J Korean Soc Food Sci Nutr
37(6), 784~791(2008)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2008.37.6.784

올방개(*Eleocharis kuroguwai Ohwi*)를 이용한 전통약주의 품질특성에 관한 연구

정 철[1] · 이인숙[1] · 이시경[2] · 강순아[1†]

[1]서울벤처정보대학원대학교 발효식품과학과
[2]건국대학교 축산대학원 식품공학과

A Study on the Qualitative Properties of Traditional Sake Using Allbanggae

Chul Cheong[1], In-Sook Rhee[1], See-Kyung Lee[2], and Soon Ah Kang[1†]

[1]*Dept. of Fermented Food Science, Seoul University of Venture & Information, Seoul 135-090, Korea*
[2]*Division of Agro-Livestock, Graduate School, Dept. of Food Science and Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea*

Abstract

A new sake fermented using a mixture of *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. and yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) containing allbanggae was developed in this study. The effects of the allbanggae contents (0~50%) in the sake on the qualitative and sensory properties and flavor components were investigated. The fermentation with allbanggae, especially in sake containing 10% allbanggae, showed the highest level of alcohol (15.3~16.4%), whereas the amount of alcohol decreased with increasing allbanggae contents. Amino acidity in sake containing 10% and 20% allbanggae indicated the highest levels (0.90~1.20%). In addition, it was observed that the sake containing 10% allbanggae showed the smallest level of reducing sugars, which were increased with increasing allbanggae ratio. Furthermore, various organic acids in the sake were detected such as citric, succinic, malic and acetic acids, among which the acetic acid showed the highest amount (160.3±8.0~253.3±20.3 mg/100 mL). The major amino acids detected in the sakes were alanine, proline, histidine, phenylalanine, lysine and glutamic acid. The sake containing 20% allbanggae indicated the highest amino acids amount among the allbanggae ratios. Based on these results, it was concluded that the sake containing 20% allbanggae could be successfully commercialized.

Key words: allbanggae, sake, fermentation, alcohol, amino acids

서 론

올방개(烏芋, *Eleocharis kuroguwai* Ohwi)는 방동사니과에 속하는 다년생 초본으로, 경기도 이남의 늪이나 연못, 도랑, 논 등 습지의 얕은 물속에 자생하며, 뿌리줄기가 옆으로 길게 뻗고 끝에 괴경이 달린 식물이다(1). 한방에서는 黃疸(황달), 健胃(건위), 解熱(해열), 利尿(이뇨), 通經(통경), 瘀血(어혈) 등의 치료에 이용되는 생약이며 뇌종양에 특효가 있으며 민간요법으로 괴경을 생식하면 술 마시고 취한데 효험이 있고, 춘궁기 구황식품으로 향기가 있으며 달고 담백한 풍미가 있다고 漢書(한서)에 전한다(2). 올방개는 저산성, 저단백질의 수생채소로 사각사각하고 연하며(3) 맛이 달고 즙이 많아 과일대용으로 생식할 경우 해갈, 청량, 이뇨에 좋으며 익혀먹을 경우 오래 끓여도 씹히는 맛이 특이하고 소화를 촉진시켜준다고 하여 국, 튀김, 통조림 등 건강식품의 재료로 쓰이고 있으며, 또한 육류의 독을 중화시켜주며(4) 본초신편(本草新編)에는 올방개를 얇게 썰어 말려서 약으로 쓰면 헛배가 부르고 답답하며 결리는 증상을 잘 낫게 해주며 본초구진(本草求眞)에서는 맛이 달고 품성이 약간 차며 이질과 혈독을 없애주고 충독(蟲毒)과 간염으로 인한 황달 등을 치유해 준다고 역대 의서에 기록되어 전한다. 그밖에도 올방개의 약효 중 올방개의 영(英)성분은 황금색 포도상구균, 대장간균, 산기간균에 대해 억제작용이 있으며 내불열성인 영성분은 활성탄에도 흡착이 안되는 것으로 보고되어있다(5). 또 올방개 가공품으로는 세계적으로 뉴욕시장 및 홍콩, 동남아지역에서 죽, 주스류, 의약품 등으로, 열대지방에서 올방개를 이용해 건강 청량음료를 개발하여 판매되고 있다(6). 전통발효 약용주에 대한 연구로는 당기, 황기 등 6종의 약초를 이용하여 제조한 약용주(7), 황정을 이용한 무국주(8), 인삼주(9), 삼백초 잎과 뿌리를 이용한 삼백초주(10), 전통발효주를 증류하고 자초에 증류주를 통과시켜 만든 진도홍주(11) 등이 있다. 양조주의 유효성분정량에 관한 연구로는 백포도주의 페놀류 함량(12), 침출기간에 따른 작약과 당귀의 지표성분 분석(13), 도토리 약주의 탄닌 성분(14), 알로

†Corresponding author. E-mail: sakang@suv.ac.kr
Phone: 82-2-3470-5273, Fax: 82-2-523-6767

에 발효주의 barbaloin 함량 등이 보고(15)되어 있지만 연구가 매우 미흡한 실정이며 올방개를 이용한 술 제조에 관한 연구는 전혀 보고된 바 없다. 본 실험은 부존자원의 고효율 에너지 자원화가 필요한 시점에서 멥쌀과 올방개를 첨가하여 전통술의 특성을 살리면서 올방개의 약리작용으로 건강지향성 술로 개발함과 동시에 올방개의 이용성을 증대시켜 현대인의 기호도에 맞는 저알콜 고급 농도주를 개발코자 올방개의 첨가량을 달리하여 약주를 제조, 그 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

양조용 원료 쌀은 시판 일반미(2000년산 김포미 RPC구입)를 구입하여 사용하였고, 올방개(*Eleocharis kuroguwai* Ohwi)는 2006년 3월 하순에 채취한 근경을 이물질을 제거한 후 세척하여 비닐 밀봉한 다음 0°C±1의 냉장고에 보관하면서 공시재료로 이용하였다. 양조용수는 수질검사를 받아 음용할 수 있는 신선한 지하수를 담금 용수로 사용하였다.

