KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 46, No. 6, pp. 694~701 (2014)
http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.6.694

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

입국으로 제조한 증류주의 숙성에 따른 품질 특성

이대형* · 정재운 · 이용선 · 서재순 · 박인태 · 김태완[1] · 김재호[1] · 안병학[1]
경기도 농업기술원 작물개발과, [1]한국식품연구원 우리술연구센터

Quality Characteristics of Distilled Liquor Produced Using *Ipguk* (*Koji*) During Aging

Dae-Hyoung Lee*, Jae-Woon Jung, Yong-Seon Lee, Jae-Soon Seo, In-Tae Park, Tae-Wan Kim[1], Jae-Ho Kim[1], and Byung-Hak Ahn[1]
Gyeonggi-do Agricultural Research Extension Services
[1]*Brewing Research Center, Korea Food Research Institute*

Abstract This study aimed to investigate the aging of liquor brewed with fermented wine using *ipguk* (*koji*) in a jar (JA) and stainless steel container (SC), which are generally used in Korea, and to review the characteristics of the liquors as a function of aging time. The initial alcohol content was 39.8-40.9%, and gradually decreased in the JA and SC as the aging time increased. In the case of fusel alcohols, the *n*-propanol, isobutanol, and isoamyl alcohol contents did not increase with increasing aging time, in the cases of both JA and SC. The A/B (isoamyl alcohol/isobutyl alcohol) ratio was similar under reduced pressure (RP) and atmospheric pressure (AP), at 1.32-135. The A/P (isoamyl alcohol/*n*-propanol) and B/P (isobutyl alcohol/*n*-propanol) ratios were 2.17-2.22 and 1.62-1.68, respectively. During the early stages of distillation, under RP, the isoamyl alcohol content was the greatest, followed by isobutyl alcohol and ethyl palmitate. Under AP, the isoamyl alcohol content was the greatest followed by decanoic acid, ethyl palmitate, and isobutyl alcohol. The highest sensory score under RP, 60 cmHg, was 6.98±0.28.

Keywords: distilled liquor, *ipguk* (*koji*), jar, stainless steel vessel

서 론

소주는 약주, 탁주와 더불어 우리나라의 술로 대부분이 곡류를 주원료로 사용한다. 소주는 제조 원료에 따라 찹쌀 소주, 멥쌀 소주, 밀 소주, 보리 소주, 찹쌀과 멥쌀을 혼용하여 만드는 노주, 약 소주 등으로 분류하고 증류 방식에 따라 일반 증류주와 희석식 소주로 분류한다(1).

페르시아가 기원으로 알려진 소주는 14세기경 원나라를 통하여 고려에 전래되었으며 도입 당시는 주로 약용으로 이용되었고 가격이 비싼 고급주였다. 이후 우리나라에서 만들어지기 시작한 증류식 소주는 독특한 향기와 풍부한 맛으로 탁주, 약주와 더불어 3대 술로 자리 잡아 700여 년 간 즐겨 마시는 전통주로 자리 잡아왔다(2,3). 그러나 1970년대 이후 알코올 함량이 낮은 희석식 소주의 급격한 소비량 증가와 더불어 상대적으로 알코올 함량이 높으며 곡류취, 누룩취, 누룩 곰팡이가 생성한 부산물 등 향미 성분이 강한 증류식 소주의 생산량 및 소비량은 점차 감소하고, 또한 해외 유명 수입 증류주에 비해 기술과 품질 면에서 경쟁력이 낮은 실정이다. 특히 오늘날 공장에서는 연속식 증류기를 사용하여 95% 정도의 알코올을 20-35%로 희석하는 희석식 소주를 만들며 소주 고리나 동고리를 이용하여 증류하는 소주는 증류식 소주로서 원료나 발효 과정에서 생성되는 각종 알코올 대사산물 중의 휘발성 물질을 많이 함유하여 희석식 소주보다 특수한 향미가 강한 것이 특색이다(4).

증류주의 경우 제조 과정에서 원료, 발효제의 종류, 발효 상태 및 증류조건 등에 따라 증류주의 휘발성 향기 성분은 다양하다. 쌀을 이용한 증류식 소주에 관한 연구로 Min 등(5)은 쌀을 원료로 하여 전통주인 삼일주를 제조하여 상압 증류 및 감압 증류에 따른 증류주의 특성을 비교하였으며, In 등(6)은 전통 방법으로 담근 안동 소주, 문배주, 이강주 및 진도 홍주의 저장 및 숙성 기간에 따른 퓨젤유 함량 및 향기 성분 변화를 보고하였다. 특히 최근 Yi 등(7)은 입국과 누룩으로 제조한 술을 상압 증류 및 강압 증류에 따른 증류주의 특성을 비교하였으며 Lee 등(8)은 기체크로마토그래피 및 질량 분석법으로 민속 소주 중의 알코올 동족체를 분석하여 보고하였다.

이러한 증류주는 증류 직후 아세트알데히드 등 저비점 성분이 많아 향이 자극적이고 맛도 조화롭지 못하다. 개방 상태에서는 이 가스를 제거하는데 약 1개월이 소요되며, 밀폐 탱크 저장에서는 교반이나 통을 바꾸는 방법으로 가스를 제거한다. 또는 저장을 통하여 술을 숙성시키면서 이러한 결정이 제거되어 부드러운 술로 변하게 된다(9). 일반적으로 소주 숙성 중의 변화를 3단계로 나누어 보면 초기 숙성은 가스향 성분을 제거시켜 자극적인 향을 감소시키며, 중기 숙성은 소주 중의 카르보닐화합물이나 지방산 에스테르화, 생성 향미 성분의 농축, 물과 알코올의 화합에

*Corresponding author: Dae Hyoung Lee, Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Hwasung 449-702, Korea
Tel: 82-31-229-5784
Fax: 82-31-229-5962
E-mail: leedh2@gg.go.kr
Received June 7, 2014; revised September 4, 2014;
accepted October 8, 2014

의한 맛의 조화가 증가된다. 숙성에 있어 가장 중요한 변화는 산소에 의한 각종 성분의 산화이며 따라서 저장 용기의 재질에 따라서도 많은 영향을 미치게 된다(10).

저장 용기로는 전통적으로 사용해 오던 항아리, 스테인리스 용기와 외국에서 사용해 오던 오크통과 같은 목재 용기 등이 이용되며, 스테인리스 용기는 옹기나 목재에 비하여 숙성에 의한 변화가 적으며, 알코올의 양적인 손실도 적다고 알려져 있다. 항아리는 환기성(기체투과성)이 있고 숙성을 촉진하며 목재 용기는 나무의 성분이 용출되어 소주의 화학적 숙성을 촉진하며 또한 술의 향미를 형성하고, 오크통에 저장하면 소주가 갈색으로 착색되어 위스키 등과 유사한 색을 가질 수 있다(11).

우리나라에서 증류주의 숙성과 관련된 연구로는 Hong 등(12)이 한국산 참나무 편을 사과 및 딸기 증류주에 첨가하여 3년간 숙성시킨 후 향기 성분을 비교 분석한 실험과 Kim(13)의 효모 종류에 따른 배 증류주의 숙성 기간별 품질 특성을 비교, Park(14)의 보리 증류주 개발을 위한 발효조건 및 참나무 첨가에 따른 증류주의 숙성 효과 등이 있다.

