

Fermentation and Quality Characteristics of *Yakju* According to Different Rice Varieties

Chang-Ki Huh¹, Jung-Won Lee², Yong-Doo Kim^{2*}

¹*Insil Institute of Cheese Science, Insil 566-700, Korea*

²*Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 540-950, Korea*

쌀 품종에 따른 약주의 발효 및 품질 특성

허창기¹ · 이중원² · 김용두^{2*}

¹(재)임실치즈과학연구소, ²순천대학교 식품공학과

Abstract

This study was performed to improve quality of traditional *Yakju* and compares quality of *Yakju* according to different rice cultivars. The pHs of Ilmi *Yakju* and Hanarum *Yakju* showed 4.14 and 4.07, respectively and the other *Yakju*'s pHs were ranged from 3.92 to 3.98. The content of total acid of *Yakju* using Indica rice imported from Thailand was the highest among the samples. The major components of free sugar was glucose and the highest content of total free sugars was found in Indica *Yakju*. The content of reducing sugars in *Yakju* using Indica rice was the higher than other samples. The ethanol content of Hanarum *Yakju* showed higher than those *Yakju*'s and the lowest ethanol content found for the indica *Yakju*. The volatile compounds from the rice *Yakju* were identified by GC-MS. Twenty-one volatile compounds were found in rice *Yakju*. And the major volatile compounds were ethanol, acetic acid, 1-methyl-1-propanol, 2-methyl-butane, 3-methyl-1-butanol, iso-amylalcohol and 1-hexanol from *Yakju*. As the result of sensory test, higher scores for smell and color were found for the *Yakju* used Hanarum *Yakju*. The highest score sweat and acid were found for the Anda rice *Yakju* in sensory test. The result of sensory evaluation indicated that Hanarum *Yakju* and Anda *Yakju* were better than the other samples, and the value of bitterness was no significant in this test.

Key words : rice, processing rice varieties, *yakju*, fermentation, quality characteristic

서 론

쌀(*Oryza sativa* L)은 전세계 인구의 60% 이상이 소비하고 있으며, 전 세계 인구의 약 40% 이상이 이를 주식으로 이용하고 있다(1). 쌀은 에너지 공급원뿐만 아니라 비만방지, 콜레스테롤 저하 등 인체에 다양한 생체 조절기능을 가진 식품으로 알려져 있다(2,3). 현재 국내 쌀 산업은 국제적인 곡물과동, 쌀에 대한 다양하고 고급화된 제품들에 대한 소비자의 요구 및 일반 식품으로서 쌀의 소비 감소, 국제 교역자유화 추세들 때문에 어려움에 직면하고 있다(4). 따라서 쌀의 소비 및 수요창출을 위해서는 가공률을 높이고

대량소비가 가능한 이용소재 개발과 그 품종에 적합한 가공식품 개발이 절실한 상황이다. 현재 정부에서는 쌀 식품 고급화를 위한 맞춤형 품종개발 및 가공적성 연구 전략으로 '밥쌀용 품종의 품질향상, 가공 및 기능성 품종의 특성 다양화와 복합화, 다양한 쌀 가공 상품개발을 통한 경쟁력 및 수요확대'로 의견이 모아지고 있다. 가공식품 원료로 쌀 사용량을 높이는 방법은 쌀 원료량이 많은 주류 소재로서의 활용이 아주 높은 아이템이라 할 수 있으며, 쌀을 이용한 주류의 고품질화와 품목 다양화가 요구되어진다. 현재 시판중인 약·탁주의 대다수는 전통적인 원료인 쌀 대신 밀가루나 옥수수가루를 원료로 사용하고 있고, 소비자들의 선호도 향상에 따라 쌀을 원료로 사용하는 약탁주가 일부 시판되고 있다. 그러나 쌀 특성에 맞춘 양조기술이 미흡하

*Corresponding author. E-mail : kyd4218@sunchon.ac.kr
Phone : 82-61-750-3256, Fax : 82-61-750-3208

여 감미료 첨가가 이루어지고 있으며, 건강에 대한 소비자들의 욕구 충족과 우리 고유 약·탁주의 온고지신(溫故知新)을 통한 전통주 계승 및 선호도 향상이 시급한 상황이다. 국내 전통약주와 관련된 연구는 발효미생물 및 공정개발에 관련된 연구에 치우쳐 있고(5), 쌀을 원료로 한 전통주 개발과 발효적성 탐색등은 아직 미진한 실정이다. 우리 전통주가 세계 주류 시장에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 전통주의 원료로 사용되는 쌀의 품종별 양조적성 연구가 필요하다. 양조용으로 이용하고자 하는 쌀의 경우는 일반적인 소비자 선호도 보다 가공적성 여부가 관건이며, 양조용 쌀은 생산성이 우수하고 취반용 수요가 적은 다수확 품종을 이용하는 편이 바람직 할 것으로 보이며, 국산 쌀을 원료로 한 고품질 약주 개발은 원료 쌀 품종별 약주 발효특성 조사와 품질 비교를 바탕으로 이루어 져야 한다.

