원 24-37세 남성 5명, 여성 6명으로 총 11명이 참여하였고 기존의 전통주 관련 묘사기호도 분석 경험이 있는 연구원으로 이루어졌다. 기호도 분석은 발효 후 여과한 전통주의 색, 향, 맛, 종합적 기호도에 대해 9점 평점법으로 평가하여 가장 좋다 9, 가장 싫다 1의 점수로 표시하였다. 묘사분석 운영은 Lee 등(20)의 방법을 참조하여 일부 변형하여 실시하였다. 총 6회에 걸쳐 패널 훈련을 실시하였고 훈련 내용은 다음과 같이 이루어졌다: 1. 묘사용어 도출과 패널 간 토의 2. 전 세션에 도출된 향 특성 스탠다드 제시, 선정된 용어와 비교 수정 3. 맛 특성 스탠다드 제시, 선정된 용어와 비교 4. 시료의 묘사특성과 스탠다드에 대한 검토, 패널 간 토의 5. matching test를 통한 묘사특성 이해 정도 파악, 묘사용어를 패널 간 함의로 결정 6. 본 실험을 위해 채점표와 척도에 대해 배우고 척도 사용에 익숙하도록 한 후 실제 훈련을 통해 시료 평가로 이루어졌다. 묘사분석 결과 도출된 관능평가 용어는 Table 1과 같다. 본 실험에서는 시료가 세 자리 난수표로 코드되어 와인 글라스에 상온(18-21°C)으로 제시되었으며 제시된 시료는 Williams' latin square 법에 의해 랜덤화되어 순서상의 오차를 최소화하였고 실험은 각각의 부스가 분리된 관능검사실에서 이루어져 검사의 방해 최소한으로 하였다. 각 시료에 대해 3회 반복으로 평가가 이루어졌고 척도는 9점 척도(1: 대단히 약함, 5: 보통, 9: 대단히 강함)를 사용하여 묘사분석 하였다. 묘사분석 결과는 분산 분석(analysis of variance)과 주성분 분석(principal component analysis)을 실시하였고, Statistical Analysis Systems(SAS, Cary, NC, USA) for Windows 7.2와 Unscrambler 9.1(Camo, Norway)을 이용하여 실시하였다.

**Table 1. Sensory attributes, definitions, and physical standards**

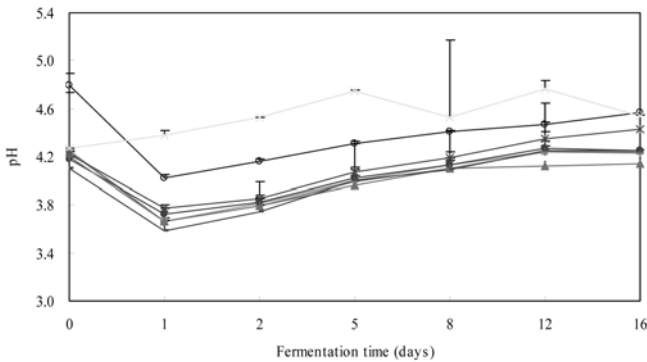
Attribute	Code	Written definition	Physical standards
Lightness	Lightness	Intensity of yellow color in the rice wine	No physical standards
Yellowness	Yellow	Intensity of yellow color in the rice wine	No physical standards
Redness	Red	Intensity of yellow color in the rice wine	No physical standards
Alcohol	Alcohol	Alcohol	25% (w/v) Ethanol
<i>Nuruk</i>	<i>Nuruk</i>	Yeasty, moldy	<i>Nuruk</i> 10 g/100 mL DW
Fruity	Fruit	Ripe fruit aroma similar to pears	Crushed pear 15 g/100 mL DW
Sweet aroma	Sweet	Caramel, sweet	Starch syrup 15 g/ 150 mL DW
Sour	Sour	Sour taste	Tartaric acid 0.25% (w/v)
Astringent	Astringent	Mouth feel of dryness	Aluminum sulfate 0.1% (w/v)
Bitter	Bitter	Bitter taste	Anhydride caffeine 0.1% (w/v)

**결과 및 고찰**

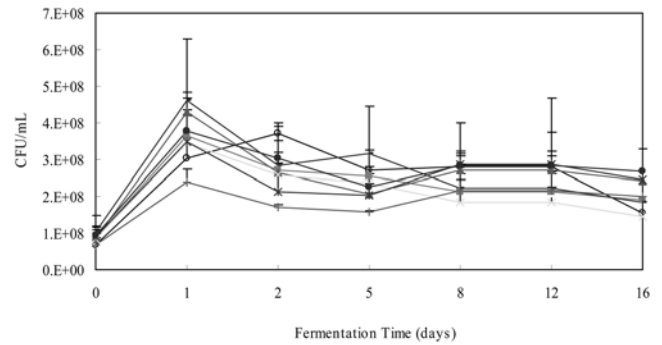
**원료종류에 따른 전통발효주의 이화학적 특성**

고문헌에서 보여 지는 원료로 맥아, 옥수수, 감자, 콩, 차조, 현미, 찹쌀 그리고 멥쌀을 2단 담금 쌀 양의 30%(w/w)로 첨가원료 곡물을 달리하여 제조한 발효주의 pH, °Bx, 미생물 수 그리고 알코올 함량변화는 Fig. 1-4에 나타냈다. 첨가원료 종류를 달리하여 제조한 발효주의 발효기간에 따른 pH는 담금을 끝낸 직후에서 다음날 급격히 감소했다가 점차 증가하는 경향을 나타내 Han 등

