

발간등록번호

11-1543000-001945-01

# 고품질 장기 숙성 증류주의 제조 및 숙성 기술 개발 최종보고서

2017. 12. 18.

주관연구기관 / 한국식품연구원  
협동연구기관 / 경기도농업기술원  
샘표식품(주)  
세종대학교  
서울벤처정보정보대학원대학교  
서울여자대학교

농림축산식품부

## 2. 제출문

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “고품질 장기 숙성 증류주의 제조 및 숙성 기술 개발”(개발기간 : 2012. 8. 8 ~ 2017. 8. 7)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 8. 7.

주관연구기관명 : 한국식품연구원 (대표자) 박용곤 (인)

협동연구기관명 : 경기도농업기술원 (대표자) (인)

샘표식품 (대표자) (인)

참여기관명 : 세종대학교 (대표자) (인)

서울벤처정보대학원대학교 (대표자) (인)

서울여자대학교 (대표자) (인)

주관연구책임자 : 김재호

참여연구원 : 김태완, 안병학, 김혜련, 이장은,  
이은정, 이애란, 강선희, 강향린,  
권영희

협동연구책임자 : 이대형, 음병욱

참여기관책임자 : 이승주, 정 철, 노봉수

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

### 3. 보고서 요약서

#### 보고서 요약서

과제고유번호	312011-05	해당 단계 연구 기간	5년	단계 구분	(해당단계)/ (총 단계)
연구사업명	중사업명	고부가가치식품기술개발 사업			
	세부사업명	고부가가치식품기술개발 사업			
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	고품질 장기 숙성 증류주의 제조 및 숙성 기술 개발			
연구책임자	김재호	해당단계 참여 연구원 수	총: 19명 내부: 11명 외부: 8명	해당단계 연구개발비	정부:150,000천원 민간: 25,000천원 계:175,000천원
		총연구기간 참여 연구원 수	총: 84명 내부: 50명 외부: 34명	총연구개발비	정부:1,200,000천원 민간: 127,500천원 계:1,327,500천원
연구기관명 및 소속부서명	한국식품연구원 우리술연구팀			참여기업명 경기도농업기술원 샘표식품(주)	
위탁연구	연구기관명: 세종대학교 서울벤처정보대학원대학교 서울여자대학교	연구책임자: 이승주 정철 노봉수			
요약	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 증류주 전용 양조 미생물의 확보</li> <li>○ 확보 증류주 전용 미생물의 양조 특성 구명</li> <li>○ 발굴 증류주 전용 균주 활용 대량 생산 기술 확보</li> <li>○ 산지별 쌀을 사용한 증류주 특성 파악</li> <li>○ 발효제에 따른 증류주 특성 평가 및 발효조건 확립</li> <li>○ 입국과 누룩으로 제조한 증류주의 발효 및 증류 특성 규명</li> <li>○ 입국과 누룩으로 제조한 증류주의 숙성중의 변화 규명</li> <li>○ 증류기 재질(스테인리스, 동)에 따른 증류주의 이화학적 특성 구명</li> <li>○ 증류 조건(상압, 감압)에 따른 증류주의 이화학적 특성 구명</li> <li>○ 쌀 증류주의 에틸카바메이트 유해물질 특성 구명 및 저감화 증류기술 연구</li> <li>○ 증류주 제조를 위한 최적화 연구 및 숙성중의 변화 구명</li> <li>○ 대량 생산 동일 증류주 원주의 숙성소재(나무, 옹기, 스테인리스)에 따른 이화학적 변화 구명</li> <li>○ 숙성 환경에 따른 숙성 증류주의 이화학적 변화 구명</li> <li>○ 발효제 및 시판증류주 GC-O 기반 향미용어 개발</li> <li>○ 개발 향미용어 바탕으로 기기분석과 관능검사 상관관계 분석</li> <li>○ 다변량 분석을 통한 향기성분 분석결과 - 관능묘사특성 모델링 및 지표개발</li> <li>○ 전자코, 전진혀를 이용한 증류주 및 숙성에 따른 향기, 맛 패턴 변화 구명</li> <li>○ 증류주의 품질 균일화 및 고품질화 공정기반 기술 확립</li> <li>○ 숙성 증류주의 소비자 기호도 조사를 통한 개발 숙성 증류주 시장성 검증</li> </ul>			보고서 면수 600쪽	