본 실험에 사용한 쌀 품종은 멥쌀 일반계통인 일미벼, 호평벼, 호품벼와 다수확 품종인 한아름벼와 안다벼를 사용하였고 쌀 품종별 특성은 다음과 같다. 일반계통 품종 특성은 육종방법에 따라 다소간의 차이가 확인되었는데, 일미벼는 밀양 96호, 밀양 95호, 동진벼 등을 인공 교배시켜 육성한 밥맛이 좋은 중만생 품종으로 남부평야지 재배에 적당하고, 쌀알은 둥글며 심복백이 없어 맑고 투명하며 아밀로오스 함량이 낮고 밥맛이 매우 좋은 특성을 가지고(6), 호평벼는 히도메보레, 화진벼를 인공 교배시켜 육성한 품종으로 정조립형과 현미립형은 단원형이고 쌀의 투명도와 외관품위가 좋고 아밀로스함량 및 단백질함량이 낮으며 밥맛이 매우 좋다고 보고된바 있다(7). 호품벼는 밀양165와 익산438호를 교배시켜 육성한 품종으로 밥맛이 최고 품질 수준의 중만생종으로 충남북이남 평야지 및 남부평야지 재배에 적당하고, 입형은 현미장폭비가 1.67로 단원형이며 쌀알은 심복백이 없고 맑고 투명하며 단백질 및 아밀로오스 함량이 낮은 것으로 확인되었다(7). 다수확 계열 품종들은 일반계에 수량은 우수하나 취반용으로는 일반계에 비하여 다소 취약한 조건을 가지고 있다. 한아름벼는 중부 및 남부 평야지 1모작지에 적응하는 통일형 초다수성 품종으로 쌀 모양은 약간 긴 편이며 심복백이 약간 있으나 쌀알은 맑고 투명한 편이며, 아밀로스 함량이 낮고 도정특성은 약간 높은 편이다(8). 안다벼는 중부 및 남부 내륙평야지에 적응하는 통일형 초다수성 품종으로 중원립이며, 백미의 투명도가 맑고 심복백이 적어 품위가 뛰어나고, 내도복, 복합 내병충 다수성 가공용 품종으로 개발된 품종이다(8).

따라서 본 연구에서는 우리나라 전통약주의 품질개선 및 쌀 가공용 품종의 이용성 증진을 위해 일반계통 3종, 가공용계통 2종 및 태국산쌀 1종을 선택하여 원료에 대한 amylose 함량을 측정하고, 쌀 품종에 따른 약주의 발효적성 및 품질특성을 비교하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 쌀의 품종은 멥쌀 일반계통 3종, 멥쌀 가공용계통 2종 및 태국산 쌀 1종을 사용하였다. 시료로 사용된 멥쌀 일반계통인 일미벼, 호평벼, 호품벼와 멥쌀 가공용계통인 한아름벼는 2011년 수확한 것을 전남농업기술원에서 공급받았고, 멥쌀 가공용계통의 안다(2011년, 국산) 및 태국산 쌀(2011년, 수입쌀)은 전남대학교 식품영양학과에서 보관중인 것을 공급받아 사용하였다. 누룩 제조용 통밀은 2010년 수확한 보성농업협동조합제품을 분쇄하여 사용하였다. 본 실험에 사용된 쌀의 품종별 사진은 Fig. 1과 같다.



Fig. 1. Photographs of *Oryza sativa* L. by cultivar.

IM : Ilmi rice HP : Hopyung rice HPU : Hopum rice
HAR : Hanarum rice AD : Anda rice IDC : Indica rice

사용균주

누룩 제조에 활용된 곰팡이 *Rhizopus japonicus* KCCM 11604와 효모 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 11306은 한국미생물보존센터에서 분양 받아 사용하였다.

Amylose 함량 측정

Amylose 함량은 Williams 등(9)의 비색법에 의하여 정량하였다. 즉, 시료 20 mg을 100 mL의 매스플라스크에 취하고, 0.5 N KOH용액 10 mL를 가하여 5분간 저어 시료를 분산시킨 다음 증류수 100 mL로 희석시킨 후 10 mL를 취하여 0.1 N HCl 5 mL와 요오드 용액 0.5 mL를 가하고 증류수를 첨가하여 50 mL로 정용하고, 실온에서 5분 방치한 후 680 nm에서 흡광도를 측정하여 amylose 표준곡선으로부터 amylose 함량을 계산하였다. amylose 표준곡선은 Montgomery와 Senti 방법(10)으로 분리한 amylose, 아밀로펙틴을 일정비율로 혼합한 다음, 위의 방법으로 흡광도를 측정하여 작성하였다. Amylose 표준곡선은 Fig. 2와 같다.

Seed Koji 제조

Seed Koji 제조는 *Rhizopus japonicus* KCCM 11604 곰팡이를 멸균 생리식염수(0.85% NaCl) 10 mL가 들어있는 시험관에 첨가하여 150 rpm으로 10분간 진탕시킨 후 이를 PDA

배지에 도달하여 28℃에서 3일간 배양시켰다. 통밀은 거칠게 분쇄하여 정제수 30%를 첨가하고 잘 혼합한 후 110℃에서 15분간 고압증기 살균한 다음, 배양시킨 곰팡이에 접종하고 28℃에서 3일간 배양시켜 seed *Koji*를 제조하였다.

