

## 증류조건에 따른 삼일주 증류액의 성분변화

민용규 · 윤향식 · 정현상 · 장윤식  
충북대학교 농과대학 식품공학과

### Changes in Compositions of Liquor Fractions Distilled from *Samil-ju* with Various Distillation Conditions

Young-Kyoo Min, Hyang-Sik Yun, Heon-Sang Jeong and Yun-Sik Jang

Department of Food Science and Technology, College of Agriculture  
Chungbuk National University, Cheongju, Korea

#### Abstract

*Samil-ju*, the traditional Korean rice wine was brewed and distilled using different columns (unpacked and packed) at different pressure (760, 460, 260 mmHg). Fractions of distillate were collected and analyzed. The sample wine, *Samil-ju* showed the following compositions; ethanol 14%, total acidity 16.2 g/100 ml, reducing sugar 7.9 mg/ml, total sugar 8.4 mg/ml, acetaldehyde 6 ppm, fusel oil 161 ppm and ethyl acetate 6 ppm. As distillation proceeds, contents of ethanol, methanol, fusel oil, acetaldehyde and ethyl acetate were decreased but total acidity was increased. Generally at reduced pressure, all the constituents but total acidity showed more decrease than those at atmospheric pressure. In the 1st, 2nd and 3rd fractions of the distillate, ethanol contents were maintained at about 70% but those contents decreased abruptly to below 50% from the 5th fraction. Sixteen sensory characteristics were identified as quality factors of distillate. Among them, four characteristics were identified as aroma properties, seven as tastes and five as aftertastes. Nuruk and cooling flavor were considered as important factors which affect greatly the sensory quality of distillate. Among various fractions, the 2nd, 3rd and 4th fractions obtained from unpacked column at 260 mmHg showed the highest score in the overall quality. The compositions of these fractions were ranged as follows; methanol 24~36 ppm, total acidity 0.21~0.29 g/100 ml, fusel oil 657-1340 ppm, acetaldehyde 12~41 ppm, and ethylacetate 22~311 ppm, respectively.

Key words: *Samil-ju*, distillation, rice wine, packed column, distillate

#### 서 론

우리나라는 경제발전과 아울러 식생활의 국제화에 따라서 주류도 고급화 현상을 나타내고 고유주류인 소주, 막걸리의 소비량은 감소하는 반면, 외국주류인 맥주, 위스키, 브랜디 등은 수입되거나 국내 생산되어 그 소비가 증가하고 있다. 또한 1990년 1월부터 주류시장이 전면 개방됨에 따라 국내주류는 경쟁력이 상대적으로 약화되었으며 외국주류가 빠른 속도로 국내시장을 점유해가고 있기 때문에 국내 주류업체는 소비자의 음주패턴에 맞으면서도 외국주류와의 국제경쟁력을 갖춘 주류의 개발이 필요한 실정이다.

국내에서는 약·탁주에 관한 연구가 비교적 활발히 진행되고 있지만<sup>1-5)</sup> 일본의 위스키의 향기성분에 관한

연구<sup>6-9)</sup>와 구미의 증류주의 향기성분에 관한 연구<sup>10-13)</sup> 및 증류주의 숙성에 관한 연구<sup>14,15)</sup> 등과 같이 다각적인 연구가 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 국내의 경우 증류주에 관한 연구로 지 등<sup>16)</sup>은 보리밭을 원료로 하여 증류식 소주를 제조하였으며 최<sup>17)</sup>는 장치를 개선하여 2종 이상의 술덧으로 양질의 증류주를 만들기 위한 방법을 연구하였고, 증류주의 숙성에 관한 연구로 이 등<sup>18,19)</sup>은 사과 및 딸기 증류주의 방향성분을 분석하였으며 일반적인 증류주의 저장과 숙성에 관한 연구<sup>20)</sup>도 있지만 활발히 연구되어지지 못하는 실정이다. 일본의 경우 中山<sup>21)</sup>는 감자와 쌀의 술덧에 상압 및 감압증류를 실시하여 일반성분 및 비점성분을 분석하였으며 또한 증류식 소주의 저장과정에서 생기는 유취물질의 동정에 관하여도 연구<sup>22,23)</sup>하였다. 특히 특정지역에서 전래되어 오던 증류식 소주가 南九州縣을 중심으로 시장성을 확보해가면서 1985년 이후 본격소주로 연구 개발되어 현재 기업화 단계에 이르고 있다<sup>24)</sup>.