#### 4. 국문 요약문

		코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<p><b>숙성을 위한 원주의 발효, 증류조건을 최적화 하고, 숙성이 증류주의 품질에 미치는 영향을 구명하여 고품질 장기 숙성 증류주를 개발함</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 발효력과 풍미 증진을 위한 증류주용 효모 개발</li> <li>○ 쌀을 사용한 증류주 특성 파악 및 선정</li> <li>○ 발효제에 따른 증류주 특성 평가 및 발효조건 확립</li> <li>○ 증류주용 효모를 사용한 발효원주 제조기술 개발</li> <li>○ 발효제어를 통한 고품질 증류주용 발효원주의 최적 발효기술 개발</li> <li>○ 증류방식에 따른 증류주 품질 연구</li> <li>○ 증류조건 최적화</li> <li>○ 저장/숙성 기간에 따른 증류주 품질 변화 구명</li> <li>○ 증류주의 flavor terminology 개발</li> </ul>					
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 증류주 전용 양조 미생물의 확보               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고품질 증류주 제조를 위한 Flavour Consistency 효모 개발</li> <li>- 순미 증류주의 향기부여를 위한 향기성분 생성능 우수 효모 개발</li> <li>- 고알코올 생성 효모 개발</li> </ul> </li> <li>○ 증류주의 품질균일화 및 고품질화를 위한 기반 조성               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 쌀을 사용한 병행복발효(Simultaneous Fermentation) 공정 최적화</li> <li>- 증류기 재질과 증류 방식에 따른 증류주 품질특성 구명</li> <li>- 쌀 증류주 제조 증류 공정 최적화</li> </ul> </li> <li>○ 맛과 향이 살아 있는 고품질의 증류주 생산을 위한 증류 및 숙성기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 증류컷, 향기성분, 유해물질 분석을 통한 증류조건 최적화</li> <li>- 증류원주의 숙성조건에 따른 숙성 증류주 이화학적 변화 구명</li> <li>- 증류원주의 숙성소재(Oak, 옹기, 스테인리스)에 의한 숙성증류주 변화 구명</li> </ul> </li> <li>○ 향미용어개발을 통한 관능품질 개선에 기여               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 증류주용 발효제(누룩, 국)와 증류주의 주요 향기 활성성분의 분석</li> <li>- 다변량 분석을 통한 향기 활성성분, 묘사적 관능특성 분석</li> <li>- 다변량 분석 기법 적용 관능 관련 종합적 용어 체계 확립</li> </ul> </li> </ul>					
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 쌀 증류주 시장 활성화와 더불어 쌀 소비 정책 기여</li> <li>○ 숙성 쌀 증류주 개발 관심유도를 통한 쌀의 공급 및 소비 안정화 기여</li> <li>○ 과제 협동 참여 기업인 선풍식품 및 제품개발 관심 기업을 통해 사업화 추진</li> <li>○ 증류주의 과학화로 소비 시장 확대 및 발전에 따른 농가, 제조업, 유통업 등의 전후방 관련산업에 파급 효과 기대</li> <li>○ 증류주 숙성 연구 정보 제공</li> </ul>					
중심어 (5개 이내)	효모	증류	증류주	숙성	향기	

5. 영문 요약문

< SUMMARY >

		코드번호	D-02			
Purpose& Contents	<p><i>Research and Development of long term matured premium spirit through fermentation, distillation, and maturation tracking analysis</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Distilled spirits specialized yeast research and development</li> <li>○ Properties of rice material distilled spirit</li> <li>○ Research of brewing fermentation enzyme sources</li> <li>○ Application of distillery yeast for alcohol fermentation control</li> <li>○ Optimization of brewing fermentation technology</li> <li>○ Distilled spirits research of different distillation methods</li> <li>○ Optimization of distillation manner</li> <li>○ Maturation research of distilled spirits</li> <li>○ Development of flavor terminology for distilled spirits</li> </ul>					
Results	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Securing brewing microorganisms for disillted spirits                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Development of qualified yeasts for distilled spirit flavour consistency</li> <li>- Yeast development for abundant flavour compounds in rice spirits</li> <li>- Yeast development for high alcohol content</li> </ul> </li> <li>○ Establishing fundament of high quality distilled spirits                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimization of ‘Simultaneous Fermentation’ process for rice spirit</li> <li>- Spirit quality research of distillation pot still materials and methods</li> <li>- Optimization of distillation process for rice distilled spirit</li> </ul> </li> <li>○ Distillation and maturation technology                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distillation cut points, flavour compounds, hazardous congeners</li> <li>- Physicochemistry study for distilled spirit maturation</li> <li>- Maturation study for container’s materials (Oak, Onggi, Stainless)</li> </ul> </li> <li>○ Study of sensory terminology                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensory active flavour compounds analysis of Nuruk and Guk</li> <li>- Application of multivariate analysis for sensory active compounds</li> <li>- Descriptive sensory evaluation through multivariate analysis</li> <li>- Building synthetic terminology system</li> </ul> </li> </ul>					
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contribution of vitalizing rice distilled spirit market</li> <li>○ Serving a policy for national rice consumption stabilizing</li> <li>○ Industrialization of matured distilled spirit business</li> <li>○ Scientification of distilled spirits and expanding related market</li> <li>○ Expectation of ripple effect for related front back industries</li> <li>○ Providing research references for distilled spirits</li> </ul>					
Keywords	Yeast	Distillation	Spirits	Maturation	Flavour	

6. 영문목차

< LIST >

1. Research project outline	10
2. Current research state	11
3. Research contents and results	15
4. Achievement and Contributiveness	569
5. Practical application planning	570
6. Foreign research information	570
7. Research security level	570
8. NTIS research equipment	570
9. Safety action	570
10. Research performance	570
11. Etc. consideration	572
12. References	573

<Attach> Self-evaluation statement

## 7. 본문목차

### < 목 차 >

1. 연구개발과제의개요 .....	10
2. 국내외 기술개발 현황 .....	11
3. 연구수행 내용 및 결과 .....	15
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	569
5. 연구결과의 활용계획 등 .....	570
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	570
7. 연구개발성과의 보안등급 .....	570
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황 .....	570
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 .....	570
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	570
11. 기타사항 .....	572
12. 참고문헌 .....	573

<별첨> 자체평가의견서

## 8. 뒷면지

### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 **교부가가치식품기술개발 사업**의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 **교부가가치식품기술개발 사업**의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.