발효제(누룩 및 효모)

올방개주 제조에 사용된 발효제인 누룩은 *Aspergillus* sp.와 *Rhizopus* sp. 균주와 밀을 조분쇄한 배지에 3:1의 비율로 섞어 가락 성형을 한 후 30~35°C에서 72시간 발효하여 건조한 개량누룩(한국효소제품)을, 주모 제조용 효모는 건조효모(*Saccharomyces cerevisiae*, Saf Instant yeast Co., France)를 구입하여 실험에 사용하였다.

밑술(주모) 제조

전통적인 제조방법에 따라 밑술은 일반미 500 g을 6시간 수침 후 스팀이 나오면서부터 40분간 증자 후에 실온으로 방냉하여 4 L들이 유리용기에 넣고 여기에 *Saccharomyces cerevisiae* 4 g과 젖산 5 mL를 첨가하고 지하수 750 mL를 가한후 잘 혼합한 다음 25°C에서 48시간 배양한 후 4°C 냉장고에 보관하면서 올방개주 밑술(주모)로 사용하였다.

담금 방법

일반미를 평량하고 수세한 후 지하수에 4시간 침지하여 1시간가량 물 빼기를 한 후 광목에 싸서 스팀 증자기에 넣고 증기가 나온 후부터 약 30분간 증자하여 실온으로 냉각시킨 후 1단 담금을 실시하였다. 즉 10 L정도의 유리병에 고두밥과 원료 쌀의 4%의 개량누룩, 가수량은 150%의 물을 첨가하였다. 그리고 미리 제조한 주모를 담금 원료 전체량의 5%정도 가하고 올방개를 원료 쌀량에 대하여 10~50% 되게 증자한 후 잘 혼합하여 25°C에서 48시간 발효하였다. 1단 담금 48시간 후 2단 담금을 실시하였는데 방법은 1단 담금과 같이 실시하였다.

일반성분

올방개주 제조에 사용된 일반미와 올방개 원료의 수분은 105°C 열풍건조법으로, 조단백질은 Macro(염입식) Kjeldahl 방법으로 분석(16)하였으며, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 분석하고 탄수화물은 Somogy변법으로, 회분은 550°C 회화법으로 각각 정량하였다.

효모수 측정

발효 중인 술덧 2 mL를 hole pipette로 정확히 취하여 100 mL 정용하여 넣고 5% 투윈 80 용액 10 mL와 1% 메틸렌블루를 가하고 일정배율 희석한 후 Tomas 혈구계수기에 넣고 현미경을 이용하여 측정한 후 효모수를 아래 식에 의하여 계산(17)하였다.

효모수＝측정효모수×희석배수/시료채취량(mL)

알코올 함량

발효 술덧을 잘 교반한 후, 100 mL 용량 mess cylinder에 표선까지 취하고 이것을 500 mL 삼각 flask에 옮긴 다음 mess cylinder를 약 15 mL의 증류수로 2회 세척하여 flask에 합하고 냉각기에 연결한 다음 100 mL mess flask를 수기로 하여 증류하였다. 증류액이 약 70 mL가 되면 증류를 중지하고 물을 가하여 100 mL로 정용한 다음 잘 흔들어 실온에서 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 Gay-Lussac표로서 15°C로 보정하여 알코올 함량을 측정하였다(17).

산도

발효 술덧을 교반 후 시료를 채취하여 마쇄 여과한 여액 10 mL를 100 mL 삼각 flask에 취한 다음 여기에 증류수를 적당량 가하고 0.1% 페놀프탈레인을 2~3방울 가하여 0.1 N-NaOH용액으로 선홍색이 나타날 때까지 정하여 그 적정 mL를 적정산도로 표시하였다(17).

아미노산도

술덧 여과 시료 10 mL를 취하여 페놀프탈레인을 2~3방울 첨가하여 0.1 N-NaOH용액으로 담홍색이 될 때까지 중화한 다음 중성 포말린 용액 5 mL를 가하여 유리된 산을 0.1 N-NaOH용액으로 담홍색이 될 때까지 적정(17)하고 그 전후의 적정 mL 차이를 아미노산도로 표시하였다.

환원당

펠링 용액은 A액은 유산동($CuSO_4$, $5H_2O$) 34.639 g을 물에 용해하여 500 mL로 하여 2일간 방치 후 여과하며, B액은 주석산, 칼륨나트륨($C_4H_6O_6KNa$), 173 g과 NaOH 50 g을 물에 용해하여 500 mL로 하여 2일간 방치 후 여과한다.

표준 포도당 용액은 포도당(무수) 특급 2.46 g과 안식향산 1 g을 물에 용해하여 1,000 mL로 하며, 1% 메틸렌블루 용액은 표준 포도당 용액의 소비수를 B, 다음 펠링 A, B액 각 5 mL씩을 다시 200 mL 삼각 flask에 취하고 물 20 mL와 시험코자하는 시료 또는 그 희석액 10 mL를 가한 후 위의 방법으로 가열하면서 계속 표준 포도당을 적하하여 적정을 완료할 때까지의 표준 포도당액의 소비 mL수를 M이라 한다.

Table 1. Proximate analysis of allbanggae and rice (unit: %)

	Moisture	Crude protein	Crude fats	Carbohydrate	Ash
Allbanggae	78.42±3.92[1)]	1.74±0.10	0.06±0.00	18.68±1.31	1.10±0.06
Rice	13.40±0.94	8.02±0.32	1.24±0.10	76.70±4.60	0.64±0.05

[1)]Means±SD (n=3).

