

## 효모종류를 달리한 탁주 술덧의 휘발성 향기성분

이홍숙 · 이택수\* · 노봉수

서울여자대학교 식품공학과

## Volatile Flavor Components in the Mashes of *Takju* Prepared Using Different Yeasts

Heungsook Lee, Taik-Soo Lee\*, and Bong Soo Noh

Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University

**Abstract** In this study, we examined the volatile flavor components in the mashes of *takju* prepared using different yeasts such as *Saccharomyces coreanus*, *S. ellipsoideus*, *S. carlsbergensis*, *S. cerevisiae* (Baker's yeast), and *S. rouxii* by GC and GC-MS. Fourteen alcohols, 13 esters, 5 acids, 3 aldehydes, 7 amines, and 2 other compounds were identified in the mash after 6 days of fermentation. On day 6, the *takju* fermented by *S. coreanus* had the greatest variety of volatile flavor components. Fifteen flavor components, including ethanol, isobutyl alcohol, isoamyl alcohol, methyl pentanol, 1,3-butanediol, 3-methylthio-1-propanol, benzeneethanol, ethyl lactate, acetic acid, acetaldehyde, and 1,3-cyclohexane diamine, were typically detected in all the treatments. The relative peak areas of the volatile components were as follows: alcohols (96.758-99.387%), esters (0.081-0.968%), acids (0.040-0.640%), aldehydes (0.266-0.959%), and amines (0.011-0.047%). In particular, 1-propanol, isobutyl alcohol, 3-methyl-1-butanol, 2,3-butanediol, trimethyl benzylalcohol, heptene-2,4-diol, ethyl lactate, diethyl succinate, ethyl nonanoate, methyl hexadecanoate, linoleic acid, hexadecanoic acid, and acetaldehyde were high in the *takju* made by *S. coreanus*. Also, ethyl stearate was high in the *takju* made by *S. carlsbergensis*, and hexanoic acid was high in the *takju* made by *S. cerevisiae*. Finally, methyl pentanol, 1,3-butanediol, 3-methylthio-1-propanol, benzene ethanol, ethyl octadecanoate, acetic acid, pentanal, and 1,3-cyclohexane diamine were high in the *takju* made by *S. rouxii*.

**Key words:** *takju*, mash fermentation, volatile component

## 서 론

술이란 탄수화물이 미생물의 분해 작용을 받아 알코올을 비롯한 여러 가지 성분이 생긴 일종의 발효음료로 발효주는 단발효주와 복발효주로 나뉜다. 포도주, 사과주 등이 원료에 함유된 당분을 그대로 발효시켜 음용하는 단발효주이고 탁주, 약주, 일본 청주, 맥주 등이 전분질을 당화효소로 당화시켜 발효시킨 복발효주이다(1,2). 탁주 담금 원료에는 일반적으로 백미와 밀가루, 과당등과 같은 전분질에 해당하는 원료와 탁주용 발효제인 누룩이 있는데, 누룩은 술덧 숙성 중에 전분질을 분해하여 포도당으로 만들어주는 효소원이 되는 원료이다(3). 탁주 담금 전에 주모를 담금 하는데, 주모란 밀술 또는 술밀이라고도 하며 효모를 순수하게 배양해 놓은 일종의 스타터이다. *Saccharomyces*속은 효모 중에서 가장 대표적인 속이며 오늘날 에탄올 생산에 주로 관여하는 효모는 대부분 여기에 속한다. 술의 품질은 술을 담금하기 위하여 사용하는 원료와 담금 방법에 따라 좌우되며(4), 사용 규

주 등에 따라서도 매우 특유한 향미를 생성한다. 탁주의 품질 면에서 유리당, 아미노산, 유기산 등의 맛 성분에 관한 연구(5-11)가 대부분 이었으며, 휘발성 향기성분에 대한 연구로는 Lee 등(12)의 전분질 원료를 달리하여 담금 한 탁주 술덧의 휘발성 향기성분, Lee 등(13) 그리고 Lee와 Choi(14)의 맵쌀, 찹쌀, 보리쌀 탁주 술덧의 발효과정 중 휘발성 향기성분 등 사용원료에 국한된 연구 또는 Han 등(15)의 누룩종류를 달리하여 담금 한 탁주 술덧의 휘발성 향기성분, Lee와 Han(16)의 *Rhizopus japonicus* 누룩으로 담금 한 탁주 술덧의 발효 과정 중 휘발성 향기성분, Lee 와 Han(17)의 *Aspergillus oryzae* 누룩으로 담금 한 탁주 술덧의 발효 과정 중 휘발성 향기성분, Lee와 Choi(18)의 *Aspergillus kawachii* 누룩으로 담금 한 탁주 술덧의 발효 과정 중 휘발성 향기성분등과 같은 누룩에 대한 연구가 대부분 이었다. 이외에 In 등(19)의 전통 방법으로 담금 한 소주 제조중의 휘발성 유 및 향기성분, Lee 등(20)의 GC-MS를 이용한 전통 민속소주의 향기성분 분석과 다변량 통계해석 등이 있을 뿐이다. 술은 사용원료, 작용 효모 및 발효와 숙성조건에 따라 다양한 맛과 향기성분이 형성되는데 그동안 작용효모에 관한 연구보고가 거의 없으므로 본 실험에서는 탁주의 품질을 좌우하는 여러 요인 중 효모의 영향을 살펴보기 위해 *Saccharomyces*속에 속하는 효모 중에서 그 종류를 달리하여 주모를 담금 하였고 술덧을 제조하여 발효 과정 중 탁주 술덧의 휘발성 향기성분을 GC, GC-MS로 분석 동정한 결과와 관능검사 결과를 보고하는 바이다.