## 1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

### 1-1. 연구개발 목적

○ 숙성을 위한 원주의 발효, 증류조건을 최적화 하고, 숙성이 증류주의 품질에 미치는 영향을 구명하여 고품질 장기 숙성 증류주를 개발함

### 1-2. 연구개발의 필요성

- 세계적인 증류주들은 증류방식, 숙성방법, 숙성기간 등에 대한 꾸준한 연구로 기술 축적이 이루어지고 있으나, 우리 증류주에 대한 연구는 전무함
- 세계적인 명주 중 위스키, 브랜디, 데킬라, 보드카 등 증류주가 대부분을 차지
- 고급증류주 시장 성장과 해외수출을 위한 고품질 장기 숙성 증류주 제조 기술이 필요
- 고품질 증류주 제조를 위한 연구는 진행되고 있으나 장기 숙성 등의 과학적 연구는 미흡
- 증류주의 제조는 발효주에 비하여 원료곡물에 대한 소비에 기여가 큼
- 증류주는 원료곡물에 고부가가치를 부여함과 동시에 저장성이 크게 향상됨 (변질 우려가 없음)
- 숙성 증류주 산업은 연계된 전, 후방 산업뿐 만이 아닌 숙성소재 (나무, 옹기 등) 가공 산업, 관광 자원 활용 산업 등 횡적으로 유관 산업의 신규 창출 및 활성화에 기여 가능함

### 1-3. 연구개발 범위

- 증류주용 효모의 개발 및 선발 효모의 특성 구명
- 발효제 향기활성 성분 동정 및 증류주의 주요 향기성분 분석, 관능특성 모델링 및 품질지표 개발
- 발효온도 및 발효주의 알코올 함량에 따른 증류주 품질 특성 분석과 최적 발효 조건의 확립
- 증류방식(스텐증류기, 동증류기, 상압증류, 감압증류)에 따른 증류주 품질 연구
- 숙성재(나무, 옹기, 스테인리스)와 숙성환경(실온, 향온)의 증류주 숙성에 미치는 영향 연구
- 개발 증류주의 소비자 기호도 조사



[연구개발 목표]

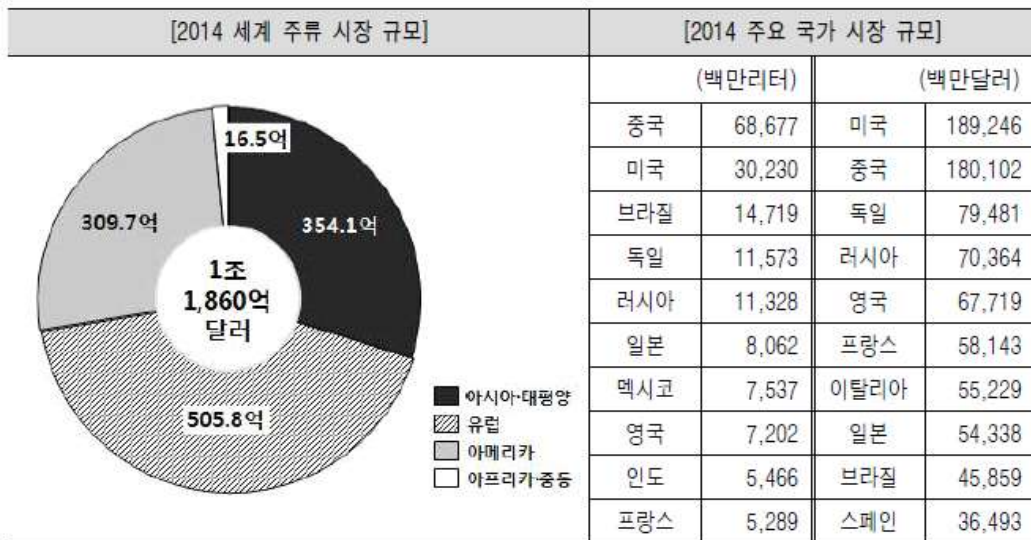
## 2. 국내외 기술개발 현황

코드번호 D-04

### ○ 주류 시장 환경 변화

#### 1) 세계 주류 시장

- 2014년 판매량 기준 세계 주류 시장의 가치는 1조 1,860억 달러 규모, 유럽 505.8억 달러(42.6%), 아시아-태평양 354.1억 달러(29.9%), 아메리카 309.7억 달러(26.1%) 순임.
- 판매액 기준 시장 규모가 가장 큰 나라는 미국(1,892억 달러), 중국(1,801억 달러), 독일(795억 달러) 순임.
- 판매량 기준 전세계 47개국 국가별 주류 시장 규모는 중국(687억 리터, 29.6%), 미국(302억 리터, 13.0%)로 1,2위, 한국(35억 리터, 1.5%)은 16위임.



[세계 주류 시장 규모] Market Data Analytic Database, Datamonitor 2015

- 품목별 주류 시장 규모는 맥주가 전체 주류의 44.6%로 가장 큰 비중을 차지하며, 증류주(28.1%), 와인(24.3%) 순임.
- 2010년 대비 2014년 기준, 단일 품목인 사과주를 제외하고, 증류주와 와인 성장세가 3.1%로 두드러짐.

(단위: 백만달러, %)

구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	'10-'14 CAGR
맥주	472,582 (44.8)	486,374 (44.7)	500,163 (44.8)	514,033 (44.8)	529,356 (44.6)	2.9%
증류주	295,149 (28.0)	305,230 (28.1)	313,038 (28.0)	322,262 (28.1)	332,870 (28.1)	3.1%
와인	255,380 (24.2)	262,149 (24.1)	269,453 (24.1)	277,558 (24.2)	288,038 (24.3)	3.1%
FABs	23,370 (2.2)	23,577 (2.2)	23,325 (2.1)	23,766 (2.1)	24,412 (2.1)	1.1%
사과주	9,166 (0.9)	9,804 (0.9)	10,390 (0.9)	10,983 (1.0)	11,367 (1.0)	5.5%
합계	1,055,647	1,087,134	1,116,369	1,148,602	1,186,043	2.9%