하지만 쌀을 원료로 한 증류주의 숙성 기간에 따른 품질 변화에 대한 연구는 적은 편이기에 본 연구에서는 Lee 등(1)의 선행연구 결과인 입국과 누룩으로 제조한 술의 감압과 상압 증류 특성 중 입국으로 제조한 발효주로부터 제조한 증류주를 이용하여 숙성 용기와 숙성 기간에 따른 증류주의 품질 변화 특성을 검토하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용한 증류주 원액은 Lee 등(1)의 실험과 같이 술덧에서 술지게미를 제거한 후 감압 증류법은 각각 압력 500, 600 mmHg의 조건과 상압 증류는 초기온도를 각각 80°C와 90°C로 시작하여 초류가 나올 때를 기준으로 95°C로 상승시켜 증류식 소주를 제조한 후 생산된 증류주를 알코올 함량은 40%가 되도록 조정하여 항아리와 스테인리스 용기에 동일한 양을 담아 20°C에 보관하며 분석 시료로 사용하였다. 분석에 사용된 분석용 시약은 특급을 사용하였다.

숙성 증류주의 일반 주류 분석

숙성중의 증류주의 물리화학적 성질에서 에탄올 함량은 일정량의 증류주를 메스실린더로 분주 후 주정계(DK-AL-S/L, Daekwang, Seoul, Korea)로 측정하였다. 휘발 산도는 알코올 농도 측정에 사용한 증류액 10 mL을 취한 후, naphthalene을 2-3방울 가하여 0.01 N NaOH용액으로 담녹색이 나타날 때까지 중화 적정하고 그때까지 소비된 NaOH의 양을 acetic acid로 환산하여 표시하였다(15). 유기산 중 acetic acid의 함량은 시료를 0.45 μm membrane filter를 사용하여 여과한 후 HPLC (Agilent 1100 series UV/VIS detector, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다(16-17). 유기산의 분석용 column으로는 Aminex Hpx-87H (Bio-rad, Hercules, CA, USA)를 사용하였으며 detection wave-length/window 210 nm, Oven의 온도는 35였으며 flow rete 0.6 mL/min였다. Thiobarbituric acid (TBA)의 측정은 시료 10 mL에 0.5%의 2-thiobarbituric acid를 함유한 50% 에탄올 수용액 2 mL를 가해서 혼합하고, 70°C에서 40분간 가열 후 바로 실온까지 냉각해서 적갈색으로 발색한 색도를 530 nm에서 측정하였다(9).

숙성 증류주 fusel oil 및 향기 성분 분석

증류주의 fusel oil 분석은 FID가 장착된 HPLC (Agilent 7830 series, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)를 사용하였다. GC 분석에 의하여 분리된 각 peak 성분은 표준물질의 머무름 시간과 비교하여 동정하였다. 이때 사용한 표준물질(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)은 *n*-propanol, isobutanol, isoamyl alcohol 등이었으며, 이들 물질의 표준 크로마토그램을 구하였다. 휘발성 성분의 분리를 위해 column은 DB-WAX (30 m×0.53 mm i.d, 1 μm film thickness, J&W Scientific, Folsom, CA, USA)를 사용하였다. Oven의 온도는 45°C에서 2분간 유지한 후, 10°C/min 속도로 230°C까지 승온시킨 후 230°C에서 4.5분간 유지하였다. Carrier gas (He)의 유속은 4 mL/min로 유지하였다. GC injector와 detector온도는 각각 240°C로 설정하여 시료 1.0 μL를 split ratio 20:1로 주입하였다(16).

휘발성 향기 성분은 시료 20 mL을 50 mL 유리 vial에 담아 알루미늄 캡을 이용하여 capping 후 SPME (solid phase microextraction) 방법을 이용하여 분석하였다. 시료를 70°C에서 20분간 평형시킨 후 100 μm polydimethylsiloxane이 코팅된 fiber를 이용하여 20분간 향을 포집하여 Stabilwax DA column (30 m length 0.25 μm I.d×0.25 μm film thickness, Restek Corp., Bellefonte, PA, USA)이 장착된 mass selective detector (MSD) (Agilent 5975C MSD/7890 GC system, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 사용된 GC의 oven 온도는 40°C에서 2분간 유지 후 200°C까지 5°C/min의 속도로 상승시켰으며 200°C에서 5분간 유지시켰다. Injector 온도는 250°C, carrier gas로 helium을 사용하였다. MSD 조건은 capillary direct interface temperature 250°C, ion source temperature 230°C, EI ionization voltage 70 eV, mass range 45-550 amu, 그리고 scan rate 2.2 scan/sec였고 휘발성 화합물 동정은 mass spectra와 aroma properties를 비교하여 확인하였다(17).

관능평가

증류주의 관능 검사는 Lee 등(18)의 방법을 일부 변형시켜 경기도 농업 기술원의 훈련된 패널 9명을 대상으로 실시하였다. 관능 검사는 제조된 증류주에 대한 향, 맛 등에 대해 기호도를 1-9점의 척도로 표시하게 한 후 그 평균값을 구하여 향과 맛을 고려한 종합적인 기호도는 가장 싫다 1, 가장 좋다 9의 점수로 표시하였으며 그 평균값을 정량적 묘사 분석 방법(quantitative descriptive analysis, QDA)으로 도식하였다. 통계 분석은 SAS 프로그램(Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 각각의 변수에 대한 영향을 분석하였다.

결과 및 고찰

증류주의 숙성 기간별 일반 성분 분석

입국을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 알코올, 휘발 산도, 유기산(acetic acid) 분석 결과는 Table 1과 같다. 알코올 분석 결과 감압 증류와 상압 증류 모두 초기 알코올을 39.8-40.9%로 숙성을 시작했을 때 숙성 기간이 증가함에 따라 항아리와 스테인리스 용기 모두 알코올이 조금씩 감소하여 항아리는 38.0-38.9%를 스테인리스 용기는 38.1-39.7%를 나타내었으며 이러한 감소는 증류주 자체가 자연적인 알코올 휘발(11)로 생각되며 이러한 알

코올 감소는 크지 않았다. 휘발 산도의 변화를 살펴본 결과 초기 증류시 감압과 상압 조건에 따른 휘발 산도는 0.04-0.06%로 차이는 없었으며 이후 180일까지 용기 및 숙성 기간에 따른 휘발 산도의 변화도 보이지 않았다. 이것은 Bae(11)가 기 보고한 증류주의 항아리 숙성 시 총산 증가 결과와 일치하지 않는 것으로 일반적인 증류주 항아리 숙성의 총산 증가 조건인 휘발에 따른 농축 효과 및 불포화 지방산류의 산화 분해(8) 등의 조건인데 반해 본 연구에서는 증류주의 휘발이 적어 농축 효과가 적기 때문으로 생각된다. 상압 증류의 경우 휘발 산도의 변화는 보이지를 않았다.

