

효모에 따른 약주의 품질특성

2. 발효과정중 약주의 품질특성

신귀례 · 김병철 · 양지영[†] · 김용두*

부경대학교 식품생명공학부

*순천대학교 식품공학과

Characterization of *Yakju* Prepared with Yeasts from Fruits

2. Quality Characteristics of *Yakju* during Fermentation

Kwi-Rye Shin, Byung-Chul Kim, Ji-Young Yang[†] and Yong-Doo Kim*

Div. of Food Sci. & Biotechnology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

*Dept. of Food Science & Technology, Sunchon National University, Suncheon 540-742, Korea

Abstract

Quality characteristics of *yakju* prepared by different yeast strains such as *Saccharomyces cerevisiae* S-2, *Saccharomyces cerevisiae* S-6 and *Saccharomyces cerevisiae* IFO 1950 were investigated during fermentation. The pH in all kinds of *yakju* was gradually decreased until 6 days and then it was constant. In stage of fermentation, acidity of *yakju* made of *Saccharomyces cerevisiae* S-6 was higher than others. At the beginning stage of fermentation, ethanol contents were in the range of 0~2% increased to 9.5~11.5% after 10 days. *Yakju* made of *Saccharomyces cerevisiae* S-2 showed higher ethanol contents than others. Free sugars in *yakju* were found to be glucose and maltose. The contents of free sugars were decreased until 6 days and they were not detected. The content of ethanol in *yakju* showed the highest value at the 6th day and those of *yakju* A, B and C were 11.9, 9.5, 10.9%, respectively. Main organic acids in *yakju* were citric acid and lactic acid. The content of citric acid in *yakju* B was higher than others.

Key words: *yakju*, yeast strains, fermentation, free sugar, organic acid, ethanol

서 론

약주는 발효 및 숙성이 끝난 술독에 용수를 박고 떠낸 맑은 술을 말한다. 따라서 탁주의 제조과정과 거의 같으나 채주(採酒)과정에서 차이가 있다. 즉, 발효가 끝나면 용수를 술덧에 박아 맑은 술을 떠낸 것이 약주(청주)이며, 술덧을 체로 걸러서 비비면서 여과한 것이 탁주이다. 원래 약주는 약효가 있는 것이라고 인정되는 종류의 술이거나 처음부터 약재를 넣고 빚는 술을 뜻하는 것인데 맑은 술을 뜻하는 것으로 의미가 변천되고 술의 높임말로 쓰이게 되었다(1). 약주라는 명칭의 유래에 대해서는 몇 가지 설이 있는데 조선시대 때 가뭄으로 여러 번 금주령이 내리자 특권계급이 이를 어기는 핑계로 약주라는 말을 사용하였고 이 때부터 점잖은 사람들이 마시는 술은 모두 약주라고 부르게 되었다는 설과, 선조 때의 문신 서성(徐省)의 집에서 빚은 술이 유명하였는데 그의 호가 약봉(藥峰)이었고, 그가 사는 곳이 약현(藥峴: 지금의 중립동)이

어서 좋은 청주를 약주라 하게 되었다는 설이다(2).

탁·약주는 원래 찹쌀이나 쌀을 원료로 하고 우리나라 특유의 누룩을 발효제로 하여 자가제조되어 왔으나 일정(日政)때 임국법의 도입과 함께 기업형으로 바뀌면서 탁·약주 고유의 풍미는 많이 바뀌게 되었다. 탁·약주의 제법은 지방에 따라 약간의 차이가 있으나 현재는 일반적으로 원료→증자→냉각→입국제조→주모제조→1단 담금→2단 담금→숙성→제성의 단계로 제조하고 있다(3).

탁·약주는 누룩중의 미생물에 의한 효소작용으로 인한 원료성분이 분해되어 생성되는 유리당, 아미노산, 유기산 등의 맛성분과 효모에 의한 알코올 발효로 휘발성 향기성분이 생성되어 색과 함께 품질의 조화를 이루게 된다(4).

따라서 원료와 누룩을 달리하여 담금한 탁주의 품질 특성이나 휘발성 향기성분에 대한 연구는 이미 이루어져 있는 실정이다(4-7). 그러나 효모의 종류에 따른 약·탁주의 품질특성과 휘발성 향기성분에 관한 연구는 아직 보

[†]To whom all correspondence should be addressed

고된 바가 없다.