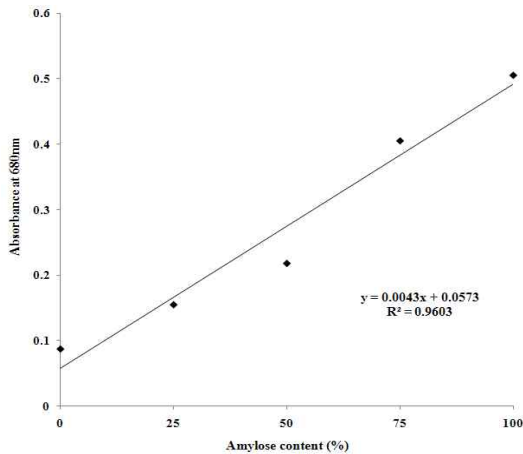


Fig. 2. Standard curve of amylose content in mixture of amylose and amylopectin.

누룩제조

누룩의 제조는 So (5)의 방법을 참고하여 제조하였다. 즉, 분쇄한 통밀(2010년산, 보성농업협동조합)에 정제수 30%를 가하여 110℃에서 15분간 고압증기살균하고, seed *Koji*로 제조된 *Rhizopus japonicus* KCCM 11604를 단독 접종하여 성형 없이 30℃에서 24시간 1차 배양하였다. 성형한 후 30℃, 습도 85%에서 48시간 2차 배양한 다음 30℃에서 수분함량이 10% 내외가 되게 건조 시켰다.

주모 제조

쌀 품종에 따른 주모 제조는 품종별 쌀 500 g을 수세하여 5시간 물에 침지하고, 2시간 물 빼기를 한 후 분쇄하여 물 750 mL를 첨가하고 약한불에서 죽으로 제조하였다. 제조된 죽을 실온까지 냉각하고 *Rhizopus japonicus* KCCM 11604 누룩 100 g (3,550 SP/g), 주모 총량에 대한 젖산 0.5%와 전 배양한 효모액 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 11306 50 mL를 첨가하여 주모를 제조하였다. 주모는 23℃에서 3일간 발효 시켰다.

약주 제조

1단 단금은 품종별 쌀 2 kg을 수세하여 5시간 물에 침지하고, 2시간 물 빼기 후 1시간 동안 증자하고 30℃로 냉각하여, *Rhizopus japonicus* KCCM 11604 누룩 400 g, 물 3 L와 함께 제조된 주모에 투입해 23~25℃를 유지하면서 3일간 발효 시켰다. 2단 단금은 품종별 쌀 10 kg을 1단 담금시 쌀 전처리 방법과 동일하게 처리해 증자하고, 냉각하여 물 15 L와 함께 1단 담금된 술에 투입해 23~25℃를 유지하여

8일간 발효 시켰다.

pH, 총산 및 환원당 측정

pH는 발효 중인 술덧 여액 20 mL를 취하여 pH meter (Orion 940, USA)로 측정하였고, 총산 함량은 Huh 등(11)의 방법에 따라 시료를 원심분리하여 상등액 10 mL를 취해 0.1N NaOH 용액으로 적정한 후 0.009를 곱하여 lactic acid로 환산하였다. 환원당 함량 변화는 시료를 10 mL를 Somogyi변법(12)에 의해 정량하여 glucose 함량으로 표시하였다.

유리당 분석

유리당은 Wilson 등(13)의 방법에 따라 분석하였다. 즉 시료를 일정한 취해 여과(Whatman No 2)하여 Sep-pak C₁₈ cartridge로 정제시킨 다음 0.45 μm membrane filter (millipore Co, USA)로 여과한 여액을 HPLC (Waters M510, USA)를 이용하여 분석하였다. Column은 Carbohydrate column (ID 4.6 × 2500 mm, Alltech Co, USA)를 사용하였으며, column oven 온도는 30℃, mobile phase는 acetonitrile-water(75 : 25, v/v), flow rate는 1.0 mL/min, 시료주입량은 30 μL의 조건으로 ELSD 2000ES detector (Alltech Co, USA)에서 검출하였다.

에탄올 분석

에탄올 함량 변화는 발효 중인 술덧을 여과하여 여액 1 μL를 GC에 주입하였으며, 외부 표준법으로 계산하였다. GC (HP 5890, USA)분석조건은 Carbowax B/ 5% Carbowax 20 M 3 M(L)×4 mm(φ)을 사용하여 oven 온도는 60℃에서 150℃까지 5℃/min속도로 상승 시켰고, 주입기와 검출기의 온도는 각각 220℃와 250℃, carrier gas는 N₂를 사용하였다.

휘발성 향기성분 분석

휘발성 향기성분은 purge & trap 장치와 Gas chromatography Mass (HP 5870A GC-MSD, USA)를 이용해 수증기 증류법에 의한 방법(14)으로 향기성분을 포집하여 분석하였다. 수증기 증류법에 의한 포집은 시료를 수기에 넣고, 수증기로 증류하면서 그 유액을 diethylether로 분리하여 시료로 사용하였다. 휘발성 향기성분의 분리와 동정은 GC-Mass로 분석하였으며, 분석조건은 GC 분석조건과 같고, electronic voltage는 70 eV로 하였다. 각 peak의 휘발성 향기성분을 동정하기 위하여 GC-Mass의 Wiley library의 spectrum을 이용하였고, 계산방법은 면적백분율법으로 하였다.

