

하향주의 발효 및 기능적 특성

박치덕 · 정희경 · 김대익 · 이인선 · 홍주헌[†]

대구신기술사업단 바이오산업지원센터

Fermentation and Functional Properties of Korean Traditional Liquor, Hahyangju

Chi-Duck Park, Hee-Kyoung Jung, Dae-Ik Kim, In-Seon Lee and Joo-Heon Hong[†]

Bio Industry Center, Daegu New Technology Agency, Daegu 704-230, Korea

Abstract

This research was worked out to investigate fermentation and functional properties of Hahyangju. Hahyangju was brewed by traditional method and the changes in chemical component and microorganisms in wine mash were evaluated during brewing. In the course of the first mash brewing, the yeast cell number was the highest after 6 days fermentation, and contained 11% alcohol, 0.82% total acidity and 0.53% amino acidity. The final product of Hahyangju contained 19.2% alcohol, 0.32% reducing sugar, 0.46% total acidity and 0.24% amino acidity. The major organic acid was lactic acid containing 680.04 mg/100 mL. The total phenolic compound contents and electron donating ability of Hahyangju were 263.16 ppm and 93.08%, respectively. Nitrate scavenging effect was measured at various pH (1.2, 3.0, 4.2, 6.0); the highest effect was at pH 1.2 as 90.26%. Angiotensin converting enzyme (ACE) inhibition activity and fibrinolytic activity of Hahyangju were 87.5% and 19.1 unit, respectively.

Key words: Hahyangju, Korean traditional liquor, fermentation, functional properties

서 론

약·탁주는 우리나라 술 가운데서 가장 역사가 오래된 전통주로 삼국시대 이전부터 양조법이 발달되었으며, 전성기 때는 그 기술이 다른 나라에 전해지기도 하였다. 그리고 각 지역별 또는 가문마다 술을 빚어 어느 나라보다 다양한 술이 존재하였다. 그러나 일제의 민족문화 말살정책의 일환으로 자가 양조를 금지하여 대부분의 전통주가 전승되지 못하고 단절되었다(1). 최근 국민들의 건강에 대한 관심과 웰빙 문화의 부각으로 국내주류시장에서 전통주의 소비가 다시 증가되고 있는 추세이다(2). 이에 전통주 제조업체들의 시장 진출은 증가되고 있으나 아직 전통주에 대한 소비자들의 인지도는 극히 부족하며 전통주 발효기술의 발전도 미진하여 상품화를 성공한 예는 드문 실정이다(1).

1994년 G-7 project가 수행되면서 전통누룩과 민속주에 대한 연구가 진행되면서 누룩의 개량과 민속주 발효에 대한 연구가 활발하게 진행되기 시작하였다. Kim 등(3)은 한국전통 누룩에서 분리된 곰팡이의 효소학적 특성을 검토한 바 있고, Yu 등(4)은 제주도 민속주인 좁쌀주의 양조특성을 조사하였으며, Shin 등(5,6)은 효모를 분리하여 효모에 따른

약주의 품질특성에 대해 보고한 바 있다.

우리나라 전통주 중 대구지역 무형문화재 제11호인 하향주는 들국화, 인동초, 약쑥, 찹쌀, 누룩 등을 사용하여 자연발효를 통해 빚어낸 술이다. 연꽃향기가 난다하여 예로부터 전하여온 이름인 하향주는 달성군 유가면 음동일대에서 빚은 술이라 하여 유가주(瑜加酒), 음동주(陰洞酒)라 불려오고 있으며, 숙성기간이 길어 백일주(百日酒)로 불려지기도 한다. 현재 하향주는 소규모의 가양주 형태로 제조되고 있어 발효관리가 제대로 이루어지지 못하고 있는 실정이며 매년 담금마다 발효양상의 편차가 크게 나타나고 있다. 하향주는 이양주로서 밀술과 덧술로 이루어지는데 밀술은 효모를 확대 배양하는 과정으로 밀술에서 충분한 효모가 배양되지 못하면 정상적인 덧술 발효가 진행될 수 없으므로 전통주 제조에서 밀술의 관리는 일정한 주질을 유지하기 위한 가장 기본적인 요소라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 하향주 누룩으로부터 양조학적으로 우수한 효모를 분리, 동정하고 분리된 효모를 이용하여 양조학적 특성을 비교, 분석한 전보(7)에 이어서 전통적인 주조법에 따라 제조된 하향주의 발효특성을 분석하였으며, 100일간 숙성시킨 하향주의 기능적 특성을 조사하였다.