\*Corresponding author: Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University, 126 Kongleung2-dong, Nowon-gu, Seoul 139-774, Korea

Tel: 82-2-970-5635

Fax: 82-2-970-5977

E-mail: tslee@swu.ac.kr

Received August 30, 2007; accepted October 18, 2007

## 재료 및 방법

### 사용균주

*Saccharomyces coreanus*(KCCM 11215), *Saccharomyces ellipsoideus*(KCCM 11290), *Saccharomyces carlsbergensis*(KCCM 12235), *Saccharomyces cerevisiae*(Baker's yeast, KCCM 11201), *Saccharomyces rouxii* (KCCM 12066)는 한국미생물보존센터(KCCM)에서 분양받아 사용하였다.

### 주제조

탁주 담금용 주모는 맵쌀 200g을 세척하여 5시간 물에 침지한 후 물을 뺀 다음 121°C에서 40분간 가압 살균한 후 30°C로 냉각하고 물 1L와 누룩 80g, 각 효모 배양액 100mL를 가하여 잘 혼합한 다음 25°C에서 2일간 발효시켜 주모를 제조하였다.

### 탁주제조

멥쌀 2kg씩을 5시간 물에 침지한 후 물을 빼고 121°C에서 40분간 가압 살균한 후 30°C로 방냉하고 18L들이의 유리병에 물 6L와 누룩 820g을 혼합하여 미리 만들어둔 수국에 냉각시킨 증자멥쌀과 각각의 주모 1L를 혼합하여 25°C의 항온기에서 12일간 발효시켰다.

### 휘발성 향기성분 분석

시료의 전처리는 용매 추출법으로 하였다. 술덧 100mL를 냉동 원심 분리기를 이용해 0-10°C에서 8,000 rpm으로 10분간 원심 분리하고 상등액을 Whatman No. 2로 여과하여 시료로 사용하였다. 시료 60mL에 탈이온수 40mL를 가하고 추출용매인 methylene chloride 50mL를 2회 나누어 유기성분을 추출하였다. 추출액 내의 물 충은 anhydrous sodium sulfate를 가하여 수분을 제거한 뒤 40°C의 수욕조에서 Kuderna-Danish 장치를 이용하여 약 150 μL까지 농축하였다. 이 농축액 0.2 μL를 극성 polyethylene glycol (DB-WAX, Agilent, J&W Scientific, Palo Alto, CA, USA) fused silica capillary column을 사용하여 GC(GC 17A, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며, 이때 flame ionization detector와

mass spectrometric detector를 각각 검출기로 사용하였다. 휘발성 향기 성분의 측정을 위한 GC-FID와 GC-MS(Hewlett-Packard 5972, Palo Alto, CA, USA) 작동 조건은 Table 1과 같다. GC분석에 의하여 분리된 각 peak 성분의 동정은 GC-MS에 의한 mass spectrum을 토대로 하여 컴퓨터에 수록된 WILEY NBS 138 library와 비교하여 동정하였다.

### 관능검사

관능검사는 효모 종류를 달리하여 발효시킨 탁주 술덧을 오후 3시에 서울여자 대학교에 재학 중인 여대생 40명에게 동시에 제공하여 제시된 술덧의 냄새를 직접 맡고 상등액의 맛을 본 후 함께 제시된 각각의 시료에 대한 외관, 향, 맛, 입안에서의 감촉, 뒷맛 그리고 전반적인 기호도를 평가하도록 하였으며 5점 채점법에 의해 최저 1점에서 최고 5점까지 특성이 강할수록 높은 점수를 주었다.

측정결과는 통계분석용 프로그램인 SAS Package(Statistical Analysis System, version 8.1, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA)를 이용하여 ANOVA 및 Duncan의 다변위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여  $p < 0.05$  수준에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 휘발성 향기성분

효모 종류를 달리하여 탁주 술덧을 담금 한 후 발효 6일차의 탁주술덧과 발효 12일차의 탁주 술덧의 각각의 휘발성 향기성분을 검토한 결과 휘발성 향기성분의 면적비율은 발효 6일차에 알코올(96.758-99.387%), 에스테르(0.081-0.968%), 유기산(0.040-0.640%), 알데하이드(0.266-0.959%), 아민(0.011-0.047%)이었으며, 발효 12일차에는 알코올(95.393-99.217%), 에스테르(0.156-0.939%), 유기산(0.053-0.425%), 알데하이드(0.257-1.155%), 아민(0.011-0.062%)이었다. 근소한 차이로 발효 6일차의 탁주 술덧이 발효 12일차의 탁주 술덧보다 각 성분의 면적비율이 높게 나타났고, 발효 6일차의 *S. coreanus* 구에서 발효기간 동안 모든 시험구 중