증류조건에 따른 acetic acid의 함량은 상압, 감압 조건에서 모두 큰 차이 없이 5.02-6.45 ppm 사이에서 분석되었다. 이후 숙성 180일에도 항아리 및 스테인리스 용기에 따른 차이나 숙성 기간에 따른 차이는 보이지를 않았다.

다음으로 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 2-thiobarbituric acid (TBA) 분석 결과는 Table 2와 같다. TBA는 일반적으로 유지의 산화 정도를 알아보는데 사용되며 증류주에서는 증류시 술덧에서 넘어온 지방 성분들의 저장 중 변화를 살펴보는 지표 성분으로 사용된다(8). 숙성 기간에 따른 TBA는 증류 후에 감압 500, 600 mmHg이 39.65±3.13과 60.34±8.26의 낮은 분석값을 보인 반면 상압 증류 80, 90°C에서는 278.20±6.06과 259.07±4.84의 높은 분석값을 보였다. 이것은 증류주의 원료인 입국은 쌀에 *Asp. luchuensis*를 배양한 것(19)으로 발효제의 역할도 하면서 전분 공급원으로도 존재하는데 쌀에는 팔미틴산, 올레인산 및 리놀레인산의 에스테르가 많아서(20) 불포화지방산이 많이 생성된 것으로 생각한다. 또한 상압 증류시 많은 퓨젤유 성분들이 증류되어 높은 TBA값을 나타낸 것으로 생각되며 이것은 소주 발효 과정에서는 알코올 외에 퓨젤유(고급알코올)가 생성되는데 일반적으로 증류시에 상압 증류에서 감압 증류보다 많은 퓨젤유 성분들이 증류된다고 알려져 있다. 항아리와 스테인리스 용기 모두 숙성 기간이 증가할수록 TBA값이 증가하여 항아리는 500, 600 mmHg은 111.45±6.13과 105.43±5.94을 상압 증류 80, 90°C는 301.31±13.65과 393.49±9.21을 나타내었다. 스테인리스 용기의 경우 500, 600 mmHg은 103.14±15.16과 105.48±16.83을 상압 증류 80, 90°C는 361.66±11.53과 365.98±11.43을 나타내었다. 이것은 이것은 Bae(11)가 서술한 바와 같이 항아리에 의한 숙성 과정 중에 지방산 성분 중 8가지 성분이 증가한다는 실험 결과와 같은 것이었으며 항아리와 스테인리스 용기간의 차이는 크지 않았다.

본 실험 증류주들은 시판 증류주 제품의 TBA 측정값인 5.38에 비해서는 높은 TBA 분석치를 보였는데 이것은 실험 증류주들이 제품화 공정에서의 지방산 제거 공정을 거치지 않았기 때문으로 생각된다.

증류주의 숙성 기간별 fusel alcohol 분석

증류주의 *n*-propanol, isobutanol, isoamyl alcohol의 숙성 기간에 따른 항아리(a) 및 스테인리스(b)의 보관시 분석 결과는 Fig. 1과 같다. 입국을 이용한 증류주의 증류 직후 *n*-propanol 분석 결과는 압력 50, 60 cmHg에서 389.10±36.98, 396.63±24.40 ppm이 상압 80, 90°C에서는 397.27±32.64, 394.99±30.58 ppm의 분석 결과가 나왔다. Isobutanol 분석 결과는 압력 500, 600 mmHg에서 631.34±88.45, 664.89±129.39 ppm이 상압 80, 90°C에서는 651.76±109.42, 659.29±124.25 ppm의 분석 결과가 나왔다. Isoamylalcohol 분석 결과는 압력 500, 600 mmHg에서 844.73±47.80, 877.73±90.93 ppm이 상압 80, 90°C에서는 878.30±74.11, 877.13±86.89 ppm의 분석 결과가 나왔다.

Table 1. Change of alcohol, volatile acid and acetic acid during aging period of distilled liquors made with *Ipguk* (*koji*)

	Aging period (days)	Jar (Hangari)				Stainless steel container			
		RP[1)] 50 cmHg	RP 60 cmHg	AP 80°C	AP 90°C	RP 50 cmHg	RP 60 cmHg	AP 80°C	AP 90°C
Alcohol (%)	0	39.8±0.5[a]	39.9±0.1[a]	40.9±0.9[a]	40.6±0.9[a]	39.8±0.5[a]	39.9±0.1[a]	40.9±0.9[a]	40.6±0.9[a]
	90	38.8±0.5[a]	38.3±1.1[a]	38.5±1.0[a]	38.5±1.0[a]	39.0±0.5[a]	39.2±0.6[a]	38.5±1.5[a]	39.9±0.9[a]
	180	38.3±0.5[a]	38.8±1.2[a]	38.0±1.2[a]	38.9±1.4[a]	38.4±0.6[a]	38.7±0.6[a]	38.1±1.9[a]	39.7±1.0[a]
Volatile acid (%)	0	0.04±0.01[a]	0.04±0.00[a]	0.05±0.00[a]	0.06±0.01[a]	0.04±0.01[a]	0.04±0.00[a]	0.05±0.00[a]	0.06±0.01[a]
	90	0.06±0.01[a]	0.06±0.01[a]	0.06±0.01[a]	0.07±0.01[a]	0.06±0.00[a]	0.06±0.00[a]	0.07±0.01[a]	0.07±0.01[a]
	180	0.04±0.01[a]	0.05±0.01[a]	0.02±0.03[a]	0.04±0.03[a]	0.05±0.01[a]	0.04±0.01[a]	0.02±0.01[a]	0.04±0.02[a]
Acetic acid (ppm)	0	5.02±0.84[a]	5.76±0.18[a]	5.63±0.79[a]	6.45±1.28[a]	5.02±0.84[a]	5.76±0.18[a]	5.63±0.79[a]	6.45±1.28[a]
	90	4.21±2.04[a]	5.15±1.92[a]	5.62±1.85[a]	6.10±0.79[a]	3.93±0.92[a]	6.67±2.46[a]	5.70±0.34[a]	5.75±0.92[a]
	180	4.45±1.76[a]	5.62±0.29[a]	6.87±1.35[a]	7.00±1.07[a]	4.32±0.66[a]	6.70±1.49[a]	6.64±0.60[ab]	7.36±1.14[a]

Each value is expressed as mean±SD (*n*=3).
[1)]RP: Reduced pressure, AP: Atmospheric pressure
[a-b)]Different letters show significant difference by Duncan's multiple range test at *p*=0.05

Table 2. Change of 2-thiobarbituric acid (TBA) during aging period of distilled liquors made with *Ipguk* (*koji*)

Aging period (days)	Jar (Hangari)				Stainless steel container			
	RP[1)] 50 cmHg	RP 60 cmHg	AP 80°C	AP 90°C	RP 50 cmHg	RP 60 cmHg	AP 80°C	AP 90°C
0	39.65±3.13[a]	60.34±8.26[a]	278.20±6.06[a]	259.07±4.84[a]	39.65±3.13[a]	60.34±8.26[a]	278.20±6.06[a]	259.07±4.84[a]
90	129.33±5.80[c]	82.69±6.61[b]	305.72±16.96[b]	337.67±14.10[b]	177.49±19.04[c]	120.45±18.24[b]	330.42±14.37[b]	390.19±12.30[b]
180	111.45±6.13[b]	105.43±5.94[c]	301.31±13.65[b]	393.49±9.21[b]	103.14±15.16[b]	105.48±16.83[b]	361.66±11.53[b]	365.98±11.43[b]

