

다양한 발효제를 이용한 증류식소주의 성분 변화

문세희, 정철*
서울벤처대학원대학교 융합산업학과

The Change of Components of Distilled *Soju* Using Different Fermentation Agents

Sae-Hee Moon, Chul Cheong*

Dept. of Convergence Industry, Seoul Venture University

요 약 본 연구는 국과 누룩 등의 발효제와 이들의 혼합사용에 의한 증류식소주 제조 시 일반성분 및 휘발성성분의 변화를 분석함으로써 품질이 우수한 증류식소주를 제조하고 안정적인 양조기술을 제공하는데 있다. 백미를 원료로 사용하고 발효제로써 백국, 황국, 재래누룩과 개량누룩을 단독으로 사용한 술덧과, 백국에 황국, 재래누룩, 개량누룩을 일정비율별로 추가하여 혼합한 술덧을 제조하였고, 발효시킨 최종 술덧을 감압증류로 증류액을 제조하여 품질특성을 비교 분석하였다. 발효제를 단독 사용 시, 알코올 함량은 백국, 개량누룩, 황국, 재래누룩 순으로 높았으며, 백국 사용 시 초기 산도가 타 발효제에 비해서 높고 알코올 함량도 제일 많이 생성되어 안정적인 양조에 도움이 될 것으로 판단된다. 고급알코올은 황국술덧에서 가장 높은 함량을 나타내었으며, ethylacetate는 재래누룩에서 가장 높게 나타났다. 발효제를 혼합하여 사용 시, 1단담금에 혼합한 술덧과 2단담금에 혼합한 술덧의 알코올 함량 차이는 나지 않았으며, 발효제별 차이도 크지 않아 알코올 발효에는 영향이 적은 것으로 나타났다. 반면 고급알코올의 함량은 황국 투입비율이 높아질수록 증가되었으며 재래누룩과 개량누룩의 투입비율이 높아질수록 감소하여, 발효제 혼합 사용시 향미에 영향을 미침을 알 수 있었다. 발효특성이 우수한 백국을 기본으로 하고 황국과 재래누룩을 적절히 사용하면 맛과 향이 차별화된 다양한 증류식소주의 제조가 가능할 것으로 기대되며 양조의 안정성과 주질 향상에 많은 도움이 되리라고 판단된다.

Abstract The purpose of this study is to develop a distilled *soju* with high quality and stable brewing technology by analyzing the changes of general components and volatile components in the production of distilled *soju* by the use of fermentation agent such as *koji* and *nuruk*. White rice flour was used as a main raw material. White *koji*, yellow *koji*, traditional *nuruk*, and improved *nuruk* were used as a fermentation agent respectively. Also, yellow *koji*, traditional *nuruk*, and improved *nuruk* were added at a certain ratio to prepare white *koji*. The distillate was prepared by vacuum distillation and the quality characteristics were compared and analyzed. When the fermentation agent was used alone, the alcohol content was higher in the order of white *koji*, improved *nuruk*, yellow *koji*, and traditional *nuruk*. The initial acidity was higher than that of other fermentation agents and the highest alcohol content was found to be helpful for stable brewing. The highest content of higher alcohol was found in the yellow *koji* mash, and ethyl acetate was the highest in the traditional *nuruk*. When the fermentation agents were mixed, there was no difference in the alcohol content between 1st fermentation mash and 2nd fermentation mash. On the other hand, the content of higher alcohol was increased with the increase of the input ratio of yellow *koji*, and it decreased with the increase of the ratio of traditional and improved *nuruk*. It is expected that it will be possible to manufacture various distilled *soju* with different flavor and aroma if the yellow *koji* and the traditional *nuruk* are appropriately used based on the white *koji* having excellent fermentation characteristics and it will be very helpful for improving the stability and quality of brewing.

Keywords : Distilled soju, Nuruk, Koji, Vacuum distillation, Volatile compounds

*Corresponding Author : Chul Cheong(Seoul Venture Univ.)

Tel: +82-2-3470-5270 email: chulcheong@hotmail.com

Received July 6, 2018

Revised July 31, 2018

Accepted August 3, 2018

Published August 31, 2018

1. 서론

우리나라의 증류식소주는 고려시대와 조선시대를 지나는 동안 증류식소주를 제조하는 양조가마다 제조방법이 달라 제조법이 변형되기도 하였지만 양조과정이나 제조방법의 큰 변화 없이 전래되어 내려왔다[1]. 우리나라 전통 증류식소주는 대부분 쌀 등의 곡물원료와 누룩 등을 사용하여 발효시킨 후 소주고리를 이용하여 증류하여 제조하였다.