Reducing sugar=2(B−M)×N/10
(단 N은 희석배수, B는 공시험)

유기산

발효가 완료된 술덧을 100 mL를 취하여 정량용 여과지(Toyo No.5)로 여과한 후 50 mL를 취하여 rotary evaporator 상에서 45°C로 감압농축하고 증류수를 가하여 50 mL로 정용한 후 sep-pak을 통과시켜 HPLC(Hewlett Packard 1100 series, USA)로 분석하였다(18). 분석조건 중 column은 Ion pak KC-811을 사용하였고, flow rate와 mobile phase는 각각 0.8 mL/min와 0.1% H_3PO_4을 사용하였으며 detector는 RI였다.

유리아미노산

발효가 완료된 술덧을 일정량 취하여 정량용 여과지(Toyo No.5)로 여과한 후 여과술덧 10 mL를 200 mL 공전삼각 flask에 취하고 여기에 10% TCA용액 60 mL를 가하여 약 1분간 진탕한 후 300 rpm에서 상등액을 일정량 취하여 rotary evaporator 상에서 40°C정도의 온도로 감압농축하고 TCA를 날려 보낸 다음 건고된 시료에 0.02 N-HCl 10 mL 가하여 용해한 후 아미노산 자동분석기(Amino acid auto analyzer, Hitachi Model 835)를 이용하여 분석하였다(18).

휘발성 향기성분

발효가 완료된 술덧을 100 mL 취하여 증류기를 이용하여 약 80 mL를 받은 다음 증류수를 가하여 100 mL로 보정하였다. 증류된 술덧액을 gas chromatography(Hewlett Packard 5890 series Ⅱ, USA)를 이용하여 분석하였다(18). 휘발성성분들은 capillary column(Stabilwax 30 m×0.32 mm)을 사용하여 분리하였다. Column의 온도는 50°C에서 4분간 유지 후 10°C/min 비율로 100°C까지 도달 후 10°C/min 비율로 210°C까지 증가시켰다. Injection port와 detection port의 온도는 모두 200°C로 설정하였으며 이송기체는 헬륨을 사용하였다. Injecton volume과 flow rate는 각각 1 μL와 30 mL/min이었다.

결과 및 고찰

올방개와 쌀의 화학적 조성

본 실험에 사용한 올방개와 쌀의 화학 조성은 Table 1과 같다. 올방개는 수분함량이 많은 식품으로 78.42±3.92%를 함유하고 있으며 술덧에서 알코올을 만드는 탄수화물은 18.68±1.31%로 쌀의 76.70±4.60%에 비하여 낮은 함량을 나타내나 무기질은 쌀이 0.64±0.05%인데 비해 1.1%로 높은 비율을 나타냈다. 또한 올방개의 지방과 단백질 함유량은 각각 0.06±0.00%, 1.74±0.10%를 함유하고 있어 쌀의 지방함유량 1.24±0.10%, 단백질함유량 8.02±0.32%보다 낮았다. Lee와 Hwang(3)의 올방개 일반성분 조성 분석에 따르면 수분함량 79.40%, 조단백 1.74%, 조지방 0.06%, 조회분 1.10%, 탄수화물 17.71%였다고 보고한 것과 본 실험 분석결과 올방개의 성분조성은 유사한 분석결과를 나타내었다.

Table 2. Analysis of brewing water

Item	Brewing water	Value of drinking water
pH	6.9	5.8~8.5
NH_4-N (mg/L)	None	under 0.5
NO_3-N (mg/L)	1.0	under 10
Organic material (mg/L)	1.0	under 10
Fe^{++} (mg/L)	None	under 0.3
Mn^{++} (mg/L)	None	under 0.3
Cl^- (mg/L)	7	under 250
Evaporific residue (mg/L)	94	under 500
Hardness (mg/L)	110	under 300
Odor	Odorless	Odorless
Color (°)	One degree	under 5

주조용수는 무색투명하고 잡미와 이취가 없으며 중성내지 약알카리성이어야 하며 적량의 유효성분을 함유하고 유해미생물 및 유해성분이 적은 것이 좋으며 음용수의 기준에 준하고 있다. 올방개주 담금 용수 분석결과는 Table 2로 상기의 범위에 드는 양조용수의 기준을 갖춘 것으로 판단되었다.

pH, 산도 및 아미노산도 변화

술덧 발효 중의 pH(Fig. 1A) 및 산도(Fig. 1B) 변화를 측정한 결과는 다음과 같다. 담금 직후 술덧의 pH는 3.98~4.68의 범위였고 담금 3일후에 pH가 급격히 증가하여 4.35~4.70로 나타났으며, 올방개 함량이 10%인 실험구가 pH 4.35로 가장 낮았고 그 다음이 올방개 함량 20% 실험구로 pH 4.42 올방개 함량 50% 실험구가 pH 4.70으로 가장 높았다. 담금 직후부터 발효 종료 기간까지 pH가 꾸준히 증가하여 4.63~4.86으로 나타났다. 적정산도의 변화에서는 담금 2일후 산도가 급격히 증가하는 추세를 보였으며, 담금 5일후까지 꾸준한 증가를 보이다가 발효 종료 시점에서는 3.3~3.8의 산도를 보였다. 한편 적정산도는 발효 전 기간을 통하여 계속 증가하였으나 발효 6일째부터 서서히 감소하였다. 발효기간 중 산도와 pH의 비교에서 술덧의 산도는 발효 6일부터 감소하였는데 pH는 오히려 발효 3일 이후부터 증가하였다. 이는 누룩 미생물 및 효모의 발효작용으로 분해된 단백질 및 유기산들

