

국 또는 개량 누룩으로 제조한 술덧을 감압 또는 상압으로 증류한 소주의 휘발성 성분

이해창¹ · 문세희² · 박준성² · 정지원² · 황금택^{1*}

¹서울대학교 식품영양학과, 생활과학연구소
²(주)화요

Volatile Compounds in Liquor Distilled from Mash Produced Using *Koji* or *Nuruk* under Reduced or Atmospheric Pressure

Hae Chang Yi¹, Sae Hee Moon², Jun Sung Park², Jee Won Jung², and Keum Taek Hwang^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition, and Research Institute of Human Ecology,
Seoul National University, Seoul 151-742, Korea
²Hwayo Co., Gyeonggi 469-881, Korea

Abstract

In this study, volatile compounds in liquor distilled from mash produced using *koji* or *nuruk* under reduced or atmospheric pressure were analyzed and eventually, the proper starter material and distillation method was selected. Acetaldehyde was detected two or three times more in the liquor distilled under the atmospheric pressure than under the reduced pressure. Furfural was only detected in the liquor distilled under the atmospheric pressure. Esters were detected more in the liquor distilled under the atmospheric pressure than the reduced pressure. Ethyl pelargonate and 2-phenyl ethanol were particularly detected two times more in the liquor distilled under the atmospheric pressure than the reduced pressure. Methanol was detected two times more in the liquor made with *nuruk* than that with *koji*. These results suggest that the liquor distilled from the mash produced using *koji* under the reduced pressure may have the better quality.

Key words: distilled liquor, volatile compounds, soju, atmospheric pressure, reduced pressure

서 론

소주는 약주나 탁주와 달리 알코올 함량이 높아 저장성이 우수하며 색상이 투명하여 고급 카테일의 원료로도 이용 가능성이 높다. 또한 소주는 곡류와 누룩으로 빻어 발효시킨 뒤 증류시킨 증류주이기 때문에 원료나 방법에 따라 독특한 맛과 향기에 차이가 있으나, 양조가마다 제조 방법이 달라 전래의 제조법이 변형되기도 하고 재래의 풍미가 소실되어 전통성이 사라지는 경향이 있다. 따라서 제조의 과학화와 품질개선을 통한 전통성을 확립하여 일반 대중에게 보급하고 국제시장 개척의 필요성에 부응하고자 한다.

증류주의 품질 수준을 평가하거나 제조 공정의 관리 또는 품질 개선에는 휘발성 향기 성분의 분석 자료가 매우 중요한 객관적 지표가 된다(1). 제조 과정에서 원료, 미생물의 관리 방법, 발효 상태 및 증류 조건, 저장 조건 등에 따라 증류주의 휘발성 향기 성분은 다양하며, 주로 감별사의 주관적 관능검사에 의존하여 맛과 향의 평가가 이루어지고 있다. 이러한 의미에서 증류주의 휘발성 향기 성분을 과학적으로 분석하

는 것은 중요한 의의를 지닌다고 하겠다.

전통 소주의 품질은 누룩의 품질과 증류 조건 등에 따라 많이 영향을 받는다. 누룩은 생곡류 자체가 함유하고 있는 효소와 여기에 자연 접종된 곰팡이와 효모 및 젖산균, 일반 세균 등의 기타 균류가 번식하여 각종 효소를 다량 생성한 발효 starter의 일종으로, 제조 환경, 원료, 지역에 따라 독특한 풍미와 양조 특성을 나타낸다(2-4). 특히 소주의 원료가 되는 탁주는 발효 과정 중 주로 누룩 중의 효소 작용으로 원료 성분이 분해되어 생성되는 당분, 아미노산, 유기산 등에 의한 맛 성분과 효모나 젖산균 등 미생물에 의한 발효로 휘발성 향미 성분이 생성되어 색과 함께 탁주 품질의 조화를 이루게 된다(5). 입국으로 사용하는 주요 곰팡이인 *Aspergillus kawachii*는 내산성 당화 amylase와 maltase의 활성이 강력하고 유기산 생성력이 높아 탁주, 약주, 소주 제조에 많이 사용하고 있다(6). 전통 소주를 제조할 때는 일반적으로 전통방식의 상압 증류법을 사용하여 증류한다. 국내의 증류주 제조에 관한 연구 중 증류 방법에 관한 연구로는 증류 조건에 따른 삼일주 증류액의 성분 변화(7) 정도로 극히 드

*Corresponding author. E-mail: keum@snu.ac.kr
Phone: 82-2-880-2531, Fax: 82-2-884-0305

문 실정이다.