[†]Corresponding author. E-mail: betabio@empal.com
Phone: 82-53-602-1889, Fax: 82-53-602-1898

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 찹쌀은 대구광역시 달성군 유가면 음동 지역에서 2005년에 생산된 것을 이용하였으며, 누룩은 하향주의 기술전수자가 직접 제조한 것을 사용하였다.

하향주 제조

본 연구를 위한 하향주 제조의 재료 조성은 전통적으로 내려오는 하향주 제조법대로 다음과 같이 제조하였다. 우선 찹쌀 8 kg을 물에 약 2시간가량 침지시키고 물을 뺀 후, 광목으로 싸서 증기로 약 1시간가량 증자하고 방냉하여 충분히 식힌다. 분쇄한 누룩 5 kg을 물 12 L에 침지시켜 누룩 침출액을 준비하고 충분히 식은 증미를 누룩 당화액에 혼합하여 전통 옹기에서 9일간 발효시켜 밀술을 제조하였다. 덧술은 밀술 담금과 동일한 방법으로 찹쌀 80 kg을 증자한 후 누룩 5 kg과 정제수 78 L 그리고 첨가되는 약재인 들국화, 인동초, 약썩 300 g을 1:1:1로 혼합한 후 물 20 L로 열수 추출한 추출액을 밀술에 혼합하여 전통 옹기에서 100일 동안 발효시킨 후 시료를 채취하여 분석용 시료로 사용하였다.

밀술 발효과정 중 효모 및 젖산균의 변화

밀술 발효시 효모와 젖산균수를 조사하기 위해 밀술 담금 후 매일 시료를 취하여 멸균증류수에 현탁하고 10배씩 희석하였다. 효모수 측정은 10% 주석산으로 pH 3.5로 조정된 PDA배지에 현탁액 100 µL를 접종하여 도말하였으며, 젖산균은 0.02% bromocresol purple을 포함하는 Lactobacilli MRS배지에 현탁액 100 µL를 접종하여 도말한 후 28°C에서 2일간 배양한 다음 형성되는 colony를 계수하였다(8).

밀술 발효과정 중 이화학적 특성

밀술 발효과정 중 이화학적 특성은 술덧을 3겹의 gauze로 여과하고 그 여액을 이용하여 pH, 산도, 아미노산도 및 알코

올 함량을 국제청 주류분석방법(9)에 따라 측정하였다. 즉 pH는 pH meter(Mettler Toledo, Swiss)로 분석하였고, 산도는 0.1 N NaOH로 중화 적정하여 소비된 0.1 N NaOH의 mL수로 나타내었으며, 아미노산도는 formol 적정법으로 측정하였다. 알코올 함량은 술덧 100 mL를 증류하여 주정계를 이용한 부침법으로 측정한 후 온도 15°C로 보정하여 에탄올 함량으로 나타내었다. 환원당 함량은 DNS법(10)으로 측정하였으며 표준당으로 포도당을 사용하여 환원당량으로 환산하였다.

덧술의 이화학적 특성

원료된 밀술에 누룩 5 kg, 찹쌀 80 kg, 물 78 L 그리고 약재 추출물 20 L를 첨가하여 덧술을 담고 100일간 발효시켰으며 발효 완료 후 pH, 산도, 환원당, 알코올함량, 아미노산도를 분석하였다. 또한, 유기산과 아미노산 함량 분석은 하향주를 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후, 0.45 µm membrane filter로 여과하여 Table 1과 같은 조건에서 분석하였다.

기능적 특성

시료준비: 생리기능성 측정을 위하여 덧술 발효가 완료된 하향주 100 mL를 10,000 rpm으로 4°C에서 10분간 원심분리한 다음 회수한 상등액을 0.45 µm membrane filter로 여과하고 evaporator(N-1000SW, EYELA, Japan)로 40°C에서 30 mL까지 감압농축한 후 다시 증류수를 가해 100 mL로 정용하여 시료로 사용하였다.