증류식소주는 단식증류기를 사용하여 제조하기 때문에 알데히드와 고급알코올, 에스테르 등 향미성분이 연속증류기를 사용하는 회석식소주에 비해 풍부하고 원료에 따라 원료의 특징을 나타내는 독특한 방향을 가진다. 전통 증류식소주의 품질은 누룩의 품질과 증류조건 등에 따라 많은 영향을 받는다. 누룩은 생곡물로 만들기 때문에 자체 함유된 효소와 공기 중의 곰팡이, 효모, 일반세균 등의 균류가 번식하여 다양한 효소를 생성하여 복잡하고 독특한 풍미와 양조 특성을 나타낸다[2].

현대의 산업화된 증류식소주의 제조에는 곡물원료에 누룩도 사용하지만 누룩 대신 전분질원료에 곰팡이 종국을 배양시킨 입국과, 알코올발효를 위한 건조효모나 순수배양한 효모를 사용하기도 한다[3].

증류식소주의 연구로 Lee 등은 입국과 누룩으로 제조한 술의 감압과 상압증류 특성[4], 입국으로 제조한 증류주의 숙성에 따른 품질 특성[5] 등을 보고하였으며, Park 등은 고구마 품종 및 입국을 달리하여 상압단식으로 증류하여 제조한 고구마소주의 특성 및 향기 성분[6]에 대하여 보고하였다.

전통 증류식소주의 품질은 누룩과 입국 등의 발효제의 영향을 크게 받는다. 특히 누룩은 생곡류를 사용하고 자연 접종된 곰팡이와 일반세균, 효모나 젖산균등이 번식하여 다양한 효소를 생성하여 증류식소주에 강하고 다양한 향취와 맛을 발현시킨다. 반면 입국은 필요한 곰팡이를 선택적으로 접종, 배양하여 누룩에 비해 단순하고 깨끗한 향취와 맛을 부여한다.

최근의 증류식소주에 주로 사용되는 발효제는 백국균(*Aspergillus luchuensis*)을 접종하여 배양한 입국(백국)으로, 내산성당화력과 활성이 강하고 유기산 생성능력이 높아[7] 누룩에 비해 비교적 안정적인 양조가 이루어진다. 그러나 황국균(*Aspergillus oryzae*)을 접종하여 배양한 황국이나, 다양한 재래누룩에 비해 향미가 단조롭고

다양하지 못한 한계가 존재한다. 이러한 의미에서 입국과 누룩과의 혼합사용에 의한 증류식소주의 성분 변화에 대한 연구는 증류식소주 품질향상과 양조 개선에 중요한 지표가 될 것으로 판단된다.

본 연구에서는 백국, 황국, 재래누룩, 개량누룩을 단독으로 사용한 술덧과, 백국에 황국, 재래누룩, 개량누룩을 일정 비율 추가하여 혼합한 술덧을 감압 증류한 증류식소주의 일반성분과 휘발성성분의 변화를 분석하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

실험에 사용한 증류식소주용 원료미는 단립종의 여주쌀을 사용하였고, 입국용 종국은 일본 Kawauchi사의 제품으로 백국은 *Aspergillus kawachii*, 황국은 *Aspergillus oryzae*를 접종 배양한 입국을 사용하였으며, 재래누룩은 송학곡자, 개량누룩은 한국효소(주)에서 구입하여 사용하였다(Table 1). 효모는 한국미생물보존센터의 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 11201을 사용하였다.

Table 1. Fermentation agent

Fermentation agent ¹⁾	Saccharogenic power(S.P)
WK	174±6.3
YK	186±9.2
JN	362±11.5
GN	710±13.1

¹⁾WK : *Koji(Aspergillus kawachii)*, YK : *Koji(Aspergillus oryzae)*, JN : Traditional nuruk, GN : Modified nuruk
Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

2.2 술덧 담금과 증류

2.2.1 발효제별 단독사용 담금

증류식소주를 제조하기 위하여 백국, 황국, 재래누룩, 개량누룩을 각각 단독으로 사용하여 술덧을 제조하였다(Fig. 1). 담금비율은 Table 2 와 같으며 25°C에서 7일 동안 발효시켜 1단담금 술덧을 제조하였으며, 2단담금은 쌀 6 kg으로 고두밥을 지어 1단담금 술덧에 투입하여 25°C에서 15일간 발효시켜, pH, 산도, 알코올함량을 발효 진행 일자별로 측정하였다.