본 연구에서는 쌀을 원료로 하여 발효주를 제조하고

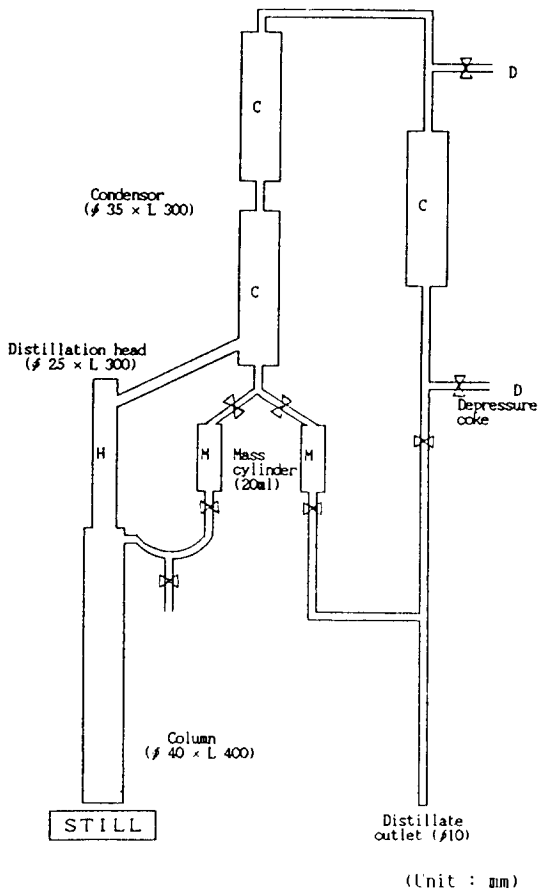


Fig. 1. Schematic diagram of distillation apparatus

압력, 환류비 및 충전물의 유무에 따라 증류하고 분획을 얻어 그 성분의 특성을 분석한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

1986년도산 정부미와 누룩(중앙곡자주식회사)을 사용하여 전통주 제조법<sup>(25)</sup>에 따라 삼일주를 제조하였다. 즉 누룩을 24시간 침지한 후 체로 거른 액과 24시간 침지하여 증기로 쪄 멍쌀을 혼합하여 25°C에서 3일간 발효시킨 후 원심분리하여 상징액만을 공시시료로 하였다.

증류방법

본 실험을 위해 Fig. 1과 같은 증류장치를 고안 제작하였으며 압력은 상압(760 mmHg)과 감압(460, 260 mmHg)을 적용하였으며, 충전컬럼은 유리관(외경 8 mm, 내경 6 mm, 길이 24 mm) 160g을 충전하여 사용하였다. 각 조건마다 원료의 알코올 함량이 0이 되는 때를 증류종말점으로 하여 증류액을 75 ml씩 분할하여 8개의 분액으로 채취하였다.

Table 1. Operating conditions of gas chromatograph for analysis of aroma components in distilled liquor

Instrument	Varian 6000
Column	Supper Q80/100 mesh 1m×1/8 inch I.D. glass column
Detector	FID
Injection port temp.	150°C
Column temp.	150 to 200°C, program rate: 4°C/min
Detector temp.	150°C
Carrier gas	He(30 ml/min)
Injection volume	1 μl

Table 2. Compositions of Samilju

Compositions	Contents	Compositions	Contents
Alcohol(%)	14.0	Etylacetate(ppm)	47
Total acidity(g/100 ml)	16.2	Propanol(ppm)	23
Reducing sugar(%)	7.9	iso-butylalcohol(ppm)	45
Total sugar(%)	8.4	iso-amylalcohol(ppm)	93
Acetaldehyde(ppm)	6.0		

성분분석

선당과 환원당은 식품분석법<sup>(26)</sup>에 따라 측정하였으며 알코올 농도, 총산, 알데히드 및 에스테르는 국제청주류분석법<sup>(27)</sup>에 따라 측정하였다.

향기성분 분석

증류주의 향기성분은 가스크로마토그래피(Varian 6000)에 시료 1 μl를 취하여 분석하였으며 분석조건은 Table 1과 같다. 가스크로마토그램에 나타난 각 성분은 그 표준물질의 retention 값과 피크면적을 참고하여 동정 및 정량하였다.

관능검사

관능검사원은 상법<sup>(28)</sup>에 따라 5명을 선발하여 훈련을 받게 한 후 증류주의 품질특성을 강도는 9점 채점법으로, 전체품질은 5점 채점법으로 평가하였다.

결과 및 고찰

시료의 성분

삼일주의 성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 알코올 함량은 정 등<sup>(31)</sup>이 조사한 약주와 비슷한 수준이었으며 총산은 加來<sup>(30)</sup>가 조사한 약주보다 현저하게 높았다. 에틸아세테이트는 정 등<sup>(31)</sup>이 보고한 약주보다 약간 높은 값을 나타내었고 다른 향기성분은 현저하게 낮은 값을 나타내었다.