총 폴리페놀함량 측정: 총 폴리페놀함량은 Folin-Denis 법(11)으로 측정하였다. 즉 시료 0.5 mL에 2 N Folin-Ciocalteu reagent 0.1 mL를 가하고 잘 혼합한 후 8.4 mL의 증류수를 첨가하였다. 이를 3분간 실온에서 반응시킨 후 1 mL 20% Na₂CO₃를 첨가하여 실온에서 1시간 더 반응시키고 이 반응액을 725 nm에서 측정한 다음 tannic acid를 정량하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

Table 1. Conditions for the analysis of organic acid and amino acid of Hahyangju after fermentation for 100 days

Organic acid	Instrument: Alliance HT Waters 2975 (Waters Co.) Column: Aminex HPX-87H 7.8×300 mm Detector: Waters 2487 (UV 210 nm) Mobile phase: 0.008 N H ₂ SO ₄ Flow rate: 0.4 mL/min Oven temp.: 35°C
Amino acid	Instrument: Biochrom 30 (Biochrom Ltd.) Column: U-1631 4.6×200 mm (Biochrom Ltd.) Sample processor: MIDAS (Spark Holland BV, Netherlands Loop volume 200 µL) Injection volume: 40 µL Buffer: Buffer 1 Lithium citrate buffer A pH 2.8, 0.2 M Buffer 2 Lithium citrate buffer B pH 3.0, 0.3 M Buffer 3 Lithium citrate buffer CII pH 3.15, 0.5 M Buffer 4 Lithium citrate buffer DII pH 3.5, 0.9 M Buffer 5 Lithium citrate buffer pH 3.55, 1.65 M Buffer 6 Lithium hydroxide solution 0.3 M Reagent: Ultra ninhydrin reagent kit (Biochrom Ltd.) Flow rate: Buffer 20 mL/hr, Ninhydrin 20 mL/hr

아질산염 소거능 측정: 아질산염 소거능은 Gray와 Dugan (12)의 방법에 따라 1 mM NaNO₂ 용액 0.1 mL에 시료액 0.2 mL를 첨가한 후 0.1 N HCl(pH 1.2) 및 0.2 N citrate buffer(pH 3.0, 4.2, 6.0) 0.7 mL를 가하여 반응액의 총 부피를 1 mL로 하여 37°C에서 1시간 반응시켰다. 이 반응액을 취하여 2% 초산용액 5 mL, Griess 시약 0.4 mL를 가한 후 혼합하고 520 nm에서 흡광도를 측정하여 무첨가구와 시료액을 첨가한 실험구의 잔존하는 아질산염을 아래의 식을 이용하여 구하였다.

$$N (\%) = \left(1 - \frac{A-C}{B}\right) \times 100$$

N: 아질산염 소거율

A: 1 mM NaNO₂ 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

B: 1 mM NaNO₂ 용액에 시료 대신 증류수를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

C: 하향주 자체의 흡광도

전자공여능 측정: 하향주의 전자공여능은 1,1 diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)의 환원력을 이용한 Kim 등(13)의 방법으로 측정하였다. 시료 200 µL에 DPPH 용액(4×10⁻⁴ M DPPH, ethanol 100 mL에 용해) 800 µL를 가한 후 absolute ethanol을 2 mL 첨가하여 10초간 혼합한 다음 실온에서 15분간 반응시키고 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료를 첨가하지 않은 대조구와 흡광도 차이를 백분율로 계산하였다.

ACE 저해활성 측정: ACE(angiotensin-converting enzyme) 저해활성은 Li 등(14)의 방법에 따라 유리되는 hippuric acid 양을 측정하여 분석하였다. 즉 실험구는 기질용액(300 mM NaCl을 포함하는 100 mM borate buffer, pH 8.3에 5 mM hippuryl-L-histidyl-L-leucine을 녹인 용액) 50 µL에 시료 20 µL를 가하였고, control에는 시료 대신 100 mM sodium borate buffer를 20 µL 첨가하였으며, 실험구와 control에 대한 blank로는 각각의 반응액에 100 mU/mL ACE 10 µL와 1 M HCl 100 µL를 더 첨가하여 37°C에서 5분간 pre-incubation시켰다. Preincubation이 완료된 후 rabbit lung에서 추출한 ACE용액(100 mU/mL) 10 µL를 control과 sample에 첨가하여 37°C에서 30분간 효소반응 후 100 µL 1 M HCl을 첨가하여 반응을 정지시켰으며, control에는 시료 20 µL와 sodium borate buffer 300 µL를 첨가하였고 sample과 blank에는 sodium borate buffer 320 µL를 첨가하였다. 이 반응액으로부터 유리되는 hippuric acid의 측정은 600 µL quinoline과 200 µL benzene sulfonyl chloride(BSC)를 첨가하고 30°C 암실에서 30분간 반응 후 3,700 µL ethanol을 가해 다시 30°C 항온이 유지되는 어두운 곳에서 반응시킨 다음 spectrophotometer(Ultraspec 2100pro, Amersham Co., Sweden)를 이용하여 492 nm에서 측정하였다. ACE의 저해

