

가수량을 달리하여 제조한 탁주의 품질특성

손홍석 · 박병대 · 고봉국 · 이철호*
고려대학교 생명과학대 와인연구소

Quality Characteristics of *Takju* Produced by Adding Different Amounts of Water

Hong-Seok Son, Byung-Dae Park, Bong-Kuk Ko, and Cherl-Ho Lee*

Wine Research Institute, School of Life Science and Biotechnology, Korea University

Abstract The effect of the amount of water added during fermentation on the quality of *takju* (rice beer) was investigated. *Takju* was made by adding water 2-fold (A), 4-fold (B), 5-fold (C), and 6-fold (D), respectively, of the rice weight (w/w). Although the amount of *takju* increased in proportion to the amount of water added before fermentation, the amounts of B, C, and D were 1.17-1.19 times larger than the amount in A, and the total acidities of B, C, and D were 1.34, 1.40 and 1.46 times higher than those in A after adjusting alcohol content to 6%(v/v). Moreover, the sensory preferences for B, C, and D were higher overall than those for A, which was suggested to be due to the amount of sweet, sour, and bitter tastes as well as body in A. Different types of *takju* could be made by changing the amount of water added before fermentation.

Keywords: *takju*, water, fermentation, alcohol

서 론

우리나라 전통주류인 탁주는 주로 찹쌀이나 멥쌀을 원료로 하고 누룩을 이용하여 용수와 함께 담금하여 만들어지는 발효주이다(1). 탁주는 과실주처럼 원료에 함유된 당분을 그대로 발효시키는 단발효주가 아니라 곡류 속 전분질을 당화 효소로 당화시켜 발효하는 복발효주이다(2). 더욱 세분하여 분류하면, 맥주처럼 당화와 발효의 공정이 구분이 되는 단행복발효주와는 달리 당화와 발효가 동시에 일어나는 병행복발효주로 분류할 수 있다. 전분질 원료는 누룩에 포함된 효소에 의하여 포도당으로 분해되고 동시에 분해된 당분은 효모가 이용하여 알코올로 전환시킨다.

탁주도 다른 술과 마찬가지로 원료에 따라 품질이 달라질 수 있으며, 탁주 제조를 위해 사용되는 4가지 원료는 멥쌀 등의 전분질 원료와 누룩, 효모, 용수이다. 지금까지의 탁주 연구는 4가지 탁주 원료 중에 주로 전분질 원료, 누룩, 효모에 집중되어 있었다. Kim 등(3)과 Kim과 Yi(4)는 팽화미분 첨가에 따른 탁주와 밀가루 탁주의 양조 중의 이화학적 변화와 관능 성질 변화를 분석하였고, Song 과 Park(5)은 무증자 발아현미를, Jung(6)과 Lee 등(7)은 여러 원료를 사용한 막걸리의 특징을 분석하였다. Lee와 Choi(8)와 Lee와 Han(9)은 *Aspergillus kawachii*와 *Aspergillus oryzae*를 이용하여 만든 누룩으로 탁주를 제조하여 휘발성 성분을 분석하였으며, Woo 등(10)은 누룩 종류에 따른 탁주의 품질

을 분석하였다. Lee 등(11,12)은 효모를 달리하여 양조한 탁주 술덧의 품질과 휘발성 향기 성분을 분석하였다.

이처럼 지금까지의 연구는 4가지 탁주 원료 중에 주로 전분질 원료, 누룩, 효모에 집중되어 있으며, 용수에 관련된 연구는 없었다. 하지만 용수 첨가 비율은 탁주의 알코올 농도를 결정할 수 있으며, 이는 품질에 절대적인 영향을 줄 수 있다. 대부분의 탁주 제조 회사에서는 건조된 쌀 무게 대비 2배 미만의 용수를 사용하여 알코올 농도가 높은 원주를 생산한 뒤에 다시 물을 첨가하여 알코올 농도를 낮추고 있다. 약주를 떠내고 남은 술지게미를 물로 희석하여 마시는 전통적인 탁주 제조 방식에 그 기원이 있을 것으로 추정된다. 본 연구에서는 용수의 사용 비율을 달리하여 탁주를 제조하였으며, 이화학적 분석과 관능 분석을 통하여 초기 용수의 사용량이 탁주의 품질에 미치는 영향을 연구하였다.