Table 1. Operating condition of GC and GC-MS for analyses of volatile compounds

GC		Shimadzu GC 17A
Column		Polyethylene glycol (DB-WAX, Agilent, J&W Scientific, Palo Alto, CA, USA) fused silica capillary column (30 m × 0.25 mm, I.D. 0.25 μm)
Injector		220°C
Detector		220°C
Oven program		35°C (2 min) → 1°C/min → 40°C (0 min) → 3°C/min → 210°C (20 min)
Carrier gas ()		N <sub>2</sub> (1.0 mL/min)
Split ratio		50 : 1
Sample size		0.2 μL
GC-MS		Hewlett-Packard 5972 MSD
Column		Polyethylene glycol (DB-WAX, Agilent, J&W Scientific, Palo Alto, CA, USA) fused silica capillary column (30 m × 0.25 mm, I.D. 0.25 μm)
Oven program		35°C (2 min) → 1°C/min → 40°C (0 min) → 3°C/min → 210°C (20 min)
Injector		220°C
Ion source temp.		250°C
EI ionization voltage		70 eV
Carrier gas		He (2.0 mL/min)
Split ratio		100 : 1
Sample size		1.0 μL
Library		WILEY NBS 138

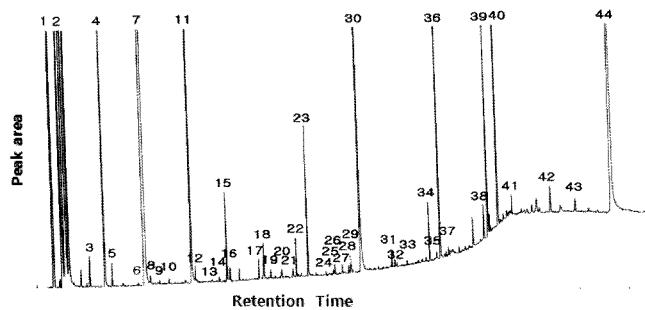


Fig. 1. GC-FID chromatogram of volatile compounds in *takju* fermented by *S. coreanus*.

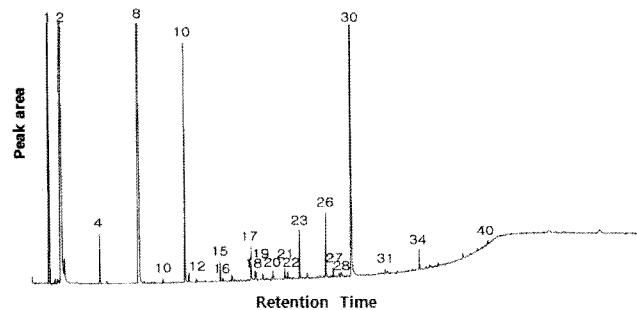


Fig. 2. GC-FID chromatogram of volatile compounds in *takju* fermented by *S. ellipsoideus*.

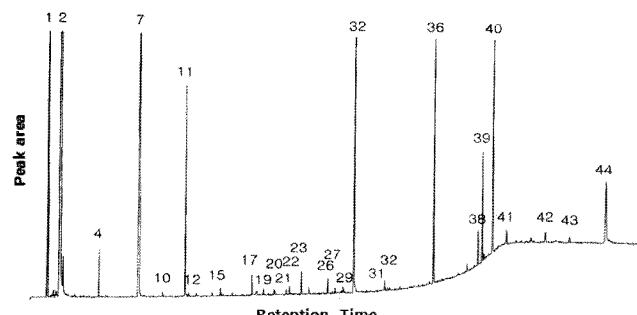


Fig. 3. GC-FID chromatogram of volatile compounds in *takju* fermented by *S. carlsbergensis*.

에서 가장 많은 향기성분이 동정되어 본 실험에서는 발효6일차의 각각의 시험구의 휘발성 향기성분을 분석하기로 하였다.

분석결과 얻어진 크로마토그램은 Fig. 1-5와 같고 동정된 향기성분은 Table 2와 같다. 동정된 향기성분을 시험구별로 살펴보면 *S. coreanus*구 44종, *S. ellipsoideus*구 23종, *S. carlsbergensis*구 28종, *S. cerevisiae*구 26종, *S. rouxii*구 34종으로 시험구에 따라 알코올 14종, 에스테르 13종, 유기산 5종, 일데하이드 3종, 아민 7종, 기타 2종으로 최대 44종이 검출되었다. Ethanol, isobutyl alcohol, isoamyl alcohol, methyl pentanol, 1,3-butanediol, 3-methylthio-1-propanol, benzene ethanol의 alcohol류 7종과 ethyl lactate, diethyl butanoate, diethyl succinate의 ester류 3종, acetic acid, isopentanoic acid, hexanoic acid의 acid류 3종, acetaldehyde의 aldehyde류 1종, 1,3-cyclohexane diamine의 amine류 1종 등 15종의 향기 성분은 모든 시험구에서 공통으로 검출되었다. 동정된 14종의 알코올 중 ethanol의 면적비율이 93.127-98.280%로 가장 높았고 isoamyl alcohol, benzeneethanol, 3-methyl-1-butanol, 3-methylthio-1-propanol, 1,3-butanediol, methylpentanol의 면적 비율

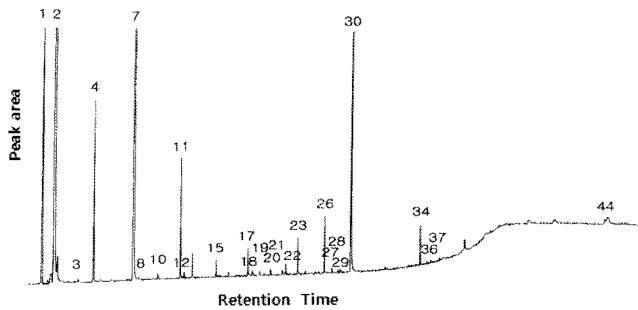


Fig. 4. GC-FID chromatogram of volatile compounds in *takju* fermented by *S. cerevisiae*.

