

효모종류를 달리한 탁주 술덧의 품질특성

이흥숙* · 박창숙¹ · 최진영²

세종대학교 식품공학과/탄수화물소재연구소, ¹(주)바이오세움, ²한북대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of the Mashes of *Takju* Prepared Using Different Yeasts

Heungsook Lee*, Chang Sook Park¹, and Jin Young Choi²

Department of Food Science and Technology/Carbohydrate Bioproduct Research Center, Sejong University

¹BioSewoom Co. Ltd.

²Department of Food and Nutritional Sciences, Hanbuk University

Abstract Quality characteristics such as alcohol, acid, and sugar contents of *takju* brewing mashes prepared using several yeasts were investigated during 12-days of fermentation. Among the yeasts examined, *S. cerevisiae* led to the highest level of ethanol (10.2-13.4%) and total minor alcohols (0.729-0.831 mg/mL). Regardless of the yeasts used, the acidity showed drastic changes (pH from 3.4-4.2 down to 2.4-2.7) during the first 2 days, and displayed negligible changes from day 4. The total acid contents rapidly increased to the first 4 days of fermentation and leveled off from 4 to the end of fermentation period. The common organic acid components were lactic, succinic and acetic acids. The total and reducing sugar contents varied depending on the yeasts used, with mashes prepared using *S. coreanus* and *S. rouxii* producing the maximum total sugar contents (5.43-5.5%) at the end of fermentation. The reducing sugar showed its maximum (7.53-14.89%) at day 2, after which it decreased to its minimum levels (3.04-4.52%). The common free sugar components were glucose and fructose, while *S. ellipsoideus* led to a higher free sugar level (0.35-5.29%).

Key words: *takju*, mash fermentation, yeast, quality

서 론

술이란 탄수화물이 미생물의 분해 작용을 받아 알코올을 비롯한 여러 가지 성분이 생긴 일종의 발효음료이다. 발효 원료로는 전분질을 주성분으로 하는 곡류, 감자류와 당분을 주성분으로 하는 과일이나 당밀이 사용된다(1). 술의 종류는 대단히 많으나 제조방법에 따라 분류하면, 크게 양조주, 증류주, 혼성주로 구분할 수 있다. 양조주는 발효주라고도 하고 발효가 끝난 술덧을 그냥 또는 여과하여 음용하는 술이다. 발효주는 단발효주와 복발효주로 다시 나뉘는데, 단발효주는 원료에 함유된 당분을 그대로 발효시켜 음용하는 주류로, 포도주, 사과주, 기타 발효주 등이 이에 포함된다. 복발효주는 전분질을 당화효소로 당화시켜 발효시킨 것으로 탁주, 약주, 일본청주, 맥주 등이 이에 속한다(2).

전통 재래의 탁주나 약주는 주로 찹쌀이나 멥쌀을 원료로 하고 누룩을 발효제로 양조하여 왔는데 누룩은 술덧 숙성 중에 전분질을 분해하여 포도당으로 만들어 주는 효소원이 되는 원료이다(1-3). 그 다음 누룩에 의하여 생성된 당분을 발효해서 알코올

화 하는 것이 효모이다. 탁주 담금 전에 주모(酒母, seed mash)를 담금 하는데 주모란, 밀술 또는 술밑이라고도 하며 효모를 순수하게 배양해 놓은 일종의 스타터로 주모에서 온 효모가 당을 발효해서 알코올 화 하게 된다(3). 원료와 주모가 준비되면 담금을 한다. 누룩과 증숙 원료, 용수, 주모를 혼합하는 일을 담금이라고 하고 이때의 혼합물을 술덧이라 한다.

그동안의 탁주관련 연구 내용으로는 탁주의 원료와 누룩의 종류에 따른 탁주 술덧의 성분 변화(4-12), 탁주 술덧 중의 미생물 분류(13-15)에 관한 내용 등이 대부분이었고 탁주 발효 관련 효모(16,17)에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 탁주 술덧의 발효에 관여하는 미생물의 종류에 따라서 발효 결과 생산되는 향미성분들의 종류도 다양할 것으로 추측된다(18). 따라서 본 실험에서는 발효에 관여하는 효모의 종류를 달리하여 그 영향이 탁주 술덧의 품질 특성에 어느 정도 기여하는지를 살펴보고자 하였다. 한국의 전통주인 탁주 양조에 널리 사용된 한국 토착 효모 균인 *S. coreanus*와 포도주 제조에 사용되는 *S. ellipsoideus*, 맥주 발효에 중요한 *S. carlsbergensis*, Baker's yeast로서의 *S. cerevisiae*, 그리고 전통 장류 발효에 이용되는 *S. rouxii*를 각각 사용하여 주모를 담금 하여 술덧을 제조하였고 발효 과정 중 효모의 특성이 탁주 술덧의 품질 특성에 미치는 영향을 살펴보았다.

재료 및 방법

사용균주

Saccharomyces coreanus(KCCM 11215), *Saccharomyces ellipsoi-*

*Corresponding author: Heungsook Lee, Department of Food Science and Technology/Carbohydrate Bioproduct Research Center, Sejong University, Seoul 143-747, Korea
Tel: 82-2-497-8866
Fax: 82-2-3408-3319
E-mail: hslee1009@sejong.ac.kr
Received October 20, 2009; revised November 18, 2009;
accepted November 18, 2009

deus(KCCM 11290), *Saccharomyces carlsbergensis*(KCCM 12235), *Saccaromyces cerevisiae*(Baker's yeast, KCCM 11201), *Saccharomyces rouxii*(KCCM 12066)는 한국 미생물 보존센터(KCCM)에서 분양받아 사용하였다.