에탄올

증류조건에 따른 에탄올의 변화는 Fig. 2와 같다. 증

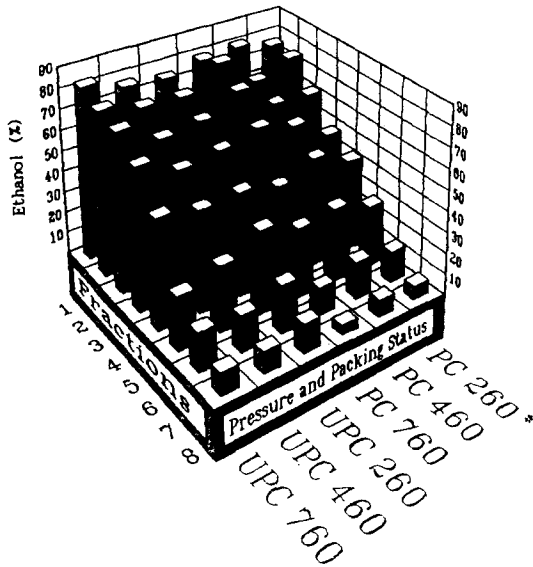


Fig. 2. Ethanol concentration of various fractions obtained from distillation

UPC; Unpacked Column, PC; Packed Column, \*; Gauge Pressure(mmHg)

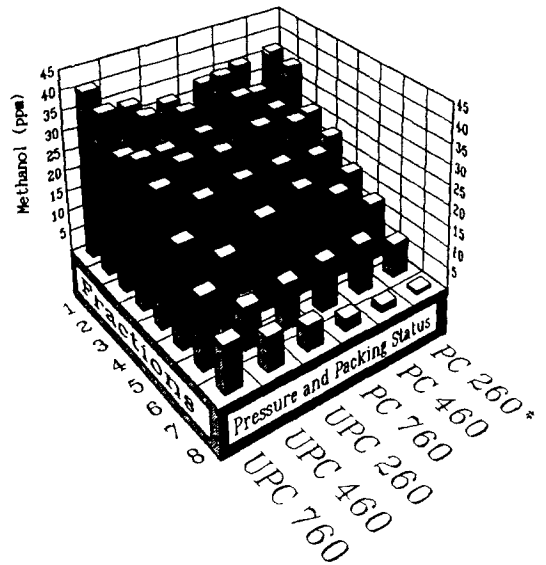


Fig. 3. Methanol concentration of various fractions obtained from distillation

UPC; Unpacked Column, PC; Packed Column, \*; Gauge Pressure(mmHg)

류가 진행됨에 따라 충전, 비충전, 상압 및 감압 등 모든 시험구에서 에탄올의 농도는 감소하였다. 1, 2, 3분액에서는 에탄올의 함량이 큰 차이가 없고 에탄올의 농도는 약 70% 정도이었으며 원료 에탄올의 약 60% 정도가 증류 회수되었다. 그러나 5분액부터는 에탄올 함량이 급격히 감소하였는데 이때의 에탄올 농도는 50% 정도였다. 이는 물과 에탄올의 순수 2성분계의 증류에서도 에탄올농도가 60% 부근에 이르르면 이와 비슷한 급격한 감소현상을 보인다<sup>(29)</sup>는 결과와는 차이가 있었으나 이것은 다성분계와 이성분계의 차이에 기인하는 것으로 생각된다.

증류초기에는 충전컬럼이 비충전컬럼 보다 에탄올 함량이 높았지만 증류 후기에는 비충전컬럼이 높았다. 에탄올농도의 전체적인 변화폭은 비충전상태가 충전상태보다 크게 나타났는데, 이는 비충전상태에서는 증류초기에 많은 양의 에탄올이 증류되었으며 충전상태에서는 정류효과에 따라 일정하게 감소되었기 때문이라 생각된다. 상압과 감압을 비교하면 비충전상태의 경우 초기분액에서는 상압에서 에탄올의 농도가 높게 나타났지만 5분액 이후부터는 감압에서 높게 나타났다. 이는 감압하의 초기분액에서는 비점이 낮으므로 증류액의 응축이 어려우나 5분액 이후에는 급격한 비점의 상승으로 응축이 상대적으로 쉽기 때문이라고 생각된다.