관능평가

제조된 쌀 품종에 따른 약주의 관능검사는 20명의 패널을 선정하여 향(flavor), 색(color), 맛{단맛(sweet taste), 신맛(sour taste), 쓴맛(bitter taste)}, 전체적인 기호도(overall

preference)를 9단계 평가법으로 실시하였다. 채점 기준은 아주 좋다; 9점, 보통이다; 5점, 아주 나쁘다; 1점으로 하였고, 2시간 간격으로 시료의 번호를 바꾸어 같은 panel로 3회 반복하였으며 각 반복 시 가장 높은 점수와 가장 낮은 점수를 제외하고 평균 득점을 구하였다. 관능평가 결과는 Duncan's multiple range test (15)에 의해 평균치간의 유의성을 검정하였다.

통계처리 방법

본 실험은 독립적으로 3회 이상 반복 실시하여 실험결과를 SPSS 통계분석 프로그램을 이용하여 각 실험군간 평균치와 표준편차를 계산하였다.

결과 및 고찰

Amylose 함량

품종에 따른 amylose 함량은 Table 1과 같다. 일미벼 16.61%, 호평벼 18.54%, 호품벼 20.33%, 한아름벼 22.50%, 안다벼 24.67% 및 인디카벼 22.58%로 안다벼와 한아름벼의 amylose 함량이 높았고, 일미벼의 amylose 함량이 가장 낮았으며, 품종간에 유의적인 차이가 있었다. Amylose 함량은 전분의 당화정도를 나타내는 주요 요소로, amylose 함량이 높을수록 양조시 ethanol 수율이 높은 것으로 알려져 있다(16). 본 실험 결과에서 인디카벼로 담금한 약주는 amylose 함량과 ethanol 함량의 연관성이 적었으나 다수확 품종인 안다벼와 한아름벼의 amylose 함량과 ethanol 수율이 정비례 하였다.

Table 1. The content of amylose in rice by various cultivars

Samples ¹⁾	Amylose content (%)
IM	16.61±1.19 ^{2)(a)}
HP	18.54±2.02 ²⁾
HPU	20.33±3.79 ^{2)(ab)}
HAR	22.50±1.90 ^{2)(bc)}
AD	24.67±0.74 ^{2)(c)}
IDC	22.58±1.28 ^{2)(bc)}

¹⁾Symbols are referred to Fig. 1.

²⁾All values are mean±SD.

³⁾Mean±SD with different superscript within a column are significantly different (p < 0.05) by Duncan's multiple range test. a<b<c.

pH 및 총산

쌀 품종에 따른 약주의 발효과정 중 pH 및 총산의 변화는 Fig. 3,4와 같다. 발효 기간에 따른 pH 변화는 2단 담금 직후에서 발효 2일까지는 약간 저하하였고, 발효 2일 이

후부터는 완만히 상승하는 경향을 보였다. pH가 저하 되지 않고 완만히 상승하는 경향은 알코올 등의 생산에 의한 희석 효과와 누룩 미생물 및 효모의 발효 작용으로 분해된 단백질과 당류 성분들의 완충 작용에 의한 것으로 보고된 바 있다(17,18). 발효 종료 후 시료구별 pH는 일미벼와 한아름벼로 담금한 약주의 pH가 4.14와 4.07로 다른 시료구에 비해 높았고, 그 외 시료구는 3.92~3.98이었다. So 등(19)은 약주의 발효기간 동안 pH가 4 이하로 유지되면 안정한 상태로 정상적인 발효 과정을 거친 것으로 평가할 수 있다고 보고 하였다. 본 연구에서도 시료구 4개의 pH가 3.92~3.97로 4이하로 유지되었고, 시료구 2개는 pH 4.07~4.14로 4에서 크게 벗어나지 않아 본 연구에서 제조한 약주는 정상적인 발효 과정을 거친 것으로 판단된다. 발효기간에 따른 총산 함량은 2단 담금 직 0.41~0.48부터 발효가 완료되는 8일째 0.44~0.56까지 변화가 적어 젖산균의 오염이 적은 것으로 추정되어 진다. Kim (20)이 보고한 약주의 총산 함량 변화에서는 2단 담금 직후부터 발효 2일까지 급격히 증가한 것으로 보고하여 본 연구와 차이를 나타내었는데 이는

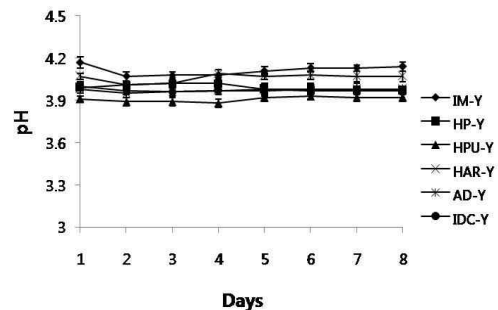


Fig. 3. Changes in pH of *Yakju* made with various rice cultivars during fermentation.

IM-Y : *Yakju* made with Ilmi rice
 HP-Y : *Yakju* made with Hopyung rice
 HPU-Y : *Yakju* made with Hopum rice
 HAR-Y : *Yakju* made with Hanarum rice
 AD-Y : *Yakju* made with Anda rice
 IDC-Y : *Yakju* made with Indica rice

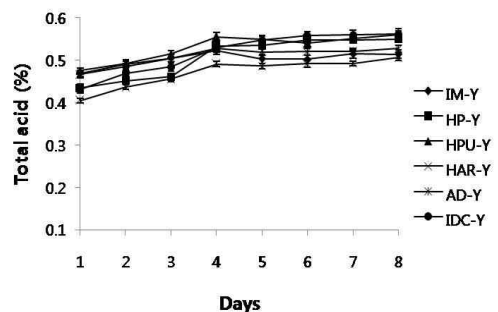


Fig. 4. Changes in total acid contents of *Yakju* made with various rice cultivars during fermentation.