주모제조

주모제조 시 각각의 시험구에 첨가되는 맥쌀의 중량이 200 g 이므로 전체 시험구에 필요한 맥쌀 전체 중량 1 kg을 한번에 121°C에서 40분의 조건으로 가압 살균한 후 다시 각각의 분량만큼 나누어 사용하였다. 이때 각각의 증자된 맥쌀 외에 물 1 L와 누룩 80 g 각 효모 배양액 100 mL를 가하여 잘 혼합한 다음 25°C에서 2일간 발효시켜 주모를 제조하였다.

탁주의 담금 및 발효

맥쌀 2 kg씩을 5시간 물에 침지한 후 물을 빼고 121°C에서 40 분간 가압 살균한 후 30°C로 방냉하였다. 18 L들이의 유리병에 물 6 L와 누룩 820 g을 혼합하여 미리 만들어둔 수국에 상기 방법으로 증자하여 냉각한 쌀과 각각의 주모 1 L를 혼합하여 25°C의 항온기에서 12일간 발효시켰다.

분석시료

발효과정 중의 술덧을 2일 간격으로 채취하여 균질기(MII-f, Tokushu Kira Kogyo, Ltd., Tokyo, Japan)로 균질화 하여 분석에 사용하였으며 주모를 넣은 때를 담금 일로 하여 분석하였다.

에탄올

술덧을 증류한 후 주정계로 측정하고 Gay-Lussac 표에 의해 15°C로 보정하여 %(v/v)로 표시하였다.

미량 알코올 성분

술덧을 냉동 원심 분리기를 이용하여 4°C에서 8,000×g로 20분간 원심 분리하여 취한 상등액에 cyclohexyl alcohol 0.1 mL을 내부표준물질로 가하여 methylene chloride 5 mL로 2회 연속 추출한 후 추출액을 0.2 µm syringe filter(PTFE syringe filter, Whatman plc., kent, UK)로 여과하여 그 여액 1.0 µL를 gas chromatograph(GC 17A, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석한 후 internal standard 법으로 정량하였다. GC의 작동 조건은 BP-20 column (30 m×0.25 mm ID, 0.25 film thickness, Shimadzu, Kyoto, Japan)을 사용하여 오븐온도 40°C에서 150°C까지 7°C/min의 속도

Table 1. Operating condition of HPLC for determination of organic acids

Instrument	LC10-AD (Shimadzu Co., Kyoto, Japan)
Column	Styrene divinylbenzene copolymer (R Spak KC-811, 8.0 mm ID×300 mm, Shodex serial No. H5 11024, Showa Denko k.k., Kanasaki, Japan)
Column oven temp.	35°C
Detector	UV-visible detection (SPD-10A, Shimadzu Co., Kyoto, Japan), 210 nm
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	20 µL
Intergrator	C-R6A Chromatopac (Shimadzu Co., Kyoto, Japan)
Mobile phase	0.1% H ₃ PO ₄ /H ₂ O

로 상승시킨 후 다시 195°C까지 3°C/min로 상승시켰다. 주입기와 검출기의 온도는 각각 220, 250°C이었고 carrier gas는 N₂ (99.999%)이었다.

pH 및 총산

pH는 pH meter(sp-5A, Suntex, Taipei, Taiwan)로 측정하였고, 총산은 1% phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH 용액으로 적정하고 적정 소비량에 0.009를 곱하여 시료 중의 산을 lactic acid로 계산하였다.

유기산

술덧을 냉동 원심 분리기를 이용하여 4°C에서 8,000×g로 20분간 원심분리하여 취한 상등액에서 10 mL를 취하여 0.45 µm syringe filter(cellulose nitrate, Adventec MFS Inc., Dublin, CA, USA)로 여과하였다. 그 여액을 Sep-pak C₁₈ cartridge(WAT 020515, Waters Co., Milford, MA, USA)를 통과시켜 단백질, 색소, 지방, 유리당 등의 물질을 제거시킨 후 Table 1과 같은 조건에서 HPLC로 유기산을 분석하고, 유기산의 검량 곡선으로부터 정량하였다.

총당 및 환원당

총당은 술덧을 2.5% HCl로 가수분해한 후, 환원당은 술덧 자체를 각각 Somogyi법(19)에 의해 정량하고 포도당 농도로 환산하였다.

유리당

술덧을 냉동 원심 분리기를 이용하여 4°C에서 8,000×g로 20분간 원심분리하여 취한 상등액에서 10 mL를 취하여 0.2 µm Acrodisc syringe filter(CR PTFE, Pall Life Sciences, NY, USA)로 여과하여 단백질, 지방, 색소, 유기산 등의 물질을 제거시킨 후 Table 2와 같은 조건에서 HPLC로 유리당을 분석하고, 유리당의 검량 곡선으로부터 정량하였다.