본 연구에서는 국 또는 개량 누룩을 사용하여 제조한 술덧을 감압 또는 상압에서 증류한 소주의 분획과 증류를 완료한 소주의 휘발성 성분을 분석하여 증류식 소주를 제조하는데 있어서 적절한 술덧 제조 원료와 증류 방법을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 사용균주

본 실험에 사용한 소주 제조용 원료미는 멥쌀(여주쌀)을 시중에서 구입하여 사용하였다. 입국 제조 시 사용한 곰팡이는 *Aspergillus kawachii*(L type, Kawauchi Co. Ltd., Kagoshima, Japan)였으며, 주모 제조를 위한 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 11201을 한국미생물보존센터(Korean Culture Center of Microorganisms, Seoul, Korea)에서 분양받아 사용하였다. 개량누룩(s.p 1000)은 한국효소(주)(Korea Enzyme Co. Ltd., Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

술덧 제조

소주를 제조하기 위한 술덧은 국을 사용하거나 개량 누룩을 사용하여 제조하였으며, 담금 원료 비율은 Table 1과 같다. 국을 이용한 술덧 제조는 백미 3 kg을 세미, 침지, 증자, 냉각한 후 *Asp. kawachii*를 골고루 살포하여 약 40시간 동안 계국하여 만든 후, 1단 담금(밑술) 용기에 국 3 kg과 물 3.6 L, 효모 배양액 5 mL를 첨가하여 25°C에서 6일 동안 발효시켜 밑술을 제조하였다. 2단 담금은 2단 담금 용기에 8.3 L 가수 후 밑술을 넣고 증자한 백미 6 kg을 술덧에 넣어 14일 동안 발효시켰다. 개량 누룩을 이용한 술덧 제조는 백미 3 kg을 세미, 침지, 증자, 냉각한 후, 물 3.6 L와 효모 5 mL를 혼합한 후 개량 누룩 0.13 kg과 구연산 0.12 kg을 첨가하여 25°C에서 6일 동안 발효시켜 밑술을 제조하였다. 2단 담금은 2단 담금 용기에 물을 8.3 L 넣고 밑술을 가한 후 증자한 백미 6 kg을 개량 누룩 0.25 kg과 함께 넣어 9일 동안 발효시켜 소주 제조에 필요한 술덧을 제조하였다.

증류와 분획

제조 원료를 달리하여 제조한 각각의 술덧 4,000 mL를

Table 1. Amounts of the raw materials used for making mash for distilled liquor

Materials	Koji method		Nuruk method	
	Starter	Mash	Starter	Mash
Steamed rice (kg)		6	3	6
Koji (kg)	3			
Nuruk (kg)			0.13	0.25
Citric acid (kg)			0.12	
Water (L)	3.6	8.3	3.6	8.3
Yeast culture (mL)	5		5	

감압 증류법(압력 60 mmHg, 술덧 온도 40°C)과 상압 증류법을 사용하여 증류식 소주를 제조하였다. 증류 분획은 초류 시작 후 15분까지는 5분 간격으로 분획을 채취하였으며, 15분부터 중류 시점까지는 10분 간격으로 분획을 채취하여 휘발성 성분 분석에 사용하였다. 최종 제품의 휘발성 성분 분석은 초류부터 후류까지 모두를 포집하여 사용하였으며, 이때 알코올 함량은 45%가 되도록 맞추었다.

휘발성 성분 분석

휘발성 성분 분석은 FID가 장착된 Clarus 600 GC(Perkin Elmer, Shelton, CT, 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 acetaldehyde, ethyl acetate, methanol, *n*-propanol, isobutanol, isoamyl acetate, *n*-butanol, isoamyl alcohol, *n*-amyl alcohol, ethyl lactate, ethyl caprylate, furfural, ethyl pelargonate, ethyl caprate, diethyl succinate, ethyl laurate, 2-phenyl ethanol, ethyl palmitate, ethyl oleate 등이었으며, 이들 물질의 단용 또는 혼합물로 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 detector 온도는 각각 240°C로 설정하여 시료 1.0 µL를 split ratio 20:1로 주입하였다.

결과 및 고찰

증류식 소주의 휘발성 성분

술덧 제조 원료와 증류 방법을 달리하여 제조한 증류식 소주의 휘발성 성분을 분석한 결과는 Table 2와 같고, 그 GC-chromatogram은 Fig. 1에 나타내었다. Acetaldehyde의 함량은 상압 증류하였을 때에 감압 증류하였을 때보다 2~3배 정도로 높아 그 차이를 확연하게 볼 수 있었다. 그러나 술덧 제조 원료인 국과 누룩에 의한 차이는 거의 없었다. Acetaldehyde의 함량 차이는 증류 시에 얼마나 잘 냉각되어 손실 없이 모아져서 원액에 유출되는가의 차이인 것으로 보이며, 대부분의 경우 감압 증류 시에는 충분히 냉각되지 않아 잘 응축되지 않기 때문인 것으로 보인다. 과실향이나 녹색풀과 같은 향을 내는 acetaldehyde는 발효 과정 중 ethyl alcohol의 효모에 의한 산화나 아미노산으로부터 탈아미노, 탈카르복시에 의하여 생성되는 물질로서, 맥주와 소주의 휘발성 향기 성분에 관여하는 중요한 aldehyde로 알려져 있다(8,9). 식품공전(10)에 의하면, 주류 중 aldehyde 규격 기준은 증류주인 소주, 위스키, 브랜디, 일반 증류주는 700 ppm 이하로 되어 있으며, 그 외의 주류에는 규격 기준이 없다. 본 실험