Symbols are referred to Fig. 3.

본 연구에서는 주모 제조시 젖산을 0.5% 첨가로 잡균 오염이 적어 총산 함량의 변화의 정도가 적다고 판단된다. 시료구별 총산 함량은 태국산 쌀의 인디카 품종으로 담금한 약주의 총산 함량이 0.56%로 가장 높았다. 총산 함량이 높은 것은 발효력이 약하여 산을 생성하는 미생물 생육이 활성화 되어 총산 함량이 증가하는 것으로 보고되어 있다 (21).

환원당 함량

약주의 발효기간 중 환원당 함량 변화는 Fig. 5와 같다. 2단 담금 직후 환원당 함량은 7.97~9.63%이었고, 발효 2일째 8.12~10.96%로 소폭 증가하는 경향을 보였으며, 발효 2일 이후부터 5일까지 급속히 감소하여 2.33~3.43%이었다. 그 후 환원당 함량은 일정하게 유지되어 발효가 완료된 8일째는 2.12~3.59%이었다. 시료구별 환원당 함량을 보면 국내산 일반계 품종과 가공용 품종은 2.12~2.59%로 비슷하였으나, 태국산 인디카 품종은 3.59%로 다른 시료구에 비해 높았다. Jun (18)이 발표한 수입쌀과 국산쌀로 제조한 약주의 환원당 함량 변화를 보면 태국산 쌀로 제조한 약주가 다른 시료구에 비해 가장 적은 함량을 보고하여 본 연구와 유사하였다.

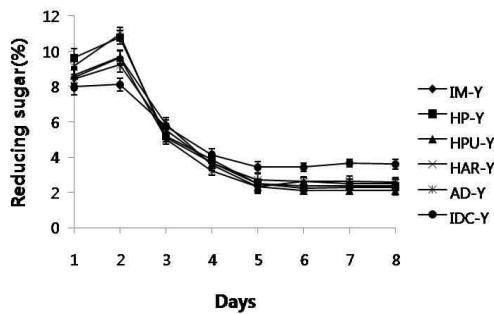


Fig. 5. Changes in reducing sugar contents of *Yakju* made with various rice cultivars during fermentation.

Symbols are referred to Fig. 3.

유리당 함량

약주의 발효 8일째 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 총 유리당 함량은 태국산 인디카 품종으로 담금한 약주가 1,822.38 mg%로 가장 높았고, 국내산 일반계와 가공용 품종의 유리당 함량은 국내산 가공용 품종인 한아름벼와 안다벼로 담금한 약주가 1,364.88 mg%와 1,439.14 mg%로 국내산 일반계 품종인 일미벼, 호평벼 및 호품벼로 담금한 약주의 1,230.96 mg%, 1,025.03 mg% 및 981.92 mg%보다 높았다. 유리당 종류에 따른 함량은 glucose가 747.94~1,377.68 mg%로 주요 유리당으로 나타났고, maltose 또한 163.37~355.91 mg%로 높았다. Jeong 등(22)과 Kim 등(23)은 약주의 유리당 중 glucose가 대부분을 차지하였고, Shin 등(24)의 연구에서는 glucose와 maltose가 대부분을 차지하였다고 보고해 본 연구와 유사한 경향을 보였다.

Ethanol 함량

약주의 발효기간 중 ethanol 함량 변화는 Fig. 6과 같다. 2단 담금 직후 ethanol 함량은 3.05~4.13% 였고 발효 3일까지 급속히 증가하여 8.32~13.55%이었으며, 발효 종료 지점인 8일째는 13.97~19.14%로 최대치를 보였다. 쌀을 원료로 하여 제조한 약주 발효에서 ethanol 함량이 3일까지 급속히 증가한 경우는 선행 연구에서 확인된 바 있다(25). 시료구에 따른 ethanol 함량을 보면 가공용 품종인 한아름벼를 이용해 담금한 약주가 19.14%로 가장 높았고, 일반계 품종인 일미벼, 호평벼, 호품벼 및 가공용 품종인 안다벼를 이용해 담금한 약주는 16.51~17.64%로 유사하였으며, 태국산 인디카 품종으로 담금한 약주는 13.97%로 가장 낮았다. Jun(18)은 수입쌀과 국산쌀로 담금한 약주의 에탄올 함량에서 태국산 쌀로 담금한 약주의 에탄올 함량이 다른 시료구에 비해 가장 낮다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과이었다.