Table 2. Mashing method by using single fermentation agent

Mashing method	WK-S ¹⁾		YK-S		JN-S		GN-S	
	Step 1	Step 2 ²⁾	Step 1	Step 2	Step 1	Step 2	Step 1	Step 2
Fermentation agent(kg)	3		3		1.5		0.75	
Rice(kg)		6		6	1.5	6	2.25	6
Water(l)	3.6	8.3	3.6	8.3	3.6	8.3	3.6	8.3
Yeast(ml)	5		5		5		5	
Citric acid(g)			30		30		30	

¹⁾Using single fermentation agent

²⁾ Step 1 : Making 1st mash, Step 2 : Making 2nd mash

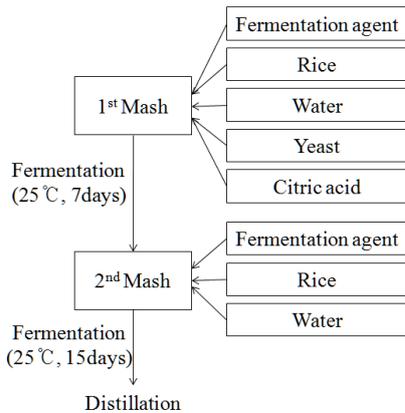


Fig. 1. Mashing process

2.2.2 발효제 혼합사용 담금

1단담금에서 백곡을 기본으로 하고 황곡, 재래누룩, 개량누룩 중 한 가지를 각각 발효제 총사용량의 5%, 15%, 30% 비율로 추가 혼합하여 술덧을 제조하였다 (Table 3).

Table 3. Mashing method by using the fermentation agent mixture in Step 1

Mashing method	WK		YK		JN		GN	
	Step 1	Step 2						
WK-YK-A-5	95%		5%					
WK-YK-A-15	85%		15%					
WK-YK-A-30	70%		30%					
WK-JN-A-5	95%				5%			
WK-JN-A-15	85%				15%			
WK-JN-A-30	70%				30%			
WK-GN-A-5	95%						5%	
WK-GN-A-15	85%						15%	
WK-GN-A-30	70%						30%	

또한 1단담금에서는 백곡만 사용하고, 2단담금에서 황곡, 재래누룩, 개량누룩 중 한 가지를 각각 발효제 총 사용량의 5, 15, 30% 비율로 추가 투입하여 술덧을 제조 하였다(Table 4).

Table 4. Mashing method by using the fermentation agent mixture over two steps

Mashing method	WK		YK		JN		GN	
	Step 1	Step 2						
WK-YK-B-5	95%		5%					
WK-YK-B-15	85%		15%					
WK-YK-B-30	70%		30%					
WK-JN-B-5	95%				5%			
WK-JN-B-15	85%				15%			
WK-JN-B-30	70%				30%			
WK-GN-B-5	95%						5%	
WK-GN-B-15	85%						15%	
WK-GN-B-30	70%						30%	

2.2.3 증류

발효제 종류별로 제조한 술덧과 발효제를 혼용한 술덧을 유리 초자로 구성된 증류장치에 감압펌프를 부착하여 감압도를 -675 mmHg로, 증류비율이 95% 이상인 감압증류를 실시하여 증류식소주 원액을 제조하였다.

2.3 일반성분 및 휘발성성분 분석

일반성분은 국제청주류면허지원센터 주류분석규정에 따른 pH, 산도(0.1N-NaOH ml/시료10 ml), 알코올함량(v/v%)을 측정하였다.

휘발성성분은 Perkin Elmer사의 Clarus 600 Gas Chromatography를 사용하여 분석하였다. 분석용 column은 db-wax (Length : 30 m x 0.53 mm x 1 μ m)를 사용하였고, column oven의 온도는 45°C(2 min

holding), 10°C/min 승온, 230°C (4.5 min holding)으로 설정하였다. Carrier gas는 Helium 가스를 이용하였으며 flow rate는 4 mL/min으로 설정하였고, FID(Flame ionization detector)로 검출하였다.

2.4 통계처리

통계처리는 유의수준 5%($p < 0.05$)로 설정하여 일원배치분산분석(One way ANOVA Test)과 Duncan's multiple range test(DMRT)로 평균 간의 다중비교를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 발효술덧의 일반성분 분석

3.1.1 발효제 단독사용에 의한 술덧 분석

발효제를 단독사용한 4종류의 술덧을 발효기간별로 분석한 결과는 Fig. 2와 같다.

pH는 백국과 개량누룩에서 발효가 진행되면서 상승되었으며 황국과 재래누룩은 큰 변화를 보이지 않았다.