율은 아래와 같은 식으로 계산하였다.

$$ACE \text{ 저해율}(\%) = \frac{B-A}{B-C} \times 100$$

A(실험구): 시료첨가 반응시 흡광도

B(대조구): 시료 대신 100 mM sodium borate buffer 첨가 시 흡광도

C(blank): 시료첨가 즉시 반응 정지한 용액의 흡광도

혈전용해 활성 측정: 혈전용해 활성 측정은 Yun 등(15)의 방법에 따라 1 mL 0.05 M Na₂B₄O₇-HCl buffer(pH 8.0)에 기질인 0.5 mL 0.5% fibrin과 시료 0.2 mL를 첨가하여 혼합한 후 37°C에서 30분간 반응시키고 이 반응액을 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 회수하였다. 1 mL 상등액에 0.55 M Na₂CO₃ 10 mL와 Folin-Ciocalteu 시약 1 mL를 첨가하고 37°C에서 30분간 발색시킨 후 spectrophotometer(Ultraspec 2100pro, Amersham Co., Sweden)를 이용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 이때 효소 1 unit는 시료 1 mL가 1분 동안 tyrosine 1 µg을 생산하는 활성으로 하였다.

결과 및 고찰

밀술 발효과정 중 효모 및 젖산균의 변화

하향주 밀술 발효과정 중 효모와 젖산균의 수를 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 젖산균은 담금 직후 술덧 1 mL당 2×10⁶ CFU/mL이었고, 효모의 경우는 2.7×10⁶ CFU/mL로 Kim 등(16)이 보고한 타 전통주(호산춘, 백하주, 삼해주)와

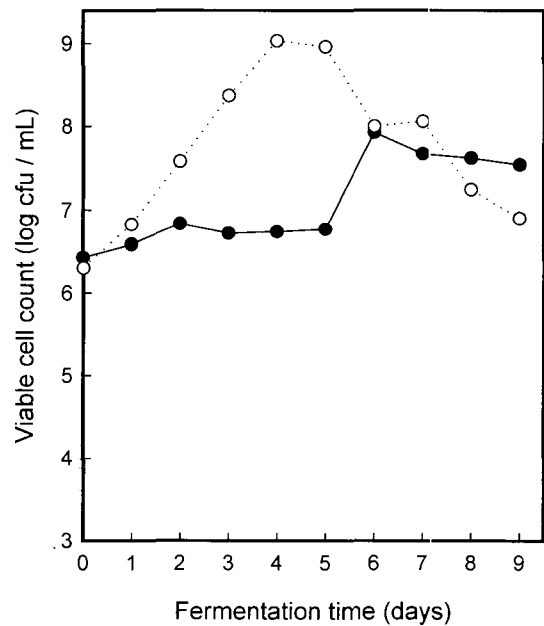


Fig. 1. Change of microbial cell counts during fermentation of the first mash for Hahyangju. ○··○: lactic acid bacteria, ●-●: yeast.

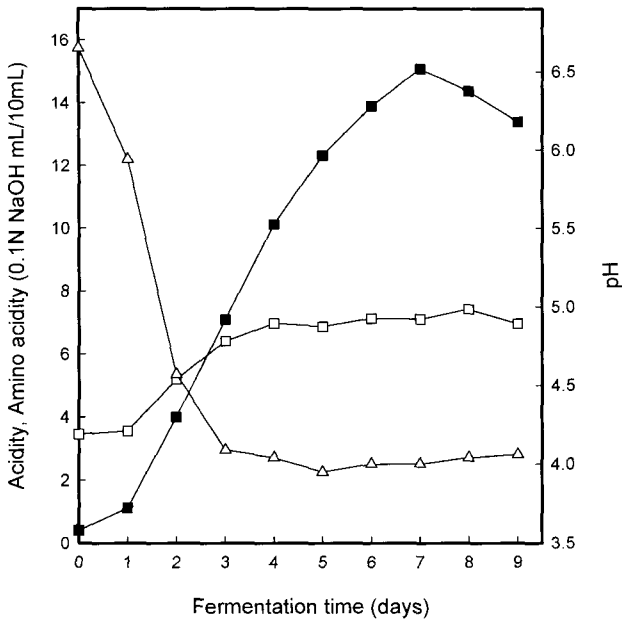


Fig. 2. Change of pH, acidity and amino acid during fermentation of the first mash for Hahyangju. ■-■: acidity, □-□: amino acid, △-△: pH.