효모의 종류는 술덧의 발효경과, 알코올과 산의 생성, 향기의 유무등에 상당한 영향을 끼친다(8). 특히 김 등(9, 10)에 의하면 향기 생성력이 좋은 효모에 의해 술의 품질이 개선된다는 보고가 있는 바, 본 연구에서는 전보에 이어 과실에서 분리한 향기 생성능이 우수한 효모를 이용하여 제조한 약주의 품질특성을 조사하였다.

재료 및 방법

원료 및 균주

약주제조시에 사용한 원료와 균주는 전보와 동일한 것을 사용하였다. 즉 약주 제조용 원료미는 맵쌀을 시중에서 구입하여 사용하였으며, 양조 용수로는 순천시 가곡동 향림사 내의 샘물을 사용하였고, 양조 용기는 20L들이 유리병을 사용하였다. 입국제조시 사용한 곰팡이는 *Aspergillus kawachii* KCCM 32819를 한국미생물보존센터에서 분양받아 사용하였고, 주모제조를 위한 효모는 전보에서 분리한 *S. cerevisiae* S-2, S-6균주를 사용하였고, 대비 균주로 *Saccharomyces cerevisiae* IFO 1950을 사용하였다.

약주 제조

전보에서 언급한 방법대로 입국과 주모를 제조하여 약주를 제조하였다.

pH 및 산도 측정

발효개시 후 48시간 간격으로 10일 동안 일정량의 술덧을 취하여 cheese cloth로 여과하였다. pH는 여과액 20ml를 pH meter(410A, ORION Inc., USA)로 측정하였으며, 산도는 여과액 10ml를 비이커에 취하고 0.1% phenolphthalein지시약 수방울을 넣고 0.1N NaOH용액으로 적정하여 소비된 ml수를 산도로 나타냈다.

에탄올 측정

여과액 5ml를 취하여 10,000rpm에서 10분간 원심분리 후 상층액 1ml를 취하여 100ml 정용 플라스크로 정용한 후 1μl를 GC(5890, Hewlett Packed Inc., USA)에 주입하였다. 컬럼은 80/120 Carboxack B on 5% Carbowax 20M(3m×4mm)으로 컬럼 온도 60°C, 주입 온도는 250°C였고 60°C에서 195°C까지 분당 5°C 속도로 온도를 상승시켰다. 주입기와 검출기(FID)의 온도는 250°C이었고, carrier gas로는 N₂를 사용하였다. 에탄올의 함량은 외부 표준법으로 정량하였다.

유리당 분석

발효기간중의 유리당 분석은 여과액 5ml를 취하여

10,000rpm에서 30분간 원심분리시킨 후 상층액을 membrane filter(0.45μm)로 여과한 후 그 여액 20μl를 HPLC(244, Waters, USA)에 주입하여 분석하였다. 컬럼은 Sugar Pak을 사용하였고 검출기는 RI detector를 사용하였다. 컬럼 온도는 90°C였으며 이동상은 H₂O를 사용하였고 유속은 분당 0.5ml이었다.

유기산 분석

유기산 분석은 여과액 5ml를 100ml 정용 플라스크로 정용한 후 10,000rpm에서 30분간 원심분리시킨 후 상층액을 membrane filter(0.45μm)로 여과한 후 그 여액 20μl를 HPLC(244, Waters, USA)에 주입하여 분석하였다. 컬럼은 Shodex RSpak KC-811을 사용하였고 검출기는 RI detector를 사용하였다. 컬럼 온도는 40°C였으며 이동상은 0.1% H₃PO₄를 사용하였고 유속은 분당 0.8ml이었다.

결과 및 고찰

pH 및 산도

발효기간중 균주별 pH의 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 발효개시 2일에 *Saccharomyces cerevisiae* S-2를 사용하여 제조한 약주(이하 A약주)는 pH 5.0, *Saccharomyces cerevisiae* S-6균주에 의한 약주(이하 B약주)는 pH 4.0, *Saccharomyces cerevisiae* IFO 1950균주에 의한 약주(이하 C약주)는 pH 4.9였고, 발효 4일에는 각각 pH 3.8, 3.7, 3.9로 감소하였으며, 6일 후에는 pH 3.0, 3.2, 3.4로 감소폭을 나타내었다. 그러나 8일 후부터는 각각 pH 3.0, 2.9, 3.3으로 아무런 변화가 없었다. Chang과 Yu(11)는 시판 약주의 성분 분석에서 pH가 담금 초기부터 4일이