산도에서 백국은 1단담금 3일차에 최고치를 나타내었고 이후 감소되는 경향을 보였고 1단담금에서는 2단담금에 비하여 높은 산도를 나타내었다. 황국과 재래누룩, 개량누룩에서는 1단담금에서는 기간이 경과할수록 증가하다가 2단담금에서는 커다란 변화를 보이지 않았다. 백국의 1단담금 초기 산도가 30.2, 황국, 재래누룩, 개량누룩은 12-13 정도로 백국이 잡균에 의한 초기의 이상발효에 저항성이 높아 안정적인 초기 양조가 이루어질 것으로 판단된다[7]. 최종 산도는 백국과 재래누룩은 8.6과 8.8로 황국과 개량누룩 7.2와 6.4보다 높게 나타났다.

알코올 함량은 백국, 개량누룩, 황국, 재래누룩 순으로 높게 나타났으며 재래누룩은 1단담금 초기에는 타 발효제에 비하여 높은 알코올 함량을 나타내었으나 기간이 경과하면서 알코올 생성 속도가 완만하게 발효 종료시점인 2단담금 15일차까지 상승하는 특성을 보였으며, 최종 알코올 17.8%로 타 발효제 보다 낮은 수치를 나타내었다. 타 발효제의 알코올 생성속도는 재래누룩의 경우와는 다르게 2단담금 7일차 부근에서 거의 최고 알코올함량을 나타내었다.

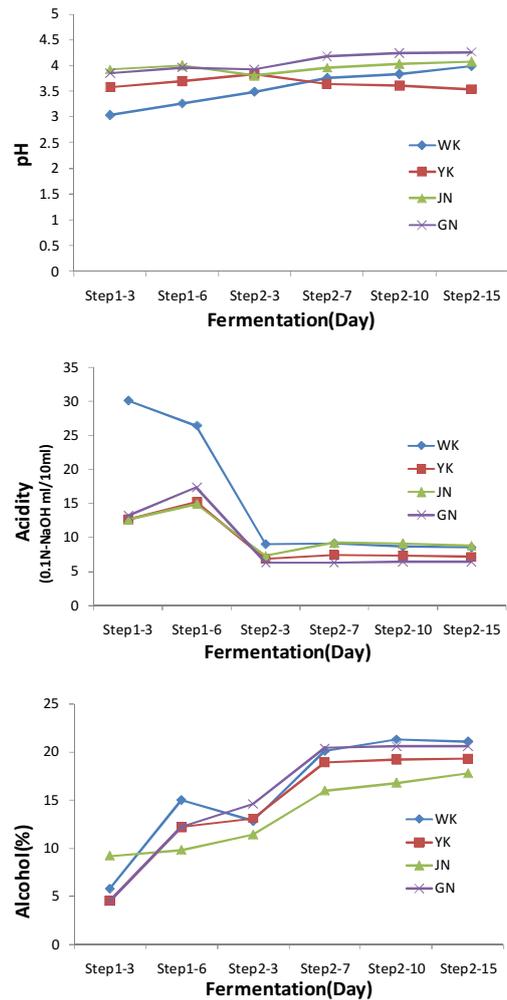


Fig. 2. Change of pH, acidity, alcohol content during fermentation by using single fermentation agent

3.1.2 발효제 혼합사용에 의한 술덧 분석

발효제를 혼합사용한 술덧의 알코올 함량, pH, 산도 결과는 Table 5, 6과 같다.

발효제를 혼합하여 사용하였을 때, 1단에 혼합한 술덧과 2단에서 혼합한 술덧의 알코올 함량 차이는 나지 않았으며, 발효제별 차이도 나지 않아 백국 단일 사용시에 비해 알코올 발효에는 영향이 없는 것으로 나타났다. 산도에서는 황국, 재래누룩, 개량누룩 순으로 높게 나타나 개량누룩이 산도를 좀 더 많이 낮추는 것으로 나타났다.

Table 5. Alcohol content, pH, acidity of mash by using the fermentation agent mixture in Step 1

Mashing method ¹⁾	Alcohol content (v/v%)	pH	Acidity (0.1N-NaOH ml/10ml)
WK-YK-A-5	21.2	3.98	8.2
WK-YK-A-15	21.2	3.97	8.7
WK-YK-A-30	21.0	4.25	5.2
WK-JN-A-5	21.4	4.04	8.5
WK-JN-A-15	21.8	4.09	7.9
WK-JN-A-30	21.4	4.14	7.7
WK-GN-A-5	21.4	4.09	7.6
WK-GN-A-15	21.1	4.02	7.7
WK-GN-A-30	21.6	4.12	7.7

¹⁾Refer to Table 3.