결과 및 고찰

에탄올

주모 제조용 효모 종류를 달리하여 담금 한 탁주 술덧의 발효과정 중 에탄올 함량은 Fig. 1과 같다. 에탄올은 탁주의 품질을 좌우하고 탁주의 보존성이나 향미에 영향을 주는 가장 중요한 성분으로 술덧 중 에탄올 함량이 높아야 한다. 탁주 담금 시 주모에서 유래된 에탄올에 의해 담금 직후에 에탄올 함량이 0.0-0.8%

Table 2. Operating condition of HPLC for determination of free sugars

Instrument	LC10-AD (Shimadzu Co., Kyoto, Japan)
Column	Amine (KR100-10NH ₂ , 4.6 mm ID×150 mm, 10 µm, Eka chemical, Stockholm, Sweden)
Column oven temp.	35°C
Detector	RI detector (RID-6A, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)
Flow rate	2.0 mL/min
Injection volume	20 µL
Intergrator	C-R6A Chromatopac (Shimadzu Co., Kyoto, Japan)
Mobile phase	Acetonitrile: Water=80:20

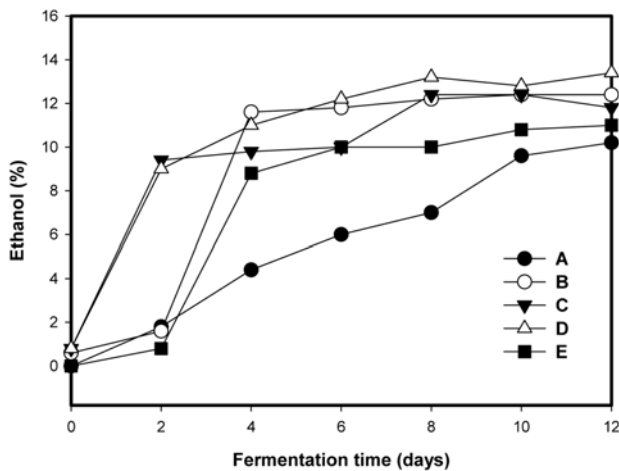


Fig. 1. Change in ethanol contents of mashes for takju using different kinds of yeast. A, Mashes of takju fermented by *S. coreanus*; B, Mashes of takju fermented by *S. ellipsoideus*; C, Mashes of takju fermented by *S. carlsbergensis*; D, Mashes of takju fermented by *S. cerevisiae*; E, Mashes of takju fermented by *S. rouxii*

였고 *S. carlsbergensis*, *S. cerevisiae*(Baker's yeast)구는 발효 2일에 에탄올 함량이 9.0-9.4%로 급격히 증가되었다. *S. coreanus*, *S. ellipsoideus*, *S. rouxii*구는 발효 4일에 4.4-11.6%로 급격히 증가하였고, 이후 모든 시험구가 완만하게 증가하였다. 본 실험 결과로 보아 *S. cerevisiae*와 *S. ellipsoideus*구가 발효 12일에 각각 13.4, 12.4%로 에탄올 함량이 높아 보존성에서 유리한 것으로 추측된다.

미량 알코올 성분

주모 제조용 효모 종류를 달리하여 담금 한 탁주 술덧의 발효 과정 중 미량 알코올 성분은 Table 3과 같다. Ethanol을 제외한 미량 알코올 성분으로 n-propyl alcohol, isobutyl alcohol, 1,3-butyl alcohol, 2-butyl alcohol, isoamyl alcohol, n-hexyl alcohol, heptyl alcohol, phenylethyl alcohol 등 8종의 알코올이 시험구에 따라 검출되었다. 미량 알코올의 총량은 *S. coreanus*구가 0.556-0.780

mg/mL, *S. ellipsoideus*구가 nd-0.431 mg/mL, *S. carlsbergensis*구가 0.470-0.724 mg/mL, *S. cerevisiae*구가 0.729-0.831 mg/mL, *S. rouxii* 구가 0.045-0.249 mg/mL의 범위였다. *S. cerevisiae*구가 발효 과정동안 모든 시험구 중에서 미량 알코올의 총량이 가장 높은 편이나, 함량 차이는 근소하였다. Isoamyl alcohol은 담금 직후에는 검출되지 않았으나 발효 6일(Fig. 2)부터 모든 시험구에서 검출되었고 발효 과정 중 대체로 증가하는 경향을 보였다. Han 등(12)은 누룩 종류를 달리한 탁주 술덧의 알코올 성분 중 isoamyl alcohol이 미량 알코올 중 함량이 가장 높은 성분으로 보고하였고 본 실험의 결과와도 대체로 일치하였다. 미량 알코올 중 isoamyl alcohol은 nd-0.264 mg/mL의 함량을 보였고, heptyl alcohol은 그 함량이 nd-0.180 mg/mL로서 isoamyl alcohol 다음으로 높았으며, isobutyl alcohol은 발효 6일차에 0.025-0.103 mg/mL 범위로 *S. rouxii* 구를 제외한 모든 시험구 술덧에서 검출되었다. 퓨젤유는 그 함량이 높으면 향미가 나빠지고 두통, 숙취의 원인이 되나 미량 존재 시 주류의 맛과 향을 향상시키는 역할을 한다(20). 우리나라 식품첨가물공정의 주류규격에는 주류 중 퓨젤유 함량이 1 mg/mL 이하로 규정되어 있는데(21), 본 실험의 탁주에서는 nd-0.831 mg/mL로 탁주규격에 적합하였다.

pH 및 총산

발효 과정 중 탁주 술덧의 pH 및 총산은 Fig. 3, 4와 같다. 담금 직후 pH 3.41-4.25였으나 발효 2일에 pH 2.40-2.70으로 현저히 저하된 후 발효 4일에 pH 2.38-2.99로 완만히 증가한 이후 큰 변화가 없었다.