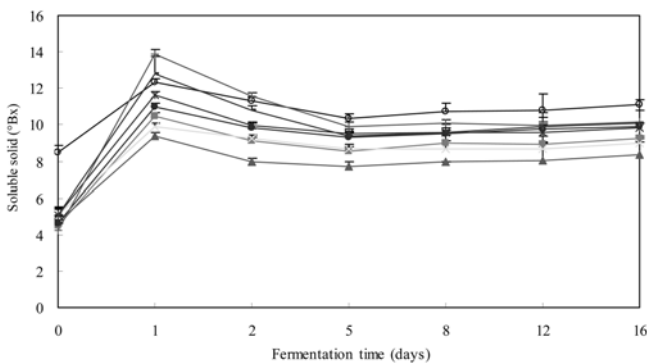
(21)의 보고와 일치하였다. 콩과 맥아를 원료로 한 술의 pH가 담금 다음날 4.38±0.04, 4.02±0.03으로 가장 높았고 멥쌀이 3.59±0.21로 가장 낮았으며 16일 발효종료 시점에서 콩(soybean)과 맥아(malt)는 4.54±0.01, 4.57±0.01 그리고 멥쌀은 4.25±0.41로 증가하여 나타나 발효초기 생성된 유기산이 발효진행에 따라 ester와 같은 향미성분 형성에 이용된 것으로 사료된다. °Bx는 담금을 끝낸 직후에서 다음날 급격히 증가하였다가 서서히 감소하는 경향을 나타내 Park 등(22)의 결과와 대체로 일치하였다. 담금을 끝낸 직후 맥아가 8.5±0.42로 특이적으로 높았고 나머지는 4.1-5.1



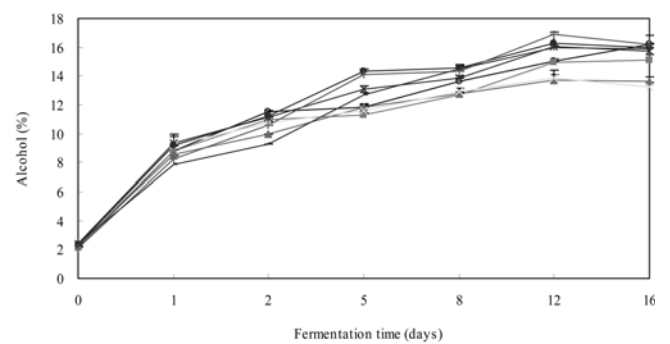
**Fig. 1. Changes in pH of traditional rice wines made from different ingredients during fermentation time.** ○, Malt; ■, corn; △, potato; ×, soybean; \*, glutinous millet; ◆, unpolished rice; +, glutinous rice; -, non-glutinous rice



**Fig. 3. Changes in microbial cell counts of traditional rice wines made from different ingredients during fermentation time.** ○, Malt; ■, corn; △, potato; ×, soybean; \*, glutinous millet; ◆, unpolished rice; +, glutinous rice; -, non-glutinous rice



**Fig. 2. Changes in °Bx degrees of traditional rice wines made from different ingredients during fermentation time.** ○, Malt; ■, corn; △, potato; ×, soybean; \*, glutinous millet; ◆, unpolished rice; +, glutinous rice; -, non-glutinous rice



**Fig. 4. Changes in alcohol contents of traditional rice wines made from different ingredients during fermentation time.** ○, Malt; ■, corn; △, potato; ×, soybean; \*, glutinous millet; ◆, unpolished rice; +, glutinous rice; -, non-glutinous rice

을 나타냈으며 다음날 찹쌀이  $13.9 \pm 0.71$ 로 가장 높았고 멥쌀이  $12.8 \pm 0.9$ 로 그 다음으로 나타났으며 발효 5일까지 감소하다가 그 이후에는 약간 증가하거나 거의 일정한 수준을 유지해 발효종료 시점에서는 맥아가  $11.1 \pm 0.01$ 로 가장 높았고 감자가  $8.35 \pm 0.35$ 로 가장 낮게 나타났다. 효모 수는 담금 직후  $6.65 \times 10^7$ - $1.72 \times 10^8$  CFU/mL 수준으로 Seo 등(23)의 보고와 일치하였으며 담금 다음날 감자가  $4.28 \times 10^8$  CFU/mL로 가장 높게 나타났고 찹쌀이  $2.4 \times 10^8$  CFU/mL로 가장 적은 쪽으로 증가하게 나타났으며 발효 2일째부터 효모 수는 감소하기 시작하여 발효 종료시점에서는 콩, 맥아, 멥쌀이  $1.44$ - $1.55 \times 10^8$  CFU/mL로 가장 낮았고 현미가  $2.69 \times 10^8$  CFU/mL로 가장 높은 효모 수를 나타냈다. 알코올 함량은 담금을 끝낸 직후 2.07-2.45%로 원료에 따른 차이가  $\pm 0.38\%$ 로 미미하였으나 발효 5일이 되면서 현미가  $14.31 \pm 0.13\%$ 로 가장 높게, 옥수수  $11.28 \pm 1.11\%$ 로 가장 낮게 나타나  $\pm 3.03\%$  차이를 보였으며 발효 12일 맥아를 제외한 대부분의 술이 알코올 함량 최대를 나타내 찹쌀이  $16.89 \pm 0.39\%$ 로 가장 높게 감자가  $13.68 \pm 0.41\%$ 로 가장 낮게 나타났다. 맥아를 이용한 술은 발효 12일  $15.03 \pm 0.68\%$ 에서 발효 종료시점인 16일  $16.23 \pm 0.09\%$ 로 증가하였으나 모든 술의 발효 종료시점을 동일하게 하였으므로 더 이상의 변화는 알 수 없었고 다른 술들보다 발효진행이 더딘 것을 알 수 있었다.