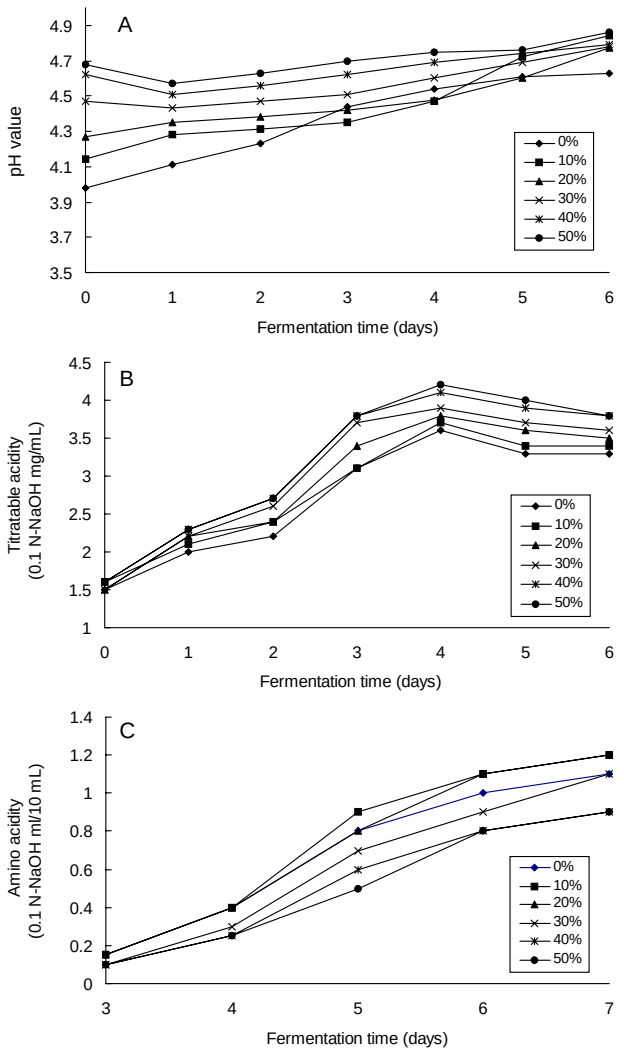

Fig. 1. Changes of pH (A), titratable acidity (B) and amino acidity (C) during fermentation according to ratio of all-banggae contents.

이 완충작용을 하여 pH가 낮아지지 않은 것으로 생각된다. Lee(19)의 국균의 종류를 달리한 탁주 양조에서 *Aspergillus oryzae* 술덧, *Aspergillus kawachii* 술덧, *Aspergillus shirousamii* 술덧은 담금 1일후에 pH값이 5.95~4.07로서 본 개량누룩의 술덧 pH값과 비교 시 *Aspergillus kawachii* 및 *Aspergillus orzae* 술덧보다 낮았으며, *Aspergillus shirousamii* 술덧과는 비슷한 pH값을 보였다. 또한 Kim(20)은 *Aspergillus* 속을 이용한 탁주제조에서 발효 10일후 pH가 4.0~4.2였다고 보고하였고 Lee(19)는 원료를 달리하여 담금한 품질특성 및 향기 성분에서 주모를 첨가하여 멥쌀로 제조한 탁주가 pH 3.47~3.60이었다고 보고하여 본 실험에서 제조한 약주의 pH와 유사한 경향이었다. 술덧 발효 중 아미노산의 함량을 분석한 결과는 Fig. 1C에 제시되었다. 담금 3일후 측정한 각 술덧의 아미노산도는 올방개 0, 10, 20% 실험구가 0.15를 나타내었으며 30, 40, 50% 실험구가 0.10을 나타내어 올방개 함량이 증가 시 아미노산도는 다소 감소하는 경향을 보였다. 또한 발효시간이 경과될수록 아미노산도는 증가하였으며 발효 4~6일 사이에 가장 많은 증가를 보였고 담금 7일에는 올방개를 첨가하지 않은 대조구가 1.1, 10% 실험구가 1.2, 20% 실험구가 1.2로 올방개 함량 10%, 20% 실험구가 가장 높았고 30% 실험구는 1.0, 40%, 50% 실험구는 0.9를 나타내었다. Jeung과 Jeung(21)은 저온에서보다 고온에서 아미노산도가 높았다고 하여 술덧 중 아미노산의 변화는 발효온도와 관계가 깊다고 하였다. 이러한 아미노산도의 증가는 제조 중 분해되지 않는 단백질이 잔재효소에 의해 분해되거나 효모의 자가소화에 의한 것으로 생각된다. 또한 Kim(22)은 아미노산이 술에 단백한 맛을 부여하는 성분으로 지나치게 많이 생성될 때에는 술덧이 노주화된 것 같은 느끼한 맛을 내며 주질을 하락시킨다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 1.5이하로 적당한 아미노산 맛을 내어 술맛을 상승시키는 효과 범위였다.