향기성분

쌀 품종에 따른 약주의 향기성분을 분석한 결과는 Table 3과 같으며 총 21종의 향기성분이 검출되었다. 가장 많은

Table 2. The contents of free sugars in *Yakju* made with various rice cultivars

Free sugars	IM-Y ¹⁾	HP-Y	HPU-Y	HAR-Y	AD-Y	IDC-Y
Fructose	54.31±0.61 ^{2)d3)}	18.74±1.01 ^{b)}	33.80±0.74 ^{c)}	18.93±0.44 ^{b)}	53.73±1.90 ^{d)}	15.90±0.31 ^{a)}
Glucose	783.29±11.51 ^{c)}	747.94±2.08 ^{a)}	768.04±1.69 ^{b)}	951.61±6.14 ^{d)}	1,023.06±10.76 ^{e)}	1,377.68±9.91 ^{f)}
Sucrose	37.90±1.47	31.53±2.55	16.71±1.71	38.43±0.52	37.61±2.61	124.26±1.35
Maltose	355.46±1.86	226.82±2.31	163.37±1.60	355.91±3.92	324.74±2.95	304.54±1.41
Total	875.5	798.21	818.55	1,008.97	1,114.4	1,517.84

¹⁾Symbols are referred to Fig. 3.

²⁾All values are mean±SD.

³⁾Mean±SD with different superscript within a row are significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple range test. a<b<c<d<e<f.

(mg%)

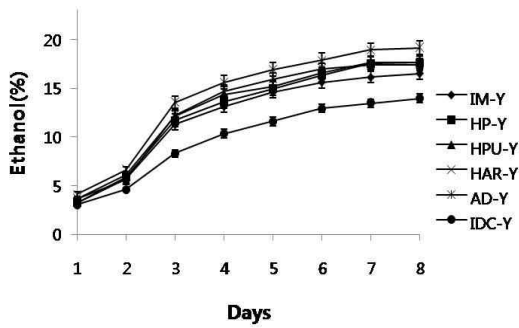


Fig. 6. Changes in ethanol contents of *Yakju* made with various rice cultivars during fermentation.

Symbols are referred to Fig. 3.

함량의 향기 성분으로는 acetic acid, 1-methyl-1-propanol, 2-methyl-butane, 3-methyl-1-butanol, isoamylalcohol 및 1-hexanol등 이었다. 휘발성 향기성분의 면적비율(peak area%)은 alcohol류가 89.47%~92.03%로 가장 큰 비중을 차지하였으며, ester류, alkane류 및 acid류 등의 순으로 검출되었고, alcohol류 중 ethanol이 69.33~75.73%로 가장 높았

다. Acetic acid는 국내산 품종에서는 2.64~3.15%로 차이를 보이지 않았고, 태국산 인디카 품종으로 담금한 약주는 5.23%로 국내산 품종별 약주에 비해 약 2배 이상 높았다. Acetic acid는 술의 산미를 내는 중요한 성분(26)이기도 하지만 술의 산패 원인균인 초산균에 의해 생성되는 성분(27)이기도 하여 일정량 보다 높은 함량은 오히려 술맛을 저해할 수 있다. 관능평가 결과와 관련해 살펴보면 인디카 품종으로 담금한 약주는 국내산 품종별 약주 보다 기호도가 떨어지는 경향을 보여 그 원인에 acetic acid의 영향을 받은 것으로 판단된다.

관능검사

쌀 품종에 따른 약주의 관능검사 결과는 Table 4와 같다. 향미는 가공용 품종인 한아름벼를 이용해 담금한 약주가 6.0으로 기호도가 가장 좋았고, 일반계 품종인 일미벼, 호평벼, 호품벼 및 가공용 품종인 안다벼를 이용해 담금한 약주의 기호도는 5.4~5.5로 유의적 차이를 보이지 않았으며, 태국산 인디카 품종으로 담금한 약주는 4.7로 가장 낮은 기호도를 보였다. 색에 대한 기호도도 한아름벼를 이용해

Table 3. The contents of volatile compounds in *Yakju* made with various rice cultivars

volatile compounds		IM-Y ¹⁾	HP-Y	HPU-Y	HAR-Y	AD-Y	IDC-Y
1	Methanol	1.35	2.61	1.64	2.55	2.61	2.44
2	Ethanol	73.54	72.39	73.15	75.73	74.34	69.33
3	Acetic acid	2.96	2.64	2.83	2.97	3.15	5.23
4	1-methyl-1-propanol	4.21	4.34	5.13	4.37	4.88	5.81
5	2-methyl-butane	3.67	4.68	4.66	3.13	5.37	2.98
6	3-methyl-1-butanol	5.43	5.16	4.95	2.64	2.94	6.36
7	1-Hexanol	4.26	3.33	2.33	2.91	1.61	2.33
8	Octanal	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.09
9	1,1-oxybis-pentane	-2)	0.02	0.03	0.03	0.02	-
10	Ethyl hexanoate	0.33	0.28	0.46	0.21	0.31	0.55
11	3,3-dinethoxy-2-butanone	0.13	0.51	0.29	0.61	0.44	0.14
12	Dodecane	0.13	0.21	0.15	0.13	0.18	0.22
13	Undecanoic acid	0.02	0.06	-	0.12	0.09	0.42
14	4-Octen-3-one	-	-	0.05	0.03	-	-
15	Isoamylalcohol	3.45	3.15	3.75	3.83	3.12	3.20
16	Ethyl 2-hydroxycaproate	0.03	0.04	0.03	0.05	0.07	0.06
17	Ethyl decanoate	0.22	0.26	0.21	0.28	0.31	0.36
18	2-bromoethyl benzoate	0.01	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
19	1,2,-diphenyl-ethanone	0.12	0.13	0.16	0.22	0.19	0.16
20	Ethyl tridecanoate	-	-	-	-	0.12	0.10
21	Ethyl benzeneacetate	0.11	0.12	0.11	0.11	0.16	0.17

¹⁾Symbols are referred to Fig. 3.