첨가원료 종류에 따른 발효주의 발효종료 후 분석결과는 Table 2에 나타내었다. 알코올 함량은 맥아와 찹쌀이 16.2%로 가장 높았고 콩이  $13.28 \pm 0.11\%$ 로 가장 낮았으며 pH는 감자가  $4.14 \pm 0.04$ 로 가장 낮았고 맥아가  $4.57 \pm 0.02$ 로 가장 높게 나타났다. 총산은 맥아가  $0.32 \pm 0.01\%$ 로 가장 높게 차조가  $0.27 \pm 0.01\%$ 로 가장 낮게 나타났으나 큰 차이는 보이지 않았으며 Lee 등(24)의 결

과와 유사하였고 아미노산은 맥아가  $0.36 \pm 0.02$ 로 가장 높게 감자가  $0.18 \pm 0.01$ 로 가장 낮게 나타났다. 당도는 맥아가  $11.1 \pm 0.14$ 로 가장 높아 고형분 함량이 가장 많음을 나타냈고 감자가  $8.35 \pm 0.49$ 로 고형분 함량이 가장 낮은 것으로 나타났다. 착색도, 자외부흡수, 환원당은 모두 맥아를 첨가한 술에서 가장 높게 나타났고 감자를 첨가한 술에서 가장 낮게 나타나 원료에 따른 특성 차이를 뚜렷이 알 수 있었다. 색도에서 명도는 모든 술에서 90이상을 보여 밝게 나타났지만 맥아만이  $74.44 \pm 1.7$ 로 가장 어둡게 나타났고 반대로 적색도는 맥아만이  $9.26 \pm 3.27$ 로 가장 높게 나타났고 나머지 술은 모두 마이너스 값을 보였으며 황색도 또한 맥아가  $33.46 \pm 2.91$ 로 가장 높게 나타나 적색과 황색이 가미된 전통주를 개발하고자 할 때 맥아의 사용이 고려될 수 있을 것으로 사료되고 다음으로 콩과 차조가  $25.85 \pm 0.94$ ,  $24.99 \pm 2.09$ 를 나타냈으며 찹쌀이  $10.98 \pm 0.67$ 로 가장 낮게 나타났다.

유기산 중 citric acid는 찹쌀과 멥쌀이  $1.97 \pm 0.02$ ,  $1.96 \pm 0.25$  mg/mL로 가장 높게 나타났고, 옥수수와 감자가  $1.80$  mg/mL로 그 다음으로 나타났으며 맥아는  $0.09 \pm 0.06$  mg/mL로 가장 낮게 나타나 20배 이상의 차이를 보였다. Malic acid는 citric acid함량이 가장 낮았던 맥아가  $0.83 \pm 0.53$  mg/mL, 가장 높았던 멥쌀이  $0.83 \pm 0.16$  mg/mL로 동일하게 나타났고 콩(soybean)이  $0.18$  mg/mL로 가장 낮은 함량을 보였으며, succinic acid는 멥쌀이  $3.20 \pm 0.57$  mg/mL로 가장 높았고 콩과 찹쌀이  $3$  mg/mL로 그 다음으로 나타났으며 감자가  $1.24 \pm 0.05$  mg/mL로 가장 낮은 값을 보였다. Acetic acid는 차조가  $3.78 \pm 1.88$  mg/mL로 가장 높게 나타났고 다음으로 멥쌀이  $2.97 \pm 0.5$  mg/mL 함량을 보였으며 콩이  $0.76 \pm 0.19$  mg/mL로 가장 낮게 나타나 원료에 따른 차이가 컸으며 pyroglutamic acid는 모든 술에서  $0.03$ - $0.05$  mg/mL로 미량으로 나타났다. 유리

Table 2. Chemical contents of traditional rice wines made from different ingredients

Ingredients	Alcohol(%)	pH	Total acid <sup>1)</sup>	Amino acid <sup>2)</sup>	°Bx
Malt	$16.23 \pm 0.09$ <sup>3)</sup>	$4.57 \pm 0.02$	$0.32 \pm 0.01$	$0.36 \pm 0.02$	$11.1 \pm 0.14$
Corn	$15.09 \pm 0.29$	$4.24 \pm 0.05$	$0.32 \pm 0.01$	$0.19 \pm 0.03$	$9.25 \pm 0.42$
Potato	$13.65 \pm 0.42$	$4.14 \pm 0.04$	$0.29 \pm 0.03$	$0.18 \pm 0.01$	$8.35 \pm 0.49$
Soybean	$13.28 \pm 0.11$	$4.54 \pm 0.06$	$0.29 \pm 0.01$	$0.19 \pm 0.01$	$9.00 \pm 0.07$
Glutinous millet	$15.76 \pm 0.16$	$4.43 \pm 0.06$	$0.27 \pm 0.01$	$0.21 \pm 0.03$	$9.85 \pm 0.21$
Unpolished rice	$15.96 \pm 0.28$	$4.25 \pm 0.06$	$0.30 \pm 0.01$	$0.21 \pm 0.03$	$9.90 \pm 0.35$
Glutinous rice	$16.20 \pm 0.33$	$4.23 \pm 0.01$	$0.30 \pm 0.02$	$0.25 \pm 0.01$	$10.15 \pm 0.07$
Non-glutinous rice	$15.89 \pm 0.45$	$4.25 \pm 0.02$	$0.30 \pm 0.02$	$0.27 \pm 0.01$	$10.10 \pm 0.13$