환원당의 변화

술덧 발효 중 환원당 함량을 경시적으로 측정한 결과는 Fig. 2A와 같다. 환원당은 담금 3일후에 3.73~4.48%로 전 발효기간 중 가장 높았으며 그중에서 올방개 함량 20% 실험구가 4.48%로 높았고 올방개 함량 30% 실험구가 3.73%로 가장 낮았다. 담금 4일후부터 점점 감소하여 담금 7일에서는 올방개 함량 0, 10, 20, 30, 40, 50% 실험구에서 각각 0.82, 0.83, 0.87, 0.98, 1.43, 1.52%였다. 이상의 실험에서 발효기간 중 담금 3일에 환원당의 함량이 높았던 것은 누룩 미생물에 의해 분비된 아밀레이스에 의해 전분이 많이 분해된 결과로 환원당 함량이 높았으며, 담금 3~4일 후부터는 알코올 생산량이 급격히 많아지면서 상대적으로 환원당이 효모에 의해 알코올발효에 이용되면서 환원당의 함량이 낮아진 것으로 생각된다. 이상의 결과는 Kim(22)의 탁주 제조 중 당류의 소장(消長)에 관한 연구에서 총당과 환원당은 담금 3일 후부터 급격히 감소하는 반면 알코올의 생성량은 현저하게 증가한다는 보고와 일치하였다. 또한 Kim(20)은 *Aspergillus* 속을 이용한 탁주제조에서 환원당이 담금 1~2일경에 10% 이상을 나타내었으나 담금 4일 후에는 0.5% 미만으로 감소하였다고 보고하였는데 본 실험에서는 담금 3일에서 3.73~4.48이었고 그 이후에는 대조구에서 2.62~0.82, 10% 실험구는 2.70~0.83, 20% 실험구는 2.71~0.87, 30% 실험구는 2.62~0.98, 40%는 2.86~1.43이었으며 50% 실험구는 3.04~1.52%로 나타났다. 술덧 발효 중 알코올 생산량을 분석한 결과는 Fig. 2B와 같다. 담금 2일에 술덧의 알코올 함량은 5.8~6.0%를 나타내었으며 그중 올방개 10% 함량 실험구가 6.0%로 가장 높았다. 담금 4일 후부터 5일 후까지 알코올 발효작용이 가장 활발하게 일어나서 5일후의 알코올 함량은 10.5~11.8%로 나타났으며 역시 올방개 10% 함유 실험구가 11.8%로 가장 높게 나타났다. 발효말기인 담금 7일에 각 술

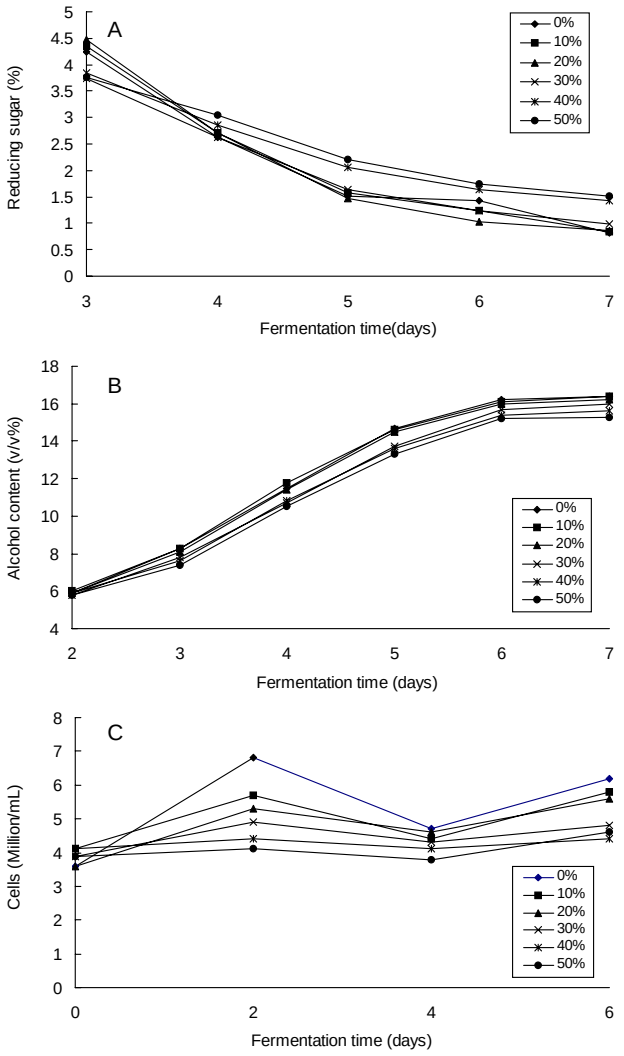

Fig. 2. Changes of reducing sugar (A), alcohol content (B), and cell number (C) during fermentation according to ratio of allbanggae contents.

덧의 알코올 농도는 대조구와 올방개 10% 실험구가 16.4%로 가장 높은 알코올을 생산하였고 올방개 20, 30, 40, 50% 첨가구는 각각 16.2, 16.0, 15.6, 15.3%로 알코올 함량의 변화를 보였다. 일반 탁주 발효의 경우 담금 4~7일 후에 알코올 생성량이 급격히 증가 또는 최고치에 도달한다는 보고(22)와 같이 발효기간 동안의 알코올 생산에서 담금 3~5일 사이에 가장 많은 알코올 발효가 일어났으며 발효온도에서도 이 기간의 품온이 높았던 것과도 같은 경향을 보였다. 올방개의 함량을 달리한 약주 술덧의 효모수를 측정한 결과는 Fig. 2C와 같다. Fig. 2C에서 보는 바와 같이 담금 4일에서는 담금 2일보다 효모수가 약간 낮았는데 이는 2단 담금을 담금 2일 후인 발효 48시간에 실시하여 쌀과 올방개의 증량과 물이 첨가하여져 희석된 후 발효가 1일 정도 지난 후에 효모수가 낮아진 것으로 생각된다. 발효 말기인 담금 7일에서 술덧의 효모수는 $4.4 \sim 6.2 \times 10^8$ cells/mL 범위였다. 술덧이 안전하게 발효하여 잡균에 의한 산패가 일어나지 않으려면 효모수가 10^8 cells/mL가 되어야 안전하다(18). 소곡주 양조과정 중 술덧 성분과 미생물의 변화(23)에서 담금 직후 술덧의 효모수는 6.3×10^3 cells/mL에서 발효가 왕성한 발효 14일에서 10^8 cells/mL 것과 발효일수에서는 다르지만 효모수에 있어서는 유사한 경향을 나타냈다.