Each value is expressed as mean±SD (*n*=3).
[1)]RP: Reduced pressure, AP: Atmospheric pressure
[a-c)]Different letters show significant difference by Duncan's multiple range test at *p*=0.05

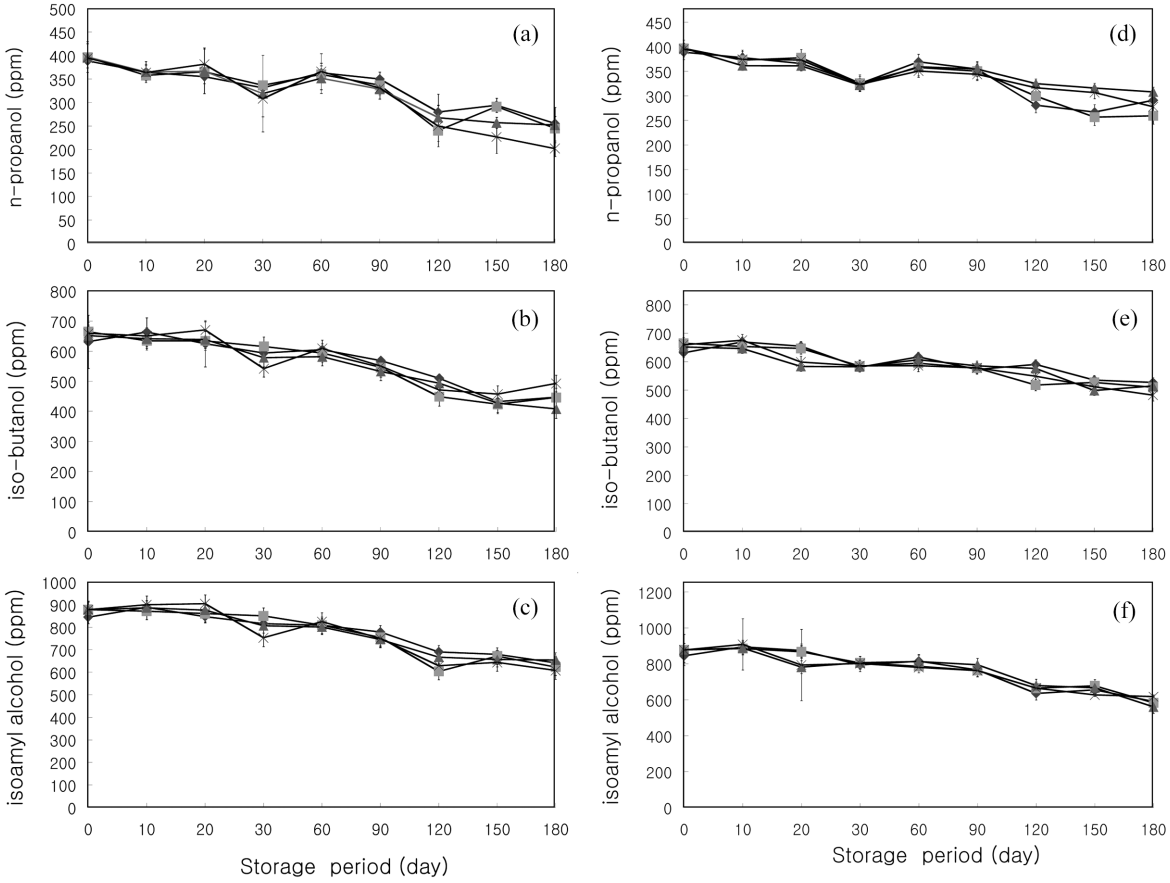

Fig. 1. Fusel alcohol during aging period of distilled liquors made with *Ipguk* (*koji*). ◆: Reduced pressure 50 cmHg, ■: Reduced pressure 60 cmHg, ▲: Atmospheric pressure 80°C, ×: Atmospheric pressure 90°C, (a) (b) (c) Jar (Hangari), (d) (e) (f) Stainless steel container
Each value is expressed as mean±SD (n=3).

모든 분석 결과에서 *n*-propanol, isobutanol, isoamylalcohol이 다른 제조 방법과 다르게 상압, 감압 증류가 차이가 없이 비슷한 분석 값을 나타냈다. 이것은 국세청 기술연구소(15)의 연구 결과인 저비점 fusel oil은 상압과 감압 증류가 비슷하다는 연구 결과와 유사한 결과였다. 이후 숙성 시간이 지나면서 전체적으로 항아리, 스테인리스 용기 숙성 모두 감소하는 결과를 나타내었다.

Fusel alcohol 중에서도 고급 알코올류인 *n*-propanol (P), isobutanol (B), isoamyl alcohol (A)이 향기 성분에 있어 중요한 역할을 하며 양적인 구성 외에 *n*-propanol (P), isobutanol (B), isoamyl alcohol (A)의 함유비율(A/P비, A/B비, B/P비)도 제품의 특징을 결정 짓는데 중요한 역할을 하며(21) 그 결과는 Table 3과 같다. 술덧을 증류한 직후 0일 차에는 A/B의 비율은 감압과 상압 모두 비슷한 1.32-1.35의 비율을 나타냈으며 숙성 180일 까지 큰 변화는 없었다. A/B비는 누룩 사용이 적은 소주(태국 등의 인디카형 쌀 사용)에서 비교적 낮은 값을 나타내는 반면 황국을 사용하여 누룩 사용량이 많은 것, 또는 발효물의 급수비율이 적은 소주(10)에서 일반적으로 높게 나타나는 것으로 알려져 있으며 본 실험에서는 입국만을 사용함으로써 매우 낮게 나타난 것으로 생각된다.

A/P비는 사탕수수, 감자 등의 과피를 가지는 원료에서 높게 나타나는 반면 도정한 곡물을 원료로 한 제품에서는 낮게 나타나는 것으로 알려져 있으며(10) 항아리 숙성의 경우 A/P의 비율 역시 감압과 상압 조건 모두에서 2.17-2.22의 비율을 나타내었다. 이것은 쌀로 만든 증류주의 1.9-4.6 비율과 비슷한 결과였으며 숙성 기간에 따른 차이는 없었으며, In 등(6)의 실험 결과의 A/P 비율과도 비슷한 결과였다.

다음으로 B/P의 경우 쌀 소주는 위스키에 비해 *n*-propanol (P)가 많고 isobutanol (B)가 매우 적기 때문에 B/P비는 양주에 비해 낮은 특성이 있다고 알려져 있으며(10) B/P의 경우 역시 감압과 상압 조건 모두에서 1.62-1.68의 비율을 나타내었으며 이것은 일반적인 쌀 증류주의 0.9-2.7과 비슷한 경향을 나타내었다. 이후 숙성 기간에 따른 차이는 없었으나 상압 90°C는 증가하는 경향을 나타내었다. 스테인리스 용기 숙성의 경우 역시 항아리 숙성과 비슷하였으며 전체적으로 숙성 기간이 증가함에 따른 큰 변화는 없었다.