Table 2. Volatile compounds in distilled liquors (Unit: ppm)

Peak No.	Volatile Compounds	K-RP ¹⁾	K-AP	N-RP	N-AP
1	Acetaldehyde	26.1	60.0	20.1	52.7
2	Ethyl acetate	146.1	173.2	60.6	126.9
3	Methanol	14.0	13.5	25.1	33.0
4	<i>n</i> -Propanol	165.1	158.3	189.5	188.4
5	Isobutanol	344.9	293.4	274.6	256.0
6	Isoamyl acetate	6.4	4.2	5.6	6.5
7	<i>n</i> -Butanol	3.6	3.1	5.1	4.8
8	Isoamyl alcohol	570.1	482.1	603.6	552.4
9	Ethyl lactate	3.5	7.0	2.9	6.9
10	Ethyl caprylate	1.4	0.8	3.8	3.8
11	Furfural	0.0	16.6	0.0	28.4
12	Ethyl pelargonate	15.8	30.9	8.4	29.0
13	Ethyl caprate	1.3	1.7	2.9	9.8
14	Diethyl succinate	3.3	4.6	1.5	3.1
15	Ethyl laurate	3.1	3.0	6.4	5.6
16	2-Phenyl ethanol	70.1	187.3	93.9	226.8
17	Ethyl palmitate	1.7	14.4	14.9	23.2
18	Ethyl oleate	0.0	8.6	9.7	9.7

¹⁾K-RP: *Koji* and reduced pressure distillation.
 K-AP: *Koji* and atmospheric pressure distillation.
 N-RP: *Nuruk* and reduced pressure distillation.
 N-AP: *Nuruk* and atmospheric pressure distillation.

결과, acetaldehyde의 함량은 20.1~60.0 ppm으로 일반적으로 주류에 함유되어 있는 aldehyde류의 대부분이 acetaldehyde인 것을 감안할 때, 본 실험에서 제조한 소주의 acetaldehyde 함량은 기준에 비해 적게 함유되어 있는 것으로 판단된다. 또한 acetaldehyde의 향기 역치가 20~25 ppm(11, 12)인 것을 감안하여 본다면, 본 실험에서 검출된 acetaldehyde의 함량은 ester류와 alcohol류 등의 휘발성 성분보다 소주의 향미에 미치는 영향은 다소 낮을 것으로 보인다. 당의 열분해에 의해 생성되는 화합물로 알려진 furfural(1)은 감압 증류법으로 제조한 소주에서만 검출되었다. 감압 증류의 경우는 술덧의 비점이 낮아 가열에 인한 휘발성 성분의 변화가 없었던 것으로 생각되며, 술덧을 가열할 때 2차적으로 생성되는 대표적인 성분인 furfural이 감압 증류 제품에는 검출되지 않았다고 본다. In 등(13)이 안동소주식 소주, 문배주식 소주, 이강주식 소주에서 furfural이 술덧에서는 검출되지 않았으나, 증류한 소주에서는 검출되었다고 보고한 내용으로 볼 때, furfural은 증류 온도와 관련이 깊다고 생각된다.