유기산

7일간 발효 후 술덧에 함유되어 있는 유기산을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 약주 술덧의 유기산을 HPLC로 분석한 결과는 구연산, 호박산, 사과산, 초산이 검출되었다. 이중 초산 함량이 가장 높았으며, 특히 올방개를 첨가하지 않은 대조구에서 가장 높게 검출되었다. Kim(22)의 탁주 양조 중 소장에 관한 연구 결과에 의하면 곡자의 유기산은 푸마르산, 초산, 호박산, 사과산, 옥살산이었으며, 술덧의 중요한 유기산으로서는 젖산, 호박산, 초산이라고 보고한 내용과 본 실험은 유사한 유기산 조성을 함유하였다. 전체적 분석결과를 고찰해 보면 올방개의 함량이 20%인 실험구에서 유기산 함량이 다양하며 가장 높게 나타났다.

휘발성 향기성분

발효 후 여과된 술덧에서 휘발성 향기성분을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 올방개 함량별 술 담금 된 제품을 흡착법(SPME: Solid Phase Micro Extraction)을 이용하여 비극성 fiber인 PDMS(polydimethyl syloxane)로 head space 부분의 향기성분을 20분간 흡착하게 한 뒤 GC로 분석하였다. 약주 술덧의 향기성분으로 모두 10종이 검출 되었다. 올방개 함량에 따른 술덧의 향기성분 중 아세트알데히드의 함량은 $2.44 \pm 0.21 \sim 6.90 \pm 0.48$ ppm의 범위로 올방개 50%에서 가장 높았으며, 에틸아세테이트는 $322.4 \pm 22.6 \sim 370.9 \pm 33.4$ ppm이 검출되었다. 과실향의 ethyl acetate는 청주, 멥쌀 탁주의 주로 에스터 성분이고, 맥주에서는 에틸아세테이트가 에스터 중 함량이 가장 높으며, 맥주의 향미 품질에도 영향이

Table 3. Contents of organic acids after fermentation regarding ratio of allbanggae (unit: mg/mL)

Organic acids	Allbanggae ratio (%)					
	0	10	20	30	40	50
Citric acid	14.2±1.1[1)]	14.2±0.1	69.2±5.5	58.7±5.86	55.9±4.5	7.9±0.6
Succinic acid	17.7±1.2	17.1±1.5	25.1±1.8	19.3±1.4	14.2±0.9	9.1±0.6
Malic acid	1.5±0.1	1.6±0.1	2.0±0.2	1.6±0.13	1.7±0.1	1.1±0.1
Acetic acid	253.3±20.3	203.8±16.3	234.4±21.1	203.6±16.3	180.2±14.1	160.3±8.0

[1)]Means±SD (n=3).

Table 4. Volatile compounds after fermentation regarding ratio of allbanggae (unit: ppm)

Volatile compounds	Allbanggae ratio (%)					
	0	10	20	30	40	50
Acetaldehyde	2.91±0.17[1)]	2.44±0.21	4.23±0.25	3.51±0.18	5.88±0.35	6.90±0.48
Ethyl acetate	331.0±26.5	370.9±33.4	322.4±22.6	347.8±13.9	330.8±19.8	363.1±21.8
Isobutyl acetate	2.63±0.2	3.34±0.23	2.31±0.18	2.88±0.26	2.72±0.19	2.55±0.21
Isoamyl acetate	6.61±0.03	7.23±0.36	7.39±0.37	8.21±0.57	7.95±0.31	8.43±0.67
Ethyl butyrate	0.76±0.05	0.98±0.07	0.70±0.06	0.37±0.02	0.75±0.07	1.88±0.11
n-propanol	203.0±14.2	205.2±8.21	211.1±10.6	189.3±15.1	207.3±14.5	233.8±14.0
1-butanol	4.26±0.21	2.98±0.18	2.57±0.23	1.80±0.16	1.19±0.09	2.93±0.26
Isobutyl alcohol	308.2±24.7	310.9±28.0	317.2±22.2	293.4±26.4	282.9±14.1	277.0±16.6
Isoamyl alcohol	469.9±42.3	494.5±34.6	507.5±30.5	468.3±42.6	442.9±45.1	446.8±40.9

[1)]Means±SD (n=3).

가장 큰 성분으로 보고되어 있다(18). 에틸아세테이트는 본 실험의 모든 실험구에서 가장 많은 양이 검출되어 좋은 향기의 약주라 판단되며 이소부틸아세테이트는 2.31±0.18~3.34±0.23 ppm 범위였으며, 올방개 10% 함유일 때 가장 높은 수치를 나타냈다. 에틸뷰티레이트, n-프로판올, 이소아밀아세테이트는 Table 4에서와 같이 공히 올방개 50% 함유의 술덧에서 가장 높은 수치를 나타내었다. 이소아밀알코올은 퓨젤유의 일종으로 에탄올과 술의 주요 향기성분으로 알려져 있다. 퓨젤유 성분은 맥주, 청주 및 소주의 품질에 영향을 주는 고급 알코올류이다. 또한 이소아밀알코올은 효모에 의해서 루이신으로부터 생성되며 자극적인 냄새가 난다(24)고 보고한 바도 있다. 이소아밀알코올은 올방개 함유 20%의 술덧에서 507.5±30.5 ppm으로 높은 검출량을 나타내 가장 우수한 향기를 가진 술덧이라 사료된다. 그러나 주류는 미생물에 의한 효소작용으로 원료 성분이 분해됨으로써 생성되는 당분, 아미노산, 유기산등의 맛 성분과 발효과정 동안 생성되는 휘발성 성분들이 향미에 관여하므로 향기의 주성분들이 상당히 다양한 성분들이 조화되어 향미에 관여하므로 향기의 주성분 규명이나 향기성분을 이용한 품질의 규격화가 매우 어려운 문제로 보인다.