총산은 휘발성 향기 성분과 함께 탁주의 맛, 냄새와 직접 관련되며 보존성에 영향을 준다(22). 총산은 담금 직후 *S. ellipsoideus* 구 술덧이 0.27%로 높았고, 발효 4일 후는 *S. rouxii*구, *S. coreanus*구, *S. carlsbergensis*구, *S. ellipsoideus*구, *S. cerevisiae*구 술덧의 순으로 높았다. 발효 12일에 *S. rouxii*구 술덧의 총산은 1.15%로 가장 낮은 *S. cerevisiae*구 술덧의 0.63%와는 0.52% 차이를 보였다. 담금 직후의 총산은 주로 누룩이나 원료에서 유래되나 발효가 진행되면서 술덧 중의 효모나 젖산균 등의 미생물 작용으로 생성된 각종 유기산들이 가산되므로 총산의 함량이 증가되었

Table 3. Change in minor alcohol contents of mashes for takju using different kinds of yeast during fermentation (Unit: mg/mL)

Experimental group ¹⁾	Fermentation time (day)	Minor alcohol								
		2-Butyl	n-Propyl	Isobutyl	Isoamyl	Hexyl	Heptyl	1,3-Butyl	Phenylethyl	Total
A	0	-	-	-	-	-	0.088	-	0.468	0.556
	6	-	-	0.032	0.063	-	0.095	0.123	0.350	0.663
	12	0.083	-	-	0.185	0.104	0.129	0.079	0.200	0.780
B	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	0.060	0.113	-	0.040	0.102	0.115	0.430
	12	0.170	-	-	0.182	-	0.079	-	-	0.431
C	0	-	-	-	-	-	0.012	-	0.458	0.470
	6	-	0.117	0.103	0.161	-	0.012	0.040	0.235	0.668
	12	-	0.104	0.105	0.260	-	0.180	0.075	-	0.724
D	0	-	-	-	-	-	0.012	-	0.717	0.729
	6	0.152	0.297	0.025	0.244	-	0.013	0.037	-	0.768
	12	0.189	0.115	0.083	0.264	-	0.180	-	-	0.831
E	0	-	-	-	-	-	-	0.045	-	0.045
	6	0.051	-	-	0.069	-	0.061	-	-	0.181
	12	0.052	-	-	0.123	-	0.074	-	-	0.249

¹⁾Refer to footnote of Fig. 1.

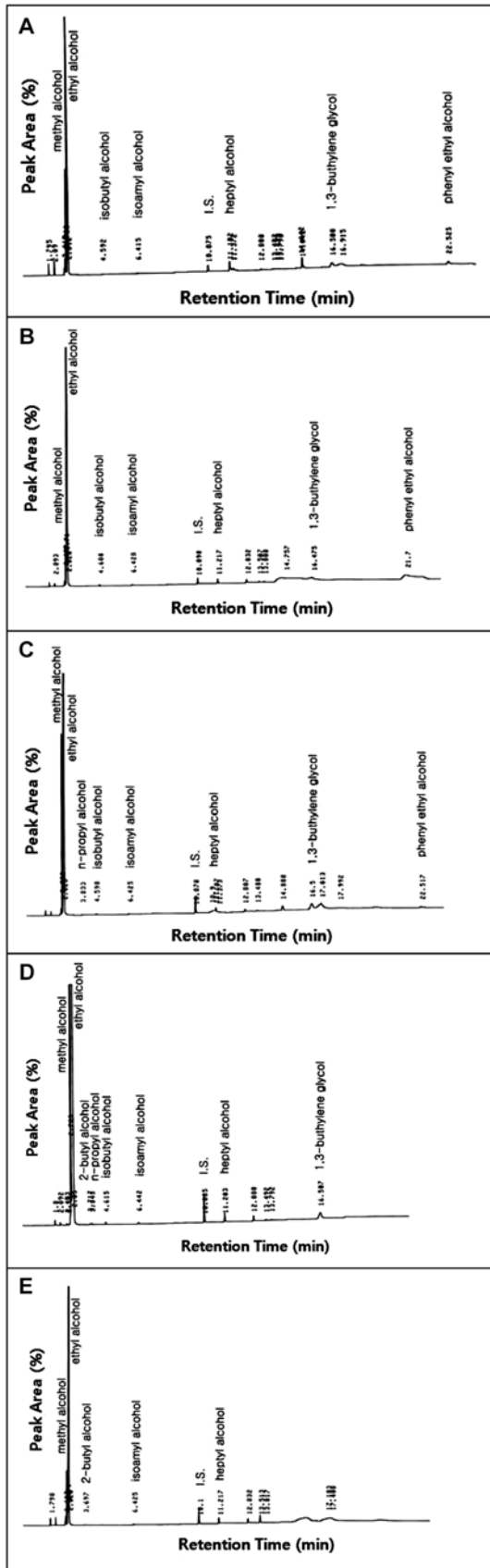


Fig. 2. GC-FID chromatograms of minor alcohol in mashes for *takju* using different kinds of yeast on the 6th day of fermentation. A, B, C, D and E: Refer to footnote of Fig. 1.