Ester류의 함량은 전체적으로 감압 증류하였을 때보다 상

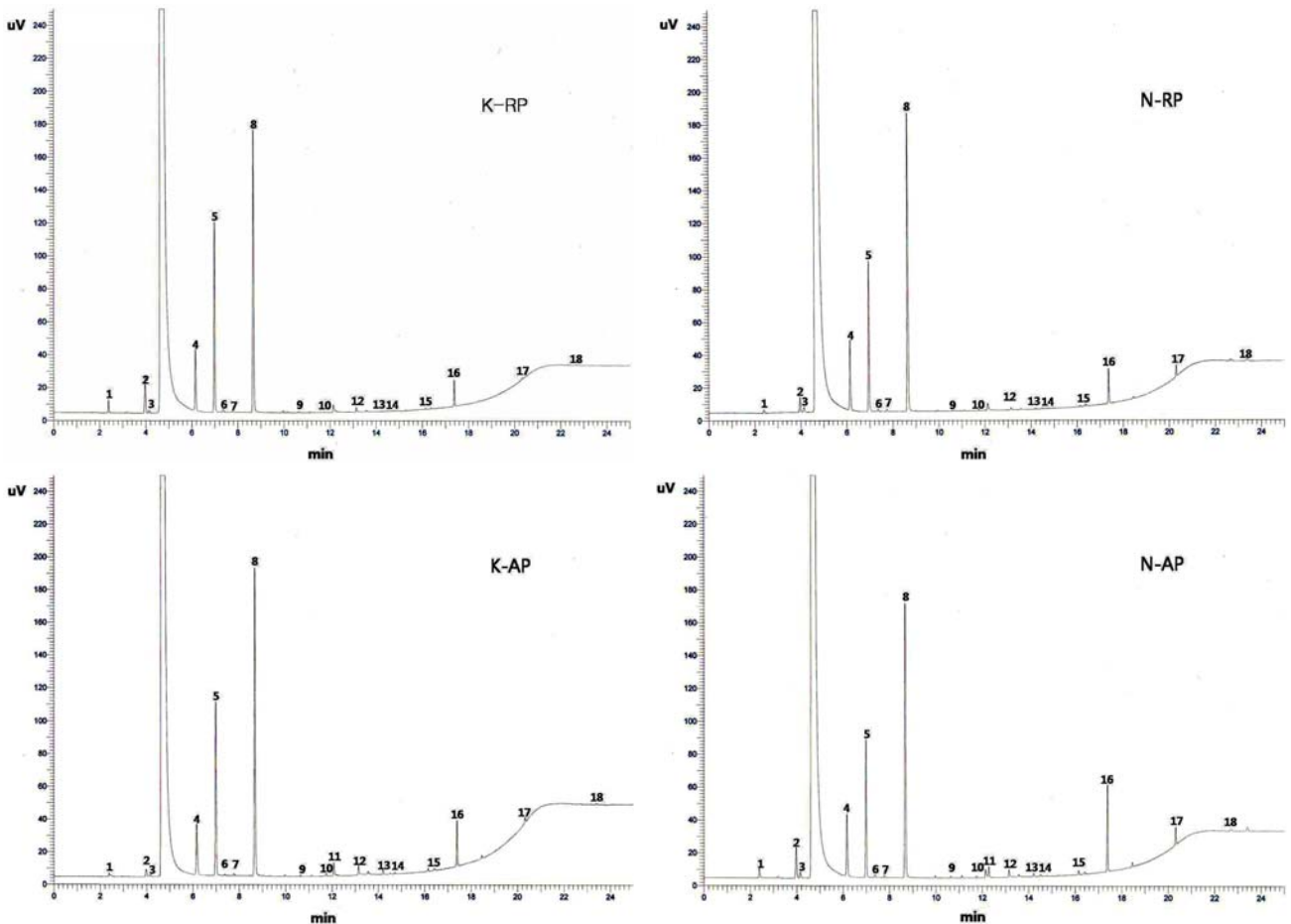


Fig. 1. GC chromatograms of volatile compounds in distilled liquors obtained distilling the mash made with *koji* and *nuruk* under reduced and atmospheric pressures. K-RP, K-AP, N-RP, N-AP and peak numbers: See Table 2.

압 증류하였을 때 더 많이 검출되었다. 주류에서 ester는 일반적으로 양적인 면에서 함유량은 적으나 미량의 향기 성분으로 중요하며 향미 기여도가 alcohol류나 aldehyde류보다 크다(8). Ethyl acetate는 ester 중에서 가장 많이 검출되었으며, 국으로 술덧을 제조하여 상압 증류하였을 때 173.2 ppm으로 함량이 가장 높았고 개량 누룩으로 술덧을 제조하여 감압 증류하였을 때 60.6 ppm으로 가장 낮게 검출되었다. 이 결과는 ethyl acetate의 함량이 감압 증류하였을 때보다 상압 증류하였을 때 높은 함량을 보였다는 Min 등(7)의 연구와 일치한다. Ethyl pelargonate는 상압 증류하였을 때에 감압 증류하였을 때보다 약 2배 이상 높게 검출되었다. 이상의 결과로 볼 때, 증류 온도가 높을수록 ester화 반응이 더 많이 일어나는 것으로 보인다(14).