증류주의 숙성 기간별 향기 성분 분석

술의 향기 성분은 본질적으로는 누룩미생물이나 효모에 의해서 생성되지만 소주 원료에 의해서도 크게 좌우된다. 이중 대부분의 증류식 소주에 함유되어 있는 주요한 성분은 에스테르류(예: 초산과 알코올이 결합한 초산에스테르류)와 지방산 에스테르이며 소주 발효 과정에서는 알코올 외에 퓨젤유(고급알코올)가 생성된다. 이 퓨젤유 성분은 미량만으로도 소주의 풍미를 좌우하는 중요한 성분으로 이러한 성분들이 소주의 향기에 가장 큰 역할을 한다(1). 입국을 이용한 증류주의 향기 성분 분석 결과는 Table 4, 5와 같다. 증류 0일차(a)의 경우 감압 증류에서 높은 검출 결과를 나타낸 것은 isoamyl alcohol>isobutyl alcohol>ethyl palmitate >decanoic acid>ethyl octanoate 순이었다. 상압 증류에서 isoamyl alcohol>decanoic acid>ethyl palmitate>isobutyl alcohol

Table 3. Change of fusel alcohol ratio during aging period of distilled liquors made with *Ipguk* (*koji*)

Ratio	Condition	Jar (Hangari)			Stainless steel container		
		0 day	90 day	180 day	0 day	90 day	180 day
A/B[a]	RP[1)] 50 cmHg	1.34	1.37	1.44	1.34	1.34	1.12
	RP 60 cmHg	1.32	1.38	1.40	1.32	1.32	1.14
	AP 80°C	1.35	1.40	1.61	1.35	1.36	1.09
	AP 90°C	1.33	1.36	1.23	1.33	1.32	1.28
A/P	RP 50 cmHg	2.17	2.23	2.51	2.17	2.16	2.03
	RP 60 cmHg	2.21	2.24	2.55	2.21	2.18	2.25
	AP 80°C	2.21	2.27	2.60	2.21	2.24	1.82
	AP 90°C	2.22	2.27	3.01	2.22	2.22	2.22
B/P	RP 50 cmHg	1.62	1.63	1.75	1.62	1.61	1.81
	RP 60 cmHg	1.68	1.62	1.82	1.68	1.65	1.97
	AP 80°C	1.64	1.62	1.62	1.64	1.65	1.67
	AP 90°C	1.67	1.67	2.44	1.67	1.68	1.73

[a]*n*-propanol (P), isobutyl alcohol (B), isoamyl alcohol (A)
[1)]RP: Reduced pressure, AP: Atmospheric pressure

Table 4. Volatile compounds obtained distilled liquor made with *Ipguk* (*koji*) under reduced pressures (Unit: peak area %)

NO.	RT	Compound	Jar (Hangari)						Stainless steel container					
			50 cmHg			60 cmHg			50 cmHg			60 cmHg		
			0	90	180	0	90	180	0	90	180	0	90	180
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	-	-	-	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-
2	4.09	Ethanol	92.31	87.13	87.56	93.17	88.97	89.39	86.16	91.01	90.50	82.35	90.78	88.25
3	5.93	*n*-Propanol	0.05	-	-	0.01	-	-	0.08	0.08	-	0.12	0.08	-
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.17	1.01	1.10	1.91	1.11	1.00	1.21	1.05	1.62	1.35	1.09	1.73
5	8.18	1-Butanol	-	0.01	0.01	-	-	0.01	-	0.01	0.02	-	0.01	0.02
6	9.87	Isoamyl alcohol	2.84	2.49	3.00	2.61	2.77	2.76	3.25	2.70	3.65	3.77	2.62	3.84
7	10.36	Hexanoicacid,ethylester	0.03	0.02	-	0.01	-	-	0.03	0.02	-	0.03	-	-
8	13.43	Ethyl lactate	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-
10	15.65	Ethyl octanoate	0.38	0.54	0.39	0.10	0.47	0.23	0.52	0.42	0.27	0.97	0.43	0.15
11	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.71	1.15	1.68	0.52	1.17	0.58	1.98	1.56	0.02	2.95	1.72	1.64
12	21.1	Octanoic acid	0.01	0.04	0.05	0.02	-	-	0.04	0.03	0.05	0.06	0.04	0.05
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.01	0.01	-	-	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-
14	23.03	Iso butyl decanoate	-	-	0.03	-	-	-	0.01	0.01	-	0.02	0.01	-
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.07	0.08	0.10	0.04	0.11	0.12	0.15	0.07	0.09	0.23	0.07	0.08
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.19	0.46	0.90	0.04	0.49	0.75	0.49	0.49	0.62	0.83	0.56	0.54
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	0.03	0.05	-	0.03	0.04	-	0.02	0.05	-	0.02	0.05
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.08	0.04	0.06	0.07	0.05	0.06	0.08	0.05	0.04	0.05	0.05	0.03
19	29.33	Ethyl myristate	0.21	0.76	0.58	0.06	0.73	0.50	0.56	0.39	0.60	0.86	0.43	0.58
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	0.01	0.11	-	-	0.08	0.01	-	0.02	0.03	-	0.02
21	33.18	Ethyl palmitate	1.09	3.82	2.11	1.28	1.22	1.82	1.56	0.83	0.70	1.71	0.88	0.69
22	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.02	0.06	0.27	-	0.07	0.29	0.35	-	0.10	0.42	-	0.14
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.10	0.18	0.88	0.05	0.17	0.07	0.95	0.02	0.07	1.31	0.02	0.07
		Others	0.72	2.14	1.11	0.09	2.64	2.09	2.55	1.23	1.57	2.94	1.19	2.15
		Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Each value is expressed as mean (n=3)

순으로 높게 검출되었다. 입국을 이용한 증류주의 향기 성분 분석 결과 중 감압 증류와 상압 증류의 가장 큰 차이는 이중에서 가장 큰 특징은 whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol(17)이 감압 증류가 적게 검출되었다는 것이다. 이것은 isoamyl alcohol은 비점이 낮은 물질로서 상대적으로 증류 온도가 높은 상압 증류하였을 때 휘발되어 농축된 것으로 판단된다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid는 감압 500, 600 mmHg이 0.71%, 0.52%로 상압 80, 90°C의 1.98%, 2.95% 보다 낮게 검출되었다(22). 상압보다 감압에서 높게 검출된 것은 isobutyl alcohol이며 이와 반대로 상압에서 더 높았던 것은 ester중 부드러운 향

Table 5. Volatile compounds obtained distilled liquor made with *Ipguk* (*koji*) under atmospheric pressures

(Unit: peak area %)