[품목별 세계 주류 시장 규모] Market Data Analytic Database, Datamonitor 2015

2) 국내 주류 시장

- 최근 5년간 주류 출고량은 2010년 361.0만 KL에서 2014년 380.8만 KL로 5.5% 증가함. 같은 기간 출고액은 8조 263억 원에서 9조 1,269억 원으로 13.7% 증가함. 수량의 증가보다 금액의 증가가 두드러짐.
- 내수경기 변동과 더불어 웰빙 문화 확산, 소득 소비의 양극화 추세와 같은 주류소비 패턴의 변화와 주세율 변동 등의 제도적인 영향 등에 따라 주종별 수요량이 변화를 나타내고 있음
- 2014년 출고수량 및 출고금액 기준 맥주(206만 KL(54.0%), 4조 3,285억 원(47.4%)), 희석식소주(96만 KL(25.1%), 3조 3708억 원(36.9%))가 부동의 1, 2위를 차지함.
- 2014년 우리술 시장규모는 탁주(43만 KL(11.3%), 4,792억 원(5.3%)), 청주(1만9천 KL(0.5%), 1,176억원(1.3%)), 약주(1만2천 KL(0.3%), 727억 원(0.8%)), 증류식소주(755 KL(0.02%), 143억 원(0.2%)) 순임.

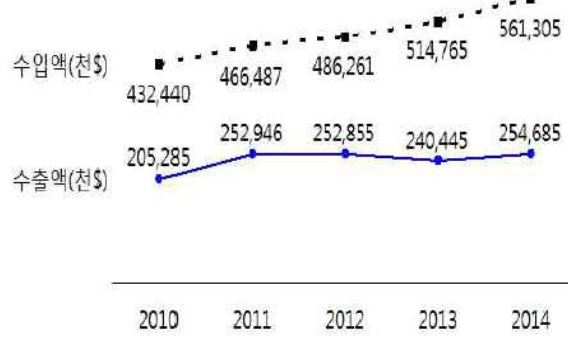
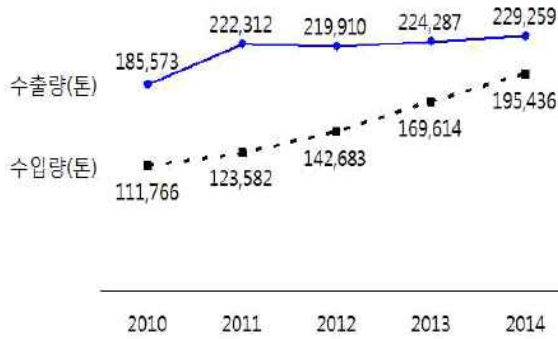
(단위: KL, 백만원)

	합계	탁주	약주	청주	맥주	과실주	증류식 소주	희석식 소주	위스키	브랜드	일반 증류주	리큐르	기타 주류	주정	
2010	수량	3,610,113	412,269	18,841	18,394	1,909,923	21,519	717	930,605	3,417	66	3,708	426	2,090	288,139
	금액	8,026,318	450,824	10,3028	101,182	3,671,060	142,759	10,596	2,867,317	192,940	932	14,080	4963	11,554	455,103
2011	수량	3,696,289	458,198	18,975	19,301	1,983,170	19,866	609	923,024	1,954	75	3,925	306	2,396	284,490
	금액	8,144,771	50,9710	106,853	106,217	3,803,774	135,108	9,555	2,867,375	124,593	675	14,917	3,137	13,376	449,681
2012	수량	3,783,735	448,046	16,544	18,969	2,031,271	16,350	585	950,884	1,196	73	3,999	297	2,643	292,878
	금액	8,395,767	498,152	90,271	102,459	4,001,215	110,518	9,493	2,994,793	84,501	800	15,568	2,801	15,208	469,988
2013	수량	3,737,626	426,216	14,538	18,998	2,062,054	17,881	658	905,903	940	75	4,787	278	2,594	282,704
	금액	8,811,704	473,785	84,145	114,989	4,301,403	125,524	11,491	3,115,312	67,043	827	20,058	2,549	15,312	479,266
2014	수량	3,808,167	430,896	12,320	19,466	2,055,761	17,617	755	957,656	907	67	6,068	284	3,293	303,077
	금액	9,126,908	479,222	72,716	117,565	4,328,539	121,115	14,259	3,370,812	70,352	843	24,210	2,887	20,223	504,365

[주류 출고 현황] 국세청 국세통계연보 2016

3) 주류 수출입 현황

- 주류는 양을 기준으로 하면 수출이 수입보다 많은 구조이나, 금액을 기준으로 하는 수입이 더 많은 구조임. 이는 수출 소주, 전통주에 비해 수입 위스키, 브랜드, 포도주 등의 수입 단가가 월등히 높기 때문
- 주류 수출량은 2010년 18만 5,573톤 대비 2014년 22만 9,259톤으로 23.5% 증가하였고, 주류 수출액은 동일기간 2억 529만 달러에서 2억 5,469만 달러로 24.1% 증가함
- 주류 수입량은 2010년 11만 1,766만톤 대비 2014년 19만 5,436톤으로 74.9% 증가하였고, 주류 수입액은 4억 3,244만 달러에서 5억 6,131만 달러로 29.8% 증가함