메탄올

증류조건에 따른 메탄올의 변화는 Fig. 3과 같다. 증류가 진행됨에 따라 충전, 비충전, 상압 및 감압 등 모든

시험구에서 메탄올 농도가 감소하였으며 일반적으로 본 실험조건에서 메탄올은 증류초기에서 높게 나타났고 중기에서는 약간의 감소를 보였지만 후기에서는 급격히 감소하였다. 1~5의 초기분액에서는 메탄올 농도가 완만한 감소를 보였는데 이때 메탄올의 77~90% 정도가 증발하였다. 그 다음 후기분액부터 메탄올 함량은 급격히 감소하였다. 증류초기에는 충전컬럼과 비충전컬럼이 비슷한 경향을 보였지만 증류 후기에 충전컬럼이 낮은 값을 보였다. 비충전컬럼에서는 상압이 메탄올의 농도가 높게 나타났으며 감압과의 차이는 별로 없었다. 압력에 따른 메탄올의 농도는 큰 차이를 보이지 않았으며 이는 官田<sup>(31)</sup>의 보고와 비슷한 결과를 나타내었다. 다른 증류주의 메탄올 함량을 분석한 결과 국산증류주의 1종은 36 ppm이었으며 고탕주는 375 ppm이었다.

총산

증류조건에 따른 총산의 변화는 Fig. 4와 같다. 총산은 증류가 진행되면서 점차로 증가하였으며 비충전과 충전 상태 모두 초기에 상압보다는 감압에서 약간 높은 값을 나타내었으나 4분획 이후부터는 감압이 약간 높은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 값의 차이는 있으나 中村<sup>(6)</sup>의 위스키 분할증류시의 경향과 유사하였으며 pH와 산도는 상압과 감압증류시 별차이가 없다는 官田<sup>(31)</sup>의 보고와도 유사하였다. 또한 총산은 발효주의 원료나 조건에 따라 많은 차이를 나타내었는데<sup>(32)</sup> 본 실험의 시료인 삼일주의 총산함량이 높기 때문에 이를 증류한 증류주의 총산이 다른 증류주<sup>(6,31)</sup>보다 높은 값을 나타내었다고 생각된다.

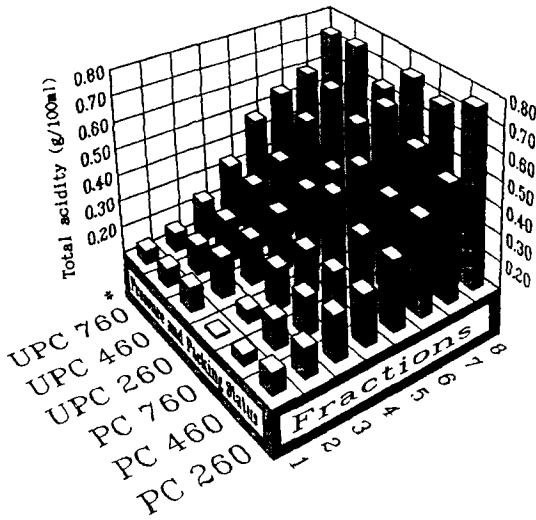


Fig. 4. Total acidity contents of various fractions obtained from distillation

UPC; Unpacked Column, PC; Packed Column, \*, Gauge Pressure(mmHg)

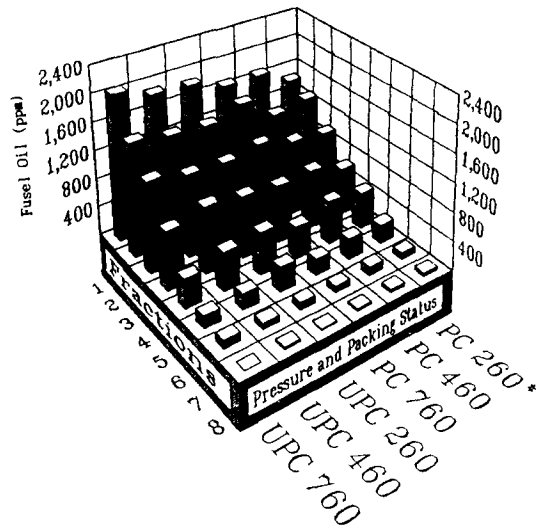


Fig. 5. Fusel oil concentration of various fractions obtained from distillation

UPC; Unpacked Column, PC; Packed Column, \*, Gauge Pressure(mmHg)

휴젤유

증류조건에 따른 휴젤유의 변화는 Fig.5와 같다. 휴젤유의 분석결과 이소아밀알코올, 이소부틸알코올, 프로판놀이 주성분이었으며 이는 中村<sup>(6)</sup>의 보고와 일치하였다. 그러므로 휴젤유 함량은 이들 성분의 합으로 나타내었다.