NO.	RT	Compound	Jar (Hangari)						Stainless steel container					
			80°C			90°C			80°C			90°C		
			0	90	180	0	90	180	0	90	180	0	90	180
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-
2	4.09	Ethanol	86.16	91.01	90.50	82.35	90.78	88.25	86.16	91.01	90.50	82.35	90.78	89.25
3	5.93	*n*-Propanol	0.08	0.08	-	0.12	0.08	-	0.08	0.08	-	0.12	0.08	-
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.21	1.05	1.62	1.35	1.09	1.73	1.21	1.05	1.62	1.35	1.09	1.73
5	8.18	1-Butanol	-	0.01	0.02	-	0.01	0.02	-	0.01	0.02	-	0.01	0.02
6	9.87	Isoamyl alcohol	3.25	2.70	3.65	3.77	2.62	3.84	3.25	2.70	4.65	3.77	2.62	3.84
7	10.36	Hexanoicacid,ethylester	0.03	0.02	-	0.03	-	-	0.03	0.02	-	0.03	-	-
8	13.43	Ethyl lactate	0.01	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-
10	15.65	Ethyl octanoate	0.52	0.42	0.27	0.97	0.43	0.15	0.52	0.42	0.27	0.97	0.43	0.15
11	20.66	Decanoic acid, ethylester	1.98	1.56	0.02	2.95	1.72	1.64	1.98	1.56	0.02	2.95	1.72	1.64
12	21.1	Octanoic acid	0.04	0.03	0.05	0.06	0.04	0.05	0.04	0.03	0.05	0.06	0.04	0.05
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.01	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-	0.01	-	-
14	23.03	Isobutyl decanoate	0.01	0.01	-	0.02	0.01	-	0.01	0.01	-	0.02	0.01	-
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.15	0.07	0.09	0.23	0.07	0.08	0.15	0.07	0.09	0.23	0.07	0.08
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.49	0.49	0.62	0.83	0.56	0.54	0.49	0.49	0.62	0.83	0.56	0.54
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	0.02	0.05	-	0.02	0.05	-	0.02	0.05	-	0.02	0.05
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.08	0.05	0.04	0.05	0.05	0.03	0.08	0.05	0.04	0.05	0.05	0.03
19	29.33	Ethyl myristate	0.56	0.39	0.60	0.86	0.43	0.58	0.56	0.39	0.60	0.86	0.43	0.58
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	0.01	-	0.02	0.03	-	0.02	0.01	-	0.02	0.03	-	0.02
21	33.18	Ethyl palmitate	1.56	0.83	0.70	1.71	0.88	0.69	1.56	0.83	0.70	1.71	0.88	0.69
22	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.35	-	0.10	0.42	-	0.14	0.35	-	0.10	0.42	-	0.14
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.95	0.02	0.07	1.31	0.02	0.07	0.95	0.02	0.07	1.31	0.02	0.07
		Others	2.55	1.23	1.57	2.94	1.19	2.15	2.55	1.23	1.57	2.94	1.19	1.15
		Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

을 나타내는 ethyl palmitate(23)였다.

입국을 이용한 증류주 중 감압 증류 500, 600 mmHg의 항아리, 스테인리스 용기 숙성 기간 중 휘발성 향기 성분 결과는 Table 4와 같다. 감압 증류 500 mmHg의 항아리 숙성 중 acetaldehyde는 숙성 기간이 길어져도 큰 변화가 없었다. 꽃향기처럼 좋은 향을 내는 *n*-Propanol은 숙성 시간이 지날수록 감소하였다. Isobutyl alcohol, isoamyl alcohol, ethyl octanoate은 큰 변화가 없었으며 decanoic acid는 증가하였다. 유기산 성분 중 acetic acid는 조금씩 증가하였으며 맥주의 방향족 알콜 성분 중 가장 중요한 향기 성분인 phenylethyl alcohol은 변화가 없었다(22). 그 밖에 octadodecanoic acid와 ethyl palmitate는 증가하는 것으로 나타났다. 감압 증류 600 mmHg의 항아리 숙성 기간 중 acetaldehyde는 숙성 기간이 길어져도 큰 변화가 없었으며 isobutyl alcohol은 조금씩 감소하였으며 isoamyl alcohol, decanoic acid은 변화가 없었으며 ethyl octanoate는 증가하였다.

감압 증류 500 mmHg의 스테인리스 용기 숙성의 경우 *n*-propanol은 숙성 중 조금씩 감소하였으며 isobutyl alcohol과 isoamyl alcohol은 조금 증가하는 경향이었으며 ethyl octanoate은 감소하였다. 그 밖에도 octadodecanoic acid는 변화가 없었으며 ethyl palmitate는 지속적으로 증가하는 것으로 나타났다. 600 mmHg의 경우 *n*-propanol은 숙성 기간 중 감소하였으며 isoamyl alcohol은 증가하였고 isobutyl alcohol은 감소하는 경향이었다. Ethyl octanoate과 decanoic acid은 증가하였으며 acetic acid도 조금씩 증가하였다.

입국을 이용한 증류주 중 상압 증류 80, 90°C의 항아리, 스테인리스 용기 숙성 기간 중 휘발성 향기 성분 결과는 Table 5와 같다. 상압 증류 80°C의 항아리 숙성 기간 중 휘발성 향기 성분 결과 *n*-propanol은 숙성 기간 중 감소하였으며 isobutyl alcohol, isoamyl alcohol은 숙성 기간이 길어질수록 증가하였다. 90°C는 *n*-propanol, ethyl octanoate과 decanoic acid 모두 숙성 기간이 길어질수록 감소하였으며 isoamyl alcohol은 큰 변화가 없었다. Octanoic acid는 변화가 없었으며 acetic acid는 소량 감소하였다.

다음으로 상압 증류 80°C의 스테인리스 용기 숙성 기간 중 휘발성 향기 성분결과 acetaldehyde은 변화가 없었으며 *n*-propanol은 조금씩 감소하였다. Isoamyl alcohol은 숙성 기간이 길어지면서 증가하였으며 decanoic acid과 ethyl palmitate는 숙성 기간 동안 감소하는 것으로 나타났다. 90°C의 경우 isoamyl alcohol 모두 숙성 기간에 따른 변화는 크지 않았으며 isobutyl alcohol은 조금 증가하였다. Ethyl octanoate과 decanoic acid는 감소하는 경향을 나타내었으며 octanoic acid는 변화가 없었으며 acetic acid는 서서히 감소하였다. 이러한 향기 성분 분석에서 가장 중요한 것은 향기의 비율 보다는 향기의 강도이기 때문에 여기에서 높은 %를 차지했다고 해서 주요 향기 성분으로 볼 수는 없을 것이며 이러한 이유로 향기 성분 분석 결과에서는 큰 차이가 없어도 관능에서는 차이를 나타날 수 있다(24).