재료 및 방법

탁주 제조

멥쌀 1 kg을 5시간 동안 물에 침지한 후 물을 빼고 찌서 고두밥을 만든 뒤 개량누룩 20 g, 효모 8 g과 혼합하여 발효용기에 넣고 정제수를 각각 2, 4, 5, 6 L를 첨가한 후 골고루 저어 28°C에서 발효를 진행하였다. 탁주 제조를 위한 멥쌀은 경기도 추정현미를 9분도로 도정하여 사용하였고, 개량누룩과 효모는 (주)한국효소에서 구입한 bio누룩과 전통주 효모를 사용하였다. 샘플은 담금일을 0일로 기준으로 하여 0, 1, 2, 3, 5, 7일째 분석하였으며, 0일째 샘플은 담금 4시간 후에 채취하였다.

알코올

발효액의 알코올 함량은 술덧을 체로 걸러 시료 50 mL를 취하고 3차 증류수를 50 mL 첨가하여 80 mL 이상을 증류하였다. 증류 후 3차 증류수를 첨가하여 100 mL로 용량을 보정한 뒤 주정계

*Corresponding author: Cherl-Ho Lee, Wine Research Institute, School of Life Science and Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea
Tel: 82-2-929-2751
Fax: 82-2-927-5201
E-mail: chlee@korea.ac.kr
Received April 8, 2011; revised April 29, 2011;
accepted May 2, 2011

(Scale: 0-10; 10-20, Daekwang Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였으며 Gay-Lussac 표를 이용하여 15°C로 보정하여 %(v/v)으로 나타내었다(2).

가용성 고형분

술덧을 체로 거른 뒤 곧바로 디지털 굴절계(PR-32, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 °Bx를 측정하였으며, true °Bx는 알코올을 측정하기 위하여 증류한 뒤 증류되지 않고 남아있는 약 20 mL의 탁주에 3차 증류수를 첨가하여 100 mL로 보정하여 디지털 굴절계를 사용하여 측정하였다(13).

pH 및 총산도

pH의 측정은 pH meter(Orion 3 Star, Thermo Fisher Scientific Inc., Beverly, MA, USA)기를 이용하였으며, 총산도는 0.1 N NaOH로 적정하여 이 때의 소비된 NaOH 함량을 lactic acid(%로 환산하여 계산하였다(1).

관능평가

용수 사용량을 달리한 4종의 탁주는 담금일로부터 7일이 경과한 뒤 각각의 술덧을 체를 이용하여 술지게미와 분리하였으며, 얻어진 원주의 양을 측정하였다. 발효가 종료된 원주의 알코올 농도를 측정하였으며, 측정된 알코올 농도를 기준으로 최종 알코올 농도가 6%가 되도록 정제수를 첨가하였다. 알코올 농도가 같아진 각각의 샘플을 혼련된 16명의 패널들에게 관능평가를 실시하였다. 색, 단맛, 신맛, 쓴맛, 바디감, 향, 기호도를 9단계 평점법으로 평가하였다. 관능 검사 결과는 SPSS(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 일원배치분산분석(One-way ANOVA test)을 하고 Duncan's multiple range test를 이용하여 평균간의 다중비교를 실시하였다(9). 또한 SIMCA-P version 12.0 software(Umetrics, Umea, Sweden)를 사용하여 주성분 분석(Principal component analysis)을 실시하였다. 주성분 분석은 여러 변수들을 저차원 공간에서 해석하기 쉽게 위치시킴으로써 데이터의 분석을 용이하게 해주는 이점이 있다. 분석 모델의 신뢰도는 R_x^2 , Q^2 값으로 평가되었다. R_x^2 는 모델에 의하여 설명되는 데이터의 분산의 비율로서, 모델의 적합 정도를 나타내며 Q^2 는 각 모델에 의해 예측 가능한 분산에 대한 신뢰도를 나타낸다(14).

결과 및 고찰

발효 과정 중의 성분 분석

멥쌀의 건조 중량을 기준으로 용수를 2배(A), 4배(B), 5배(C), 6배(D) 사용하여 탁주를 제조하였다. 용수의 사용량을 달리하여 담금한 4가지 탁주의 발효 과정 동안 pH와 총산도의 변화를 Fig. 1, 2에 나타내었다. 담금 직후 탁주의 pH는 6-7 사이였지만, 담금 후 4시간이 경과한 뒤 모든 실험구에서 pH가 4.30-4.35 사이(0일째)로 낮아졌다. 담금 후 하루가 지난 뒤에는 pH가 3.20-3.33 사이로 낮아졌다가 발효가 진행되면서 pH는 꾸준히 상승하여 담금 후 7일이 경과하였을 때는 pH가 3.85-4.12 사이의 값을 보였다. 총산도는 담금 후 4시간이 경과하였을 때 0.21-0.27%의 값을 보였고(0일째), 담금 7일째는 0.26-0.45%의 총산도를 나타내었다. 담금 후 1, 2일째에 pH가 낮아지고 총산도가 높아진 이유는 활발한 발효로 인해 탁주 속에 녹아 있는 탄산가스가 pH에 영향을 준 것으로 보인다. 발효 기간 동안 용수의 사용량이 증가할수록 총산도가 낮아지는 것은 당연하지만, pH가 낮아지는 것은 흥미롭다. 즉 용수를 초기에 많이 사용하더라도, pH는 빠르게 낮아