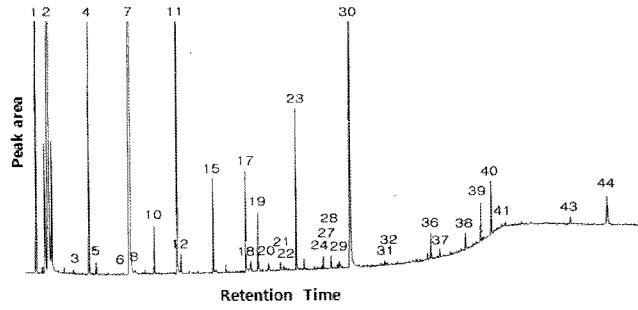


Fig. 5. GC-FID chromatogram of volatile compounds in *takju* fermented by *S. rouxii*.

도 높은 편에 속했다. 상기의 향기성분 외에 발효기간에 따라서는 에스테르류 중 ethyl lactate, methyl hexadecanoate, ethyl octadecanoate 등이, 유기산류 중 hexadecanoic acid, linoleic acid, acetic acid가, 일데하이드류 중에는 acetaldehyde의 성분이 각각 동종 계열간의 향기성분 중에서 면적 비율이 높게 나타나기도 하였다.

### 알코올

알코올류를 시험구별로 살펴보면 *S. coreanus*구는 ethanol의 면적비율이 타시험구에 비하여 낮았으나 동정된 알코올류는 14종으로 가장 많았으며 1-propanol, isobutyl alcohol, isoamyl alcohol, 1-pentanol, dimethylketol, cyclobutanol, 2,3-butanediol, heptene-2,4-diol 성분의 면적 비율이 시험구 중 가장 높았다. *S. ellipsoideus*구와 *S. carlsbergensis*구가 ethanol의 면적 비율이 비교적 높은편이나 알코올 종류는 *S. carlsbergensis*구가 8종으로 가장 적었고 ethanol을 제외한 다른 alcohol류 중 타 시험구에 비해 면적 비율이 높은 것이 없었다. *S. rouxii*구는 ethanol의 면적비율이 타 시험구에 비하여 낮았으나 methylpentanol, 1,3-butanediol, 3-methylthio-1-propanol, benzeneethanol의 면적비율이 타시험구에 비하여 높았다.

탁주의 향미성분은 원료, 누룩, 주모 및 담금 후 술덧 중에 생육하는 각종 미생물의 발효 작용으로 생성된다. 고급 알코올 중 탁주(13,14)에서 중요한 향기 성분으로 평가되는 isoamyl alcohol과 2-methyl-1-propanol의 함량이 모든 시험구에서 비교적 높았으며 이는 So 등(21)의 개량 누룩으로 제조한 탁주의 중요 향미성분의 분석 결과와도 일치한다. Benzeneethanol은 본 실험 탁주에서 isoamyl alcohol, 2-methyl-1-propanol과 함께 면적 비율이 높은 알코올류로 나타났다. 장미꽃향의 benzeneethanol은 장미, 오렌지꽃과 같은 천연 정유(精油)에서 발견되며(22) 맥주에서는 방향족 알코올 성분 중 가장 중요한 향기 성분으로 보고되어 있다(23).

2,3-butanediol(DL)은 맥주, 포도주, 탁주 등의 주류나 뺑, 치이즈 등의 발효식품에 함유되어 풍미를 부여하는 지방족의 2가 알코올 성분이다(22).

### 에스테르

에스테르류는 면적 비율은 낮았으나 주류의 향미에 알코올보다 중요한 향기성분이다(24). Ethyl lactate, diethyl succinate, methyl hexadecanoate, methyleicosatrienoate, ethyl octadecanoate, diethyl butanoate, isoamyl acetate는 탁주 술덧에서 에스테르 중 면적 비율이 높은 것으로 나타났다. *S. coreanus* 구의 술덧에서는 isoamyl acetate, ethyl lactate, diethyl succinate, ethyl nonanoate, ethyl caproate, ethyl undecanoate, methyl hexadecanoate, methyl-eicosatrienoate의 면적비율이 타 시험구보다 높았고 검출된 에스테르류도 최대 13종으로 시험구 중 가장 많았다. *S. ellipoideus* 구와 *S. cerevisiae* 구 술덧은 에스테르류의 면적 비율이 전반적으로 타 시험구 보다 낮았고 타시험구에 존재하는 phenyl ethylacetate, ethyl caproate, ethyl stearate, ethyl octadecanoate, methyl eicosatrienoate가 검출되지 않았다. *S. rouxii* 구의 술덧에서는 diethyl butanoate, phenylethyl formate, ethyl octadecanoate의 면적비율이 타시험구보다 높았으며, 검출된 에스테르류도 11종으로 *S. coreanus* 시험구 다음으로 가장 많았다.