증류주의 숙성 기간별 관능 검사

입국을 이용한 증류주의 숙성 기간별 관능 검사 결과는 Table

Table 6. Quantitative description analysis (QDA) profile during aging period of distilled liquors made with *Ipguk* (*koji*)

Day	Vessel	Sensory evaluation	Color	Alcohl flavor	Flavor	Taste	Swallowing	Overall acceptance
0	Jar (Hangari)	RP[1)] 50 cmHg	6.13±2.40[a]	5.25±0.98[b]	5.25±0.98[a]	5.25±0.98[b]	5.50±1.70[b]	5.25±1.26[a]
		RP 60 cmHg	6.38±2.12[a]	4.63±1.56[a]	4.50±1.70[a]	5.00±1.26[ab]	5.00±1.70[ab]	4.63±1.12[a]
		AP 80°C	5.50±3.11[a]	4.00±0.57[a]	4.38±1.84[a]	3.50±1.13[ab]	3.63±0.99[ab]	4.25±1.98[a]
		AP 90°C	5.13±2.40[a]	3.50±0.57[a]	4.13±1.56[a]	3.38±0.99[a]	3.50±0.57[a]	4.00±1.41[a]
	Stainless steel vessel	RP[1)] 50 cmHg	6.13±2.40[a]	5.25±0.98[b]	5.25±0.98[a]	5.25±0.98[b]	5.50±1.70[b]	5.25±1.26[a]
		RP 60 cmHg	6.38±2.12[a]	4.63±1.56[ab]	4.50±1.70[a]	5.00±1.26[ab]	5.00±1.70[ab]	4.63±1.12[a]
		AP 80°C	5.50±3.11[a]	4.00±0.57[ab]	4.38±1.84[a]	3.50±1.13[ab]	3.63±0.99[ab]	4.25±1.98[a]
		AP 90°C	5.13±2.40[a]	3.50±0.57[a]	4.13±1.56[b]	3.38±0.99[a]	3.50±0.57[a]	4.00±1.41[a]
90	Jar (Hangari)	RP[1)] 50 cmHg	8.33±0.23[a]	6.00±0.23[bc]	5.40±0.40[a]	4.17±0.46[b]	6.33±0.23[b]	6.60±0.23[c]
		RP 60 cmHg	8.17±0.75[a]	6.63±0.83[bc]	4.97±0.80[b]	4.87±0.61[ab]	5.93±0.40[b]	6.50±0.80[bc]
		AP 80°C	7.73±0.69[a]	5.87±0.69[b]	4.27±0.23[a]	4.07±0.61[a]	4.00±0.40[a]	5.13±0.23[ab]
		AP 90°C	8.43±1.40[a]	5.47±1.44[ab]	4.47±0.69[ab]	4.10±0.46[ab]	4.03±0.65[a]	5.80±0.83[bc]
	Stainless steel vessel	RP[1)] 50 cmHg	8.33±0.23[b]	5.40±1.06[ab]	5.10±0.61[a]	4.97±1.06[ab]	5.00±1.06[ab]	4.97±0.80[ab]
		RP 60 cmHg	8.43±0.61[a]	5.57±0.92[ab]	4.93±0.69[a]	3.70±0.61[ab]	3.87±0.83[a]	4.63±0.46[ab]
		AP 80°C	8.33±0.23[a]	4.08±1.41[a]	4.33±0.83[a]	2.70±0.23[a]	3.07±0.40[a]	3.53±0.69[a]
		AP 90°C	7.73±0.69[a]	4.80±1.15[a]	3.83±0.23[a]	3.03±0.10[a]	4.00±0.69[a]	3.50±0.20[a]
180	Jar (Hangari)	RP[1)] 50 cmHg	8.28±0.57[c]	5.98±0.28[b]	4.98±0.28[a]	5.53±0.28[b]	6.28±0.20[b]	6.73±0.52[b]
		RP 60 cmHg	7.13±0.85[bc]	5.83±1.13[ab]	6.33±0.57[b]	5.53±0.28[b]	6.48±0.28[b]	6.98±0.28[b]
		AP 80°C	7.63±0.65[bc]	5.98±0.28[b]	5.08±1.41[a]	5.33±0.57[ab]	5.03±0.28[a]	6.83±1.13[ab]
		AP 90°C	6.78±0.28[b]	6.13±0.57[b]	5.43±0.28[ab]	5.18±0.20[ab]	4.73±0.35[a]	6.38±0.28[ab]
	Stainless steel vessel	RP[1)] 50 cmHg	7.63±0.28[bc]	5.98±0.28[b]	4.83±0.78[a]	5.03±0.28[ab]	4.88±0.57[a]	5.53±0.28[a]
		RP 60 cmHg	7.18±0.28[b]	5.63±0.25[ab]	5.43±0.85[ab]	5.13±0.85[ab]	5.33±0.57[ab]	5.33±0.57[a]
		AP 80°C	5.48±0.57[a]	4.08±1.41[a]	4.78±0.57[a]	4.78±0.37[a]	4.33±0.57[a]	4.58±0.85[a]
		AP 90°C	5.48±0.57[a]	4.48±0.85[a]	4.73±0.57[a]	4.33±0.57[a]	4.53±0.28[a]	4.78±0.57[a]

Each value is expressed as mean±SD (n=3)
[1)]RP: Reduced pressure, AP: Atmospheric pressure
[a-c)]Different letters show significant difference by Duncan's multiple range test at $p<0.05$

6과 같다. 증류가 끝난 직후의 알코올을 25%로 조정한 후의 관능은 감압 증류주가 상압 증류주에 비해 좋은 관능 결과를 나타내었다. 이것은 일반적으로 상압 증류의 경우는 향미가 농후하고 감압 증류의 경우에는 향미가 담백한 특징(11)을 나타내기 때문으로 생각된다.

항아리와 스테인리스 용기에 증류주를 넣고 숙성 기간이 증가함에 따른 관능 결과 항아리에 숙성을 한 증류주의 경우 숙성 기간이 증가하면서 관능 점수가 감압, 상압 증류주 모두 높아졌으며, 90일의 경우에는 색을 제외하고 전체적인 관능에서 항아리 숙성의 관능이 스테인리스 숙성의 관능보다 조금씩 높은 점수를 나타내었다. 이것은 항아리의 경우 숙성 과정 중 화학적 변화에 의해 향미 성분의 산화적 조건으로 자극적인 가스취 성분인 알데히드류와 유황 화합물이 없어지고 에스테르류가 생성되면서 방향이 증가되는 작용과 물리적으로 항아리로부터 금속 성분의 용출이나 알코올과 물 분자의 회합(9)으로 인해 숙성이 조금씩 진행되었기 때문으로 생각된다.

최종 180일에는 감압 증류 600 mmHg를 항아리에 숙성했을 때 향, 맛, 목넘김에서 다른 시료에 비해 높은 기호도를 나타내었으며 종합 기호도에서 6.98±0.28으로 관능에서 가장 높았다. 이것을 향기 성분 분석 결과와 비교해서는 특이적으로 머무르는 시간이 늦은 고비점의 pentadecanoic acid, ethyl palmitate (부드러운 향), octadecadienoic acid가 다른 조건의 증류주 보다 높은 비율로 측정되었지만 이러한 향기 성분 분석과 관능 검사에 어떠한 영향을 미쳤는지는 추가 시험이 필요하다.

또한 상압 증류를 통해 만들어진 증류주의 경우 항아리 숙성에서 높은 점수로 상승 했다. 반면에 스테인리스 용기에 넣고 숙성을 한 증류주의 경우 증류 초기의 관능 점수에서 큰 변화가 없었는데 이것은 밀폐 용기에 의한 숙성은 가수분해가 일어나지 않으므로 대부분의 에스테르 성분의 변화가 적어(8) 향기 성분의 변화도 적은 것으로 생각된다.