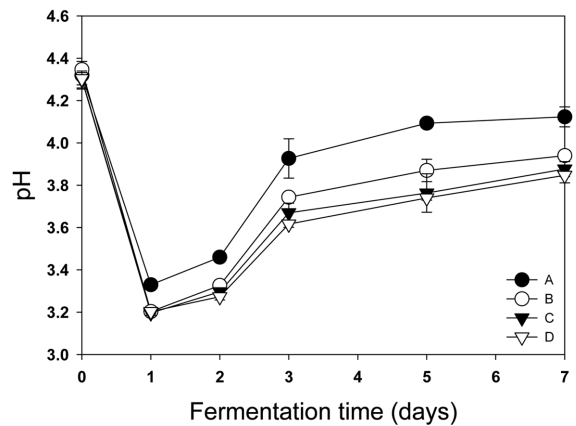


Fig. 1. Changes in pH of *takju* during fermentation. *Takju* was made by using 2-fold (A), 4-fold (B), 5-fold (C) and 6-fold (D) of water to rice, respectively.

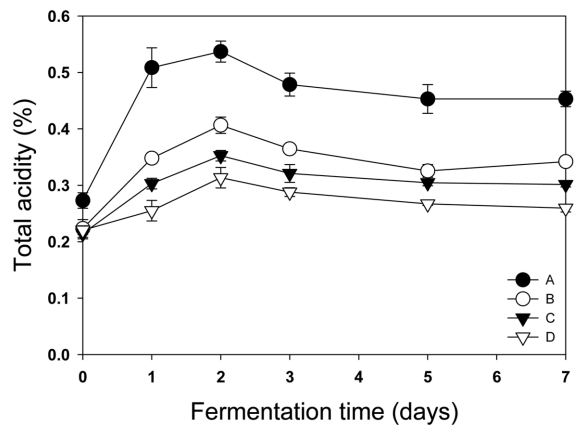


Fig. 2. Changes in total acidities of *takju* during fermentation. Symbols are referred to Fig. 1.

지므로 미생물적인 안정성을 확보할 수 있다. 또한 Fig. 2를 보면 용수의 사용량이 증가할수록 유기산의 함량은 감소하지만, 감소되는 비율은 적어진다. 즉 용수를 원료 쌀의 2배를 사용한 탁주(A, 대조구)에 비해 용수를 4배 사용한 탁주(B)가 유기산의 비율이 절반으로 줄어들 것 같지만, 실제로는 0.45%와 0.34%로 대조구의 7월에 해당하는 유기산 함량을 보인다. 사용된 용수의 양은 2배이지만 유기산의 양은 0.7배 포함되어 있으므로 제성 시물을 첨가하여 동일한 알코올 농도로 맞추게 되면, 더 많은 유기산을 포함하게 된다.

발효 기간 동안의 알코올의 함량 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 담금 후 2일째 이미 최종 알코올 함량의 80% 이상의 알코올이 생성되었다. 이는 발효 온도가 높았기 때문으로 생각된다(28°C). 최종 알코올의 함량은 6.1-15.5%의 측정값을 보였다. 용수의 첨가가 많아질수록 알코올의 함량이 낮아지는 것은 당연한 원리지만, 용수가 사용된 양에 비하면 예상보다 더 높은 최종 알코올의 함량을 나타내었다.