증류가 진행되면서 이소아밀알코올, 이소부틸알코올 및 프로판놀의 함량은 감소하였으며, 비충전상태에서는 상압보다 감압시 휴젤유의 함량이 적게 나타났지만 감압간의 차이는 작았다. 그러나 충전상태에서는 감압의 정도가 증가할수록 휴젤유의 함량은 감소하였다. 이는 官田<sup>(31)</sup>이 보고한 증류식 소주의 함량과 유사하였으며 국산증류주의 1950 ppm, 그리고 고량주의 2300 ppm 보다는 훨씬 낮은 값을 나타내었다. 또한 Scotch whisky는 1000 ppm, Bourbon whisky는 800 ppm, 일본 whisky는 500 ppm이었다<sup>(33)</sup>.

栢原<sup>(35)</sup>은 이소부틸알코올에 대한 이소아밀알코올의 비가 여러가지 위스키의 특성을 나타내는 값이라고 보고하였는데 본 실험에서 관찰된 값은 2.8에서 4.0범위에 있었다. 이는 官田<sup>(31)</sup>이 보고한 쌀로 만든 소주에서 상압에서의 1.99, 300 mmHg에서의 2.02보다 높은 값을 나타내었다. 이와 같은 차이는 원료나 발효시간 그리고 증류조건에 따른 차이로 생각된다. 또한 이 함량비는 吉澤 등<sup>(33)</sup>이 보고한 스카치위스키보다는 높고 버본위스키나 캐나다안 위스키보다는 낮은 값이었지만 우리나라에서 시판되고 있는 증류식 소주나 고량주보다는 약간 높은 값을 나타내었다.

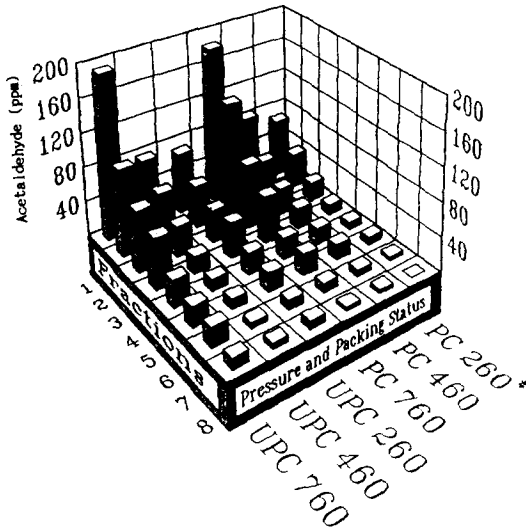
아세트알데히드

증류조건에 따른 아세트알데히드의 변화는 Fig.6과 같다. 아세트알데히드는 증류가 진행되면서 감소하였으며 비충전과 충전상태 모두 상압에서 높은 값을 나타내었지만 감압간의 차이는 적게 나타났다. 아세트알데히드는 휘발성 향기성분이므로 초류, 즉 1~3분획에서 상압의 경우 전체 양의 약 70% 정도가 증발되었고 감압에서는 약 80% 정도가 증발하였다.

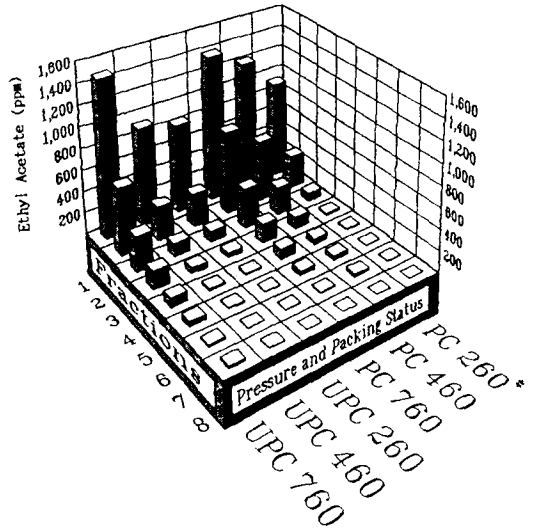
상압의 경우는 官田<sup>(31)</sup>이 보고한 함량보다 높은 값을 나타내었지만 감압에서의 경향은 유사하였다. 이러한 값은 국산증류주의 67 ppm과는 유사하였지만 고량주의 6030 ppm 보다는 훨씬 낮은 값이었다. 또한 Scotch whisky는 50 ppm, Bourbon whisky는 70 ppm, 일본 whisky는 50 ppm이었다<sup>(33)</sup>.