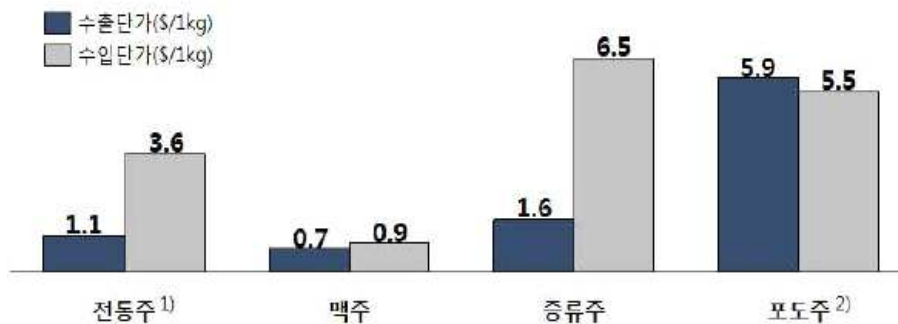
[주류 수출입 추이] 2014 수출입무역통계, 관세청

- 최근 5년 사이 수입량 기준 맥주의 경우 145.3% 증가함  
(2010년 4만 8,713톤 → 2014년 11만 9,501톤)
- 증류주의 경우 스카치 위스키의 비중이 가장 높으며, 2014년 증류주 수입량은 1만 8,081톤으로 전체의 46.7%, 수입액(1억 9,204만 달러) 기준 76.0%의 높은 비중을 차지함.

년도	전통주		맥주		증류주		포도주	
	수출량	수출액	수출량	수출액	수출량	수출액	수출량	수출액
2010	20,665	21,415	81,315	46,836	83,477	136,259	116	775
2011	44,203	55,147	104,218	65,397	73,882	130,473	9	1,929
2012	31,951	39,447	104,920	67,814	83,034	145,542	5	52
2013	19,424	21,327	113,155	72,250	91,684	146,754	24	114
2014	16,647	17,862	111,004	73,181	101,529	163,175	79	467

[주류 품목별 수출입 현황] 2014 수출입무역통계, 관세청

- 전통주 1kg 당 1.1 달러 수출 대비 수입 단가는 3.6 달러로 3배 이상 차이를 보임
- 소주가 포함된 증류주의 수출 단가는 1kg 당 1.6 달러에 비해 위스키, 브랜디 등의 수입 단가는 6.5 달러로 4배 가까이 차이가 나고 있음.



[주류 수출입 단가 비교] 2014 수출입무역통계, 관세청

○ 주류 기술개발 연구 동향

• 증류주 효모 연구동향

- 최근 미생물 연구에서 유전체를 이용한 유용 미생물의 관별과 동정, 분석 등과 같은 확장된 분야로의 응용 가능성이 제시되고 있는 가운데, 유용 미생물의 활용과 유전체 연구가 활발해지고 있음. 알코올 발효에 가장 널리 사용되는 *Saccharomyces cerevisiae*는 진핵생물의 모델 시스템으로 연구되어 왔으며 1996년 *S. cerevisiae*의 전체 유전체 서열이 밝혀짐에 따라 실험실 수준에서의 분석법 적용이 용이하여 유전체를 비롯한 오믹스 연구가 수행됨.

- 증류주 미생물 분야에서는 각각의 증류주 제조를 위한 발효과정에서의 미생물 community 연구가 보고되었음. 증류주용 효모의 연구는 higher gravity worts, 빠른 발효속도, 당 이용능력, 온도 등의 여러 가지 메커니즘 연구로 진행되어 왔음. 현재까지 whole genome 분석이 이루어진 양조 효모는 약 30종으로 이 중에는 상업용 균주, 사케효모, 바이오에탄올 생산 균주 등이 포함되어 있음. 이러한 증류주 제조를 위한 발효 과정중의 미생물 연구는 양조 및 증류주 연구의 이해수준을 높여줄 것으로 판단되며 우리의 전통 증류주 제조용 효모의 발굴 및 연구가 요구되는 상황임.

• 증류주 증류 / 숙성기술 연구동향

- 증류주 제조를 위한 증류 기술의 진보는 증류기의 소재부터, 증류 압력을 달리하는 방법, 열원의 적용, 단식과 연속식 증류 등을 통해 주질의 풍미 향상을 목적으로 다양하게 이루어져 오고 있음. 알코올 발효물 유래 Flavour 컨트롤 기술 관점에서 특정 향미를 부여하는 연구<sup>1)2)</sup>와 제거를 목적으로 기술<sup>3)4)</sup>이 발전되어 오고 있음. 최근 증류의 Cut point 계측을 통한 주질의 Consistency 유지 기술, Nano-technology를 응용한 Molecular sieve 적용에 관한 연구가 진행 되고 있음. 이와 더불어 증류 후처리 기술의 연구 개발이 활발하게 진행 되고 있음.

- 최근 자국 증류주의 고급화 및 세계화 추세와 더불어, 숙성증류주 연구가 진행되고 있는데, 숙성실험의 경우 장기간의 시간과 물리적 공간을 필요로 하는 것이 특징임. 숙성소재와 숙성방법, 숙성기간에 따른 향미 성분의 변화 연구<sup>5)</sup>와 더불어 기후에 따른 숙성환경 영향 연구<sup>6)</sup>등이 진행되고 있으며, 이와 더불어 숙성의 기간 단축 기술과 이를 응용한 산업화 연구<sup>7)</sup>가 진행되고 있음. 또한 숙성 소실을 줄이기 위한 장치 및 숙성 용기의 비파괴 분석을 통한 검사 기술<sup>8)</sup>이 발전 되고 있음.