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

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

<sup>3)</sup>Mean $\pm$ SD of 3 replications

Table 3. Coloring degree, uv absorbance, reducing sugar and color values of traditional rice wines made from different ingredients

Ingredients	Coloring degree <sup>1)</sup>	UV absorbance <sup>2)</sup>	Reducing sugar <sup>3)</sup>	Lightness	Redness	Yellowness
Malt	$5.95 \pm 2.41$ <sup>4)</sup>	$29.76 \pm 3.75$	$3.30 \pm 0.26$	$74.44 \pm 1.70$	$9.26 \pm 3.27$	$33.46 \pm 2.91$
Corn	$2.69 \pm 0.30$	$13.78 \pm 0.51$	$1.65 \pm 0.03$	$93.29 \pm 0.11$	$-2.69 \pm 0.35$	$16.77 \pm 0.54$
Potato	$0.47 \pm 0.11$	$12.53 \pm 0.83$	$1.56 \pm 0.09$	$94.12 \pm 0.44$	$-1.99 \pm 0.10$	$12.58 \pm 0.84$
Soybean	$1.04 \pm 0.19$	$16.00 \pm 0.48$	$2.57 \pm 0.01$	$91.07 \pm 0.10$	$-3.31 \pm 0.17$	$25.85 \pm 0.94$
Glutinous millet	$0.70 \pm 0.00$	$15.76 \pm 0.09$	$1.70 \pm 0.05$	$90.79 \pm 0.63$	$-3.20 \pm 0.16$	$24.99 \pm 2.09$
Unpolished rice	$0.90 \pm 0.30$	$16.21 \pm 1.24$	$1.79 \pm 0.01$	$92.25 \pm 0.28$	$-2.67 \pm 0.08$	$16.00 \pm 0.75$
Glutinous rice	$0.89 \pm 0.01$	$16.68 \pm 1.91$	$1.84 \pm 0.07$	$93.70 \pm 0.59$	$-2.38 \pm 0.05$	$10.98 \pm 0.67$
Non-glutinous rice	$0.78 \pm 0.11$	$18.76 \pm 0.98$	$1.80 \pm 0.09$	$93.93 \pm 0.82$	$-2.24 \pm 0.14$	$11.17 \pm 0.74$

<sup>1)</sup>Absorbance at 430 nm

<sup>2)</sup>Absorbance at 280 nm

<sup>3)</sup>mg/mL

<sup>4)</sup>Mean $\pm$ SD of 3 replications

**Table 4. Organic acid and free sugar contents of traditional rice wines made from different ingredients** (mg/mL)

Ingredients	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Acetic acid	Pyroglutamic acid	Fructose	Glucose	Maltose
Malt	0.09±0.06 <sup>1)</sup>	0.83±0.53	2.25±1.19	2.47±1.17	0.04±0.02	0.86±0.05	9.13±0.37	0.17±0.02
Corn	1.80±0.04	0.36±0.02	1.50±0.17	1.06±0.35	0.03±0.00	0.34±0.06	3.78±0.96	0.15±0.02
Potato	1.80±0.12	0.26±0.07	1.24±0.05	1.04±0.13	0.05±0.00	0.20±0.05	2.65±0.93	0.18±0.02
Soybean	1.40±0.08	0.18±0.00	3.04±1.47	0.76±0.19	0.03±0.00	0.42±0.12	2.65±1.11	0.46±0.10
Glutinous millet	1.01±0.60	0.47±0.02	1.38±1.42	3.78±1.88	0.03±0.00	0.36±0.05	5.13±0.57	0.14±0.01
Unpolished rice	1.59±0.19	0.50±0.05	2.09±0.44	2.14±0.28	0.03±0.01	0.35±0.05	4.34±0.15	0.11±0.08
Glutinous rice	1.97±0.02	0.20±0.02	3.01±0.16	2.80±0.21	0.04±0.00	0.25±0.04	4.03±1.05	0.17±0.02
Non-glutinous rice	1.96±0.25	0.83±0.16	3.20±0.57	2.97±0.50	0.05±0.02	0.14±0.11	3.26±1.07	0.19±0.03

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

당은 모든 술에서 glucose가 가장 많은 함량을 나타냈고 맥아가 9.13±0.37 mg/mL로 가장 높았으며 감자와 콩이 2.65 mg/mL로 가장 낮았고 fructose 또한 맥아가 0.86±0.05 mg/mL로 가장 높은 함량을 보였고 감자가 0.20±0.05 mg/mL로 가장 낮은 함량을 보였으며 maltose는 역으로 콩이 0.46±0.1 mg/mL로 가장 높게 나타났고 멥쌀이 0.19±0.03 mg/mL로 그 다음으로 나타났으며 나머지 술에서는 0.11-0.18 mg/mL로 유사하게 검출되었다.