에틸아세테이트

증류조건에 따른 에틸아세테이트의 변화는 Fig.7과 같다. 에틸아세테이트는 증류가 진행되면서 감소하였으며 초기 2분획까지 약 75%가 증발되었는데 이는 에탄올보다 낮은 비점을 가지기 때문이라 생각된다. 또한 압력이 감소함에 따라 에틸아세테이트의 함량도 감소하였다. 이러한 현상은 아세트알데히드의 경우에서도 나타났지만 아세트알데히드 보다는 비점이 높기 때문에 압력에 따른 변화가 작게 나타났다고 생각된다. 상압이 감압보다, 충전컬럼이 비충전 컬럼보다 높은 함량을 보였는데 이는 中村<sup>(6)</sup>, 官田<sup>(31)</sup>이 보고한 결과와 일치하였다. 한편 이러한 아세트알데히드의 양은 국산 증류주의 150 ppm과는 유사하였지만 고량주의 890 ppm 보다는 낮게 나타났다. 또한 Scotch whisky는 200 ppm, Bourbon whisky는 220 ppm, 일본 whisky는 230 ppm이었다<sup>(33)</sup>.



**Fig. 6. Acetaldehyde concentration of various fractions obtained from distillation**  
 UPC; Unpacked Column, PC; Packed Column, \*; Gauge Pressure(mmHg)



**Fig. 7. Ethyl acetate concentration of various fractions obtained from distillation**  
 UPC; Unpacked Column, PC; Packed Column, \*; Gauge Pressure(mmHg)

**Table 3. Characteristics and response sheet of distilled liquor<sup>1)</sup>**

TEST	DATE	NAME
(AROMA)	1. cooked nuruk 2. alcohol 3. cooling	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
(FLAVOR-BY-MOUTH)	4. cooked sweet 5. bitterness 6. astringency 7. acid taste 8. burning 9. cooling 10. cooked sweetness	
(AFTER TASTE)	11. cooked nuruk 12. burning 13. cooked sweetness 14. astringency 15. cooling 16. cooked nuruk	

<sup>1)</sup>None; 0, Slight; 1~3, Moderate; 4~6, Strong; 7~9, ; 760 mmHg, ⊙; 460 mmHg, ×; 260 mmHg

**관능검사**

관능검사 결과 증류주의 특성은 총 16가지로 향기성분이 4가지, 맛성분이 7가지, 후미가 5가지로 확인되었다. 그 중에서 누룩향과 시원한 맛은 향기, 맛 및 후미에서 모두 느끼는 특성이었다. 증류주의 기본맛은 단맛, 쓴맛이며 고유한 향기는 누룩향, 알콜향, 단내로 밝혀졌고 그 나머지의 특성은 2가지 이상의 맛과 향기가 합쳐져서 느낄 수 있는 복합적인 자극으로 나타났는데 이 결과는 김<sup>34)</sup>의 보고와 비슷하였다.

이들 특성의 감지순서는 향기, 맛, 후미로 나타났으며

향기는 누룩향, 알콜향, 시원한감, 단내 순서로 감지되었고 맛은 쓴맛, 뉘은맛, 아린맛, 후끈한맛, 시원한맛, 단맛, 누룩맛 순으로 감지되었다. 후미는 후끈한맛, 단맛, 뉘은맛, 시원한맛, 누룩맛 등의 순서로 감지되었다. 이렇게 조사된 증류주의 특성과 그 특성이 감지되는 순서대로 작성한 것은 Table 3과 같다.

상입보다는 감입에서 누룩맛은 감소하였으며 시원한맛, 뉘은맛, 아린맛 그리고 후끈한맛은 증가하였으며 단맛과 쓴맛은 거의 강도의 차이를 나타내지 않았다.

진체적인 품질을 통계분석한 결과는 Table 4와 같다.

분산분석 결과 검사원간에는 유의차가 없었으나 분액간에는 1% 내의 고도의 유의차가 있었다. 그리고 각 특성의 강도에서 비교적 큰 변화를 보인 것은 누룩향, 시원한감 등이었다. 더욱이 누룩향과 시원한감은 향기, 맛, 후미에서 감지되는 특성이므로 결국 증류주의 품질은 이 두 가지 특성에 크게 의존한다고 할 수 있다. 또한 본 실험조건에서 비충전과 충전 및 압력간의 통계분석 결과 고도의 유의성이 있음이 나타났다.

전체적인 품질이 분액간에 유의차가 있었으므로 최소 유의차 검정을 실시한 결과는 Table 5와 같다. 5% 유의수준에서 비충전상태 상압에서는 4으로, 460 mmHg에서도 4으로, 260 mmHg에서는 3으로 구분되었으며 구분간에 유의차를 나타내었다. 충전상태에서도 구분간에 유의차를 나타내었다. 충전상태가 약간 높은 값을 나타내었으며 비충전과 충전상태 모두 상압보다 감압에서 높은 값을 나타내었다.