또한 향기 성분 분석과 비교해 보면 입국을 이용한 향기 성분 분석의 경우 최종 숙성일인 180일을 기준으로 입국만을 이용한 증류주에 비해 가장 많은 향기 성분이 검출되었으며 이러한 이유들로 인해 관능에서도 좋은 점수를 얻은 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 입국 증류주를 항아리와 스테인리스 용기에 숙성시키며 숙성 시간별 증류주의 품질 특성을 검토하였다. 알코올의 경우 초기 39.8-40.9% 알코올이 숙성 180일에 항아리는 38.0-38.9%를 스테인리스 용기는 39.1-39.7%를 나타내었다. 항아리와 스테인레스 용기 모두 숙성 기간이 증가할수록 TBA값이 감압과 상압 증류주 모두에서 증가하였다. 증류주의 *n*-propanol, isobutanol, isoamyl alcohol는 항아리와 스테인리스 용기 모두 숙성 기간이 증가할수록 감압과 상압 증류주 모두 감소하였으며 A/B의 비율은 감압과 상압 모두 비슷한 1.32-1.35, A/P는 2.17-2.22, B/P는 1.62-1.68의 비율을 나타내었다. 입국을 이용한 증류주의 향기 성분 분석 결과 증류 초기에 감압 증류에서 높은 검출 결과를 나

타낸 것은 isoamyl alcohol>isobutyl alcohol>ethyl palmitate> decanoic acid>ethyl octanoate 순서 였으며 상압 증류에서 높은 검출 순서는 isoamyl alcohol>decanoic acid>ethyl palmitate>isobutyl alcohol 순 이었다. 항아리에 숙성을 한 증류주의 경우 숙성 기간이 경과하면서 관능 점수가 감압, 상압 증류주 모두 상승하였으며 가장 높은 관능을 보인 것은 감압 증류 600 mmHg로 종합 기호도에서 6.98±0.28으로 가장 높았다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 고부가식품기술개발사업(312011-05-1-HD020)의 지원으로 수행한 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

References

1. Lee DH, Lee YS, Cho CH, Park IT, Kim JH, Ahn BH. The qualities of liquor distilled from *ipguk* (*koii*) or *nuruk* under reduced or atmospheric pressure. Korean J. Food Sci. Technol. 46: 25-32 (2014)
2. Lee YH, Eom TK, Cheong C, Cho HC, Kim IY, Kim MS, Yu SR, Jeong YH. Quality characteristics of spirits by different distillation and filtrations. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 2012-2018 (2013)
3. Park JS, Chung BW, Bae JO, Lee JH, Jung MY, Choi DS. Effects of sweet potato cultivars and *Koji* types on general properties and volatile flavor compounds in sweet potato soju. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 468-474 (2010)
4. Kim HR. Jo SJ, Lee SJ, Ahn BH. Physicochemical and sensory characterization of a Korean traditional rice wine prepared from different ingredients. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 551-557 (2008)
5. Min YK, Yun HS, Jeong HS, Jeong YS, . Change in compositions of liquor fractions distilled from Samil-ju with various distillations conditions. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 440-446 (1992)
6. 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)
7. Yi HC, Moon SH, Park JS, Jung JW, Hwang KT. Volatile compounds in liquor distilled from mash produced using *koji* and *nuruk* under reduced or atmospheric pressure. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 880-886 (2010)
8. Lee DS, Park HS, Kim K, Lee TS, Noh BS. Gas chromatographic and mass spectrometric determination of alcohol homologues in the Korean folk sojues (distilled liquor). J. Korean Chem. Soc. 38: 640-652 (1994)
9. technical Service institute, Handbook of liquor quality management technology in the factory, Samsin press, Seoul, Korea. pp. 11-343 (2008)
10. FACT. Woorisool Treasure House. 1th ed. Foundation of agri. Tech. Commercialization & Transfer, Suwon, Korea. pp. 230-256 (2011)
11. Bae SM. Distilled *Soju* Production Technology. Wogok Pub. Co., Seoul, Korea. pp. 166-306 (2001)
12. Hong Y, Park SK, Choi EH. Flavor characteristics of Korean traditional distilled liquors produced by co-culture *Saccharomyces* and *Hansenula.* Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 27: 236-245 (1999)
13. Kim YG. Quality characteristics of distilled spirits during aging period using pear. PhD thesis, Seoul Venture University, Seoul, Korea. pp. 1-75 (2013)
14. Park CM. Optimization of alcohol fermentation and aging conditions for a development of a distilled alcoholic beverage using barley grains. MS thesis, Kyungpook National University, Kyungpook, Korea. pp. 1-38 (2007)
15. Technical Service Institute, National Tax Service Administration. Textbook of alcoholic beverage-making. Technical Service Institute, National Tax Service Administration. Seoul, Korea. pp. 1-59 (1997)
16. So MH, Lee YS, Noh WS. Changes in microorganisms and main components during *takju* brewing by a modified *nuruk.* Korean J. Food Nutr. 12: 226-232 (1999)
17. Kim HR, Lee AR, Kwon YH, Lee HJ, Jo SJ, Kim JH, Ahn BH. Physicochemical characteristics and volatile compounds of glutinous rice wines depending on the milling degrees. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 75-81 (2010)
18. Lee DH, Kim JH, Lee JS. Effect of pears on the quality and physiological functionality of makgeoly. Korean J. Food Nutr. 22: 606-611 (2009)
19. Kim CJ, Kim KC, Kim DY, Oh MJ, Lee SK, Lee SO, Chung ST, Chung JH. Fermentation Technology. Sunjinmunwhasa Pub. Co., Seoul, Korea. pp 79-103 (1990)
20. Kyoun OY, Oh SH, Kim HJ, Lee JH, Kim HC, Yoon WK, Kim HM, Kim MR. Analyses of nutrients and antinutrients of rice cultivars. Korean J. Food Cook. Sci. 22: 949-956 (2006)
21. Bae SM, Jung SY, Jung IS, Ko HJ, Kim TY. Effect of the amount of water on the yield and flavor of Korean distilled liquor based on rice and corn starch. J. East Asian Soc. Dietary Life 13: 439-446 (2003)
22. Kim HR, Lee AR, Kwon YH, Lee HJ, Jo SJ, Kim JH, Ahn BH. Physicochemical characteristics and volatile compounds of glutinous rice wines depending on the milling degrees. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 75-81 (2010)
23. Kwon YH, JO SJ, Kim JH, Ahn BH. Fermentation characteristics and volatile compounds in yakju made with various brewing conditions; glutinous rice and pre-treatment. Korean J. Microbiol. Biotechnol. 38: 46-52 (2010)
24. Lee GH, Shin Y, Chang YI, Jeong JH, Chang KS, O MJ. Identification of character-impact aroma compounds and comparisons of sensory attributes of traditional Korean medicinal rice wines brewed with functional herbal powders or extracts. Korean J. Food Nutr. 7: 405-410 (2002)