대부분의 alcohol류는 감압 증류하였을 때에 상압 증류하였을 때보다 조금 더 검출되었다. Methanol은 국을 사용한 경우보다 개량 누룩을 사용한 경우에 약 2배 정도 더 많이 검출되었으나, 다른 alcohol은 술덧 제조 원료에 의한 큰 차이를 보이지 않았다. 식품공전(10)에 의하면, 주류 중 methanol 규격 기준은 증류주인 소주, 위스키, 일반 증류주는 500 ppm 이하로 되어 있으며, 브랜디는 1,000 ppm 이하로 되어 있다. 본 실험 결과, methanol의 함량은 13.5~33.0 ppm으로 기준에 비해 적었으나, methanol의 독성을 감안하여 본다면 국을 사용하여 제조한 술덧이 개량 누룩을 사용하여 제조한 술덧에 비해 증류식 소주의 술덧 제조 원료로써 좀 더 적합할 것으로 판단된다. *n*-Propanol, isobutanol, *n*-butanol의 함량은 술덧 제조 원료와 증류 방법에 의하여 거의 영향을 받지 않았다. 주류에 함유되어 있는 고급 알코올은 ester 화합물과 더불어 특유의 향기를 결정하는 주요한 인자이다(15). Isoamyl alcohol은 개량 누룩을 사용하여 술덧을 만들었을 때에 국을 사용하여 술덧을 만들었을 때보다 다소 많이 검출되었고, 감압 증류하였을 때에 상압 증류하였을 때보다 많이 검출되었다. Isoamyl alcohol은 비점이 낮은 물질로서 상대적으로 증류 온도가 높은 상압 증류하였을 때 일부가 휘발되어 감압 증류에 비해 적게 농축된 것으로 판단된다. 본 연구에서는 가장 함량이 높은 fusel oil은 isoamyl alcohol로 확인되었는데, 이는 Han 등(16)이 누룩 종류를 달리하여 제조한 약주에서 fusel oil 성분을 분석하였을 때, 대부분의 시료구에서 isoamyl alcohol이 가장 많이 함유되어 있었다는 보고와 일치한다. 2-Phenyl ethanol은 장미꽃향이 나는데, 맥주에서 방향족 alcohol 성분 중 가장 중요한 휘발성 향기 성분으로 알려져 있다(8). 본 연구에서는 상압 증류하였을 때에 감압 증류하였을 때보다 2-phenyl ethanol 함량이 2배 이상 많이 검출되었다. 주류 중의 fusel oil은 그 함량이 많으면 향미가 나빠지고 숙취의 원인이 되기도 하는 등 인체에 유해한 영향을 미치지만, 소량 존재할 경우 소주의 맛과 향을 높이는 역할도 한다(11). 이는 감압 증류법으로 제조한 소주의 향미에 긍정적 영향을 미칠 것으로 생각된다.

상압 증류에 의한 증류는 감압 증류에 비해 술덧의 온도가 상대적으로 높아 증고비점 성분 유출이 많았으며, 유취와 많은 관계가 있는 고비점 지방산 ester인 ethyl palmitate와 ethyl oleate 함량이 높았다. 감압 증류 제품은 고비점 성분이 유출되지 않아 향미가 가볍고 불쾌한 뒷맛이 없을 것으로 판단된다. 상압 증류와 감압 증류에 의하여 제조한 증류식 소주의 휘발성 성분의 차이는 상압 증류한 경우 술덧이 고온에서 장시간 가열되므로 술덧 중에 가열에 의한 분해 성분 및 축합 성분 등이 생기고, 이들 성분 중 휘발성 성분이 제품으로 이행되어 원료 특성을 나타내는 성분이 되고 주질을 저하시키는 원인이 될 것으로 생각된다. 위 결과 본 연구에서는 증류식 소주의 휘발성 성분들 중 대부분은 술덧 제조 원료에 거의 영향을 받지 않았으나, methanol은 국을 사용한 술덧이 개량 누룩을 사용한 술덧에 비해 적게 검출된 점으로 미루어 볼 때, 소주에 좋은 영향을 미치는 휘발성 성분을 증류하기 위해서는 국을 사용한 술덧을 감압 증류할 때 증류식 소주의 품질이 향상될 수 있을 것으로 판단된다.

증류 분획의 휘발성 성분

술덧 제조 원료와 증류 방법을 달리한 증류 분획의 주요 휘발성 성분은 Fig. 2~7에 나타내었다. Aldehyde류인 acetaldehyde는 술덧 제조 원료에 따른 큰 차이는 보이지 않았으나, 증류 방법에 의한 차이는 컸다(Fig. 2). 국을 사용한 술덧을 상압 증류하였을 때에 감압 증류하였을 때보다 acetaldehyde 함량이 증류 초기에 약 9배 정도 높았으며 증류 시간이 경과할수록 감소하였다. 이런 경향은 개량 누룩을 사용한 분획에서도 비슷하였다. 국과 개량 누룩으로 제조한 술덧을 증류하였을 때 acetaldehyde 함량이 원액 유출 후 15~25분 사이에 급격하게 감소하였다. 이 결과는 상압 증류하였을 때 전체 acetaldehyde 함량의 약 70% 정도가 초류, 즉 1~3분획에서 검출되었고 감압 증류하였을 때는 약 80% 정도가 같은 분획에서 검출되었다고 보고한 Min 등(7)의 연구결과와 유사하였다. 감압 증류법이 상압 증류법에 비해

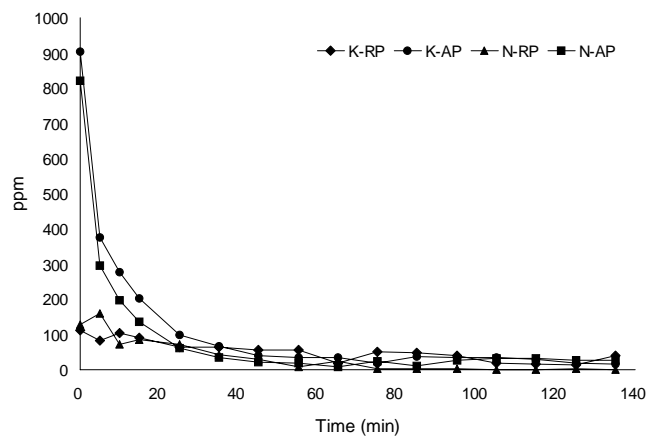


Fig. 2. Acetaldehyde in the fractions obtained distilling the mash made with koji and nuruk under reduced and atmospheric pressures. K-RP, K-AP, N-RP, N-AP: See Table 2.