Table 6. Alcohol content, pH, acidity of mash by using the fermentation agent mixture over two steps

Mashing method ¹⁾	Alcohol content (v/v%)	pH	Acidity (0.1N-NaOH ml/10ml)
WK-YK-B-5	21.2	3.89	9.6
WK-YK-B-15	21.0	3.96	8.7
WK-YK-B-30	20.8	3.93	8.5
WK-JN-B-5	21.0	4.03	8.3
WK-JN-B-15	21.2	4.15	7.3
WK-JN-B-30	21.4	4.12	7.6
WK-GN-B-5	21.5	4.11	7.4
WK-GN-B-15	21.8	4.03	8.5
WK-GN-B-30	21.4	4.3	5.6

¹⁾Refer to Table 4.

3.2 증류액의 휘발성성분 분석

3.2.1 발효제 단일사용 증류액의 휘발성성분

발효제를 단일 사용한 술덧의 증류원액은 Table 7과 같으며, 발효제별 증류액의 휘발성성분은 Table 8과 같다.

Table 7. Distillation from fermented mash by using single fermentation agent

Mashing method	Mash		Disillate ²⁾		
	Amount (ml)	Alcohol (%)	Amount (ml)	Alcohol (%)	Distillation rate(%)
WK-S	4,000	21.1	1,670	48.9	96.8
YK-S	4,000	19.3	1,538	47.8	95.2
JN-S	4,000	17.8	1,385	49.1	95.5
GN-S	4,000	20.6	1,582	49.9	95.8

¹⁾Refer to Table 2.

²⁾Vacuum distillation : -675 mmHg

Acetaldehyde는 맥주와 소주의 향기성분에 관여하는 카르보닐 화합물로서 원료, 효모의 알코올산화, 증류시 가열에 의해 생성되며 나무향이 난다. 식품공전[8]에 의한 aldehyde 규격기준은 증류주에 있어서 700 mg/L 이하로, 본 실험결과와 acetaldehyde 함량은 31~60 mg/L으로 나타나 기준에 적합한 것으로 나타났다. 백국 31 mg/L과 재래누룩 32 mg/L으로 황국 60 mg/L과 개량누룩 56 mg/L에 비해 약 1/2 수준을 나타내었고 일반적인 상압증류액의 함량에 비해서 적게 나타난 것은 acetaldehyde의 비점이 낮아 감압증류 초기 감압펌프에 의해 제거되는 것으로 판단된다[6].

Methanol은 9~35 mg/L으로 나타나 소주, 위스키, 일반증류주의 식품공전 기준인 500 mg/L에 비해 현저히 적게 검출되었다.

n-Propylalcohol, *n*-butylalcohol, *i*-amylalcohol 등의 고급알코올은 술덧발효 중 효모의 아미노산 대사와 관련되어 생성되며 발효가 완료되면 더 이상 생성되지 않는다. 퓨젤유(fusel oil)라고도 하며 이들 성분은 소주의 기본적인 향미에 영향을 미친다. *n*-Propylalcohol은 자극적인 미숙한 향기와 매운맛, 쓴맛이 있으며, *i*-butylalcohol은 자극적인 유취와 쓴맛이 있고, *i*-amylalcohol은 약품

Table 8. Volatile compounds of distillate by using single fermentation agent

Volatile compounds (mg/L)	Acet aldehyde	Methanol	<i>n</i> -Propyl alcohol	<i>i</i> -Butyl alcohol	<i>i</i> -Amyl alcohol	2-Phenyl ethanol	Ethyl acetate	Ethyl heptanoate	Ethyl pelagonate	Ethyl palmitate
WK-S	31±1.3 ^a	9±0.2 ^a	180±4.4 ^a	290±6.5 ^a	503±8.6 ^a	55±3.6 ^a	108±3.5 ^a	ND ¹⁾	ND	5±0.2 ^a
YK-S	60±2.7 ^b	16±1.0 ^b	183±5.2 ^a	471±7.9 ^b	916±6.8 ^b	155±6.6 ^b	132±6.1 ^b	79±6.2 ^a	6±0.7 ^a	ND
JN-S	32±1.8 ^a	16±1.3 ^b	85±3.7 ^b	153±6.2 ^c	343±8.1 ^c	28±1.6 ^c	404±7.6 ^c	78±4.7 ^a	9±0.3 ^b	5±0.3 ^a
GN-S	56±3.2 ^b	35±3.6 ^c	243±5.6 ^c	321±5.6 ^d	593±9.1 ^d	37±2.6 ^d	164±4.2 ^d	29±2.3 ^b	ND	3±0.1 ^b

¹⁾Not detected.