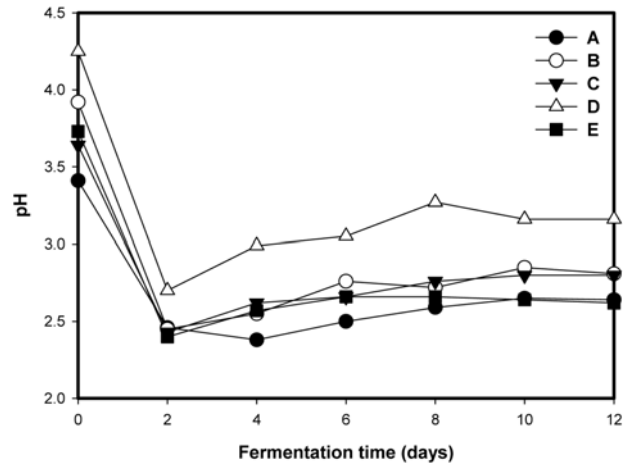


Fig. 3. Change in pH of mashes for *takju* using different kinds of yeast during fermentation. A, B, C, D and E: Refer to footnote of Fig. 1.

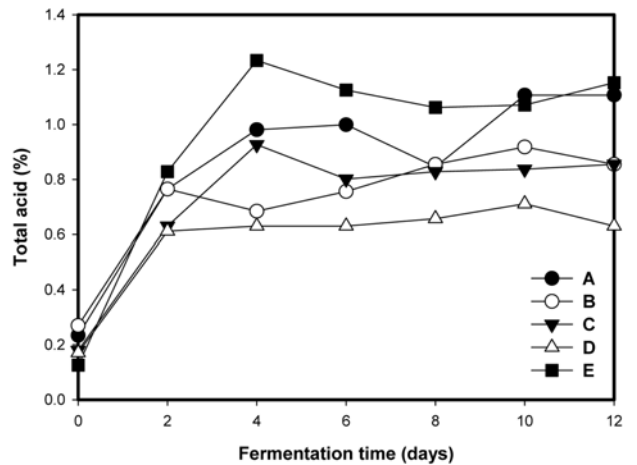


Fig. 4. Change in total acid of mashes for *takju* using different kinds of yeast during fermentation. A, B, C, D and E: Refer to footnote of Fig. 1.

으나(22,23), 유기산이 알코올 등과 결합하여 ester와 같은 향미 형성 등에 이용되므로 후기에는 감소된 것으로 추측된다.

유기산

발효 과정 중 탁주 술덧의 유기산을 HPLC로 분석한 결과는 Table 4와 같다. 탁주의 유기산으로 lactic acid, succinic acid, acetic acid는 발효 전 과정을 통하여 모든 시험구 탁주 술덧에서 확인되었고, malonic acid, citric acid, propionic acid는 시험구에 따라 발효 기간 중 검출되었다. 유기산 총량은 *S. coreanus*구 0.21-1.79%, *S. ellipsoideus*구 0.14-1.08%, *S. carlsbergensis*구 0.39-1.54%, *S. cerevisiae*구 0.37-1.46%, *S. rouxii*구 0.10-1.98%로 시험구 중 *S. rouxii*구가 가장 높았고 *S. coreanus*구, *S. carlsbergensis*구, *S. cerevisiae*구, *S. ellipsoideus*구 순으로 높았다. Lactic acid+Succinic acid는 각 시험 탁주 술덧에서 담금 일부터 계속 증가하여 발효 12일에 최대치를 보였다. 담금 후 젖산균의 발효 작용으로 젖산 함량이 증가되는 것으로 추측되며 모든 탁주 술덧에서 lactic acid+succinic acid는 유기산 중 가장 많은 함량을 차지하여 탁주의 주 유기산으로 나타났다. 시험구에 따라 다소의

Table 4. Change in organic acid contents of mashes for *takju* using different kinds of yeast during fermentation

(Unit: %)

Experimental group ¹⁾	Fermentation time (day)	Organic acid					Total
		Malonic acid	Citric acid	Acetic acid	Propionic acid	Lactic+Succinic acid	
A	0	0.02	-	0.06	-	0.13	0.21
	6	0.09	0.04	0.17	0.03	0.52	0.85
	12	0.27	0.14	0.46	0.25	0.67	1.79
B	0	-	-	0.05	-	0.09	0.14
	6	-	-	0.19	0.08	0.48	0.75
	12	-	-	0.25	0.18	0.65	1.08
C	0	0.10	-	0.13	0.02	0.14	0.39
	6	0.28	-	0.21	0.10	0.65	1.24
	12	0.28	0.08	0.26	0.21	0.71	1.54
D	0	0.10	0.04	0.11	0.01	0.11	0.37
	6	0.09	0.03	0.65	0.04	0.12	0.93
	12	0.28	-	0.20	0.29	0.69	1.46
E	0	-	-	0.04	-	0.06	0.10
	6	0.34	0.13	0.35	0.15	0.73	1.70
	12	0.23	0.13	0.49	0.27	0.86	1.98

¹⁾Refer to footnote of Fig. 1.