Fig. 4는 발효 기간 동안 술덧을 체로 걸러 굴절계로 곧바로 측정된 값을 나타낸 것이고(°Bx), Fig. 5는 발효액의 알코올을 증류하여 °Bx에 영향을 줄 수 있는 오차를 제거한 가용성 고형분의 함량을 보여주고 있다(True °Bx). 굴절계는 발효가 시작되어 알코올이 생기기 전까지는 오차가 없지만, 발효가 진행되어 알코올이 생기면 굴절계에 영향을 주어 원래의 값보다 더 높은 값을

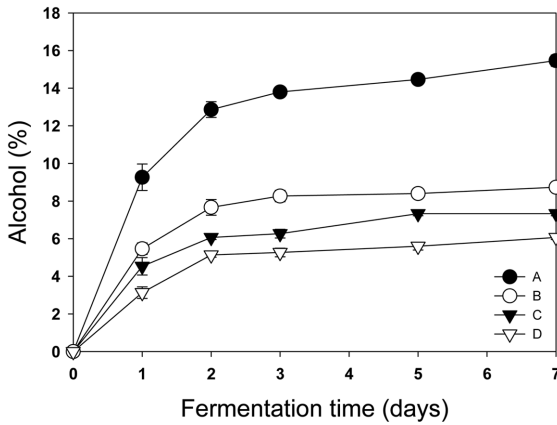


Fig. 3. Changes in alcohol contents of *takju* during fermentation. Symbols are referred to Fig. 1.

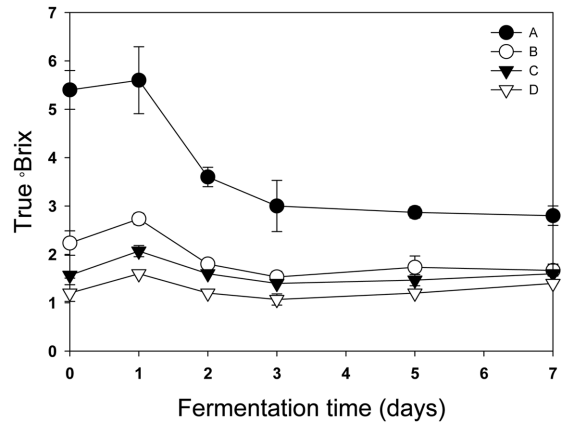


Fig. 5. Changes in true °Brix of *takju* during fermentation. Symbols are referred to Fig. 1.

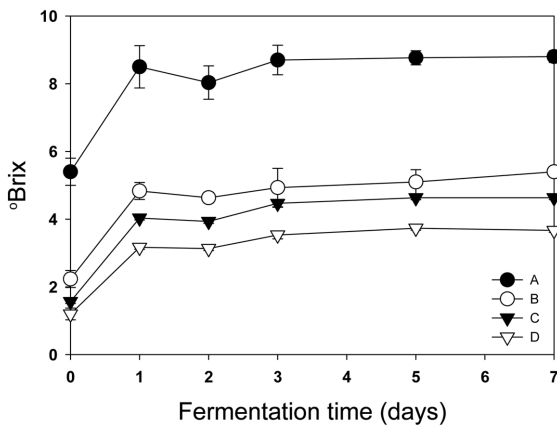


Fig. 4. Changes in °Brix of *takju* during fermentation. Symbols are referred to Fig. 1.

보이게 된다(15). Fig 4를 보면 발효가 진행될수록 가용성 고형분의 함량이 높아진 것 같지만 실제로는 가용성 고형분의 함량은 낮아졌다(Fig. 5). 가용성 고형분은 대부분 전분이 분해된 포도당이나 맥아당이며 담금 후 4시간이 경과하였을 때(0일째), 이미 상당한 당화가 진행되었다. 탁주는 당화와 발효가 동시에 진행되는 병행발효주이기 때문에 어느 시점까지 당화가 진행되었는지 명확하게 알 수는 없다. 하지만 담금 2일째부터 True °Bx가 줄어드는 것으로 보아서는 2일째부터는 당화에 의하여 만들어지는 당분보다는 효모에 의하여 소모되는 당분의 속도가 더 빠르다는 것을 알 수 있다. 담금 3일째부터는 True °Bx가 거의 변함 없으며 알코올의 농도도 거의 변함이 없다. 이는 남아있는 대부분의 고형분은 비발효성 당이며 그 외 유기산, 아미노산, 지방산 등으로 추정된다. 담금 7일째를 기준으로 True °Bx를 살펴

보면 A가 2.8°Bx의 값을 보이고 B, C, D는 1.4-1.7°Bx 로 거의 차이가 없다. 이는 첨가된 쌀의 함량이 같지만 용수의 사용량에 따라 당화와 발효의 효율이 달라져 용수가 많을수록 유기산을 비롯한 고형분의 함량이 증가했기 때문으로 추정된다.