**원료종류에 따른 전통발효주의 관능적 특성**

기호도 분석 결과는 Table 5와 같고 맥아 색상이 3.7±1.95로 가장 낮게 나타나 유의적인 차이를 보였으며 명도가 가장 낮은 술이 좋지 않게 나타난 것을 알 수 있었고 향과 맛 또한 유의적인 차이가 나게 가장 낮은 점수를 얻었다( $p<0.05$ ). 전체적인 기호도는 현미와 묘사분석 결과 전반적으로 각 특성이 강하지 않고 중간 정도 수준을 나타낸 옥수수가 6.0으로 가장 높게 나타났고 다음으로 단 향(sweet aroma), 과일 향(fruit aroma), 상쾌한 향(fresh aroma)이 높은 특성을 나타낸 찰쌀(glutinous rice)과 누룩 향(nuruk aroma), 구수한 향(grain aroma)이 높은 특성으로 나타난 차조 순서로 나타났다. 우리나라 전통주의 기본원료인 멥쌀과 이화학적 특성을 비교한 결과 기호도가 높게 나타난 옥수수와 현미가 첨가된 술의 아미노산도가 0.19-0.21±0.03%로 나타나 멥쌀 0.27±0.01%보다 0.07% 낮게 나타났고 유기산에서 acetic acid 함량이 옥수수는 1.06±0.35 mg/ml인데 반해 멥쌀은 2.97±0.50 mg/mL로 높게 나타났으며 유리당에서 fructose 함량이 멥쌀은 0.14±0.11 mg/mL인데 반해 옥수수와 현미는 0.34, 0.35±0.05 mg/

mL로 0.2 mg/mL 정도 높게 나타난 것을 알 수 있었다.

묘사분석 결과의 분산분석(three way analysis of variance) 결과를 살펴보면 각 시료 간에는 알코올 향(alcohol aroma), 뚝은맛(astringency taste), 누룩 맛(nuruk taste)을 제외한 모든 항목에서 유의적 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 검사자와 시료간의 교호작용(judge \* liquor)에서는 모든 항목에서 유의적 차이를 보이지 않아서 검사원의 이들 항목에서 시료간의 평가를 일관된 방식으로 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

첨가원료 종류를 달리한 8개의 전통약주 시료에 대한 묘사분석 결과, 11명 검사원의 3회 반복 측정된 결과 평균점과 Fisher Least Significant Difference(LSD)는 Table 6과 같다. 외관과 향 특성을 보면 투명도는 전반적으로 모든 시료가 높은 점수를 나타냈고 황색도의 경우 시료간의 차이가 크게 나타났다. 콩을 원료로 한 경우 황색도가 가장 높게 나타났고 반면 찰쌀, 멥쌀, 맥아를 원료로 한 경우에서 낮게 나타났다. 적색도도 시료간의 차이가 많이 나타났는데 적색도는 맥아로 만든 약주의 경우 '6.3'으로 가장 높게 나타났고 그 외의 다른 시료는 매우 낮은 것으로 나타났다. 향 특성에서 과일 향과 단 향은 전반적으로 '2.1-4.5' 점 수준으로 크게 높은 강도를 나타내지는 않았으나 시료간의 차이는 보였다. 현미, 찰쌀, 멥쌀로 만든 약주에서 다른 재료로 만든 약주에 비해 높은 특성을 나타냈고 반면 맥아로 만든 약주의 경우 가장 낮은 수준을 보였다. 구수한 향과 누룩 향도 전반적으로 높은 강도를 보이지 않았다. 알코올 향은 전반적으로 다른 시료에 비해 강도가 높게 나타났으나 시료간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 맛 특성에서는 과일 맛, 단 맛이 약하고 이에 비해 쓴 맛이 높은 강도를 나타냈으나 전반적인 맛 특성에서 모든 항목이 높은 점수를 나타내지는 않았다. 전체적인 바디감에서 맥아로 만든 약주의 경우 가장 높은 점수를 나타냈고 그 외 다른 시료의 경우 4점 대의 비슷한 수준을 보였다.

묘사분석 결과의 주성분 분석 결과는 Fig. 5와 같다. 주성분 분석결과는 그림에서 보여 지는 바와 같이 첫 번째, 두 번째, 세 번째 주성분(PC1)은 전체 데이터 편차의 62%, 23%, 그리고 10%를 각각 대표하고 있다. 관능특성 항목의 분포를 보면 PC1의 오른쪽으로 적색도, 전체적인 바디감, 구수한 향, 누룩 향이 나타났고, 반대편 위쪽으로는 황색도가 분포하였으며, 아래쪽으로는 단 향, 과일 향, 상쾌한 향, 투명도가 자리 잡아 서로 상관관계가 높음을 나타냈다. PC1상으로 오른쪽의 적색도와 왼쪽의 황색도의 대비가 뚜렷하고 PC2상으로는 누룩 향, 구수한 향, 신 향, 신맛과 과일 향, 단 향, 단 맛 등과의 대비가 나타났다. 시료의 분포를 살펴보면 맥아로 만든 약주의 경우 다른 시료에 비해 적색도의 차이가 커서 이에 따라 다른 시료와 크게 대비되는 것으로 나타났으나

**Table 5. Preference test<sup>1)</sup> for traditional rice wines made from different ingredients** (N=11)

Ingredients	Color	Aroma	Taste	Overall acceptability
Malt	3.7 <sup>b2)</sup>	1.8 <sup>c</sup>	1.7 <sup>c</sup>	1.7 <sup>d</sup>
Corn	6.1 <sup>a</sup>	6.3 <sup>ab</sup>	5.4 <sup>a</sup>	5.9 <sup>ab</sup>
Potato	5.8 <sup>a</sup>	5.0 <sup>b</sup>	4.3 <sup>ab</sup>	4.5 <sup>c</sup>
Soybean	6.2 <sup>a</sup>	5.0 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	4.4 <sup>c</sup>
Glutinous millet	6.4 <sup>a</sup>	5.7 <sup>ab</sup>	4.8 <sup>ab</sup>	5.3 <sup>abc</sup>
Unpolished rice	6.7 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	5.2 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>
Glutinous rice	6.1 <sup>a</sup>	6.2 <sup>ab</sup>	5.2 <sup>a</sup>	5.4 <sup>abc</sup>
Non-glutinous rice	5.9 <sup>a</sup>	5.4 <sup>ab</sup>	4.9 <sup>ab</sup>	4.8 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup>9, like extremely; 1, dislike extremely

<sup>2)</sup>Means with different letters across the line are significantly different at 5% level by Fisher's LSD test.