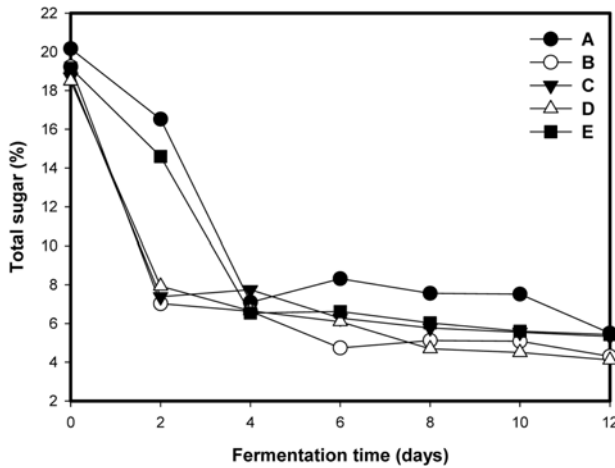


Fig. 5. Change in total sugar contents of mashes for *takju* using different kinds of yeast during fermentation. A, B, C, D and E: Refer to footnote of Fig. 1.

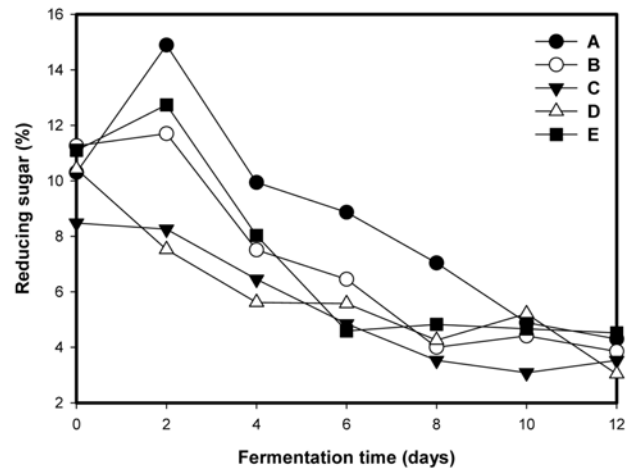


Fig. 6. Change in reducing sugar contents of mashes for *takju* using different kinds of yeast during fermentation. A, B, C, D and E: Refer to footnote of Fig. 1.

차이가 있으나 lactic acid+succinic acid 다음으로 함량이 높은 acetic acid는 0.04-0.65%의 범위로 시험구 중에는 *S. cerevisiae*구와 *S. rouxii*구, *S. coreanus*구가 높은 편이었으며 발효 기간 중 대체로 증가하는 경향을 보였다. 본 실험의 결과는 lactic acid 및 succinic acid가 탁주 발효 과정 중 주요 유기산으로 보고한 Song (24)의 찹쌀 및 보리쌀 탁주나 Lee 등(7)의 원료처리를 달리하여 담금 한 탁주 술덧의 유기산 결과와 대체로 부합되었다.

총당 및 환원당

발효 과정 중 탁주 술덧의 총당의 함량은 Fig. 5와 같다. 총당 함량은 담금일에 18.49-20.16%로 가장 높았고 발효 4일에 6.54-7.74%로 많이 감소하였다. 이후 서서히 감소하여 발효 12일에 4.12-5.50%로 나타났다. 시험구별로는 담금 후 발효 2일까지 *S. coreanus*, *S. rouxii*구의 탁주 술덧에서 총당 함량이 높은 편이었

고, 이후 발효 기간에 따라 시험구 간에 일정한 경향을 나타내지 않았으나 발효 12일에 *S. coreanus*구와 *S. rouxii*구의 탁주 술덧에서 총당 함량이 높았다.

발효 과정 중 술덧의 환원당 함량의 변화는 Fig. 6와 같다. 환원당 함량은 담금일에 8.48-11.26%였으나 발효 2일에 *S. rouxii*구, *S. ellipsoideus*구, *S. coreanus*구는 11.70-14.89%로 담금일 보다 증가되었고 *S. carlsbergensis*구와 *S. cerevisiae*구는 7.53-8.26%로 담금일 보다 감소하였다. 이러한 결과는 *S. carlsbergensis*구와 *S. cerevisiae*구가 발효 2일에 에탄올 함량이 급격히 증가한 사실과 부합된다. 발효 12일에 *S. rouxii*구, *S. coreanus*구, *S. ellipsoideus*구, *S. carlsbergensis*구, *S. cerevisiae*구의 탁주 술덧 순으로 환원당 함량이 높았다. 탁주 담금 후 원료 중의 탄수화물이 당화 amylase의 효소 작용으로 분해되어 발효 초기에 함량이 가장 높았던 총당은 감소하고 환원당이 증가되었으나 효모나 젖산균의 발효 기질로 이

Table 5. Change in free sugar contents of mashes for *takju* using different kinds of yeast during fermentation

(Unit: %)

Experimental group ¹⁾	Fermentation time (day)	Free sugar					Total
		Fructose	Glucose	Galactose	Sucrose	Maltose	
A	0	0.04	3.37	-	-	-	3.42
	6	0.01	3.87	0.02	-	0.05	3.97
	12	0.01	0.72	-	-	0.19	0.94
B	0	0.02	5.24	-	0.01	-	5.29
	6	0.09	0.65	-	0.03	0.07	0.86
	12	0.03	0.10	0.19	0.03	-	0.35
C	0	0.07	3.34	-	-	0.01	3.45
	6	0.04	0.59	-	0.01	0.17	0.83
	12	0.01	0.09	0.21	0.01	0.07	0.41
D	0	0.03	1.19	-	-	-	1.23
	6	0.01	0.18	0.07	0.01	0.12	0.41
	12	0.01	0.06	0.18	0.03	0.20	0.51
E	0	0.01	1.06	0.01	-	-	1.09
	6	0.04	0.47	0.03	0.09	0.06	0.71
	12	0.05	0.32	0.08	0.09	0.05	0.60

¹⁾Refer to footnote of Fig. 1.