• 증류주 향기성분 연구동향

- 증류주 향기성분 연구는 유럽의 과실주를 증류한 브랜드, 프랑스의 코냑, 영국 위스키, 브라질 카차샤, 중국 마오타이, 일본 소쥬 등 그 나라를 대표하는 전통적인 증류주의 주요 향기성분 분석들이 2010년 이전에 이루어져 보고됨. 주로 자국 증류주의 향기성분 profile 패턴 및 정성분석, 증류주 향기성분 분석을 위한 다양한 기술적인 조건 연구 등이 대부분임.

1) Create new flavour profiles using a process of multi-purpose continuous distillation (JAPAN, Suntroy hakushu distillery, 2014)  
2) Still automation by following the concentrations of methanol, ethanol, acetaldehyde and ethyl acetate at-line based on an infrared technology (SWISS, USAAWS, 2014)  
3) Operating strategies to reduce the methanol content in alembic distillation (CHILE, UTM Chemical Eng. Dep., 2013)  
4) Sulphur removal by copper in alcohol and the effect of copper on sulphur removal in grain neutral spirit (U.K., Diageo ISC, 2014)  
5) Tropical woods maturation-related predominant congeners in Cachaca (BRAZIL, University of Sao Paulo, 2013)  
6) Changing climate in Scotland's maturation warehouse (U.K., SWRI, 2014)  
7) Volatile and ageing-marker congeners in sugar cane spirit) aged in new American and French oak barrels (BRAZIL, Univeristy of Sao Paoulo, 2014)  
8) Volatile and ageing-marker congeners in sugar cane spirit) aged in new American and French oak barrels (BRAZIL, Univeristy of Sao Paoulo, 2014)

### 3. 연구수행 내용 및 결과

코드번호	D-05
------	------

- 한국식품연구원 우리술연구팀은 전통누룩으로부터 분리하여 보유 중인 효모로부터 증류주에 활용 가능한 향기성분 생성능 우수 효모 및 고알코올 생성 효모를 선발하는 연구와 숙성 기술 개발을 위한 장기 숙성 연구를 수행하였으며, 경기도 농업기술원은 스텐 증류기를 이용 증류 조건을 확립하고 증류주의 품질 특성을 구명하였으며, 서울벤처정보대학원대학교는 구리 증류기를 이용하여 증류주를 제조한 후 이에 대한 품질특성을 구명하였고, 세종대학교는 시판 증류주와 발효제 유래의 향기성분을 밝혔으며, 서울여자대학교는 전자코, 전자혀를 이용하여 증류주의 품질특성을 분석하였으며, 샘표식품(주)은 증류를 위한 발효원주의 발효조건을 확립하고 증류주의 소비자 기호도 조사를 실시하였음.



[과제 구성도]

- 연차별 개발목표 및 내용
  - 개발목표 (1~2차년도)
    - 주관연구기관(한국식품연구원) : 발효력과 풍미 증진을 위한 증류주용 효모의 개발
    - 제1협동기관(경기농업기술원) : 스텐 증류기 증류조건 최적화 및 품질향상 연구
    - 제2협동기관(샘표식품(주)) : 증류주 제조를 위한 최적 발효조건 확립
    - 제1위탁기관(세종대학교) : GC/O 적용 향기활성 성분 분석
    - 제2위탁기관(서울벤처정보대학원대학) : 구리스틸 증류주 품질 특성 구명 및 품질 향상 공정 개발
  - 개발목표 (3~5차년도)
    - 주관연구기관(한국식품연구원) : 저장 / 숙성 기간에 따른 증류주 품질 변화 구명
    - 제2협동연구기관(샘표식품(주)) : 개발 숙성 증류주의 소비자 조사
    - 제3위탁기관(서울여자대학교) : 전자코와 전자혀를 이용한 증류주의 향미특성 분석
    - 제4위탁기관(세종대학교) : 향기-관능특성 모델링 및 품질지표 개발

○ 연구개발 추진전략 및 방법



○ 연구개발 추진체계



[제1세부]

발효력과 풍미 증진을 위한 증류주용 효모 개발 (1~2차년도)  
증류주의 제조 및 숙성 (3~5차년도)



## [제1세부] 1차년도 발효력과 풍미 증진을 위한 증류주용 효모 개발

### (1) 재료 및 방법

#### 1) 재료

실험에 사용된 효모는 본원에서 누룩으로부터 분리하여 보존하고 있는 균주를 사용하였으며, 효모의 선발을 위한 비교 실험을 목적으로 산업체에서 일반적으로 사용하는 균주 대조균주로서 사용 하였다. (증류식소주 효모 2종, 위스키 효모 1종, 주정 효모 1종). 입국(백국 koji)은 ‘조은곡식’에서 구입하여 사용하였고, 증류식 소주 제조용 원료미는 백미로서 철원오대미를 사용 하였다.

#### 2) 실험 방법

##### ① 증류주용 효모 1차 선발

연구원내 보존하고 있는 효모는 971균주로서 전국의 누룩으로부터 분리 하여 보관 하고 있다. 분리 균주는 연구원 선행 과제인 막걸리용 효모 개발시 구축한 실험 DB를 참고하여 이 중 알코올 발효력이 있고, 24시간 이내 발효가 시작되어 CO<sub>2</sub>를 생성하며, 발효시 산막 및 거품을 생성하지 않는 균주로서 118균주를 선발 하였다.

##### ② 증류주용 효모 2차 선발

1차 본 연구원 DB로부터 선발된 118균주와, 증류식소주 산업화 효모인 S-2(대조균주)를 대상으로 증류식소주의 1단담금을 적용하여 주모담금 발효적성을 확인 하였다. 입국과 물이 1 : 3 (w/v), 발효온도는 25℃로 7일 동안 발효시켜 알코올 함량, pH, 산도, 당도(Brix), 발효말 효모수를 비교하였다.