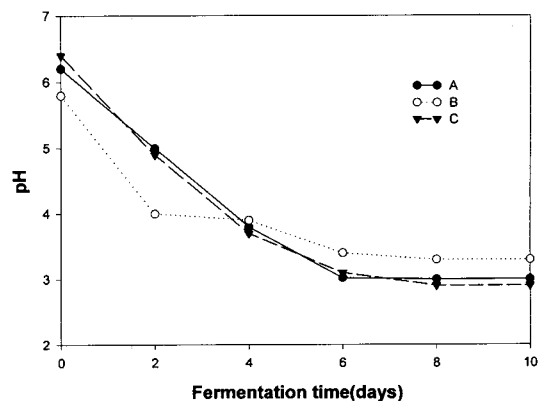


Fig. 1. Changes in pH of yakju during fermentation with three yeast strains.

A: Yakju was prepared with *Saccharomyces cerevisiae* S-2, B: Yakju was prepared with *Saccharomyces cerevisiae* S-6, C: Yakju was prepared with *Saccharomyces cerevisiae* IFO 1950

경과될 때까지 낮아지는 경향을 보였으며 숙성기간 중에 pH 4 이하로안정된 상태를 유지 한다고 보고하였는데, 본 실험의 결과에서도 비슷한 경향을 보였다. 발효기간 중 균주별 산도의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 발효 2일의 A약주는 1.9 (ml), B약주는 2.9(ml), C약주는 1.8(ml)을 보였던 것이 발효 8일째에는 각각 4.8, 8.7, 4.3(ml)로 A와 C약주는 완만한 증가를 보인 반면에 B약주는 상대적으로 급격한 변화를 보였다.

에탄올

발효기간중 균주별 에탄올의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. A약주의 발효기간중의 에탄올 생성능을 살펴보면 발효 2일부터 5.5%로 활발한 생성능을 보였고, 발효 4일과 6일에는 각각 9.9%와 11.9로 함량이 증가하였으며 8일 이후에는 약간 감소하는 듯한 경향을 보였다. B약주는 에탄올 생성능이 A와 C약주에 비해 월등히 낮은 것으로 나타났다. 8일째에 최대 생성량으로 9.5%를 나타내었는

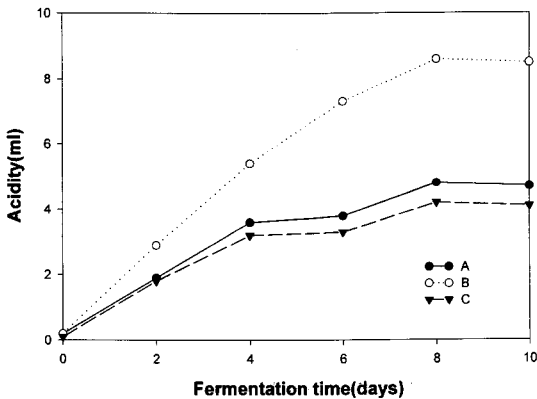


Fig. 2. Changes in acidity of yakju during fermentation with three yeast strains.

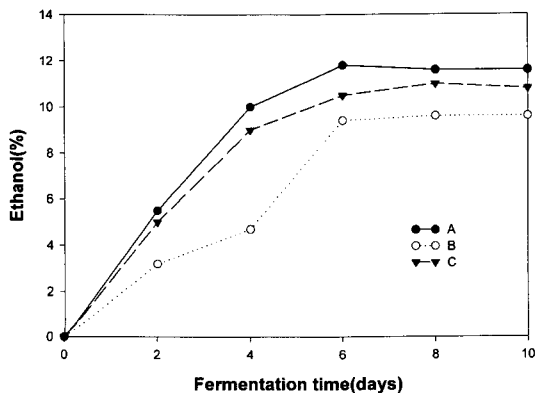


Fig. 3. Changes in ethanol of yakju during fermentation with three yeast strains.