용되므로 발효 후기에 총당과 환원당의 감소가 현저하였다. 본 실험의 결과는 Han 등(12)의 누룩 종류를 달리한 탁주와 Lee 등(25)의 전분질 원료를 달리한 탁주의 환원당 변화와 대체로 일치되었다.

탁주 중의 당분은 에탄올 생성과 감미도에 관여하는 성분으로 중요시된다. 본 실험 결과로 보면 *S. rouxii*구나 *S. coreanus*구가 감미가 다소 강한 탁주로 추측된다.

유리당

발효 과정 중 탁주 술덧의 유리당을 HPLC로 분석한 결과는 Table 5와 같다. 탁주의 유리당으로 glucose, fructose는 발효 전 과정을 통하여 모든 시험 탁주에서 확인되었고 galactose, sucrose, maltose는 시험구에 따라 발효 기간 중 검출되었다. 유리당 총량은 *S. coreanus*구 0.94-3.97%, *S. ellipsoideus*구 0.35-5.29%, *S. carlsbergensis*구 0.41-3.45%, *S. cerevisiae*구 0.41-1.23%, *S. rouxii*구 0.60-1.09%였다. *S. ellipsoideus*구는 담금일에 유리당 함량이 5.29%로 시험구 중 함량이 가장 높았던 반면 발효 12일차에는 0.35%로 시험구 중 함량이 가장 낮았는데, 이는 *S. ellipsoideus*구가 에탄올 함량 결과에서 보여주었던 경향과 일치한다. 발효 초기에 *S. ellipsoideus* 구는 에탄올 함량이 낮았지만 발효 12일차에 12.4%로 에탄올 함량이 *S. cerevisiae*의 13.4%에 이어 시험구 중 가장 높게 나타났다. 총당 함량은 *S. rouxii*구와 *S. coreanus*구에서 높았으나 정량되지 않은 미지의 당이 가산되지 않아 총당의 결과와는 차이를 보인 것으로 추측된다. 본 실험 탁주의 유리당 주성분으로 나타난 glucose와 fructose의 함량은 각각 glucose 0.06-5.24%, fructose 0.01-0.09% 범위였고 glucose는 각 시험 탁주 술덧에서 담금일에 가장 많은 함량을 보이고 발효가 진행됨에 따라 감소했다. 당화 amylase에 의한 전분질의 분해로 생성된 glucose은 담금일에는 함량이 높아 탁주의 주 구성당으로 나타났으나, 발효 중 효모나 젖산균의 영양원 및 발효 기질로 이용되어 발효가 진행됨에 따라 감소한 것으로 추측된다. Galactose는 시험구에 따라 차이는 있으나 각 시험 탁주 술덧에서 담금 일부터 발효기간 12일 동안 약간씩 증가하는 변화를 보였다. 탁주 술덧의 glucose, fructose, maltose, sucrose 등의 당류는 백미나 누룩 등의 원료와 당화 amylase의 작용으로 생성된 것으로 본다. 시험구 간

의 유리당 함량이 각각 다르게 나타난 것은 탁주 발효 중 술덧의 당화 amylase, 발효 미생물의 종류 및 활성도 등의 차이에 의한 것으로 추측된다.

요 약

탁주의 품질을 좌우하는 여러 요인 중 효모의 영향을 살펴보기 위해 *S. coreanus*, *S. ellipsoideus*, *S. carlsbergensis*, *S. cerevisiae*, *S. rouxii* 각각의 효모를 달리 사용하여 주모를 담금 하여 술덧을 제조하였고 발효 과정 중 효모의 특성이 탁주 술덧의 품질 특성에 미치는 영향을 살펴보았다. 에탄올 함량은 발효 12일에 *S. cerevisiae*구와 *S. ellipsoideus*구에서 각각 13.4, 12.4%로 시험구 중 가장 높았다. 미량 알코올의 총량은 nd-0.831 mg/mL 범위로서, 시험구 중에는 *S. cerevisiae*구가 0.729-0.831 mg/mL 범위로 가장 높았고, 미량 알코올 성분 중 isoamyl alcohol 함량은 발효 12일에 함량 0.123-0.264 mg/mL로 최대치를 보였다. pH는 담금일에 3.41-4.25였으나 발효 2일 후 2.40-2.70으로 크게 저하되었다. 발효 과정 중 시험구 간의 pH 차이는 크게 없었지만 총산 함량에서는 *S. rouxii*구가 발효 12일에 1.15%로 가장 높게 나타났다. 유기산 총량에서도 *S. rouxii*구가 0.10-1.98%로 가장 높았으며 lactic acid, succinic acid, acetic acid가 탁주 유기산의 주성분으로 나타났다. 총당 함량은 *S. coreanus*구가 담금일과 발효 12일에 각각 20.16, 5.50%로 가장 높았고 환원당 함량은 발효 12일에 *S. rouxii*구와 *S. coreanus*구가 각각 4.52, 4.30%로 가장 높았다. 유리당 총량에서는 *S. ellipsoideus*구가 담금일에 5.29%로 시험구 중 유리당 함량이 가장 높았던 반면 발효 12일차에는 0.35%로 시험구 중 함량이 가장 낮았는데, 이는 *S. ellipsoideus*구의 에탄올 함량의 경향과 일치하는 결과였으며, glucose, fructose가 탁주 유리당의 주성분으로 나타났다.