의 초기 효모수와 비교시 주모로 효모배양액을 첨가하지 않고 전통적 방법으로 담금한 것으로는 높은 수치였다. 젖산균은 발효 초기 급격하게 증가하여 4일째 1.08×10^9 CFU/mL로 최고치를 나타내었고, 그 이후 서서히 감소하였다. 효모의 경우는 발효 초기에는 증식이 미비하였으나 젖산균이 감소되기 시작하면서 증가하여 6일째 8.49×10^7 CFU/mL로 최고치를 나타내었다. 밀술 발효 중 효모와 젖산균은 발효 7일째까지 젖산균이 우점해 되었으며, 7일 이후에는 효모가 젖산균보다 개체수가 증가되어 우점종으로 존재하기 시작하였다. 젖산균의 양호한 생육은 밀술 발효시 pH를 저하시켜 잡균의 오염을 방지하는 효과가 있지만 과도한 증식은 효모의 초기 생육을 늦어지게 할 수 있으므로 주모를 첨가하여 발효 초기 효모의 증식을 유도하는 방법을 검토해 볼 필요가 있을 것으로 판단된다.

밀술 발효과정 중 이화학적 특성

밀술 발효과정 중 pH, 산도, 아미노산도, 환원당 및 알코올 함량의 변화를 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. pH는 초기 6.55에서 3일째 4.04로 급격히 감소하였고, 이후 큰 변화 없이 안정적으로 pH를 유지하였다. 산도는 젖산균의 급격한 초기 생육으로 인해 발효 초기부터 계속 증가하여 발효 7일째 최고 15.04(0.1 N NaOH mL/10 mL)로 So(8)가 보고한 소곡주 양조에 비해 다소 높게 나타났다. 알코올 생성 및 환원당 함량의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 알코올은 발효 2일째부터 생성되기 시작하여 4일에서 6일까지 급격하게 증가되는 것을 알 수 있었고, 발효 9일째 14.9%를 나타내었다. 환원당

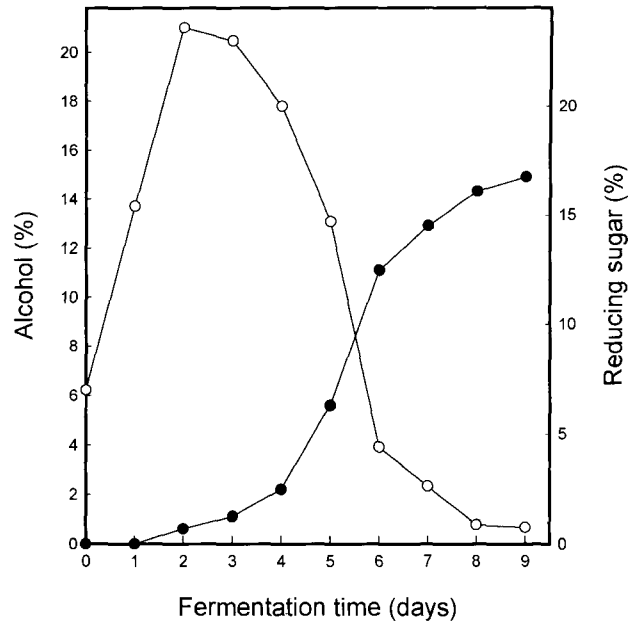


Fig. 3. Change of reducing sugar and alcohol contents during fermentation of the first mash for Hahyangju. ○-○: reducing sugar, ●-●: alcohol.

함량은 초기 2일간 급격하게 증가되다가 알코올이 생성되기 시작하는 시점인 2일부터 6일까지 급격하게 감소되는 것으로 나타났다. 이는 효모에 의해 알코올 발효가 일어나면서 환원당의 소비가 증가되었기 때문인 것으로 보고되고 있다 (6,17).