데 이것은 A약주의 발효 4일째의 함량보다도 낮은 것으로 나타났다. C약주는 발효 2일에 5.0%로 활발한 생성능을 보였고 4일에는 9.0%, 6일에는 10.5%로 에탄올 함량이 증가하였으며 8일에는 10.9%로 최대 증가를 보였고, 이후에는 약간 감소하는 듯한 경향을 보였다. 발효 개시 6일 이후에 가장 높은 에탄올 함량을 보인 본 실험의 결과는 탁주 술덧 중의 에탄올 함량이 7일경에 최대치를 보인후 감소하였다는 홍(12)의 보고와 유사한 경향을 보였다. 이와 같은 결과로 볼 때 발효 6일 후에는 첨가된 당이 거의 분해되어 에탄올 발효가 종료된 것으로 보여지며, A약주의 균주가 B약주의 균주에 비해 에탄올 생성능이 높아 에탄올 생성능이 우수한 균주가 약주제조시에도 높은 에탄올 함량을 나타내는 것으로 볼 수 있다.

유리당

HPLC를 이용한 약주의 유리당 분석은 Table 1에 나타내었다. 유리당의 분석결과 검출된 유리당은 glucose와 maltose였으며, A약주와 C약주는 발효 4일부터 감소하는 경향을 보여 발효 8일 이후에는 거의 검출되지 않았으나, B약주의 경우에는 유리당의 검출량이 발효 2일부터 매우 높게 나타났다. A약주의 경우 발효 2일에 glucose가 6.3mg% 검출되었는데 발효 4일에는 2.9mg%로 약 50% 정도의 감소를 보였고, 발효 6일 이후에는 거의 미미한 양이 검출되었으며, maltose의 경우에도 발효 8일째에 거의 검출되지 않았다. B약주는 발효기간 전체에 걸쳐 유리당이 검출되었는데, 그 함량도 매우 높아 다른 약주에 비해 당의 발효가 늦다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 에탄올 발효에 있어서도 B약주가 다른 약주에 비해 에탄올 생성량이 떨어지는 것과 일치하며, 다른 약주에 비하여 pH와 산도가 높아서 발효가 늦어지는 것으로 추정된다. C약주는 glucose의 경우 발효 4일째부터 급격히 감소하는 경향을 보였으며, maltose는 발효 4일째까지는 검출되었으나 6일부터는 검출되지 않았고 전체적인 감소율이 A약주와 유사한 경향을 보였다.

유기산

HPLC를 이용한 약주의 유기산 분석 결과는 Table 2

Table 1. Free sugar contents in yakju during fermentation with different strains

Yakju	Free sugar (mg/100ml)	Fermentation time(days)				
		2	4	6	8	10
A	Glucose	6.3	2.9	1.3	- ¹⁾	-
	Maltose	5.7	1.4	0.9	-	-
B	Glucose	8.7	7.9	3.5	2.1	1.7
	Maltose	7.3	6.5	5.8	4.6	2.4
C	Glucose	6.0	2.2	1.9	1.5	-
	Maltose	5.0	1.0	-	-	-

¹⁾ - : Not detected

Table 2. Organic acid contents in *yakju* during fermentation with different strains

Yakju	Organic acid (mg/100ml)	Fermentation time(days)				
		2	4	6	8	10
A	Tartaric acid	- ¹⁾	-	-	-	-
	Citric acid	0.52	0.61	0.73	0.89	1.08
	Succinic acid	-	-	-	-	-
	Lactic acid	-	-	0.02	0.05	0.09
B	Tartaric acid	0.32	0.19	-	-	-
	Citric acid	0.47	0.61	0.77	0.89	1.32
	Succinic acid	-	-	-	-	-
	Lactic acid	-	0.25	0.39	0.56	0.74
C	Tartaric acid	-	-	-	-	-
	Citric acid	0.65	0.73	0.87	0.98	1.09
	Succinic acid	-	-	-	-	-
	Citric acid	0.24	0.35	0.41	0.50	0.54

¹⁾ - : Not detected

에 나타내었다. 각각의 약주에서 공통적으로 검출된 유기산은 citric acid와 lactic acid이고 tartaric acid는 B약주에서만 검출되었으며 succinic acid는 검출되지 않았다. A약주는 발효 2일부터 citric acid가 검출되어 점차적으로 증가하였으며, lactic acid는 발효 6일째에 검출되었다. B약주의 경우에는 tartaric acid가 발효 2일과 4일에 미량 검출되었으나 6일 이후에는 검출되지 않았다. 발효 2일부터 citric acid가 검출되어 점차적으로 증가하였으며, 다른 두 약주에 비해 가장 높은 함량을 보였고 lactic acid의 경우도 마찬가지로 다른 두 약주에 비해 높은 함량을 나타내었다. 이것은 Fig. 2의 B약주가 가장 높은 산도를 나타내는 결과와 일치하였다. C약주의 경우에는 A약주의 경우와 비슷하게 발효 2일부터 citric acid가 검출되어 점차적으로 증가하였으며, 그 함량은 A약주보다 높게 나타났고 lactic acid의 경우 발효 6일째에 검출된 A약주와는 달리 발효 2일째부터 점차적인 증가를 보였으나 그 함량은 B약주에 미치지 못했다. 본 실험의 약주에 함유된 유기산은 A약주, B약주, C약주 모두 지속적으로 증가하는 경향을 보였는데 이러한 결과는 Han 등(7)이 *Aspergillus kawachii*를 접종한 곡을 사용하였을 때 탁주속의 유기산 함량이 점차적으로 증가한다는 보고와 유사한 경향을 보였다.