탁주의 품질을 좌우하고 탁주의 보존성이나 향미에 영향을 주는 가장 중요한 성분인 에탄올 함량은 *S. cerevisiae*구가 가장 높았고, 알코올 등과 결합하여 ester와 같은 향미 형성 등에 이용되어 탁주의 맛, 냄새와 직접 관련되는 성분인 총산과 유기산 총함량은 *S. rouxii*구에서 높게 나타났다. 탁주 중의 당분은 에탄올

생성과 감미도에 관여하는 성분으로 중요시되는데, 시험구 중 *S. coreanus*구와 *S. rouxii*구가 총당 및 환원당의 함량이 높아 감미가 다소 강한 탁주로 추측된다.

본 실험 결과 효모 종류를 달리하여 제조한 탁주 술덧의 품질 특성이 서로 분명하게 차이를 보임을 알 수 있었다. 따라서 탁주 발효 시 효모의 단독 사용보다 각각의 효모를 병용하여 발효에 이용한다면 각각의 효모 특색이 상승 작용하여 저장성 향상 및 풍미 증진이라는 탁주의 전반적인 품질 개선 효과를 기대할 수 있을 것이다. 각각의 효모를 조합하여 탁주 술덧을 발효시키고 이에 대한 품질특성을 분석하는 연구에 대한 진행이 앞으로 필요할 것으로 사료된다.

문 헌

1. Lee SR. Korean Fermented Foods. Ewha Women's University Press, Seoul, Korea. pp. 222-294 (1986)
2. Kim ZU. Food Processing. Moonwoondang, Seoul, Korea. p. 5 (1985)
3. Kim CJ, Kim KC, Kim DY, Oh MJ, Lee SK, Lee SO, Chung ST, Jung JH. Fermentation Technology. Sunjinmunwhasa, Seoul, Korea. pp. 79-103 (1990)
4. Lee HS. Quality characteristics of *takju* using rice *nuruk* during fermentation. M.S. thesis, Seoul Women's Univ., Seoul (2000)
5. Jung JH. Studied on the identification of organic acids and sugars in the fermented mash of the *takju* made from different raw-materials. J. Korean Agric. Chem. Soc. 8: 39-43 (1967)
6. 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)
7. Lee SM, Lee TS. Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of *takju* during characteristics fermentation. J. Nat. Sci. Seoul Women's Univ., Korea 12: 71-79 (2000)
8. Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS. Quality characteristics of *takju* fermentation by addition of chestnut peel powder. Korean J. Food Preserv. 13: 329-336 (2006)
9. Hong SW, Hah YC, Min KH. The biochemical constituents and their changes during the fermentation of *takju*. J. Korean Agric. Chem. Soc. 8: 107-115 (1970)
10. Kim CJ. Studies on the quantitative changes of organic acid and sugars during the fermentation of *takju*. J. Korean Agric. Chem. Soc. 8: 33-42 (1970)
11. 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 Agric. Chem. Soc. 30: 323-327 (1987)
12. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 555-562 (1997)
13. Kim CJ. Microbiological and enzymological studies on *takju* brewing. J. Korean Agric. Chem. Soc. 10: 69-100 (1968)
14. Lee JS, Lee TW. Studies on the microflora of *takju* brewing. Korean J. Microbiol. 8: 116-133 (1970)
15. Ko CM, Choi TJ, Yoo J. Microbiological studies on the *takju* (*makgulye*) brewing: The Korean local wine. Korean J. Microbiol. 11: 167-174 (1973)
16. Lee SK, Park YJ, Oh MJ. Studies on *takju* yeasts (Part) - influences of kind of yeast strains and brewing conditions of fermentation of *takju* mash. J. Korean Agric. Chem. Soc. 16: 85-93 (1973)
17. Kim CJ, Oh MJ, Kim SY. Studies on the induction of available mutants of *takju* yeast by UV light irradiation (Part) - On the selection and Identification of the Mutants. J. Korean Agric. Chem. Soc. 18: 10-16 (1975)
18. So MH. Aptitudes for *takju* brewing of wheat flour-*nuluks* made with different mold species. Korean J. Food Nutr. 8: 6-12 (1995)
19. Kang KH, Noh BS, Seo JH, Hur WD. Food Analysis. Sungkyunkwan University Press. Seoul, Korea. pp. 109-110 (1998)
20. Yuda J. Volatile components from beer fermentation. J. Soc. Brew. 71: 818-830 (1976)
21. KFIA. Food Code. Korea Food Industry Association, Seoul, Korea. p. 330 (1989)
22. Hong HG. The effect on the composition of *takju* of addition of *nuruk* under varied conditions. MS thesis, Seoul Women's University, Seoul, Korea (1984)
23. Lee J. Studies on the qualities of *takju* with various *koji* strains. MS thesis, Seoul Women's University, Seoul (1982)
24. Song JY. Quality characteristics of *takju* made of glutinous rice or barley. MS thesis, Seoul Women's University, Seoul (1998)
25. Lee JS, Lee TS, Noh BS, Park SO. Quality characteristics of mash of *takju* prepared by different raw materials. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 330-336 (1996)