유리당

발효 후 술덧의 유리당 조성을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 글루코오스가 가장 높은 술덧은 올방개 0% 함유일 때, 수크로오스는 올방개 20% 술덧이, 말토오스는 올방개 40% 함량일 때 가장 높은 분석결과를 얻었으며 총 유리당

Table 5. Contents of free sugar after fermentation regarding ratio of allbanggae ratio (unit: %)

Allbanggae ratio (%)	Free sugars			
	Glucose	Sucrose	Maltose	Total
0	0.10±0.01[1)]	0.01±0.00	0.08±0.01	0.19±0.02
10	0.02±0.01	0.03±0.00	0.06±0.01	0.11±0.02
20	0.04±0.01	0.03±0.00	0.05±0.01	0.12±0.02
30	0.01±0.00	0.02±0.00	0.12±0.01	0.17±0.01
40	0.01±0.00	0.03±0.00	0.15±0.02	0.19±0.02
50	0.05±0.01	0.02±0.00	0.10±0.01	0.18±0.02

[1)]Means±SD (n=3).

Table 6. Contents of free amino acid after fermentation regarding ratio of allbanggae (unit: mg%)

Amino acids	Allbanggae ratio (%)					
	0	10	20	30	40	50
Cystine	2.1±0.17[1)]	0.6±0.0	3.1±0.3	2.1±0.1	1.4±0.1	1.7±0.1
Methionine	5.7±0.3	4.9±0.3	7.3±0.6	4.4±0.4	3.4±0.4	3.3±0.2
Aspartic acid	6.9±0.6	6.4±0.3	11.9±1.1	4.7±0.4	3.8±0.7	4.7±0.5
Threonine	16.2±1.1	2.8±0.2	20.5±0.8	2.1±0.2	1.8±0.1	2.4±0.1
Serine	6.3±0.4	4.7±0.3	10.0±0.8	3.1±0.3	2.7±0.5	3.1±0.3
Glutamic acid	22.4±1.8	19.6±1.8	30.1±2.7	13.5±1.0	11.1±1.0	14.0±1.8
Glycine	6.8±0.6	9.9±0.7	14.1±0.9	8.6±0.8	8.3±0.9	10.2±1.7
Alanine	34.4±2.4	44.4±2.2	58.6±5.3	32.6±3.1	24.3±2.8	37.1±3.9
Valine	8.7±0.8	7.8±0.6	12.1±0.8	5.8±0.6	4.1±0.3	4.5±0.9
Isoleucine	5.5±0.3	4.7±0.3	7.3±0.6	3.3±0.1	2.4±0.1	2.5±0.3
Leucine	14.8±1.0	15.9±1.1	24.7±1.9	11.7±0.7	8.2±0.9	8.8±0.9
Tyrosine	13.5±0.7	13.1±0.7	18.6±1.3	10.3±0.1	8.2±0.8	10.1±1.3
Phenylalanine	19.3±0.9	17.8±0.9	26.4±2.1	13.9±1.4	10.2±0.1	10.7±1.8
Lysine	15.9±0.9	16.5±0.7	22.8±2.1	15.2±1.6	10.4±0.5	11.5±1.9
Histidine	3.7±0.3	3.8±0.2	5.0±0.4	3.8±0.1	3.1±0.4	3.4±0.1
Arginine	22.2±1.4	19.0±0.8	23.1±2.1	16.9±1.3	13.8±1.6	16.4±1.8
Proline	28.8±1.2	45.6±4.1	44.8±3.1	52.9±5.8	53.4±5.8	57.5±6.0
Total	233.9±18.7	238.4±21.5	341.1±30.7	205.7±21.7	171.2±17.9	202.5±20.3

[1)]Means±SD (n=3).

분석결과 0%>40%>50%>30%>20%>10% 순이며 범위는 0.11±0.02~0.11±0.02%로 나타났다.

유리아미노산

올방개를 함유한 약주 술덧을 HPLC로 아미노산을 분석한 결과는 Table 6과 같이 모두 17종이 검출되었다. 모든 실험구에서 글루타믹산, 알라닌, 페닐알라닌, 프롤린의 함량이 높았다. 필수아미노산인 메티오닌, 트로오닌, 발린, 이소루이신, 루이신, 페닐알라닌, 라이신, 히스티딘, 아르기닌 등 9종의 우수 아미노산이 다량 검출되었으며 특히 올방개 함량 20%인 술덧에서 가장 높은 함량의 아미노산이 검출되어 향기분석 결과와 같은 20% 함량의 올방개 술덧이 영양학적으로 우수하였다. 조미성분으로 중요한 글리신과 알라닌은 전체적으로 볼 때 알라닌이 글리신보다 더 많은 함량을 차지하고 있어 이는 Jhun(25)이 보고한 율무탁주와 같은 분석결과를 나타냈으며, 또한 Lee(19)의 보고에 의하면 약주의 주 아미노산은 아르기닌, 알라닌, 글루타믹산, 세린, 글리신인데 반하여 올방개 약주의 주 아미노산은 알라닌, 플로린, 히스티딘, 페닐알라닌, 라이신, 글루타믹산으로 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 각 실험구별 아미노산량은 올방개가 전혀 첨가되지 않은 술덧이 233.9±18.7 mg%, 10%인 술덧이 238.4±21.5 mg%, 20%인 실험구는 341.1±30.7 mg%, 40%와 50%인 실험구는 각각 171.2±17.9 mg%, 202.5±20.3 mg%로 나타나 총 아미노산 함량은 필수아미노산 함량과 마찬가지로 올방개 20% 실험구가 가장 많았으며 올방개 40% 실험구가 가장 적었다. 이는 올방개 20% 실험구가 술덧의 단백분해효소 활성이 가장 활발했기 때문에 단백질의 가수분해가 빨리 진행되어 함량이 높게 나타난 것으로 생각된다.