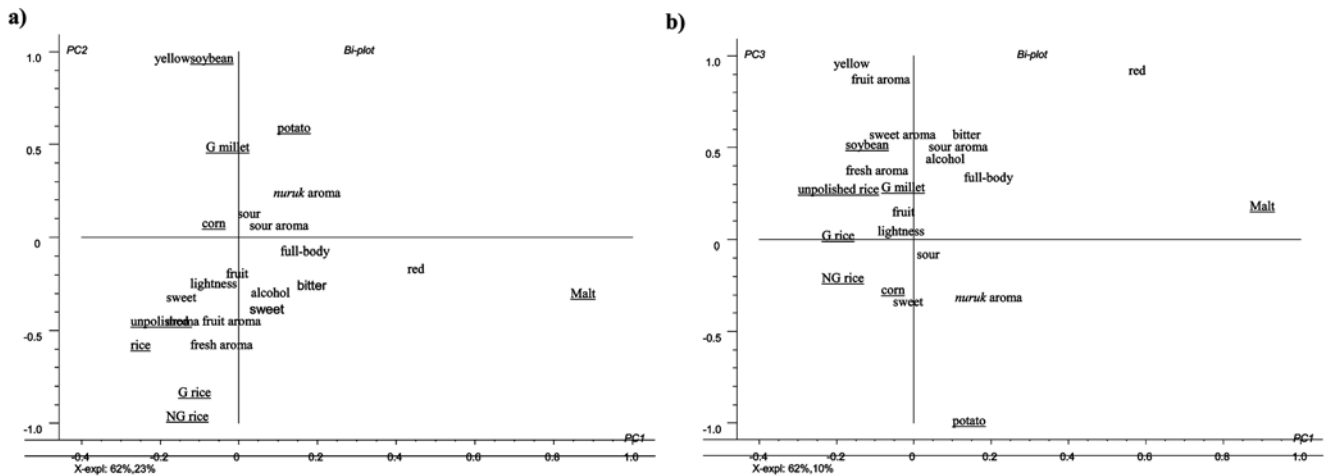
**Table 6. Mean sensory attribute ratings of the traditional rice wines made from different ingredients (n = 11 judges×3 replications)**

Attributes <sup>1)</sup>	LSD <sup>2)</sup>	Korean traditional rice wine <sup>3)</sup>							
		Malt	Corn	Potato	Soybean	Glutinous millet	Unpolished rice	Glutinous rice	Non-glutinous rice
Lightness**	0.73	6.30 <sup>c</sup>	7.43 <sup>ab</sup>	6.87 <sup>bc</sup>	7.13 <sup>ab</sup>	7.30 <sup>ab</sup>	7.67 <sup>a</sup>	7.80 <sup>a</sup>	7.80 <sup>a</sup>
Yellowness*	0.70	1.60 <sup>c</sup>	3.97 <sup>b</sup>	3.57 <sup>b</sup>	6.03 <sup>a</sup>	5.40 <sup>a</sup>	4.13 <sup>b</sup>	2.70 <sup>c</sup>	2.60 <sup>c</sup>
Redness****	0.45	6.37 <sup>a</sup>	0.77 <sup>bcd</sup>	0.67 <sup>cd</sup>	1.07 <sup>bc</sup>	1.13 <sup>b</sup>	0.73 <sup>bcd</sup>	0.53 <sup>d</sup>	0.60 <sup>d</sup>
Alcohol aroma	ns	4.07 <sup>a</sup>	4.77 <sup>a</sup>	4.17 <sup>a</sup>	4.07 <sup>a</sup>	4.80 <sup>a</sup>	4.53 <sup>a</sup>	4.23 <sup>a</sup>	4.83 <sup>a</sup>
Nuruk aroma*	0.82	3.90 <sup>a</sup>	3.37 <sup>ab</sup>	4.07 <sup>a</sup>	3.60 <sup>ab</sup>	3.63 <sup>ab</sup>	2.87 <sup>b</sup>	3.07 <sup>b</sup>	2.93 <sup>b</sup>
Fruit aroma***	0.92	2.20 <sup>d</sup>	3.37 <sup>c</sup>	2.10 <sup>d</sup>	3.77 <sup>bc</sup>	3.33 <sup>c</sup>	4.70 <sup>a</sup>	4.33 <sup>ab</sup>	4.23 <sup>abc</sup>
Sweet aroma****	0.80	2.87 <sup>d</sup>	4.27 <sup>b</sup>	3.43 <sup>cd</sup>	4.20 <sup>bc</sup>	4.50 <sup>b</sup>	4.80 <sup>ab</sup>	4.90 <sup>ab</sup>	5.37 <sup>a</sup>
Sour aroma*	0.71	2.10 <sup>bc</sup>	2.03 <sup>bc</sup>	1.83 <sup>c</sup>	3.13 <sup>a</sup>	2.30 <sup>bc</sup>	2.00 <sup>bc</sup>	2.60 <sup>ab</sup>	2.13 <sup>bc</sup>
Fresh aroma****	0.76	1.53 <sup>d</sup>	2.67 <sup>bc</sup>	2.03 <sup>cd</sup>	2.63 <sup>bc</sup>	2.83 <sup>b</sup>	3.73 <sup>a</sup>	4.07 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>
Grain aroma*	0.76	3.00 <sup>a</sup>	1.87 <sup>bc</sup>	2.07 <sup>bc</sup>	2.13 <sup>bc</sup>	2.57 <sup>bc</sup>	2.10 <sup>bc</sup>	1.73 <sup>c</sup>	1.83 <sup>bc</sup>
Alcohol/sharp taste**	0.72	5.63 <sup>ab</sup>	5.10 <sup>bcd</sup>	4.73 <sup>d</sup>	4.90 <sup>cd</sup>	5.90 <sup>a</sup>	5.80 <sup>ab</sup>	5.80 <sup>ab</sup>	5.60 <sup>abc</sup>
Sweet taste***	0.73	2.93 <sup>cd</sup>	3.77 <sup>ab</sup>	3.17 <sup>bc</sup>	2.40 <sup>d</sup>	3.37 <sup>abc</sup>	3.80 <sup>ab</sup>	3.57 <sup>abc</sup>	4.00 <sup>a</sup>
Astringency	ns	4.70 <sup>a</sup>	3.83 <sup>bc</sup>	3.53 <sup>c</sup>	4.00 <sup>abc</sup>	4.30 <sup>abc</sup>	4.47 <sup>ab</sup>	4.47 <sup>ab</sup>	4.00 <sup>abc</sup>
Nuruk taste	ns	4.20 <sup>ab</sup>	4.20 <sup>ab</sup>	3.90 <sup>b</sup>	4.17 <sup>ab</sup>	4.70 <sup>a</sup>	3.97 <sup>ab</sup>	3.97 <sup>ab</sup>	3.70 <sup>b</sup>
Bitter taste*	0.82	4.53 <sup>a</sup>	3.77 <sup>abc</sup>	3.00 <sup>c</sup>	3.57 <sup>bc</sup>	3.73 <sup>abc</sup>	3.97 <sup>ab</sup>	4.33 <sup>ab</sup>	3.53 <sup>bc</sup>
Fruit taste**	0.63	1.47 <sup>a</sup>	2.23 <sup>ab</sup>	1.67 <sup>bc</sup>	2.03 <sup>abc</sup>	1.97 <sup>abc</sup>	2.57 <sup>a</sup>	2.60 <sup>a</sup>	2.33 <sup>a</sup>
Sour taste*	0.75	2.80 <sup>c</sup>	2.90 <sup>bc</sup>	3.57 <sup>ab</sup>	3.90 <sup>a</sup>	2.80 <sup>c</sup>	3.43 <sup>abc</sup>	3.60 <sup>ab</sup>	2.93 <sup>bc</sup>
Full-body*	0.79	5.50 <sup>a</sup>	4.23 <sup>b</sup>	4.17 <sup>b</sup>	4.63 <sup>b</sup>	4.67 <sup>b</sup>	4.10 <sup>b</sup>	4.57 <sup>b</sup>	4.50 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>ns, not significant, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ , \*\*\*\* $p < 0.0001$ .