이상과 같은 분석 결과를 종합해보면 삼일주를 증류한 증류주의 품질에 크게 영향을 미치는 특성은 누룩향과 시원한감이며, 전체적인 품질은 충전상태, 260 mmHg의 2, 3, 4분액이 가장 좋게 나타났는데 이때의 성분은 에

틸알코올 35%, 메틸알코올 24~36 ppm, 총산 0.21~0.29 g/100 ml, 휴젤유 657~1340 ppm, 아세트알데히드 12~41 ppm 그리고 에틸아세테이트가 22~311 ppm 범위였다.

요 약

쌀을 원료로한 우리나라 전통주인 삼일주를 제조하고 이를 증류한 증류주의 성분변화를 압력, 환류비 및 충전물의 유무에 따라 분획별로 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 삼일주의 성분중 에탄올 함량은 14%, 총산 16.2g/100 ml, 환원당 7.9 mg/ml, 전당 84 mg/ml였다. 향기성분은 아세트알데히드 6 ppm, 휴젤유 161 ppm, 에틸아세테이트 6 ppm이었다. 증류가 진행됨에 따라 에탄올, 메탄올, 휴젤유, 아세트알데히드, 에틸아세테이트는 감소하였으며 총산은 증가하였다. 대체적으로 총산을 제외하고는 상압보다는 감압에서 향기성분들은 감소하였다. 증류초기 1, 2, 3분액에서는 에탄올의 농도가 70% 이상이었지만 5분액부터는 에탄올 함량이 급격히 감소하였는데 이때의 에탄올 함량은 50% 이하였다. 관능검사 결과 증류주의 특성은 총 16가지가 밝혀졌으며 그 중에서 향기성분이 4가지, 맛성분이 7가지, 그리고 후미가 5가지였다. 이들 특성중 증류주의 품질에 크게 영향을 미치는 특성은 누룩향과 시원한감 등이며 전체적인 품질은 충전상태, 260 mmHg의 2, 3, 4분액이 가장 높은 품질을 보였다. 이 분액의 성분은 메탄올 24~36 ppm, 총산 0.21~0.29 g/100 ml, 휴젤유 657~1340 ppm, 아세트알데히드 12~41 ppm 그리고 에틸아세테이트가 22~311 ppm 범위에 있었다.

감사의 말

이 연구는 1991년도 충북대학교 학술연구재단의 지원을 받아 수행된 연구결과의 일부입니다.

Table 4. F-value from analysis of variance of sensory evaluation scores of distilled liquor obtained from different distillation methods

Column	P(mmHg)	X1 <sup>1)</sup>	X2 <sup>2)</sup>
Unpacked column	760	1.17	25.17*** <sup>3)</sup>
	460	0.87	25.22**
	260	1.84	22.32**
Packed column	760	1.00	71.24**
	460	0.65	26.98**
	260	1.62	35.04**

<sup>1)</sup>X1; F-value of between panel, <sup>2)</sup>X2; F-value of between sample, <sup>3)</sup>\*\*\*; Significant of F-value<0.01

Table 5. Least significant difference among sensory evaluation scores of distilled liquor obtained from different distillation methods

Unpacked column			Packed column		
760(mmHg) FN <sup>1)</sup> Mean	460(mmHg) FN Mean	260(mmHg) FN Mean	760(mmHg) FN Mean	460(mmHg) FN Mean	260(mmHg) FN Mean
5 3.0	3 4.0	3 4.0	5 3.0	3 3.8	3 4.0
4 3.0	4 3.4	4 3.8	2 3.0	2 3.8	2 4.0
3 3.0	1 3.0	5 3.8	3 3.0	4 3.4	4 4.0
2 2.8	2 3.0	2 3.6	4 3.0	1 3.0	6 3.4
6 2.6	5 3.0	1 3.0	1 2.6	5 3.0	5 3.2
1 2.0	6 2.6	6 3.0	6 2.0	6 3.0	1 3.0
7 2.0	7 2.0	7 2.8	7 2.0	7 2.0	7 3.0
8 1.2	8 1.6	8 2.0	8 1.0	8 2.0	8 1.6
TM <sup>2)</sup> 2.25	2.75	3.25	2.45	3.00	3.28
LSD 0.38	0.44	0.41	0.25	0.39	0.39

<sup>1)</sup>FN; Fraction number, <sup>2)</sup>TM; Total mean, Score; 1: Bad, 2: Poor, 3: Faid, 4: Good, 5: Excellent