²⁾trace.

Table 4. Sensory evaluation of *Yakju* made with various rice cultivars

Sample ¹⁾	Sensory evaluation					
	Flavor	Color	Sweet taste	Sour taste	Bitter taste	Overall preference
IM-Y	5.4±0.84 ^{2)ab3)}	5.5±0.52 ^{b)}	5.7±1.88 ^{a)}	6.1±0.73 ^{abc)}	5.3±2.90 ^{a)}	5.8±0.91 ^{bc)}
HP-Y	5.4±0.96 ^{ab)}	5.5±0.85 ^{b)}	4.6±1.07 ^{a)}	5.7±0.82 ^{ab)}	5.4±1.77 ^{a)}	5.4±0.84 ^{ab)}
HPU-Y	5.5±0.70 ^{ab)}	5.3±0.82 ^{ab)}	5.4±2.50 ^{a)}	6.3±0.94 ^{bc)}	5.9±2.28 ^{a)}	5.7±0.94 ^{abc)}
HAR-Y	6.0±0.81 ^{b)}	6.5±1.26 ^{c)}	5.2±1.75 ^{a)}	5.7±0.67 ^{ab)}	5.6±2.11 ^{a)}	6.4±1.17 ^{c)}
AD-Y	5.4±0.69 ^{ab)}	5.8±0.78 ^{bc)}	6.0±1.88 ^{a)}	6.7±1.25 ^{c)}	5.3±1.88 ^{a)}	6.2±0.78 ^{bc)}
IDC-Y	4.7±0.82 ^{a)}	4.5±1.43 ^{a)}	4.2±1.54 ^{a)}	5.3±0.67 ^{a)}	4.5±2.01 ^{a)}	4.9±0.73 ^{a)}

¹⁾Symbols are referred to Fig. 1.

²⁾All values are mean±SD.

³⁾Mean±SD with different superscript within a column are significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple range test. a<b<c.

담금한 약주가 6.5로 가장 높은 기호도를 보였고 태국산 인디카 품종으로 담금한 약주가 4.5로 가장 낮은 기호도를 보였다. 맛에 대한 평가를 보면 단맛과 신맛은 가공용 품종인 안다벼를 이용해 담금한 약주가 6.0 및 6.7로 가장 높은 기호도를 보였고, 쓴맛은 국내산 일반계 품종과 가공용 품종으로 담금한 약주의 경우 5.3~5.9로 비슷한 기호도를 보였으며, 태국산 인디카 품종으로 담금한 약주는 4.5로 가장 낮은 기호도를 보였다. 약주의 전체적인 기호도는 가공용 품종인 한아름벼와 안다벼를 이용해 담금한 약주가 6.4와 6.2로 일반계 품종인 일미벼, 호평벼 및 호품벼로 담금한 약주의 5.8, 5.4 및 5.7에 비해 높은 기호도를 보였으며, 태국산 인디카 품종으로 담금한 약주는 4.9로 가장 낮은 기호도를 보였다. Jeon (28)은 한국, 중국, 미국 및 태국에서 생산된 쌀로 담금한 약주의 관능검사 결과, 태국산 쌀로 담금한 약주가 가장 낮은 기호도를 보였다고 보고 하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 관능 평가 결과, 다수확 품종인 한아름벼와 안다벼로 담금한 약주의 기호도가 높게 나타났는데, 이는 두 약주의 ethanol 수율이 다른 시험구보다 우수하게 나타나 발효 기간 동안 발생할 수 있는 변패정도가 적었던 것이 주요 원인으로 생각되며, 인디카벼로 담금한 약주의 경우는 acetic acid 함량이 높아 기호도가 낮게 나타난 결과로 판단된다.

요 약

쌀 가공용 품종의 활용도 증진을 위해 일반계통 3종, 가공용계통 2종 및 태국산쌀 1종을 선택하여 양조 적성을 확인한 결과는 다음과 같다. 약주의 시료구별 pH는 일미벼와 한아름벼로 담금한 약주의 pH가 4.14와 4.07로 높았고, 총산 함량은 태국산쌀의 인디카 품종으로 담금한 약주의 총산 함량이 0.56%로 가장 높았다. 총 유리당 함량은 태국산 인디카 품종으로 담금한 약주가 1,822.38 mg%로 가장

높았고, 주요 유리당은 glucose이었다. 환원당 함량은 국내산 일반계통 품종과 가공용통 품종은 2.12~2.59%로 비슷하였으나, 태국산 인디카 품종은 3.59%로 다른 시료구에 비해 다소 높았다. ethanol 함량은 가공용 품종인 한아름벼를 이용해 담금한 약주가 19.14%로 가장 높았고, 태국산 인디카 품종으로 담금한 약주는 13.97%로 가장 낮았다. 약주의 향기성분은 총 21종의 향기성분이 검출되었고, 주요 향기 성분으로는 ethanol, acetic acid, 1-methyl-1-propanol이었다. 품종에 따른 약주의 관능검사 결과 향과 색은 가공용 품종인 한아름벼를 이용해 담금한 약주가 가장 좋은 기호도를 보였고, 맛에 대한 평가에서 단맛과 신맛은 가공용 품종인 안다벼를 이용해 담금한 약주가 6.0과 6.7로 가장 높은 기호도를 보였다. 쓴맛은 시료구별 유의적 차이를 보이지 않았고, 전체 기호도는 가공용 품종인 한아름벼와 안다벼를 이용해 담금한 약주가 일반계 품종인 일미벼, 호평벼 및 호품벼로 담금한 약주 보다 높았다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 및 전남농업기술원의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Stork CR, Silva LP, Fagundes CAA (2005) Categorizing rice cultivars based on differences in chemical composition. *J Food Comp Anal*, 18, 333-341
2. Choe JS, Ahn HH, Nam HJ (2002) Comparison of nutritional composition in korean rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 31, 885-892
3. Kyoun OY, Oh SH, Kim HJ, Lee JH, Kim HJ, Yoon