acetaldehyde가 적게 유출되는 것은 acetaldehyde가 비점이 낮아 유출 초기에 응축이 원활히 이루어지지 못하며 감압 펌프에 의해 제거되는 것으로 판단된다. Furfural은 상압 증류할 경우에만 검출이 되었고, 개량 누룩을 이용하였을 때 더 많이 생성되었다. 또한 furfural은 초류 시작 후 15~25분부터 검출되었으며, 후류 부분으로 갈수록 증가하였다(data not shown).

Ester류 중 ethyl acetate는 감압 증류하였을 때보다 상압 증류하였을 때 초류에서 2배가량 많이 검출되었으며, 술덧 제조 원료에 의한 차이는 없었다(Fig. 3). 이것은 증류 초기에 다량 검출되었으며, 증류가 진행되면서 모든 처리구에서 감소하였다. 개량 누룩을 사용하여 제조한 술덧을 감압 증류하였을 때 초류 시작 1시간 30분 후부터 검출되지 않았다. Ethyl palmitate와 ethyl oleate는 국을 사용한 술덧의 경우보다 개량 누룩을 사용한 경우에 더 많이 유출되었으며, 그 밖의 ester류인 isoamyl acetate, ethyl lactate, ethyl caprylate, ethyl pelargonate, ethyl caprate, diethyl succinate,

ethyl laurate는 모든 처리구에서 미량 검출되었다.

Alcohol류 중 methanol은 모든 처리구에서 증류하는 동안 계속 검출되었으며, 국을 사용한 경우보다 개량 누룩을 사용한 경우에 약 2배 정도 더 많이 검출되었다(Fig. 4). 특히 개량 누룩을 사용한 술덧의 경우 증류 초반에는 증류 방법에 의한 차이가 없었으나 증류 후반으로 갈수록 감압 증류한 경우에 감소하였다. 이 결과는 최종 제품의 methanol의 함량에도 영향을 미친 것으로 보인다(Table 2). Fusel oil 성분인 *n*-propanol(Fig. 5), isobutanol(Fig. 6), isoamyl alcohol은 증류 초기에 다량 검출되었으며, 증류가 진행될수록 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 7). 그러나 2-phenyl ethanol의 경우에 증류가 진행되는 동안 상압 증류할 경우에 감압 증류할 경우보다 더 많이 검출되었으며, 상압 증류하였을 때 후류 부분으로 갈수록 많은 양이 유출되었다(Fig. 8). 전반적으로 국을 사용하여 감압 증류한 경우에 증류식 소주에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 휘발성 성분의 함량을 낮출 수 있다고 본다. 또한 증류 분획의 휘발성 성분 분석 결과를 종합하여

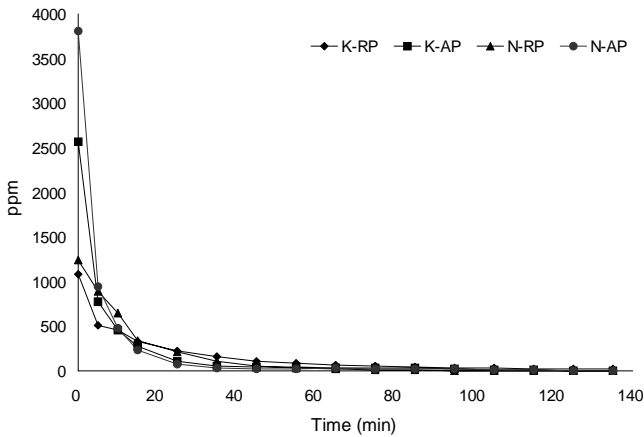


Fig. 3. Ethyl acetate in the fractions obtained distilling the mash made with *koji* and *nuruk* under reduced and atmospheric pressures. K-RP, K-AP, N-RP, N-AP: See Table 2.