원성된 탁주의 분석

Table 1은 담금일로부터 7일이 경과하여 발효가 종료된 탁주를 채취하여 거른 뒤, 최종 알코올 함량과 최종 부피, 총산도, 총 가용성 고형분의 함량을 보여주고 있다. 최종 탁주의 부피를 계산하기 위해 고두발을 만들고 난 뒤 첨가된 수분 함량은 제외하였고(300 mL), 샘플 채취량(325 mL)은 보정해 주었다. 각 막걸리의 최종량을 보면 쌀:물의 비율을 1:2로 한 대조구는 1615 mL 이고, 물을 4배 사용한 실험구는 3365 mL로 2.08배의 부피 차이를 보인다. 물을 5, 6배 사용한 실험구(C, D)는 2배 사용한 대조구에 비해 각각 2.46, 2.99배의 부피 차이로 실제 초기 물의 사용량과 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 알코올의 함량은 예상과 다른 모습을 나타내었다. 물을 원료 쌀의 2배 첨가한 대조구는 발효 후 알코올 함량이 15.5%로, 물을 4배 사용한 실험구(B)의 알코올의 함량 8.7%와 비교하면 2배에 미치지 못하였다. 총산도와 총 고형분 함량에서도 비슷한 경향성을 나타내었다. 즉, 용수의 사용량이 대조구의 2배가 되었다고 해서 알코올의 함량과 총산도, 총 고형분 함량이 절반이 되지는 않았다.

알코올 농도의 조정

실제 탁주 제조 과정에서는 최종 알코올의 함량이 중요한 의미를 갖는다. 발효가 끝난 원주를 물로 희석하여 원하는 알코올 농도로 맞출 때 최종 알코올 농도를 낮게 할수록, 제성 시 물을 많이 첨가하게 되고 그만큼 생산비가 낮아지게 된다. 현재 시중에서 유통되는 대부분의 탁주는 알코올의 함량 6-7%를 최종 알

Table 1. Final volume, alcohol, total acidity and total soluble solids of *takju* after fermentation

Experimental group ¹⁾	Final volume (mL)	Ratio	Alcohol (%)	Total acidity ²⁾ (%)	Total soluble solids (°Bx)
A	1615±89	1.00	15.5±0.3	0.45±0.01	2.8±0.2
B	3365±145	2.08	8.7±0.2	0.34±0.01	1.7±0.1
C	3972±55	2.46	7.3±0.1	0.30±0.00	1.6±0.2
D	4828±21	2.99	6.1±0.1	0.26±0.01	1.4±0.0

¹⁾Refer to footnote of Fig. 1.

²⁾Total acidity was expressed as lactic acid.

Table 2. Final volume, total acidity and total soluble solids of *takju* after alcohol adjustment

Experimental group ¹⁾	Final volume (mL)	Ratio	Total acidity ²⁾ (%)	Ratio	Total soluble solids (°Bx)	Ratio
A	4163±168 ^{a3)}	1.00	0.18±0.01 ^a	1.00	1.1±0.1 ^a	1.00
B	4898±112 ^b	1.18	0.23±0.01 ^b	1.34	1.1±0.1 ^{ab}	1.06
C	4854±12 ^b	1.17	0.25±0.00 ^{bc}	1.40	1.3±0.2 ^{ab}	1.21
D	4882±101 ^b	1.17	0.26±0.01 ^c	1.46	1.4±0.0 ^b	1.28

¹⁾Refer to footnote of Fig. 1.

²⁾Total acidity was expressed as lactic acid.

³⁾Duncan's multiple range test ($p=0.01$). Different letter means significant difference between samples.

코올 농도로 하고 있다. Table 2는 발효가 종료된 각 실험구의 원주를 최종 알코올 함량이 6%가 되도록 물을 첨가하였을 때의 최종 부피, 총산도, 총 고형분 함량을 보여주고 있다. 최종 알코올의 함량이 6%가 되도록 탁주를 물로 희석하였을 때, 대조구(A)에 비하여 B, C, D 실험구에서 탁주의 최종량이 1.17-1.18배 많은 양을 얻어낼 수 있었다. 이는 똑 같은 원료(고두밥, 누룩, 효모)를 가지고도 초기 물의 첨가량에 따라 최종적으로 얻어내는 탁주의 양이 다를 수 있음을 보여준다. 산업, 경제적인 측면에서 보면, 최종량을 늘림으로써 생산비를 절감할 수 있음을 보여준다. 완성된 탁주의 최종 산도도 대조구(A)에 비하여 B, C, D 실험구의 총산도가 1.34-1.46배 높았으며, 초기 용수 사용량이 많아 질수록 더 높은 총산도를 보였다. 탁주 제조업자들은 최종 완성된 탁주의 산도를 높이기 위해 구연산이나 젖산을 첨가하기도 한다. 본 실험에서는 단순히 초기 용수 사용량을 달리하는 것 만으로도 총산도를 높일 수 있었으며, 이는 첨가물을 첨가하지 않고도 원하는 더 높은 산도를 얻을 수 있음을 의미한다.