14종의 에스테르류 중 배향의 isoamyl acetate(25), 딸기향의 ethyl lactate(23), 사과향의 ethyl caproate(23)등 여러 과실향의 에스테르와 2-phenylethyl acetate와 같은 별꽃향의 향기 성분이 생성되었다. 단산수나 시럽의 향료로 사용되는 isoamyl acetate의 주향기는 배향이나 바나나, 사과의 향미도 생성하는 주요 에스테르류이다(22,23,25). 본 실험 탁주에서는 *S. coreanus* 구와 *S. rouxii* 구에서 검출되었고 시험구중에서는 *S. coreanus* 구에서 가장 많은 면적 비율을 나타내었다. Ethyl lactate는 모든 시험구의 탁주 술덧에서 에스테르 중 면적 비율이 0.066-0.644%으로 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 Lee와 Han(16)의 *Rhizopus japonicus* 누룩구의 탁주 보고에서 ethyl caprylate가 탁주 향미에 영향이 큰 에스테르로 추측한 결과와 다르다. 인공과일향의 제조 원료로 이용되는 ethyl caproate는 무색이나 황색의 액체로 좋은 향(22,25)이나 본 실험 탁주에서 면적 비율은 낮은 편이었다. 2-Phenylethyl acetate는 phenylethyl alcohol이 초산으로 에스테르화 되어 생성된다(22,25). 별꽃 향을 비롯한 장미향(23), 사과향(23) 등의 여러 종류의 향미를 생성함으로 fantasy 향료나 과실 에센스 제조에 많이 이용되는 좋은 향기 성분(22)으로 본 실험에서는 *S. coreanus* 효모구를 제외하고 타시험구에서는 검출되지 않았다. 또한, 에스테르 중 면적 비율이 높은 편인 diethyl succinate는 맥주, 청주에서도 존재하며 주류의 품질 면에서 좋은 향으로 보고 되었다(28). Lee 등(13) 그리고 Lee와 Choi(14)의 맵쌀 탁주에서 보고 된 ethyl acetate는 우리나라 전통 민속소주, 맥주, 일본 소주의 주요 에스테르 성분이나 농도가 높으면 오히려 고미의 원인이 되는 향미로 알려져 있으나(19) 본 실험 탁주에서는 검출되지 않았다. 주류에서 에스테르는 일반적으로 양적인 면에서 함유량은 적으나 방향을 가지므로 미량 향기성분으로 중요시되어 향미 기여도가 알코올류보다 크다. 본 실험의 결과에서 보는 바와 같이 여러 종류의 방향성 저급 지방산 에스테르가 생성되어 탁주 중에 함유되는 다른 종류의 에스테르와 조화를 이루어 탁주 특유의 향미가 형성되는 것으로 추측된다.

### 유기산

유기산류는 총 면적 비율이 에스테르류 보다 낮았으나 알데하

이드류 보다는 높게 나타났다. *S. coreanus* 구의 술덧은 산류의 총 면적비율이 0.640%로 시험구중 가장 높았고 특히, linoleic acid, hexadecanoic acid의 면적비율이 타시험구보다 현저히 높았다. 모든 시험구에서 acetic acid, isopentanoic acid, hexanoic acid가 검출되어 탁주의 주요 휘발성 산미성분으로 생각되나 면적 비율은 시험구간에 따라 차이가 많았다. Acetic acid는 주류의 발효 과정 중 세균과 효모의 발효 작용으로 생성되는 산화생성물로서 자극취를 나타내는 산미이며(22,24), hexanoic acid(22)는 청주(19)에서도 검출된 휘발성 산이나 땀 냄새의 불쾌한 향기성분으로 알려져 있다. 탁주에서 검출된 휘발성 유기산 그 자체는 일반적으로 불쾌한 산취이나 이들 유기산이 발효 중 생성되는 알코올과 결합하여 여러 종류의 에스테르를 형성하므로 미량 함유의 유기산이라도 탁주의 풍미양성에 필요한 성분으로 추측된다.

### 알데하이드

탁주의 알데하이드로 과실향이나 녹색풀 향의 acetaldehyde(23)와 pentanal, octanal등 3종의 알데하이드가 검출되었으나 총 면적 비율은 에스테르류보다 낮았다. Acetaldehyde와 pentanal은 발효 전 과정을 통하여 검출되었으나 octanal은 *S. coreanus* 시험구에서만 검출되었다. Ethylalcohol의 산화로 생성되는 acetaldehyde는 맥주, 소주의 향기에 관여하는 중요한 알데하이드로(23,25), 맵쌀 탁주, 칡쌀 탁주에도 함유되며(13,14), 본 실험 탁주에서는 acetaldehyde의 면적비율이 알데하이드류 중 0.262-0.957%로 가장 높았다. 알데하이드는 그 종류가 다양하고 주류의 향미에 미치는 영향도 크나(23), 본 실험 탁주에서는 검출된 종류가 적고 면적 비율도 낮아 에스테르, 알코올 등 향기 물질 보다 탁주 향미에의 영향은 다소 낮은 것으로 추측된다.