## 문헌

1. 정지훈, 정순택: 탁주보존중 품질변화와 미생물군 소장. 한국농화학회지, 28, 252(1985)
2. 정지훈, 정순택: 약주 향기성분의 역치와 쾌감도. 한국농화학회지, 30, 272(1987)
3. 정지훈, 정순택: 전통약주의 향기성분 비교. 한국농화학회지, 30, 264(1987)
4. 오세복, 이준기: 약주 혼탁도에 관한 시험. 국제청 기술연구소보, 4, 41(1979)
5. 장기중, 유태종: 소곡주와 시판약주의 성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, 13, 307(1981)
6. 中村秀雄: 증류주의 제조에 관한 연구(제 1보). 日農化, 37, 309(1963)
7. 中村秀雄: 증류주의 제조에 관한 연구(제 2보). 日農化, 37, 315(1963)
8. 吉澤淑, 原昌道: 위스키의 제조에 관한 연구(제 4보). 釀協, 61, 335(1967)
9. 栢原健二, 森俊明, 田口保, 官地昇: 위스키의 향기성분에 관한 연구. 釀工, 42, 58(1964)
10. Kann, J.H., Laroe and Canner, H.: Whisky composition: Identification of components by single-pass Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *J. Food Science*, 33, 395(1968)
11. Kann, J.H., Shipley, P.A., Laroe, E.G. and Conner, H. A.: Whisky composition: Identification of additional components by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *J. Food Science*, 34, 587(1969)
12. Masahiro Masuda, Masashi Yamamoto and Yasuo Asakura: Direct Gas Chromatography analysis of fusel alcohol, fatty acid and esters of distilled alcoholic beverages. *J. Food Science*, 50, 264(1985)
13. Lall Nykhanen: Formation and occurrence of flavor compounds in wine and distilled alcoholic beverages. *Am. J. Enol. Vitic*, 37, 84(1986)
14. Antonella Profumo calla Riolo: Evolution of the Italian distillate "Grappa" during aging in wood: A Gas Chromatographic and High Performance Liquid Chromatographic Study. *Am. J. Enol. Vitic*, 39, 273(1988)
15. Puech and Moutouret: Liquid Chromatographic determination of Scopoletin in hydroalcoholic extract of Oak wood and in matured distilled alcoholic beverages. *J. AOAC*, 71, 512(1988)
16. 지일선, 권상일, 김충동: 보리쌀을 원료로한 증류식소주 제조에 관하여. 국제청 기술연구소보, 4, 85(1979)
17. 기우경: 한국특허. 2738(1961)
18. 이계호, 이찬원: 한국산 참나무편과 같이 숙성시킨 사과 및 딸기 종류의 방향성분 비교. 한국농화학회지, 26, 183(1983)
19. 이계호: 증류주 숙성에 관한 연구(제 1보). 한국농화학회지, 20, 66(1977)
20. 지일선: 증류주의 저장과 숙성. 주류공업, 2, 10(1982)
21. 中山貴三他宮崎工業試験場: 釀協, 74, 484(1979)
22. 西谷尚道, 荒巻功, 管間誠之助: 본격소주의 저장과정에서 생기는 유취물질의 동정. 釀工學, 56, 182(1978)
23. 西谷尚道, 山用宗克, 管間誠之助: 본격소주의 저장과정에서 생기는 유취물질의 동정. 釀工學, 56, 188(1978)
24. 野田幸南: 본격소주의 현황과 전망. 釀協, 85, 460(1990)
25. 이서래: 한국의 발효식품. 이화여자대학교 출판부, p. 270(1986)
26. 채수규, 박충균, 마상조: 식품분석법. 유림문화사, p.248(1990)
27. 대한주정공업협회: 한국주정공업편람, p.132(1975)
28. 장건형: 식품의 기호성과 관능검사. 개문사, p.176(1975)
29. Perry, Robert H.: Perry's Chemical Engineers' Handbook. In *Distillation*, Seder J.D. and Zdzislaw M. Kurtzyka (ed), McGraw-Hill, Section 13(1984)
30. 加來夫民, 西川不二男: 朝鮮酒의 分析報告. 조선의학회잡지, 55, 33(1925)
31. 菅田章: 현장의 양조기술, 본격소주의 감압증류에 대해서(1). 釀協, 81, 218(1986)
32. 富富忠篤, 姫野國夫: 현장의 양조기술, 무증자 효소당화, 단행발효법에 따른 백강제 소주의 제조. 釀協, 81, 281(1986)
33. 吉澤淑, 山田正一: 위스키의 성분에 대해서. 釀協, 59, 101(1965)
34. 김성환: 부패되지 아니하는 병약탁주의 저장법. 특허공보, 제 237호(1971)
35. 栢原健二, 田口保, 青柳尚德, 官地昇: 위스키의 향기성분에 관한 연구. 釀工, 44, 120(1966)

(1992년 6월 19일 접수)