요 약

전보에서 과실로부터 분리한 에탄올을 생성능과 향기 생성능이 우수한 2종의 균주(*Saccharomyces cerevisiae* S-2와 *Saccharomyces cerevisiae* S-6)와 *Saccharomyces cerevisiae* IFO 1950을 이용하여 약주 제조시 주모로 첨가하여 약주의 품질특성을 분석하고 효모가 약주의 품질

에 미치는 영향에 대하여 조사하였다. *Saccharomyces cerevisiae* S-2, *Saccharomyces cerevisiae* S-6과 *Saccharomyces cerevisiae* IFO 1950의 발효과정중 pH의 변화는 경시적으로 낮아지는 경향을 보였고, 발효 8일 후에는 S-2균주는 pH 3.0, S-6균주는 pH 2.9, IFO 1950은 pH 3.3으로 비슷한 경향을 나타내었다. 산도의 변화는 발효 개시후 완만한 증가를 보이다가 발효 8일 이후에는 S-2는 4.8ml, IFO 1950은 4.3ml를 나타내었다. 그러나 S-6균주는 8.7ml로 다른 균주에 비해 거의 두배정도 높은 산도를 나타내었다. 이것은 S-6의 citric acid와 lactic acid의 함량이 다른 두 균주에 비해 높은 함량을 나타낸 것에 원인을 찾을 수 있을 것이다. 세가지의 균주에서 발효된 약주에서는 공통적으로 glucose와 maltose가 검출되었고 S-6균주의 약주는 발효기간 전체에 걸쳐 유리당이 검출되어 다른 두 균주에 비해 발효능이 떨어진다는 것을 알 수 있었고, 이것은 에탄올 함량변화에서도 확인할 수 있었다.

문 헌

1. 윤숙자: 한국의 저장 발효음식. 신광출판사, p.185, 198(1997)
2. 정동효: 발효. 대광서림, p.67(1997)
3. 송형익, 신중엽: 현대발효공학. 지구문화사, pp.193-194 (1995)
4. Lee, J. S., Lee, T. S., Park, S. O. and Noh, B. S.: Flavor components in mash of *takju* prepared by different raw materials. *Korean J. Food. Sci. Technol.*, **28**, 316-323 (1996)
5. Lee, J. S., Lee, T. S., Noh, B. S. and Park, S. O.: Quality characteristics of mash of *takju* prepared by different raw materials. *Korean J. Food. Sci. Technol.*, **28**, 330-336(1996)
6. Han, E. H., Lee, T. S., Noh, B. S. and Lee, D. S.: Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using different *nuruks*. *Korean J. Food. Sci. Technol.*, **29**, 563-570(1997)
7. Han, E. H., Lee, T. S., Noh, B. S. and Lee, D. S.: Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. *Korean J. Food. Sci. Technol.*, **29**, 555-562(1997)
8. 배상면: 전통주 제조기술(탁주·약주편). 국순당부설효소연구소, p.104(1995)
9. 김용두, 강성구, 서재신: 진양주 개선에 관한 연구. 순천대학교농업과학연구소 제4보(1990)
10. 김용두, 강성구, 강성균: 진양주 개선에 관한 연구. 순천대학교농업과학연구소 제5보(1991)
11. Chang, K. J. and Yu, T. J.: Studies on the components of *sokokju* and commercial *yakju*. *Korean J. Food. Sci. Technol.*, **13**, 307-313(1981)
12. 홍혜경: 조건을 달리한 누룩의 첨가가 탁주의 성분에 미치는 영향. 서울여자대학교 석사학위논문(1981)

(1999년 5월 17일 접수)