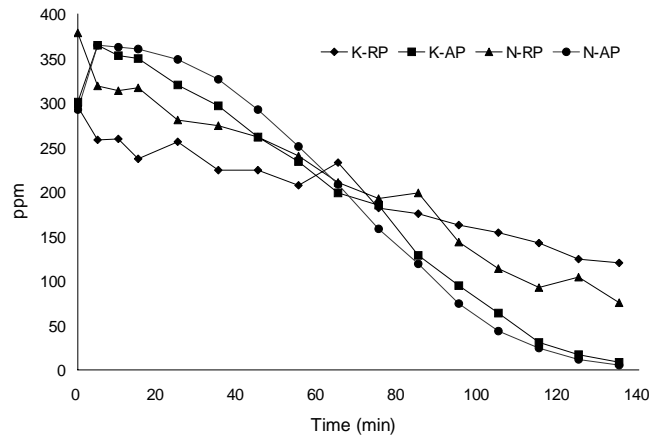


Fig. 5. *n*-Propanol in the fractions obtained distilling the mash made with *koji* and *nuruk* under reduced and atmospheric pressures. K-RP, K-AP, N-RP, N-AP: See Table 2.

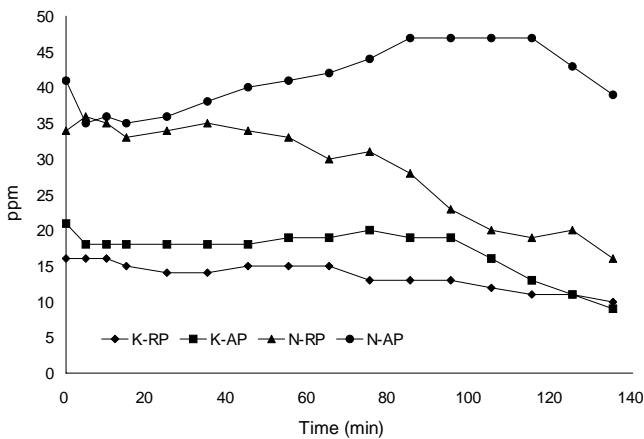


Fig. 4. Methanol in the fractions obtained distilling the mash made with *koji* and *nuruk* under reduced and atmospheric pressures. K-RP, K-AP, N-RP, N-AP: See Table 2.

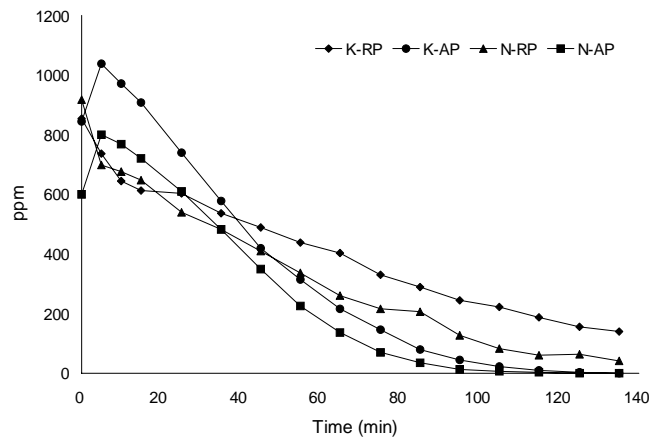


Fig. 6. Isobutanol in the fractions obtained distilling the mash made with *koji* and *nuruk* under reduced and atmospheric pressures. K-RP, K-AP, N-RP, N-AP: See Table 2.

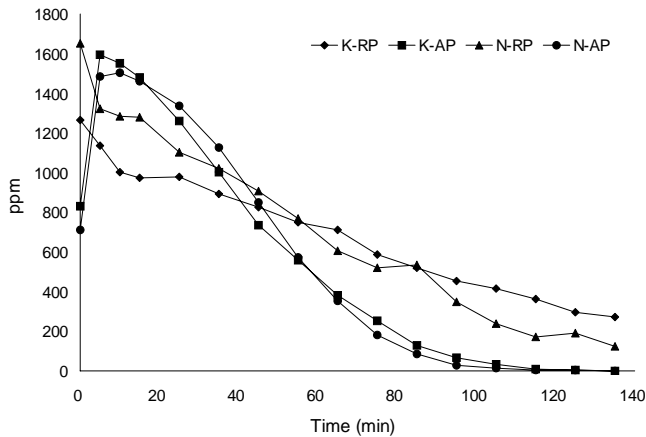


Fig. 7. Isoamyl alcohol in the fractions obtained distilling the mash made with *koji* and *nuruk* under reduced and atmospheric pressures. K-RP, K-AP, N-RP, N-AP: See Table 2.

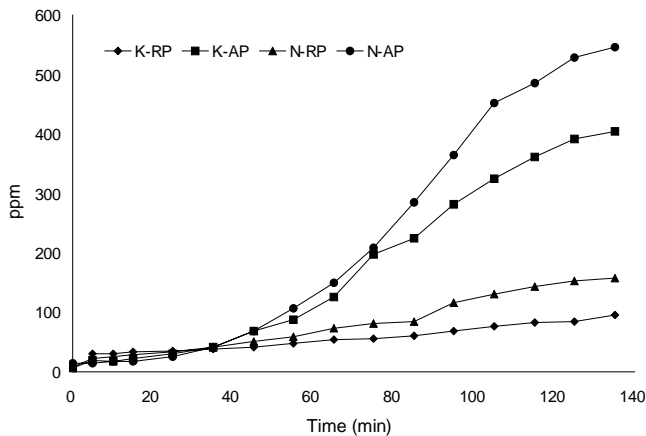


Fig. 8. 2-Phenyl ethanol in the fractions obtained distilling the mash made with *koji* and *nuruk* under reduced and atmospheric pressures. K-RP, K-AP, N-RP, N-AP: See Table 2.