전통적 주조법에 따라 제조된 하향주의 밀술을 분석한 결과 효모의 개체수가 가장 많고 알코올 농도가 11~13% 정도인 발효 6~7일이 밀술 발효 기간으로 가장 적합한 것으로 판단되며, 밀술의 효모 개체수가 최대일 때 덧술 담금을 실시함으로써 효모의 우점화를 유도할 수 있으며 생성된 알코올에 의한 잡균 오염의 방지효과로 덧술의 발효력을 증강시켜 안정적인 발효를 유도할 수 있을 것으로 생각된다.

덧술의 이화학적 특성

발효가 완료된 덧술의 이화학적 특성을 Table 2에 나타내었다. 알코올 함량이 19.2%로 So(8)의 연구보다는 다소 높게 나타났으며, 환원당 함량은 0.32%로 So(18)와는 달리 아주 낮게 나타났는데 덧술 담금 후 추가 담금 없이 100일간 발효시켜 생성된 환원당이 대부분 소비되었기 때문인 것으로 생각된다. 또한, 총 산도는 0.46%(succinate%), 아미노산도는 0.24%(glycine%)이었으며 최종 pH는 3.95로 나타났다. 전체 유기산 함량은 1,175.02 mg/100 mL이었으며 lactic acid가 680.04 mg/100 mL로 가장 높게 나타나 신맛의 주체가 lactic acid임을 확인하였다. 총 아미노산 함량은 463.37 mg/100 mL이었고 proline이 47.51 mg/mL으로 가장 높게 분석되었다(Table 3).

Table 2. Physicochemical properties of Hahyangju after fermentation for 100 days

Characteristics		Hahyangju
pH		3.95±0.01 ¹⁾
Acidity (succinate %)		0.46±0.03
Reducing sugar (%)		0.32±0.02
Alcohol (%)		19.20±0.05
Amino acidity (glycine %)		0.24±0.02
Color	L	95.75±0.80
	a	-2.31±0.05
	b	9.34±0.07
Organic acid (mg/100 mL)	Citric acid	42.27±1.84
	Tartaric acid	32.25±1.51
	Malic acid	48.43±2.43
	Malonic acid	56.31±3.52
	Succinic acid	315.72±8.85
	Lactic acid	680.04±7.46

¹⁾Values are mean±SD (n=3).**Table 3. Amino acid components of Hahyangju after fermentation for 100 days**

Amino acid	Contents (mg/100 mL)
Aspartic acid	23.82±1.31 ¹⁾
Threonine	7.43±0.92
Serine	15.22±1.03
Glutamic acid	34.31±2.08
Proline	47.51±2.17
Glycine	14.93±1.06
Alanine	29.37±0.64
Valine	14.36±1.35
Methionine	8.63±0.05
Isoleucine	25.02±0.13
Leucine	30.81±1.52
Tyrosine	16.53±0.18
Phenylalanine	27.42±1.27
Histidine	7.10±0.08
Lysine	22.15±2.09
Arginine	38.76±1.89
Total	463.37±1.11

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

기능적 특성

총 폴리페놀함량, 아질산염 소거능 및 전자공여능: 발효가 완료된 하향주의 총 폴리페놀 함량은 263.16 ppm으로 203 ppm인 삼배주(19)에 비해 다소 높은 것으로 나타났다 (Table 4). 전통주에서 폴리페놀 성분은 Bae 등(20)이 보고한 바와 같이 술의 풍미를 좋게 하는데, 하향주는 발효 후 감미의 보충 없이 전통 주조법대로 제조하여도 충분한 풍미를 가지는 것으로 생각된다. 또한 phenol계 성분들은 항암작

용, 혈압강화작용, 간 보호작용 등이 있는 것으로 보고되고 있으며, 특히 항산화작용을 주로 나타내는 것으로 알려져 있다. 이에 하향주에 대한 항산화 활성을 측정하기 위하여 아질산염 소거능과 전자공여능을 측정한 결과를 Table 4에 나타내었다. 전자공여능은 하향주가 93.08%로 높게 나타났으며, 아질산염 소거능(nitrate-scavenging effect)의 경우, pH 1.2에서 90.26%, pH 3.0, 4.2, 6.0에서 각각 64.60%, 35.76%, 22.61%로 나타났는데, pH가 증가됨에 따라 아질산염 소거능이 낮아짐을 알 수 있었다. 아질산염과 아민류가 반응하여 결합된 발암성 nitrosamine은 강산성 조건에서 생성되는 것으로 알려져 있는데, 하향주는 pH 1.2에서 높은 아질산염 소거능을 나타내므로 아질산염 소거에 의한 발암성 물질의 유발을 감소시킬 수 있을 것으로 생각되어진다. 또한 pH 1.2에서부터 pH 6.0까지 광범위한 하향주의 아질산염 소거능은 위에서 소거되지 못하거나 장내에서 존재하는 아질산염을 소거하여 nitrosamine의 생성을 크게 억제시킬 수 있을 것이라 생각되어진다. 하향주에 나타나는 항산화 활성은 Rhee 등(19)의 보고와 같이 쌀에서 유래된 단백질이 발효과정 중 생성된 저분자 펩타이드에 의한 것으로 생각되어진다.