요 약

Aspergillus sp.와 *Rhizopus* sp.의 누룩과 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)로 접종한 후, 올방개의 함량을 0, 10, 20, 30, 40, 50%로 담금하여 얻은 술덧의 성분과 향기성분 그리고 관능검사로 비교한 결과는 다음과 같다. 술덧의 주정도는 발효 3~5일 사이에 가장 많은 알코올 발효가 일어나 15.3~16.4%로 나타냈으며 올방개가 10% 함유한 실험구가 16.4%로 가장 높았으며, 올방개의 함량이 증가할수록 주정도가 낮아져 50% 올방개 약주의 주정도는 15.3%였다. 아미노산도는 0.90~1.20%이었으며, 올방개 10%와 20% 첨가구에서 아미노산도가 1.20%로 가장 높았으며, 환원당은 올방개 10%일 때 8.2로 가장 낮았고, 이는 올방개의 함량이 증가할수록 점점 높아졌다. 올방개를 첨가한 술덧의 유기산은 구연산, 호박산, 사과산, 초산이 검출되었으며 초산 함량이 160.3±8.0~253.3±20.3 mg/100 mL로 가장 많이 검출되었다. 총유기산은 20% 술덧이 330.9±28.6 mg/100 mL로 가장 높게 확인되었으며 50% 술덧이 17.14±9.3 mg/100 mL로 가장 낮게 분석되었다. 각 술덧별 주요 아미노산은 알라닌, 프롤린, 히스티딘, 페닐알라닌, 라이신, 글루타믹산 등이었으며 총 17종이 검출되었고 올방개 20% 첨가한 술덧에서 총 아미노산이 341.1±30.7 mg%로 가장 많은 양이 검출되었다. 효모 수는 발효종료 7일에 4.4~6.2×10^8 cells/mL가 검출되었다. 각 술덧별 향기성분은 흡착법(SPME)으로 분석한 결과 10종이 검출되었으며, 주요 향기성분은 에틸아세테이트, 이소아밀알코올, 이소뷰틸알코올로 올방개 20% 술덧에서 향기성분이 높게 검출되었다.

문 헌

1. Kim HD. 1996. Studies on characteristics of sprouting occurrence and tuberization of water chestnut (*Eleocharis kuroguwai* Ohwi). *MS Thesis*. Kyung Hee University.
2. Rural Development Administration National Honam Agricultural Experiment Station. 1996. Pictorial dictionary of the relief farming plant.
3. Lee BY, Hwang JB. 1998. Some components analysis for chinese water chestnut processing. *Kor J Food Sci Technol* 30: 717-720.
4. Lee CB. 1980. *Pictorial dictionary of the Korean plant*. Hyang Moon Sa, Seoul. p 126.
5. Five innovative crops for the rural economy in 21C. 1992. Farm business management 5. p 22-31.
6. Unlimited market for processed agroproducts export. 1992. Farm business management 9. p 22-31.
7. Min YK, Cho JG. 1994. Fermentation characteristics of some medicinal herb rice wine. *Agric Chem Biotechnol* 37: 175-181.
8. Min BS. 1963. Brewing by the fermentation of hwangjung without koji. *Korean patent* 6310-6380.
9. Park HL. 1983. Fermented ginseng wine. Ginseng research report. Koryoginseng research center. p 43-47.
10. Kim CJ, Gi GC, Kim DY, Oh MJ, Lee SG, Lee SO, Jeung ST, Jeung GH. 1990. *Fermentation engineering*. Sun Jin Moon Wha Sa, Seoul. p 79.
11. Jeung GH. 1992. A study on the process for the Korean traditional distilled liquor (Jindo Hongju). *J Kor Food Culture Research Center* 3: 63-81.
12. Song DH, Kim CJ, Rho TW, Lee JS. 1988. Phenolics content and browning capacity during the white wine making. *Kor J Food Sci Technol* 20: 787-793.
13. Min YK, Jeong HS. 1995. Manufacture of some Korean medicinal herb liquors by soaking. *Kor J Food Sci Technol* 27: 210-215.
14. Choi SH, Bock JY, Nam SH, Bae JS, Choi WY. 1998. Effect of tannic subances from acorn (*Quercus acutissima* carruthers) on the storage quality of rice wine. *Kor J Food Sci Technol* 30: 1420-1425.
15. Park JS, Sung CK, Chang KW. 1996. Changes of barbaloin contents in aloe wine. *Agric Chem Biotechnol* 39: 183-188.
16. Jo GS, Jou HG, Jo HH, Park CG, Jae SG, Ma SJ. 1996. *Food analysis*. Han Mun Publishing Co., Seoul. p 168-321.
17. Kuk Se Chung Technique research. 1990. Requisition analysis of alcoholic liquors. p 365-369.
18. Ministry of Science & Technology. 1998. Industrialization and quality improvement of traditional alcoholic beverages and Nuruk brewed.

19. Lee J. 1982. Quality characteristics flavor components of Takju prepared by different raw materials. *MS Thesis*. Seoul Women's University.
20. Kim CJ. 1968. Microbiological and enzymological studies on Takju brewing. *J Korean Agric Chem Soc* 10: 69-100.
21. Jeung JH, Jeung ST. 1985. The changes of quality and microflora during the preservation of Korean Takju. *J Korean Agric Chem Soc* 28: 252-260.
22. Kim CJ. 1963. A study on the possession of organic acids and sugars in the process for the Korean traditional alcoholic rice beverage. *J Korean Agric Chem Soc* 4: 123-129.
23. Kung SN, Lee SW, Bae SM. 1992. A bibliographical study on the manufacturing procedure of Sogok Ju. *J East Asian of Dietary Life* 2: 83-94.
24. Lee DY. 1998. Characterization of the bitterness and burnt flavor compounds in heated Takju. *PhD Dissertation*. Korea University.
25. Jhun HD. 2000. A study on flavor and chemical compounds in Takju with different yullmoo content. *MS Thesis*. Konkuk University.

(2008년 3월 10일 접수; 2008년 5월 7일 채택)