Values with different letters were significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

냄새를 가지고 있다. 본 실험결과에서는 고급알코올 함량이 *i*-amylalcohol, *i*-butylalcohol, *n*-propylalcohol, 2-phenyl ethanol의 순서로 검출되었으며 특히 황국술덧에서 가장 높은 함량을 나타내었으며 재래누룩 술덧에서 가장 낮았다. *i*-Amylalcohol은 퓨젤유 중 가장 함량이 높았는데 이는 누룩종류를 달리하여 제조한 탁주에서의 휘발성성분 보고[9]와 일치한다.

소주의 에스테르는 저비점 에스테르 중 ethylacetate가 주가 되며, 고비점 에스테르는 소주의 유성성분으로 일반적으로 곡물을 원료로 한 소주에 많이 함유되어 있다. Ethylacetate는 재래누룩에서 404 mg/L으로 가장 높

게 나타났고, 백국은 108 mg/L으로 재래누룩의 약 1/4 수준을 나타내었다. 저비점 에스테르는 술덧에 존재하는 유기산류와 알코올의 조합에서 생성되는 것으로 특유의 과일향으로 주질에 많은 영향을 미치므로[3], ethylacetate의 함량이 높은 재래누룩은 특히 철저한 양조관리가 요구된다.

3.2.2 발효제 혼합사용 증류액의 휘발성성분

발효제를 혼합사용한 발효술덧 증류액의 휘발성 성분은 Table 9, 10과 같다.

Table 9. Volatile compounds of distillate by using the fermentation agent mixture in Step 1

Volatile compounds (mg/L)	Acet aldehyde	Methanol	<i>n</i> -Propyl alcohol	<i>i</i> -Butyl alcohol	<i>i</i> -Amyl alcohol	2-Phenyl ethanol	Ethyl acetate	Ethyl heptanoate	Ethyl pelagonate	Ethyl palmitate
WK-YK-A-5	44±1.4 ^a	10±0.2 ^a	161±3.6 ^a	298±9.6 ^a	6±0.1 ^a	518±9.6 ^a	61±3.2 ^a	138±8.3 ^a	5	6±0.2 ^a
WK-YK-A-15	48±2.6 ^a	11±0.6 ^a	174±4.2 ^b	330±6.1 ^b	5±0.2 ^a	553±8.2 ^b	69±1.7 ^{ab}	148±6.8 ^b	ND ¹⁾	5±0.3 ^a
WK-YK-A-30	27±1.7 ^b	14±0.5 ^b	241±3.9 ^c	362±8.8 ^c	17±1.4 ^b	665±9.1 ^c	71±7.3 ^b	122±6.3 ^c	ND	6±0.2 ^a
WK-JN-A-5	27±1.0 ^a	12±1.0 ^a	196±8.3 ^a	302±9.4 ^a	10±0.6 ^a	617±8.3 ^a	61±3.4 ^a	101±9.5 ^a	ND	4±0.2 ^a
WK-JN-A-15	33±1.9 ^a	13±1.1 ^a	158±6.6 ^b	305±7.4 ^a	ND	553±7.5 ^b	50±4.3 ^b	150±8.7 ^b	6	5±0.1 ^a
WK-JN-A-30	10±0.4 ^b	14±1.2 ^a	141±7.3 ^c	280±7.7 ^b	4±0.2 ^b	516±7.2 ^c	59±5.0 ^a	173±5.2 ^c	5	-
WK-GN-A-5	16±0.3 ^a	15±1.3 ^a	150±8.2 ^a	287±8.1 ^a	6±0.3 ^a	547±3.3 ^a	82±4.4 ^a	27±2.0 ^a	6	5±0.3 ^a
WK-GN-A-15	29±1.2 ^b	21±1.6 ^b	165±7.5 ^b	299±5.6 ^a	4±0.3 ^a	526±2.5 ^a	65±5.2 ^b	107±7.6 ^b	ND	4±0.2 ^a
WK-GN-A-30	33±1.3 ^b	19±1.9 ^b	165±4.6 ^b	269±5.3 ^b	4±0.1 ^a	501±4.1 ^b	65±3.6 ^b	113±6.6 ^c	ND	4±0.1 ^a

¹⁾Not detected.

Values with different letters were significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

Table 10. Volatile compounds of distillate by using the fermentation agent mixture over two steps