ACE 저해 및 혈전용해 활성: 고혈압 유발에 중요한 효소로 알려진 angiotensin converting enzyme(ACE)에 대한 하향주의 저해활성은 87.5%로 타 전통주의 ACE 저해활성보다 높았으며 (Table 5), 특히 참쌀을 주원료로 한 타 전통주(2)들이 60~70% ACE 저해활성을 보이는 것에 비해 하향주는 ACE 저해활성이 상대적으로 높았다. 전통주에서의 ACE 저해활성은 주로 쌀에 함유된 올리고 펩타이드에 의한 것으로 하향주의 ACE 저해활성도 주원료인 참쌀에 의한 것으로 생각되어지며, 참쌀을 주원료로 하는 타 전통주보다 높은 ACE 저해능을 가지는 것은 참쌀에 의한 것뿐만 아니라 인동초, 들국화 등 약재 추출물의 첨가에 따른 것으로 생각되어진다(21). 하향주의 높은 ACE 저해활성은 발효기술을 통한 기능성 강화와 더불어 기능성 주류로서도 개발될 수 있을 것이다.

Table 5. ACE inhibition activity and fibrinolytic activities of total polyphenols of Hahyangju after fermentation for 100 days

ACE inhibitory activity (%)	Fibrinolytic activity (U)
87.5±2.93 ¹⁾	19.1±0.54

¹⁾Values are mean±SD (n=3).**Table 4. Nitrate-scavenging ability, electron donating ability and contents of total polyphenols of Hahyangju after fermentation for 100 days**

pH 1.2	Nitrate-scavenging effect (%)			Electron donating ability (%)	Total phenolics compound (ppm)
	pH 3.0	pH 4.2	pH 6.0		
90.26±1.23 ¹⁾	64.50±1.08	35.76±1.47	22.61±0.88	93.08±1.54	263.16±2.12

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

Kim 등(2)이 보고한 각 지역 전통 민속주의 생리기능성에 따르면 혈전용해 활성이 최고 62 unit, 최저 0.9 unit이었으며, 대부분이 10 unit 정도의 활성을 나타내었다. 하향주의 경우는 19.1 unit로 눈꽃동충하초 민속주(22)와 민들레 민속주(23)보다는 다소 높았으나 타 전통주들의 혈전용해 활성(2)과는 유사하였다.

요 약

전통적인 방법으로 제조한 하향주의 발효 및 기능적 특성을 조사하였다. 밀술 발효 기간 동안의 미생물과 이화학적 성분의 변화를 조사한 결과 발효 6일째 효모의 개체수가 8.49×10^7 CFU/mL로 가장 높게 나타났으며, 알코올 함량은 약 11%, 총산도 0.82%, 아미노산도 0.53%로 나타나 밀술의 최적 발효 기간은 6일임을 확인하였다. 덧술 담금 후 100일간 발효시킨 최종 하향주의 품질은 알코올 함량이 19.2%로 민속주로서는 다소 높게 나타났으며, 환원당 0.32%, 총산도 0.46%, 아미노산도가 0.24%이었다. 유기산중 젖산균에 의해 생성된 lactic acid가 680.04 mg/100 mL로 가장 높게 나타났으며, 아미노산은 proline이 47.51 mg/100 mL로 가장 많이 존재하였다. 하향주의 기능적 특성을 분석한 결과 총 폴리페놀 함량은 263.16 ppm이었고, 전자공여능은 93.08%로 나타났으며 아질산염 소거능은 다양한 pH(1.2, 3.0, 4.2, 6.0)에서 측정하였는데, pH 1.2에서 90.26%로 가장 높은 효과를 보였다. ACE 저해활성은 87.5%, 혈전용해 활성은 19.1 unit로 분석되었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지역산업기술개발사업(과제번호: 10024441)의 연구비 지원에 의해 이루어진 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Kim YJ, Han YS. 2006. The use of Korean traditional liquors and plan for encouraging it. *Korean J Food Culture* 21: 31-41.
2. Kim JH, Lee DH, Choi SY, Lee JS. 2002. Characterization of physiological functionalities in Korean traditional liquors. *Korean J Food Sci Technol* 34: 118-122.
3. Kim HS, Hyun JS, Kim J, Ha HP, Yu TS. 1997. Characteristic of useful fungi isolated from traditional Korean Nuruk. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 767-774.
4. Yu CH, Hong SY, Koh JS. 2002. Zymological properties of foxtail millet wine-making by isolated strains from Nuruk. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 138-144.
5. Shin KR, Kim BC, Yang JY, Kim YD. 1999. Characterization of Yakju prepared with yeasts from fruits 1. Volatile components in Yakju during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 794-800.