<sup>2)</sup>Fisher's least significant differences (LSD) among samples in a given attribute at 5% level

<sup>3)</sup>Means with different letters across the line are significantly different at 5% level by Fisher's LSD test.



**Fig. 5. Principal component analysis of descriptive data for eight traditional rice wines.** (PC1, PC2, and PC3 are 62%, 23%, and 10% of variation, respectively; small letters and underlines correspond to sensory attributes as shown in Table 1 and samples, respectively). G millet, Glutinous millet; G rice, Glutinous rice; NG rice, Non-glutinous rice.

적색도를 제외한 PCA상에서도(자료 미제시) 다른 시료와 관능특성에서 차이를 보이는 것으로 여겨진다. 찹쌀과 멥쌀로 만든 시료는 전반적인 관능특성에서 단 향, 과일 향, 상쾌한 향이 높은 특성을 나타내어 유사한 관능특성을 보였고 반면 PC2 상으로 위쪽으로 분포한 콩, 차조, 감자로 만든 시료의 경우 누룩 향, 구수한 향, 황색도가 강한 특성을 나타내는 것으로 여겨진다. 그 외 옥수수로 만든 약주는 plot의 중간 부분에 위치하여 전반적으로 각 특성이 강하지 않고 중간 정도 수준을 나타내는 것으로 여겨진다. PC1과 PC3의 Bi-plot은 PC1상의 적색도와 황색도의 대비가 더 두드러지고, PC2상으로는 위쪽으로는 과일 향 및 단 향이, 반대로 누룩 향이 나타나 대비를 나타냈다. 시료의 분포를 살

펴보면 맥아로 만든 시료와 감자로 만든 시료가 그 외의 시료와 구분이 가장 크게 나타났다.

## 요 약

첨가원료의 종류가 술에 미치는 영향을 조사하기 위해 고문헌에서 보여지는 원료로 맥아, 옥수수, 감자, 콩, 차조, 현미, 찹쌀 그리고 멥쌀을 2단 담금 쌀 양의 30%(w/w)로 첨가원료 곡물을 달리하여 발효주를 제조하여 이화학적 특성과 관능특성을 비교하였다. 16일간 발효 후 최종 알코올 함량은 맥아와 찹쌀이 16.2%로 가장 높았고 pH는 4.14-4.57, 총산은 0.27-0.32% 수준으로 나