Volatile compounds (mg/L)	Acet aldehyde	Methanol	<i>n</i> -Propyl alcohol	<i>i</i> -Butyl alcohol	<i>i</i> -Amyl alcohol	2-Phenyl ethanol	Ethyl acetate	Ethyl heptanoate	Ethyl pelagonate	Ethyl palmitate
WK-YK-B-5	38±1.3 ^a	9±1.2 ^a	207±7.3 ^a	341±7.1 ^a	7±0.9 ^a	546±9.3 ^a	63±8.0 ^a	73±8.0 ^a	5	6±0.2 ^a
WK-YK-B-15	53±1.5 ^b	ND ¹⁾	215±8.5 ^a	346±8.0 ^a	7±1.7 ^a	551±8.0 ^a	76±7.9 ^b	117±8.3 ^b	ND	5±0.4 ^a
WK-YK-B-30	42±2.2 ^a	10±2.3 ^a	225±8.1 ^a	372±7.4 ^b	9±0.4 ^a	591±8.3 ^b	80±5.1 ^b	98±6.3 ^c	ND	6±0.1 ^a
WK-JN-B-5	33±2.2 ^a	11±1.1 ^a	173±9.3 ^a	317±9.5 ^a	6±0.6 ^a	549±8.2 ^a	62±8.6 ^a	129±8.5 ^a	ND	4±0.4 ^a
WK-JN-B-15	38±2.4 ^a	13±1.6 ^a	160±7.3 ^b	295±6.3 ^b	6±0.2 ^a	530±9.5 ^b	65±5.9 ^a	166±6.2 ^b	6±0.3 ^a	5±0.1 ^a
WK-JN-B-30	33±4.0 ^a	12±1.2 ^a	160±5.7 ^b	295±6.0 ^b	7±0.3 ^a	556±9.8 ^a	68±7.5 ^a	134±9.7 ^c	5±0.1 ^a	ND
WK-GN-B-5	45±3.2 ^a	21±3.3 ^a	261±8.1 ^a	469±9.7 ^a	13±1.1 ^a	819±7.3 ^a	67±6.3 ^a	174±6.0 ^a	6	5±0.2 ^a
WK-GN-B-15	39±1.5 ^{ab}	17±2.5 ^b	178±8.9 ^b	324±7.2 ^b	8±1.2 ^b	554±8.6 ^b	65±8.5 ^a	137±8.7 ^b	ND	4±0.1 ^a
WK-GN-B-30	31±2.2 ^b	21±3.6 ^a	181±7.2 ^b	328±8.5 ^b	11±1.6 ^a	546±6.7 ^b	67±6.8 ^a	140±6.3 ^b	ND	4±0.3 ^a

¹⁾Not detected.

Values with different letters were significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. Each value is expressed as Mean±SD(n=3).

백국에 황국을 혼합한 경우 *n-propylalcohol*, *i-butylalcohol*, *i-amylalcohol*과같이 증류액의 향기성분으로 분류되는 고급알코올의 함량이 황국 투입비율이 높아질수록 증가되었다. 반면에 백국에 재래누룩이나 개량누룩을 혼합한 경우는 황국 혼합의 경우와는 반대로 고급알코올의 함량이 감소되는 것으로 나타났다. 이 결과로 증류식소주에서 황국이 백국보다 향기성분을 더 많이 생성시킬 수 있다고 판단이 되고 이 실험에 사용된 재래누룩은 백국보다 향기성분 중 고급 알코올류의 생성이 떨어진다고 판단된다. 또한 1단담금에 혼합한 경우보다 2단담금에 혼합한 경우가 고급알코올의 함량이 높게 나타났다.

탄 냄새의 성분으로 알려져 있는 *furfural* 성분은 검출되지 않았다. 이는 감압증류를 실시하여 약 40°C 정도의 낮은 온도에서 증류가 진행되어서 *furfural* 성분이 검출되지 않은 것으로 판단된다[10].

4. 요약

본 연구는 국과 누룩 등의 발효제와 이들의 혼합 사용에 의한 증류식소주의 일반성분 및 휘발성성분의 변화를 분석하여 품질이 우수한 증류식소주를 제조하고 안정적인 양조를 하기 위함이다.

백미원료에 발효제로써 백국, 황국, 재래누룩과 개량누룩을 단독으로 사용한 술덧과, 백국을 기본으로 하고 황국, 재래누룩, 개량누룩을 일정량 혼합한 술덧을 제조하여 발효시킨 후, 감압증류로 증류하여 증류소주의 품질 특성을 비교 분석하였다.

발효제를 단독으로 사용하였을 때, 알코올 함량이 백국, 개량누룩, 황국, 재래누룩 순으로 높았으며, 백국 사용시 초기 산도가 타 발효제에 비해서 높았고 알코올 함량도 제일 많이 생성되어 안정적인 양조에 도움이 될 것으로 판단된다. 고급알코올은 특히 황국술덧에서 가장 높은 함량을 나타내었으며, *ethylacetate*는 타 발효제에 비해 재래누룩에서 가장 높게 나타났다.