초기 용수의 양을 증가시켜 더 높은 알코올과 총산도, 수율을 얻어낼 수 있다는 사실은 흥미롭다. 용수를 2배 첨가한 대조구에서 알코올과 총산도, 수율이 낮은 이유는 당화속도 당화효율의 차이 때문이라고 추정된다. 용수를 2배 첨가한 대조구는 전분이 조금만 당화되어도 물의 양이 적기 때문에 당분의 농도가 급격히 증가하고 이는 당화 속도에 영향을 준다. 바이오 에탄올을 생산할 때에도 당화 속도를 증가시키기 위하여, 당화와 발효를 따로 분리하는 분리당화발효(Separate Hydrolysis and Fermentation, SHF)를 하지 않고 동시당화발효 공정(Simultaneous Saccharification and Fermentation, SSF)을 이용한다(16). 동시당화발효 공정에서는 당화과정에서 포도당이 생성되자마자 효모가 발효과정을 통해 포도당을 바로 제거하기 때문에 반응기 내에서 포도당의 축적을 최소화하고 효소의 가수분해 반응을 향상시킨다(17). 또한 초기에 탁주를 만들 때 원료(고두밥, 누룩, 효모, 물)를 혼합한 뒤에 관찰해보면, 용수를 2배 첨가한 대조구는 원료가 물에 풀리기 보다는 물을 흡수하여 혼합하기 어렵다. 반면 물의 사용량이 원료 찻의 4배 이상이 되면 원료가 물에 잘 풀리므로 효율적으로 당화 작업이 진행된다. 당화 속도와 효율의 차이는 결국 최종 알코올의 함량의 변화를 주고 이는 수율과도 관련된다. 용수를 2배 첨가한 대조구의 알코올과 유기산의 농도가 낮고, 최종 얻어지는 탁주의 수율이 낮은 이유는 찻 속에 있는 전분을 완전하게 당화하지 못하였기 때문이라고 생각된다. 효율적으로 기질-효소 반응이 일어나고 당화 속도를 증가시키기 위해서는 초기에 충분한 용수의 공급이 유리하다고 사료된다.

관능평가

용수량을 달리하여 제조된 원주를 여과한 뒤, 정제수를 첨가하여 알코올 농도를 6%로 조정된 뒤 관능적 기호도를 조사한 결

Table 3. Sensory evaluation of *takju* made by using different water ratio

Sensory characteristics	A ¹⁾	B	C	D
Color	2.7±0.9 ^{b2)}	3.8±1.0 ^a	4.1±0.9 ^a	4.4±0.9 ^a
Sweet	2.6±1.2 ^b	3.3±1.1 ^{ab}	3.1±1.1 ^{ab}	3.5±1.1 ^a
Bitter	2.8±1.3 ^b	3.6±1.3 ^{ab}	4.0±1.1 ^a	4.4±1.4 ^a
Sour	2.8±1.2 ^c	4.4±1.1 ^b	4.9±0.9 ^{ab}	5.1±1.0 ^a
Body	2.6±1.0 ^c	3.5±0.6 ^b	4.0±0.8 ^{ab}	4.6±1.2 ^a
Odor	3.4±1.2 ^b	3.8±0.9 ^{ab}	4.1±0.7 ^a	4.3±0.8 ^a
Overall acceptability	3.1±1.3 ^b	3.9±0.8 ^a	4.1±1.0 ^a	3.9±1.5 ^a

¹⁾Refer to footnote of Fig. 1.

²⁾Duncan's multiple range test ($p=0.05$). Different letter means significant difference between samples.

과는 Table 3과 같다. 색상은 대조구(A)보다는 실험구 B, C, D에서 유의적으로 높았으며, 용수 첨가량이 많아질수록 더 높은 값을 보였다. 단맛, 쓴맛, 신맛, 바디감, 향에서도 대조구보다는 실험구 B, C, D에서 더 높은 값을 보였으며, 초기 용수 첨가량이 많은 실험구일수록 더 높은 값을 보였다.