##### ③ 증류주용 효모 3차 선발

2차 선발된 40균주와, 증류식소주 효모(2종: S-2, 가고시마), 위스키 효모(1종: M1), 주정 효모(1종: Et-Red)의 산업화 효모 4종을 대조 균주로 하여 증류식소주 표준 담금 배합 비율을 적용 비교 실험을 진행 하였다. 1단담금은 발효제 입국으로만 전체원료대비 33%(w/w), 2단담금 주원료대비 50%(w/w)로 하여 급수율 120%(v/w)로 하여 25℃로 5일 동안 발효 진행 하였고, 균주 접종은 2×10<sup>7</sup>/ml의 수로 전배양된 효모를 입국중량의 0.2%(v/w)로 접종하였다. 2단담금은 쌀을 증자하여 전체원료대비 67%(w/w)로 하여 급수율 180%(v/w)로 하여 10일간 발효 진행 하였다. 2단담금의 발효온도는 2단1일차 28℃, 2단3일차 27℃, 2단7일차 26℃, 2단10일차 25℃(발효말)로 전급완후(前急緩後)형으로 일차별 온도를 조절하여 진행 하였다. 담금은 5리터 용량 유개 용기를 사용하였고, 용적의 80% 부피로 일정하게 헤드스페이스를 부여하였다. 실험균주의 증류식소주 담금 발효성을 비교하고자 1단5일(말일), 2단1일, 2단3일, 2단7일, 2단10일(말일)의 일차별로 발효액을 샘플링 하여 분석하였다. 분석항목은 1단담금 샘플은 알코올, pH, 산도, 아미노산도, 당도(Brix), 효모수를, 2단담금 샘플은 알코올, pH, 산도, 아미노산도, 당도(Brix), 직당(2단10일), 전당(2단10일)을 분석하였다. 2단10일차(말일) 샘플에 대해서는 증류후 샘플과 비교를 목적으로 향 관능검사 및 향기성분 분석을 추가적으로 실시하였다. 분석 및 평가를 위한 증류액 샘플의 알코올 도수는 모두 20%v/v로 맞추어(증류수 희석) 진행 하였다.

그림 1. 증류주용 효모 3차 선발 진행 개요

**◆ 준비**

- ▶ 균주: 2차 선발 40균주 + 대조 균주 4종(S-2, 가고시마, M1, Et-Red)
- ▶ 원료: 백미(철원오대미), 백국(조은곡식)
- ▶ 증류식소주 표준 담금비율 적용: 급수비율160, 국비율50

**◆ 분석**

- ▶ 발효액 (1단5일, 2단1일, 2단3일, 2단7일, 2단10일)

1단 담금					
알코올 (%)	pH	산도 (mℓ)	아미노산도 (g/mℓ)	당도 (Brix)	효모수 (X10 <sup>8</sup> )

2단 담금								
알코올 (%)	pH	산도 (mℓ)	아미노산도 (g/mℓ)	LC유기산 (g/ℓ)	당도 (Brix)	직당 (g/ℓ)	잔당 (g/ℓ)	기호도 (9점)

- ▶ 증류액 (Alc.20% 일괄희석 후 분석)

증류액 본류분						
Distillate				20%희석샘플		
본류량 (mℓ)	부피 (%)	알코올 (%)	증류비율 (%)	pH	산도 (mℓ)	기호도 (9점)

- 기기분석: 주요 향기 기어 성분 정성 (GCMS)
- 증류 전 후 기호도 상관관계 분석


그림 2. 담금 배합

국(粿)	입국(백국_조은곡식)
원료	쌀(철원오대미)
주원료계수(쌀)	115
1단담금 품온관리	25℃
2단담금 품온관리	1일차28℃
	3일차27℃
	7일차26℃
	10일차25℃
국비율 (%)	50
총급수비율 (%)	160
1단 급수비율 (%)	120
2단 급수비율 (%)	180
담금용기 (mℓ)	5,000


**용기 용적 고려 80% 담금**

총원료중량 (g)	1,455
국중량 (1단) (g)	485
주원료 (2단) (g)	970
증자미 (g)	1,358
1단 급수량 (mℓ)	582
2단 급수량 (mℓ)	1,745
총급수량 (mℓ)	2,327
효모접종량 (mℓ)	10
총원료+총급수(mℓ)	3,782

**1단 5일차**



**2단 5일차**



i) 담금일차별 발효 온도 추적

인큐베이터를 이용하여 일차별 발효온도는 앞서 ③과 같이 설정하여 진행하였고, 실제 발효액 안의 온도를 측정하기 위하여 온도DATA로거(Micro Temp, MADGE TECH)를 사용하여 무작위로 5개 실험구(대조균주 3개 (S-2, 가고시마, 위스키), 실험균주 2개(98-4, 279-7))를 선정하여 시간 단위로 온도변화를 측정하였다.

ii) 알코올 발효 패턴 분석

증류식소주의 본담금인 2단담금의 알코올 발효패턴이 균주별로 두 가지로 나뉘었다. 그룹1의 경우 발효가 전반기에 왕성하게 일어나 후반기에 완만해 지는 경우(전급완후 前急緩後)와 그룹2는 전반기 발효가 천천히 진행 되다가 후반기가 지나고서 알코올 발효가 왕성해지는 경우(전완급후 前緩急後)였다. 증류주용 효모 2차 선정 40균주와 대조균주 4균주 모두 두가지 패턴으로 나뉘어졌다. 대조균주 4균주는 그룹1과 유사한 전급완후형 알코올 발효 패턴을 보여주었다.

iii) 단식 증류(Pot Distillation)