발효제를 혼합하여 사용하였을 때, 1단에 혼합한 술덧과 2단에서 혼합한 술덧의 알코올 함량 차이는 나지 않았으며, 발효제별 차이도 크지 않아 알코올 발효에는 영향이 적은 것으로 나타났다. 반면 고급알코올의 함량은 황국 투입비율이 높아질수록 증가되었으며 재래누룩과 개량누룩의 투입비율이 높아질수록 감소하였다. 또한

1단담금에 혼합한 경우보다 2단담금에 혼합한 경우가 고급 알코올함량이 높게 나타났다.

결론적으로 발효제를 혼합하여 사용하였을 때, 단일 발효제 사용시에 비해 정상적인 알코올 발효와 더불어 증류소주의 향미에 다양한 변화가 나타남을 알 수 있었다.

현재의 증류식소주의 제조에 누룩과 입국을 혼합하여 발효제로 사용하는 경우는 많지 않으나 본 연구 결과 발효특성이 우수한 백국을 기본으로 하고 황국과 재래누룩을 적절히 사용한다면 맛과 향이 차별화된 다양한 증류식소주의 제조가 가능할 것으로 기대되며 양조의 안정성과 주질 향상에 많은 도움이 되리라고 판단된다.

References

- [1] D. H. Lee, Y. S. Lee, C. H. Cho, I. T. Park, H. D. Kim, J. H. Kim, B. H. Ahn, "The Qualities of Liquor Distilled from *Ipguk* (*koji*) or *Nuruk* under Reduced or Atmospheric Pressure", *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.46, No.1, pp.25-32, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.1.25>
- [2] H. C. Yi, S. H. Moon, J. S. Park, J. W. Jung, K. T. Hwang, "Volatile Compounds in Liquor Distilled from Mash Produced Using *Koji* and *Nuruk* under Reduced or Atmospheric Pressure", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.39, No.6, pp.880-886, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2010.39.6.880>
- [3] J. K. Lee, S. H. Moon, K. H. Bae, J. H. Kim, H. S. Choi, T. W. Kim, C. Jung. Distilled Spirits. pp. 191-192, Kwangmoonkag Pub. Co., 2015.
- [4] Y. Lee, T. Eom, C. Cheong, H. Cho, I. Kim, M. Kim, S. Yu, Y. Jeong, "Quality Characteristics of Spirits by Different Distillation and Filtrations", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.42, No.12, pp.2012-2018, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.12.2012>
- [5] D. H. Lee, J. W. Jung, Y. S. Lee, J. S. Seo, I. T. Park, T. W. Kim, J. H. Kim, B. H. Ahn, "Quality Characteristics of Distilled Liquor Produced Using *Ipguk* (*Koji*) During Aging", *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.46, No.6, pp.694-701, 2014. DOI: <https://doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.6.694>
- [6] Y. K. Min, H. S. Yun, H. S. Jeong, Y. S. Jang, "Changes in Compositions of Liquor Fractions Distilled from *Samil-ju* with Various Distillation Conditions", *Korean J. Food Sci. Technol.*, Vol. 24, No. 5, pp. 440-446, 1992.
- [7] Y. H. Kwon, A. R. Lee, H. R. Kim, J. H. Kim, B. H. Ahn, "Quality Properties of *Makgeolli* Brewed with Various Rice and *Koji*", *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.45, No.1, pp.70-76, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2013.45.1.70>

- [8] Ministry of Food and Drug Safety. Food Code. 2018.
- [9] E. H. Han, T. S. Lee, B. S. Noh, D. S. Lee, "Volatile Flavor Components in Mash of *Takju* Prepared by Using Different *Nuruks*", Korean J. Food Sci. Technol., Vol. 134, No. 3, pp. 563-570, 1997.
- [10] D. H. Lee, I. T. Park, Y. S. Lee, J. S. Seo, J. W. Jung, T. W. Kim, J. H. Kim, B. H. Ahn, "Quality Characteristics of Fermented Wine Using *Nuruk* by Aging Container and Period of Distilled Liquor", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.43, No.10, pp.1579-1587, 2014.
DOI: <https://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.10.1579>

문 세 희(Sae-Hee Moon)

[정회원]



- 1976년 2월 : 연세대 식품공학과졸
- 1982년 2월 : 진로소주 이사
- 2000년 2월 : 화요 부사장

<관심분야>

양조학, 발효식품학

정 철(Chul Cheong)

[정회원]



- 1996년 2월 : 독일 뮌헨공대 식품공학
- 2002년 2월 : 독일 베를린공대 생물공학과 (이학박사)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 교수
- 2010년 3월 ~ 현재 : 한국식품연구원 주류품질인증 심사위원
- 2015년 2월 ~ 현재 : 한국식품과학회 양조분과위원회 위원장

<관심분야>

양조학, 발효식품학