아민류로 ethanamine, 1,3-cyclohexane diamine, *n*-pentylamine 등 7종이 검출되었고 이 중 1,3-cyclohexane diamine과 propylamine은 모든 시험구에서 검출되었다. Kim(26)은 탁주 양조 중 amine 및 무기성분의 소장에 관한 연구보고에서 ethanamine이 시험구에 따라 0.38-0.47 mg로 거의 일정하게 발효 기간 중 증가하였거나 또는 시험구에 따라 검출되지 않았다고 하였다. Han 등(15)이 보고한 누룩 종류를 달리하여 담금 한 탁주 술덧의 향기 성분에서의 결과와 비교해볼 때 본 실험 탁주의 술덧에서 더 많은 아민류가 검출되었다. 각종 아민은 양조 과정에서 주로 원료인 곡류에 함유된 단백질로부터 생성된 아미노산이 세균의 amino acid decarboxylase나 효모의 자기소화작용, 국균으로부터 만들어진다(26).

본 실험의 결과는 Han 등(15)의 누룩 종류를 달리한 탁주 술덧과 Lee 등(12)의 원료를 달리하여 담금한 탁주 술덧보다 향기 성분 종류는 적었으나 본 실험에서 검출된 성분 중 ethanol, 1-propanol, 2-methyl-1-propanol, 3-methyl-1-butanol, 1-pentanol, benzeneethanol, diethyl succinate, 2-phenylethylacetate, acetic acid, acetaldehyde 등 17종은 Han 등(15)과 Lee 등(12)의 보고와 공통된 향기 성분이었다. 그러나 dimethylketol, methylpentanol, cyclobutanol, 1,3-butanediol, 3-methylthio-1-propanol, isoamyl acetate, ethyl lactate, isopentanoic acid, linoleic acid, 4-nitroso-2-methylphenol 등 27여종은 본 실험 탁주 술덧에서만 검출되었고 발효 기간에 따라 면적 비율이나 주 peak 성분 등에 차이를 보여 탁주의 향미도 차이가 예상된다. 이는 탁주의 담금 및 발효 방법, 분석 조건 등의 차이가 그 원인으로 추측된다. 우리 전통 주류의 경쟁력을 강화하기 위해서는 앞으로도 맛, 색과 더불어 향미가 조화되는 고품질의 탁주 제조를 위한 연구가 요망된다.

**Table. 2. Volatile flavor components in the mashes of *takju* by different yeasts after six days fermentation**

Peak No.	Volatile compound	Peak area (%)				
		A	B	C	D	E
<b>Alcohols</b>						
2	Ethanol	93.127	98.057	98.280	97.649	95.510
3	1-Propanol	0.013	-	-	0.002	0.002
4	Isobutyl alcohol	0.320	0.023	0.021	0.123	0.139
7	3-Methyl-1-butanol	2.173	0.564	0.338	0.827	1.976
8	1-Pentanol	0.003	-	-	0.002	0.002
9	Dimethyl ketol	0.001	-	-	-	-
12	Methylpentanol	0.005	0.003	0.002	0.004	0.009
16	Cyclobutanol	0.005	0.001	-	-	-
18	2,3-Butadienol	0.017	0.003	-	0.002	0.005
19	1,3-Butanediol	0.003	0.003	0.003	0.002	0.021
23	3-Methylthio-1-propanol	0.045	0.019	0.008	0.019	0.058
30	Benzene ethanol	1.012	0.705	0.320	0.625	1.237
34	Trimethyl benzylalcohol	0.019	0.009	-	0.023	-
42	Heptene-2,4-diol	0.015	-	0.008	-	-
<b>Esters</b>						
5	Isoamylacetate	0.009	-	-	-	0.005
11	Ethyl lactate	0.644	0.095	0.078	0.066	0.304
20	Diethyl butanoate	0.005	0.003	0.004	0.005	0.006
22	Diethyl succinate	0.012	0.003	0.003	0.007	0.002
24	Phenyl ethylacetate	0.001	-	-	-	-
31	Ethyl nonanoate	0.006	0.002	0.004	-	0.001
32	Ethyl caproate	0.003	-	0.001	-	0.002
33	Ethyl undecanoate	0.002	-	-	-	-
36	Methyl hexadecanoate	0.181	-	0.146	0.001	0.010
37	Phenyl ethyl formate	0.003	-	-	0.002	0.004
38	Ethyl stearate	0.012	-	0.015	-	0.003
39	Ethyl octadecanoate	0.082	-	0.053	-	0.152
41	Methyleicosatrienoate	0.008	-	0.006	-	0.002
<b>Acids</b>						
15	Acetic acid	0.028	0.007	0.003	0.009	0.034
21	Isopentanoic acid	0.004	0.005	0.002	0.003	0.004
26	Hexanoic acid	0.003	0.026	0.006	0.029	0.005
40	Linoleic acid	0.204	0.002	0.172	-	0.023
44	Hexadecanoic acid	0.401	-	0.058	0.009	0.024
<b>Aldehydes</b>						
1	Acetaldehyde	0.957	0.288	0.309	0.262	0.340
10	Pentanal	0.001	0.001	0.002	0.004	0.017
13	Octanal	0.001	-	-	-	-
<b>Amines</b>						
14	Ethanamine	0.002	-	-	-	-
17	1,3-Cyclohexane diamine	0.006	0.012	0.007	0.013	0.037
25	n-Pentylamine	0.002	-	-	-	-
27	Propylamine	0.003	0.003	0.002	0.004	0.005
28	Octanamine	0.003	0.002	-	0.002	0.003
29	2-Aminopropylamine	0.009	-	0.002	0.002	0.002
35	Dimethylamphetamine	0.002	-	-	-	-
<b>Others</b>						
6	Acetamide	0.001	-	-	-	0.001
43	4-Nitroso-2-methylphenol	0.008	-	0.003	-	0.006
<b>Sub total</b>		99.353	99.836	99.853	99.696	99.945
<b>Compound non-identified</b>		0.647	0.164	0.147	0.304	0.055
<b>Total</b>		100	100	100	100	100