관능평가 결과를 시각화하고 잠재적인 변수를 알기 위해 주성분 분석(Principal component analysis)을 실시하였다. Fig. 6은 관능평가 결과에 대한 주성분 분석을 실시한 score plot과 loading plot을 보여주고 있다. PCA score plot에서 R_x^2 는 0.92이며 Q^2 은 0.764로 높은 모델의 적합도를 보여준다. 제 2축까지 고려한 저차원 공간에 각 실험구들을 주성분1(PC1)과 주성분2(PC2)에 따라 좌표평면에 위치시키고(Fig. 6A) 7개 측정 변수들을 위치시켰다(Fig. 6B). 주성분 1을 기준으로 대조구(A)는 좌측에 위치하고 있고 C, D는 우측에 위치하고 있다. Loading plot 상에 대부분의 측정 변수들이 주성분 1을 기준으로 우측에 위치하므로 C, D가 A보다 전체적으로 대부분의 관능 결과에서 높은 값을 보이는 것을 시각적으로 확인할 수 있다.

전체적인 기호도에서도 대조구보다 실험구 B, C, D에서 더 좋은 점수를 나타내었다. 이는 상대적으로 대조구가 단맛, 쓴맛, 신맛, 바디감, 향, 색이 전체적으로 부족하기 때문으로 생각된다. 대조구는 B, C, D와 알코올 농도는 같지만, 알코올 농도를 맞추기 위해 후에 물을 많이 첨가하였기 때문에 전체적으로 다른 많은 성분들이 희석되었을 것으로 생각된다. 결국 감미료를 첨가하지 않은 상태에서는, 초기 용수의 사용량이 많을수록 기호도가 우수하기 때문에 감미료를 첨가하지 않은 탁주를 개발하기 위해서는 초기 용수량을 지금보다 늘릴 필요가 있다.

기존의 탁주 제조 방법은 알코올 농도를 높게 하여 미생물적인 안정성을 확보하여 안정적으로 양조를 하고, 발효탱크의 용적을 줄여들게 할 수 있는 장점이 있다. 반면 발효가 끝난 원주에

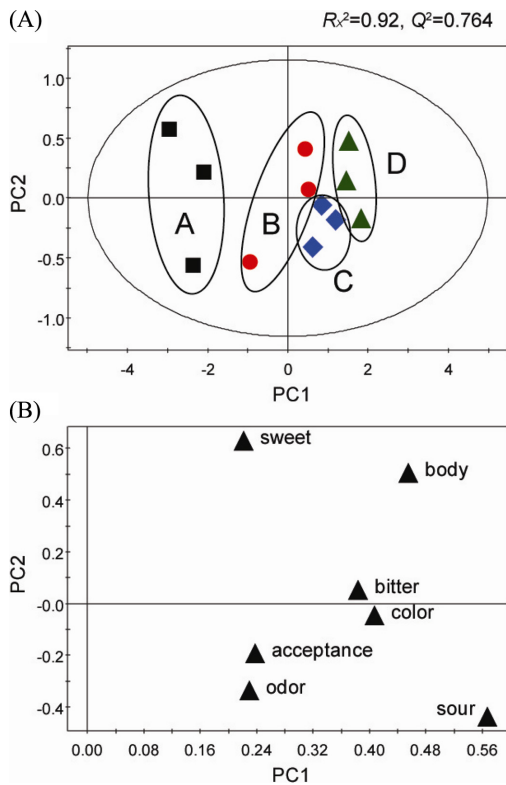


Fig. 6. PCA score plot (A) and scatter loading plot (B) derived from the sensory evaluation of *takju* using different water ratio. Symbols are referred to Fig. 1.

물을 첨가하여 희석하므로 맛이 상대적으로 가벼워져서 아스파탐 등의 감미료나 구연산 등의 유기산을 첨가하는 제성 작업을 해야만 하는 문제점을 가져왔다. 지금의 탁주 맛의 차이가 제성 비율에 있다고 해도 과언이 아닐 만큼 완성된 탁주에 어떤 첨가물을 첨가하느냐가 절대적으로 탁주의 맛을 좌우한다. 현재 탁주 제조 회사들은 제품 개선에 관한 연구보다는 기존의 방법을 선호하여 대부분 일률적인 방법으로 탁주를 생산하고 있다. 전 세계적인 추세로 보면 최종적으로 감미료를 첨가하는 방법은 고급 술을 만들 수 있는 방법이 아니다. 탁주의 품질을 향상시키기 위해서는 첨가물을 첨가하지 않는 방법으로 공정을 개선할 필요가 있으며, 초기 용수 사용량의 조절은 이러한 문제를 해결할 수 있는 하나의 방법이 될 수 있다고 생각한다. 하지만 초기 용수의 사용량을 늘린 탁주가 기호성과 수율의 측면에서는 좋았다고 하더라도, 산업체에서 대량 생산할 경우에는 탁주 생산에 요구되는 에너지의 측면도 고려하여야 하므로 이에 대한 추가 연구가 필요하다고 사료된다.