볼 때, 증류 초기 15~25분의 분획을 제거하면 acetaldehyde와 fusel oil과 같은 증류식 소주에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 물질의 함량을 낮출 수 있다고 판단된다.

요 약

본 연구는 국 또는 개량 누룩을 사용하여 제조한 술덧을 감압 또는 상압에서 증류하여 제조한 증류식 소주의 휘발성 성분을 분석하여 적절한 술덧 제조 원료와 증류방법을 검토하기 위함이다. Acetaldehyde는 상압 증류하였을 때에 감압 증류하였을 때보다 그 함량이 2~3배 많았다. Furfural은 상압 증류법으로 제조한 소주에서만 검출되었다. Ester류는 전체적으로 감압 증류하였을 때에 상압 증류하였을 때보다 더 많이 검출되었으며, 특히 ethyl pelargonate는 상압 증류하였을 때에 감압 증류하였을 때보다 2배 이상 높았다. 대부분의 alcohol류는 감압 증류하였을 때에 상압 증류하였을 때보다 약간 더 많았으며, methanol은 국을 사용한 경우보다 개

량 누룩을 사용한 경우 더 많이 검출되었다. 고급 알코올류인 isoamyl alcohol과 2-phenyl ethanol만이 증류 방법에 의한 차이가 있었다. 특히 2-phenyl ethanol은 상압 증류하였을 때에 감압 증류하였을 때보다 2배 이상 많이 검출되었다. Methanol은 국을 사용한 술덧이 개량 누룩을 사용한 술덧에 비해 적게 검출되었다. 본 연구 결과 소주에 부정적 영향을 미치는 휘발성 성분을 줄이기 위해서는 국을 사용한 술덧을 감압 증류함으로써 증류식 소주의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

- Lee DS, Park HS, Kim K, Lee TS, Noh BS. 1994. Determination and multivariate analysis of flavour components in the Korean folk Soju using GC-MS. *Korean J Food Sci Technol* 20: 750-758.
- Kim HS, Yu TS. 2000. Volatile flavor components of traditional Korean Nuruk produced by Nuruk fungi. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 28: 303-308.
- Kim JH, Lee DH, Lee SH, Choi SY, Lee JS. 2004. Effect of *Ganoderma lucidum* on the quality and functionality of Korean traditional rice wine, yakju. *J Biosci Bioeng* 97: 24-28.
- Tsuyoshi N, Fudou R, Yamanak S, Kozaki M, Tamang N, Thapa S, Tamang JP. 2005. Identification of yeast strains isolated from marcha in Sikkim, a microbial starter for amylolytic fermentation. *Int J Food Microbiol* 99: 135-146.
- Lee JS, Lee TS, Park SO, Noh BS. 1996. Flavor components in mash of *Takju* prepared by different raw materials. *Korean J Food Sci Technol* 28: 316-323.
- Kim CJ, Kim KC, Kim DY, Oh MJ, Lee SK, Lee SO, Chung ST, Chung JH. 1990. *Fermentation technology*. Sunjinmunwhasa, Seoul, Korea. p 79-103.
- Min YK, Yun HS, Jeong HS, Jang YS. 1992. Changes in compositions of liquor fractions distilled from *Samil-ju* with various distillation conditions. *Korean J Food Sci Technol* 24: 440-446.
- Yuda J. 1976. Volatile compounds from beer fermentation. *J Japan Soc Brew* 71: 818-830.
- Nishiya T. 1977. Composition of *Soju*. *J Japan Soc Brew* 72: 415-432.
- Korea Food and Drug Administration. 2005. Food Code.
- Jung JH, Jung ST. 1987. Odor threshold and agreeability of aroma components of Yakju. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 30: 272-277.
- Dragone G, Mussatto SI, Oliveira JM, Teixeira JA. 2009. Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. *Food Chem* 112: 929-935.
- In HY, Lee TS, Lee DS, Noh BS. 1995. Volatile components and fusel oils Sojues and mashes brewed by Korean traditional method. *Korean J Food Sci Technol* 27: 235-240.
- Saha B, Sharma MM. 1996. Esterification of formic acid, acrylic acid and methacrylic acid with cyclohexene in batch

- and distillation column reactors; ionexchange resins as catalysts. *React Funct Polym* 28: 263-278.
15. Kenigsbacher KS, Donworth ME. 1969. Beverages flavors. In *Flavor chemistry*. 2nd ed. American Chemical Society, Washington DC, USA. p 174.
 16. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Volatile flavor components in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruk*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 563-570.

(2010년 3월 5일 접수; 2010년 4월 19일 채택)