A: *Takju* fermented by *S. coreanus*, B: *Takju* fermented by *S. elipoideus*, C: *Takju* fermented by *S. carlsbergensis*, D: *Takju* fermented by *S. cerevisiae*, E: *Takju* fermented by *S. rouxii*

Table 3. Sensory evaluation of *takju* by different yeasts after six days fermentation

Samples	Sensory properties					
	Appearance	Flavor	Taste	Texture	After swallowing	Preference
A	3.00 <sup>a2)</sup>	2.92 <sup>1)</sup>	2.45 <sup>a</sup>	2.37 <sup>a</sup>	2.40 <sup>a</sup>	2.42
B	2.52 <sup>ab</sup>	2.85	2.00 <sup>ab</sup>	1.80 <sup>b</sup>	2.07 <sup>ab</sup>	2.00
C	1.92 <sup>b</sup>	2.42	2.00 <sup>ab</sup>	1.92 <sup>ab</sup>	1.95 <sup>ab</sup>	2.10
D	2.15 <sup>b</sup>	2.92	2.12 <sup>ab</sup>	2.05 <sup>ab</sup>	2.07 <sup>ab</sup>	2.07
E	3.05 <sup>a</sup>	2.32	1.57 <sup>b</sup>	1.72 <sup>b</sup>	1.70 <sup>b</sup>	1.85
F-value	5.82	1.85	2.78	2.23	2.03	1.24

A: *Takju* fermented by *S. coreanus*, B: *Takju* fermented by *S. elipoideus*, C: *Takju* fermented by *S. carlsbergensis*, D: *Takju* fermented by *S. cerevisiae*, E: *Takju* fermented by *S. rouxii*

<sup>1)</sup>Sensory score is represented by 5-point hedonic scale.

<sup>2)</sup>Means with the same letter in the same column are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

### 관능검사

효모의 종류를 달리하여 담금한 발효 6일차의 탁주 술덧의 관능검사를 실시하였다. 외관, 향, 맛, 입안에서의 감촉, 뒷맛 그리고 전반적인 기호도에 대한 6가지 항목의 기호도 특성 검사 결과는 Table 3과 같다. 외관은 *S. rouxii*구가 가장 높게 나타났으며 시료간의 유의적인 차이를 보였다. 맛의 경우 *S. coreanus*구가 가장 높게 나타났으며 시료간의 유의적인 차이를 보였다. 입안에서의 감촉은 *S. coreanus*구가 가장 높게 나타났으며 시료간의 유의적인 차이를 보였다. 뒷맛은 *S. coreanus*구가 가장 높게 나타났으며 시료간의 유의적인 차이를 보였다. 향과 전반적인 기호도에서는 시료간의 유의적인 차이가 없었다.

### 요 약

GC와 GC-MS를 사용하여 발효 6일차의 탁주 술덧의 휘발성 향기 성분을 분석한 결과 알코올 14종, 에스테르 13종, 유기산 5종, 알데하이드 3종, 아민 7종, 기타 2종으로 최대 44종이 검출되었다. *S. coreanus*구에서 44종으로 가장 많은 향기성분이 검출되었다. 모든 시험구에서 공통으로 검출된 성분은 ethanol, isobutyl alcohol, isoamyl alcohol, methyl pentanol, 1,3-butanediol, 3-methylthio-1-propanol, benzene ethanol의 알코올 7종과 ethyl lactate, diethyl butanoate, diethyl succinate의 에스테르 3종, acetic acid, isopentanoic acid, hexanoic acid의 유기산 3종, acetaldehyde의 알데하이드 1종, 1,3-cyclohexane diamine의 아민 1종 등 총 15종이었다. 휘발성 향기성분의 면적비율(peak area%)은 알코올(96.758-99.387%), 에스테르(0.081-0.968%), 유기산(0.040-0.640%), 알데하이드(0.266-0.959%), 아민(0.011-0.047%)으로 나타났다. Methylpentanol, 3-methylthio-1-propanol, benzeneethanol, isoamyl acetate, diethyl succinate, ethyl nonanoate, methyl hexadecanoate, ethyl stearate, hexadecanoic acid 성분은 특별히 *S. coreanus*구에서 타시험구에 비해 높은 함량을 나타냈고, 1-propanol, isobutyl alcohol 성분은 *S. ellipoideus*구에서 isoamyl alcohol, 1-pentanol, dimethyl ketol 성분은 *S. carlsbergensis*구에서 1,3-butanediol, diethyl butanoate, phenylethyl formate 성분은 *S. rouxii* 구에서 높은 함량을 나타냈다. 외관, 향, 맛, 입안에서의 감촉, 뒷맛 그리고 전반적인 기호도에 대한 탁주 술덧의 관능검사 결과에서는 향과 전반적인 기호도를 제외한 모든 항목에서 시험구간의 유의적인 차이가 있었으며, *S. coreanus*구가 맛, 입안에서의 감촉, 뒷맛에서 *S. rouxii*는 외관에서 가장 높은 점수를 받았다.