요 약

본 연구에서는 용수 사용량에 따른 탁주의 특성을 비교 분석하였다. 원료 쌀의 중량을 기준으로 용수의 사용량을 2배(A), 4배(B), 5배(C), 6배(D)로 달리하여 탁주를 담금하였다. 초기 용수의 양에 비례하여 완성된 탁주의 양은 증가하였지만, 최종 알코올 농도를 6%(v/v)로 조정하면 얻어지는 탁주의 양이 대조구에 비하여 실험구에서 1.17-1.18배의 수율을 나타내었으며, 총산도는 1.34배(B), 1.40배(C), 1.46배(D)배 높았다. 이는 기존의 방법대로 용수를 적게 사용하여 발효하고 후에 가수를 하는 것보다, 초기에

용수를 대량 사용하는 것이 더 많은 알코올과 유기산을 생성할 수 있다는 것을 보여준다. 또한 관능평가에서도 용수를 많이 사용한 실험구가 전체적인 기호도에서 대조구보다 우수하였으며, 이는 대조구가 단맛, 신맛, 쓴맛, 바디감 등이 약하기 때문으로 추정된다. 본 연구를 통해 탁주 발효 시 용수의 사용량만 가지고도 다른 종류의 탁주를 제조할 수 있음이 확인되었다. 목적하는 탁주의 성질에 따라 용수 첨가량을 달리할 필요가 있으며, 이를 이용하여 감미료를 첨가하지 않고도 높은 품질의 탁주를 제조할 수 있는 가능성을 제시하였다.

문 헌

- Lee CH. Fermentation Technology in Korea. Korea University Press, Seoul, Korea. pp. 44-69 (2001)
- Rhee SJ, Lee CYJ, Kim KK, Lee CH. Comparison of the traditional (*samhaeju*) and industrial (*chongju*) rice wine brewing in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 12: 242-247 (2003)
- Kim JY, Sung KY, Bae HW, Yi YH. pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol, and organoleptic characteristics of puffed rice powder added *takju* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 266-271 (2007)
- Kim JY, Yi YH. pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol, and organoleptic characteristics of puffed rice powder added wheat flour *takju* during fermentation. Food Eng. Prog. 12: 71-77 (2008)
- Song JC, Park HJ. *Takju* brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 847-854 (2003)
- 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)
- 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 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)
- Lee, TS, Han EH. Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using *Aspergillus oryzae nuruks*. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 366-372 (2001)
- Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ. Quality characteristics of brown rice *takju* by different *nuruks*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 301-307 (2010)
- Lee HS, Lee TS, Noh BS. Volatile flavor components in the mashes of *takju* prepared using different yeasts. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 593-599 (2007)
- Lee HS, Park CS, Choi JY. Quality characteristics of the mashes of *takju* prepared using different yeasts. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 56-62 (2010)
- Son HS, Hong YS, Park WM, Yu MA, Lee CH. A novel approach for estimating sugar and alcohol concentrations in wines using refractometer and hydrometer. J. Food Sci. 74: C106-C111 (2009)
- Holmes E, Loo RL, Stamler J, Bictash M, Yap IKS, Chan Q, Ebbels T, De Iorio M, Brown IJ, Veselkov KA, Daviglus ML, Kesteloot H, Ueshima H, Zhao L, Nicholson JK, Elliott P. Human metabolic phenotype diversity and its association with diet and blood pressure. Nature 453: 396-400 (2008)
- Rogerson F, Symington C. A method for the estimation of alcohol in fortified wines using hydrometer Baume and refractometer Brix. Am. J. Enol. Viticult. 57: 486-490 (2006)
- Gupta R, Sharma KK, Kuhad RC. Separate hydrolysis and fermentation (SHF) of *Prosopis juliflora*, a woody substrate, for the production of cellulosic ethanol by *Saccharomyces cerevisiae* and *Pichia stipitis*-NCIM 3498. Bioresource Technol. 100: 1214-1220 (2009)
- Na JB, Kim JS. The optimum condition of SSF to ethanol production from starch biomass. Korean Chem. Eng. Res. 46: 858-862 (2008)