- YK, Kim HM, Kim MR (2006) Analyses of nutrients and antinutrients of rice cultivars. *Korean J Food Cookery Sci*, 22, 949-956
4. Kong XD, Zhang HX, Liu XJ (1997) Development of economical characters of japonica variety and prospects of high yield breeding. *Jiangsu Agric Sci*, 3, 2-16
 5. So MH (1999) Characteristics of a modified Nuruk made by inoculation of traditional Nuruk microorganisms. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 12, 219-225
 6. Yang BK, Ko JK, Sim RS, Park HK, Noh TH, Shin HT, Lee SY, Kim CH, Cho SY (1996) INFORMATION(Brief Introduction of Newly Released Crop Cultivars in 1996):High Eating Quality and Medium-late Maturing Rice Variety with Resistance to Diseases and Lodging("Ilmibyeo"). *Korean J breeding*, 481
 7. RDA R&D Coordination Division (2006) ('01-'05) Major Agricultural Crops Variety Explanation. RDA, p 2-55
 8. Kim MK, Jeong JM, Kim JJ (2009) Rice Cultivars Current Status of Health Functional Food and Processing Specialty Rice. *Korea Rice Association*, 26, 177-230
 9. Williams C, Kuzina FD, Hlynka I (1970) A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem*, 47, 411-421
 10. Montgomery EM, Senti FR (1958) Separation of amylose from amylopectin of starch by an extraction-sedimentation procedure. *J Polymer Sci*, 28, 1-9
 11. Huh CK (2006) Effect of Recipe for Chestnut Wine on Fermentation and Quality Characteristics. *Sunchon National University, Suncheon, Korea*, p 50
 12. Hatakana C, Kobara Y (1989) Determination of glucose by a modification of Somogyi-Nelson method. *J Korean Soc Agric Chem*, 44, 2943-2949
 13. Wilson AM, Work TM, Bushway AA, Bushway RJ (1981) HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes. *J Food Sci*, 46, 300
 14. Shin KR, Kim BC, Yang JY, Kim YD (1999) Characterization of Yakju Prepared with Yeasts from Fruits-1. Volatile Components in *Yakju* during Fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 28, 794-800
 15. Duncan DB (1995) Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, p 11
 16. Lee DH, Choi JS, Ha JU, Lee SC, Hwang YI (2001) Ethanol fermentation of corn starch by a recombinant *Saccharomyces cerevisiae* having glucoamylase and α -amylase activities. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 6, 206-210
 17. Kim IH, Park WS, Koo YJ (1996) Effect of different contents of Nuruk extract on fermentation characteristics of Kwahaju. *J Korean Dietary Culture*, 11, 711-719
 18. Jun HS (2007) A comparative study on quality characteristics of fermented wine made with imported and domestic rices. *Kyung Hee University, Seoul, Korea*, p 21-49
 19. So MH, Yu TJ (1993) The effect of medium-cooked rice on the production of Korean traditional *Yakju*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 6, 189-198
 20. Kim KM (2010) Liquor quality and fermentation characteristics by the various saccharified enzyme on Jindo Hongju. *Sunchon National University, Suncheon, Korea*, p 62-64
 21. Joung EJ, Paek NS, Kim YM (2004) Studies on Korean Takju using the by product of rice milling. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 17, 199-205
 22. Jeong JW, Park KJ, Kim DS (2006) Quality characteristics of Takju fermentation by addition of chestnut peel powder. *Korean J Food Preserv*, 13, 329-336
 23. Kim JY, Koh JS (2004) Fermentation characteristics of Jeju foxtail Millet-wine by isolated alcoholic yeast and saccharifying mold. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 41, 85-91
 24. Shin KR, Kim BC, Yang JY, Kim YD (1999) Characterization of *Yakju* prepared with yeasts from fruits-2. Quality characteristics of *Yakju* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 28, 801-804
 25. Huh CK (2008) Fermentation and quality characteristics of *Yakju* with addition of chestnuts: Analysis of raw materials and saccharification. *Korean J Food Preserv*, 15, 512-517
 26. In HY, Lee TS, Lee DS, Noh BS (1995) Volatile components and fusel oils of Sojues and Mashs Brewed by Korean traditional method. *Korean J Food Sci Technol*, 27, 235-240
 27. Lee MK, Lee SW, Yoon TH (1994) Quality assessment of *Yakju* brewed with conventional nuruk. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 23, 78-89
 28. Jeon SY (1998) Screening of strains and zymological characteristics of millet wine and distilled liquor, a traditional wine in Cheju Island. *Cheju National University, Cheju, Korea*, p 50-51