6. Shin KR, Kim BC, Yang JY, Kim YD. 1999. Characterization of Yakju prepared with yeasts from fruits 2. Quality characteristics of Yakju during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 801-804.
7. Jung HK, Park CD, Park HH, Lee GD, Lee IS, Hong JH. 2006. Manufacturing and characteristics of Korean traditional liquor, Hahyangju prepared by *Saccharomyces cerevisiae* HA3 isolated from traditional Nuruk. *Korean J Food Sci Technol* 35: 659-667.
8. So MH. 1992. Changes in the chemical components and microorganisms in Sogokju-mash during brewing. *Korean J Food & Nutr* 2: 69-76.
9. National Tax Service. 1979. *Analysis, assessment and re-search of alcoholic beverages and brewing raw materials*. National Tax Service, Seoul. p 12-63.
10. Kim DG, Kim BK, Kim MH. 1994. Effect of reducing sugar content in Chinese cabbage on kimchi fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 73-77.
11. Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-243.
12. Gray JI, Dugan Jr LR. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J Food Sci* 40: 981-984.
13. Kim KT, Kim JO, Lee GD, Kwon JH. 2005. Antioxidative and nitrite scavenging activities of *Polygonatum odoratum* physiological activities of fresh *Pleurotus eryngii* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 439-445.
14. Li GH, Liu H, Shi YH, Le GW. 2005. Direct spectrophotometric measurement of angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity for screening bioactive peptides. *J Pharmac Biomed Anal* 37: 219-224.
15. Yun GH, Lee ET, Kim SD. 2003. Purification and characterization of a fibrinolytic enzyme produced from *Bacillus amyloliquefaciens* K42 isolated from Korean soy sauce. *Kor J Microbiol Biotechnol* 31: 284-291.
16. Kim IH, Park WS, Koo YJ. 1996. Comparison of fermentation characteristics of Korean traditional alcoholic beverages prepared by different brewing methods and their quality changes after aging. *Korean J Dietry Culture* 11: 497-506.
17. So MH, Lee YS, Noh WS. 1999. Changes in microorganisms and main components during Takju brewing by a modified Nuruk. *Korean J Food & Nutr* 12: 226-232.
18. So MH. 1999. Characteristics of a modified Nuruk made by inoculation of traditional Nuruk microorganisms. *Korean J Food & Nutr* 12: 219-225.
19. Rhee SJ, Lee CY, Kim MR, Lee CH. 2004. Potential antioxidant peptides in rice wine. *J Microbiol Biotechnol* 14: 715-721.
20. Bae SM. 2002. *Preparation Technique of Korean Traditional Wine*. Bae Sang Myun Brewery Institute, Seoul. p 160-161.
21. Lee SE, Bang JG, Song J, Seong NS, Park HU, Jeong HG, Kim GS, An TJ. 2004. Inhibitory activity on angiotensin converting enzyme (ACE) of Korean medicinal herbs. *Korean J Med Crop Sci* 12: 73-78.
22. Lee DH, Kim JH, Kim NM, Pack JS, Lee JS. 2002. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional liquors by using *Paecilomyces japonica*. *Korean J Mycol* 30: 142-146.
23. Kim JH, Lee SH, Kim NM, Choi SY, Yoo JY, Lee JS. 2000. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional liquors by using Dandelion (*Taraxacum platycarpum*). *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 28: 367-371.

(2007년 1월 30일 접수; 2007년 3월 27일 채택)