### 감사의 글

이 논문은 2007학년도 서울여자대학교 교내학술특별연구비의 지원을 받았습니다.

### 문 헌

- Lee SR. Korean Fermented Foods. Ewha Women's University Press, Seoul, Korea. pp. 222-294 (1986)
- Kim CJ, Kim DY, Oh MJ, Lee SK, Lee SO, Chung ST, Chung JH. Fermentation Technology. Sunjinmunwhasa, Seoul, Korea. pp. 79-103 (1990)
- Kim CJ. Microbiological and enzymological studies on *takju* brewing. J. Korean Agr. Chem. Soc. 10: 69-100 (1968)
- Jin TY, Kim ES, Eun JB, Wang SJ, Wang MH. Changes in physicochemical and sensory characteristics of rice wine, *yakju* prepared with different amount of red yeast rice. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 309-314 (2007)
- Lee J. Studies on the qualities of *takju* with various koji strains. MS thesis. Seoul Women's University. Seoul, Korea (1994)
- Chung JH. Studies on the identification of organic acids and sugars in the fermented mash of the *takju* made from different raw materials. J. Korean Agr. Chem. Soc. 8: 39-43 (1967)
- Hong SW, Hah YC, Min KH. The biochemical constituents and their changes during the fermentation of *takju* mashes and *takju*. Korean J. Microbiol. 8: 107-115 (1970)
- Kim CJ. Studies on the quantitative changes of organic acid and sugars during the fermentation of *takju*. J. Korean Agr. Chem. Soc. 8: 33-42 (1963)
- Lee WK, Kim JR, Lee MW. Studies of the changes in the free amino acids and organic acids of *takju* prepared with different koji strains. J. Korean Agr. Chem. Soc. 30: 323-327 (1987)
- Lee WK. Studies on the qualities of *takju* prepared with different koji strains. MS thesis. Seoul Women's University. Seoul, Korea (1986)
- Kim CJ. Studies on the components Korean *sake* (part 2). Detection of the free amino acids in *takju* by paper partition chromatography. J. Korean Agr. Chem. Soc. 9: 59-64 (1968)
- Lee JS, Lee TS, Park SO, Noh BS. Flavor components in mash of *takju* prepared by different raw materials. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 316-323 (1996)
- Lee JS, Lee TS, Choi JY, Lee DS. Volatile flavor components in mash of nonglutinous rice *takju* during fermentation. J. Korean Agr. Chem. Soc. 39: 249-254 (1996)
- Lee TS, Choi JY. Volatile flavor components in *takju* fermented with mashed glutinous rice and barley rice by using different *nuruks*. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 563-570 (1997)
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Volatile flavor component in mash *takju* prepared by using different *nuruks*. Korean J. Food

- Sci. Technol. 29: 563-570 (1997)
16. Lee TS, Han EH. Volatile components in mash of *takju* by using *Rhizopus japonicus* nuruks. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 691-698 (2000)
17. Lee TS, Han EH. Volatile flavor component in mash *takju* prepared by using *Aspergillus oryzae* nuruks. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 366-372 (2001)
18. Lee TS, Choi JY. Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using *Aspergillus kawachii* nuruks. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 944-950 (2005)
19. In HY, Lee TS, Lee DS, Noh BS. Volatile components and fusel oils of *sojues* and mashes brewed by Korean traditional method. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 235-240 (1995)
20. Lee DS, Park HS, Kim K, Lee TS, Noh BS. Determination and multivariate analysis of flavour components in the Korean folk *sojues* using GC-MS. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 750-758 (1994)
21. So MH, Lee YS, Han SH, Noh WS. Analysis of major flavor compounds in *takju* mash brewed with a modified nuruk. Korean J. Food Nutr. 12: 421-426 (1999)
22. Encyclopedia Chimica Vol. 11. p. 110, 811, 847, Vol. 2, p. 481 Kyolis Publishing & Printing Co., Ltd., Tokyo, Japan (1964)
23. Yuda J. Volatile compounds from beer fermentation. J. Jpn. Soc. Brew. 71: 818-830 (1976)
24. Merck Index, An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals, 12th ed. p. 1130, 1270, 552, 547, 1129, 737, 88, 97, 149, 326, 8, 243, 220, 752. Merck Co. Inc., Whitehouse Station, NJ, USA (1992)
25. Nishiya T. Composition of *soju*. J. Jpn. Soc. Brew. 72: 415-432 (1977)
26. Kim JL. Studies on the quantitative changes in amines and minerals of *takju* fermentation. MS thesis. Seoul Women's University. Seoul, Korea (1986)
27. Merck Index: An Encyclopedia of Chemicals. Drugs and Biochemical. p. 220, 1271, 1416. Merck Co. Inc., Whitehouse Station, NJ, USA (1992)