타났으며 아미노산은 맥아가 0.36±0.02%로 가장 높게 감자가 0.18±0.01%로 가장 낮게 나타났다. 당도는 맥아가 11.1로 가장 높아 고형분 함량이 가장 많음을 나타냈고 감자가 8.35로 고형분 함량이 가장 낮은 것으로 나타났다. 착색도, 자외부흡수, 환원당은 모두 맥아를 첨가한 술에서 가장 높게 나타났고 감자를 첨가한 술에서 가장 낮게 나타나 원료에 따른 뚜렷한 차이를 알 수 있었으며 색도에서 명도는 맥아가 74.44로 가장 어둡게 나타났고 반대로 적색도는 맥아가 9.26로 가장 높게 나타났으며 황색도 또한 맥아가 33.46으로 가장 높게 나타났고 찹쌀이 10.98로 가장 낮게 나타났다. 유기산은 맥아, 차조 그리고 현미는 acetic acid>succinic acid>malic acid>citric acid>pyroglutamic acid, 옥수수과 감자는 citric acid>succinic acid>acetic acid>malic acid>pyroglutamic acid, 콩은 succinic acid>citric acid>acetic acid>malic acid>pyroglutamic acid, 찹쌀과 멥쌀은 succinic acid>acetic acid>citric acid>malic acid> pyroglutamic acid 순으로 나타났고 유리당은 모든 술에서 glucose>fructose>maltose 순으로 나타났다. 묘사분석 결과 찹쌀과 멥쌀은 전반적인 관능특성에서 단 향, 과일 향, 상쾌한 향이 높은 특성을 나타내어 유사한 관능특성을 보였고 반면 콩, 차조, 감자는 누룩 향, 구수한 향, 황색도가 강한 특성을 나타냈으며 옥수수는 전반적으로 각 특성이 강하지 않고 중간 정도 수준을 나타냈다. 전체적인 기호도는 현미와 옥수수가 6.0으로 가장 높았고 다음으로 찹쌀과 차조순서로 나타났으며 우리나라 전통주의 기본원료인 멥쌀과 이화학적 특성을 비교한 결과 기호도가 높게 나타난 옥수수와 현미가 첨가된 술의 아미노산도가 0.19-0.21±0.03%로 나타나 멥쌀 0.27±0.01%보다 0.07% 낮게 나타났고 유기산에서 acetic acid 함량이 옥수수는 1.06±0.35 mg/mL인데 반해 멥쌀은 2.97±0.50 mg/mL로 높게 나타났으며 유리당에서 fructose 함량이 멥쌀은 0.14±0.11 mg/mL인데 반해 옥수수와 현미는 0.34, 0.35±0.05 mg/mL로 0.2 mg/mL 정도 높게 나타난 것을 알 수 있었다.

## 문 헌

1. Chang KJ, Yu TJ. Studies on the components of *sokokju* and commercial *yakju*. Korean J. Food Sci. Technol. 13: 307-313 (1981)
2. Rhee SJ, Lee Jetty CY, Kim KK, Lee CH. Comparison of the traditional (*samhaejju*) and industrial (*cheongju*) rice wine brewing in Korea. Food Sci. Biotechnol. 12: 242-247 (2003)
3. Lee SR. *Hankuk eui Balhyo Sikpum* (Fermented Foods of Korea). Ewha Women's University Press, Seoul, Korea. pp. 222-294 (1986)
4. Kim CJ, Kim KC, Kim DY, Oh MT, Lee SO, Chung ST, Chung JH. Fermentation Technology. Sunjinmunwhasa Press, Seoul, Korea. pp. 79-103 (1990)
5. Chung HK. Characteristics and present status of Korean traditional

- alcoholic beverage. Korean J. Diet. Culture 4: 311-318 (1989)
6. 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)
7. 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)
8. 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 *muruk*. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 659-667 (2006)
9. 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)
10. 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)
11. Kim JH, Lee DH, Lee SH, Choi SY, Lee JS. Effect of *Ganoderma lucidum* on the quality and functionality of Korean traditional rice wine, *yakju*. J. Biosci. Bioeng. 97: 24-28 (2004)
12. Lee IS, Yang EJ, Jeong YJ, Seo JH. Fermentation process and physiochemical characteristics of *yakju* (Korean cleared rice wines) with addition of ginseng powder. Korean J. Postharv. Sci. Technol. 6: 463-468 (1999)
13. Lee DH, Kim JH, Kim NM, Lee JS. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional liquor by using chamomile (*Matricaria hamomile*). Korean J. Food Sci. Technol. 34: 109-113 (2002)
14. Yu HE, Lee DH, Lee JH, Choi SY, Lee JS. Quality characteristics and cardiovascular activities of Korean traditional wines and liquors. Food Sci. Biotechnol. 14: 772-777 (2005)
15. NITSTS Institute. Textbook of alcoholic beverage-making. National Tax Service Technical Service Institute. Seoul, Korea (1997)
16. 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)
17. Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem., 31: 426-428 (1959)
18. Bruce WZ, Kenneth CF, Barry HG, Fred SN. Wine Analysis and Production. Chapman & Hall, New York, NY, USA. pp.370-372 (1995)
19. Bruce WZ, Kenneth CF, Barry HG, Fred SN. Wine Analysis and Production. Chapman&Hall, New York, NY, USA. pp.447-449 (1995)
20. Lee SJ, Kwon YH, Kim HR, Ahn BH. Chemical and sensory characterization of Korean commercial rice wines (*yakju*). Food Sci. Biotechnol. 16: 374-380 (2007)
21. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *muruk* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 555-562 (1997)
22. Park CS, Lee TS. Quality characteristics of *takju* prepared by wheat flour *muruks*. Korean. J. Food Sci. Technol. 34: 296-302 (2002)
23. 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)
24. Lee EN, Lee DH, Kim SB, Lee SW, Kim NM, Lee JS. Effects of medicinal plants on the quality and physiological functionalities of traditional ginseng wine. J. Ginseng Res. 31: 102-108 (2007)