44개의 균주(2차선발 40균주, 산업화 균주 4균주)로 담금을 실시하여 완료된 발효액을 동일한 조건으로 1회 단식 증류를 실시하여 증류주를 제조하였다. 증류 실험을 위한 증류기는 유리 재질 5리터 용량의 라운드형 플라스크와 포말방지 증류 컬럼, 횡형 냉각사관, 감압 형성밸브가 달린 눈금 있는 사이트 글래스, 유출액을 포집하는 리시버로 구성 하였다. 증류를 위한 초기 발효액(Wash)량은 2,000ml, 초기 발효액 온도는 20~25℃, 유출 증기의 냉각을 위한 냉각기의 설정 온도는 5℃가 되게 하여 15 l/min의 속도로 순환되게 하였다. 증류가 진행 되는 중에 냉각기를 통과한 유출액의 온도는 20~25℃를 정상적으로 하고, 최대 유출액 온도가 30℃가 넘지 않도록 조절 하였다. 증류기(Still)에 투입되는 열로서 증류 속도 및 유출액 온도를 조절(800W Heating Mantle 조절 스위치) 하였다. 증류주는 초류를 끓지 않고 본류에 포함시켜 알코올분이 45%(v/v)내외가 되도록 하였으며, 상압(760mmHg) 증류시 발효액의 열화 반응으로 인해 발생하는 향기 성분들의 유출을 억제하기 위해 증류시 목표 감압을 110mmHg로 형성시켜 40℃내외의 온도로 증류가 되게 하였다. 증류 시행시 발효액의 온도 변화, 증기의 온도 변화, 유출액의 온도 변화를 측정 하였고, 냉각기에 유입되고 나가는 냉매의 온도 변화도 측정하였다. 아울러 증류 종료시 마지막 유출액 시료를 따로 10ml 정도 받아 본류 컷포인트의 알코올이 15~20%v/v 정도 됨을 확인 하였다. 그림4는 증류 시행간 측정된 실험 양식지 이다.

그림 3. 증류시행



그림 4. 증류실험 기록 양식

**Lab Scale 감압증류 실험**

1. 날짜: \_\_\_\_\_ 실험자: \_\_\_\_\_

2. 조건 (Yeast 번호): \_\_\_\_\_

2.1 담금Data (단위: g, mℓ)

	1단	2단	계	비율 (%)
국(Koji) 원료				국비율
급수량				1차급수비율 총급수비율

실제 측정량 (단위: mℓ)  
 ∑ 발효말 분석샘플링 -

2.2 샘플Data: 보리 Wash  
 Wash Vol= \_\_\_\_\_ mℓ %ABV = \_\_\_\_\_

2.3 Distillation 실험조건  
 감압도(mmHg): 110±20 Heating Mantle Set(°C): 수동5~6 주변온도(°C): \_\_\_\_\_

2.4 Cut Point  
 초류Cut: 미시행 본류량 = Wash vol 대비 \_\_\_\_\_ % 종료Cut: Wash vol 대비 10%  
 목적본류분말코율(%) 45%

3. 증류실험 순알코올 = \_\_\_\_\_ mℓ

3.1 Data

최초발효액온도(°C):	Mantle 온도(°C): 450 (Max)	Mantle Capa.(Watt): 800W
냉각수온도 (°C)	Condenser 시작 유출시작	1st Cut 2nd Cut 종료 Cut
	IN OUT	냉각수 사용량 (ℓ/분) 15 ℓ/분
감압펌프가동시각:	Still가열시작시각:	최초증류액 유출시각:
Wash온도 (°C) 유출시작	증기온도 (°C) 유출시작	제품출구 유출시작
중간 증류종료	중간 증류종료	중간 증류종료
증류종료시각:	총증류소요시간경과(분)	본류분유출시간경과(분)

경과시간 (여백포함) (분)	Mantle (°C)	Wash (°C)	Vapour (°C)	Distillate (°C)	Distillate (mℓ)	ABV%	순Alc. (mℓ)	증류비율 (%)	증류비율 누적(%)
							-		
							-		
							-		
누계					-		-		

3.2 Cut-Points (abv %)

1st(초류) Cut	2nd(본류) Cut	종료(후류) Cut	Cuts 순알코올량
mℓ ABV%	mℓ ABV%	mℓ ABV%	mℓ
-	-	-	-

최종증류비율 (%) = \_\_\_\_\_

3.3 분석

	Liquid (mℓ)	비율(%)	pure alcohol (mℓ)	비율(%)
Wash Total(mℓ)				
Distillate Total				
초류 foreshots				
본류 spirits				
후류 feints				
Loss				

3.4 결과 및 예정사항

④ 산업화를 위한 증류주용 효모 최종 선정

40개 실험 균주와 증류주 산업화 균주 4종의 증류식소주 담금 적성 평가 및 그것으로 제조된 증류액을 향기성분 분석, 향의 관능기호도 평가(9점척도, 우리술연구센터 술연구원 9명 2회 반복평가)를 통해 알코올 발효력 우수균주 3균주, 향미 특성 4균주를 최종 선정 하였다. 아울러 증류전 발효액과 증류

액과의 향 기호 상관성 분석을 실시하였다. 관능평가에 사용된 증류액 시료는 알코올 함량이 일정치 않으므로 모두 알코올 20%v/v로 일괄 희석(증류수 희석)하여 평가하였다.

### 3) 성분분석 및 측정방법

#### ① 일반 성분 분석

##### i) 알코올

알코올 함량은 Density Meter(Anton Parr DMA4500M)를 이용하여 증류 과정을 거친 후 15°C에서 측정하였다.

##### ii) pH

pH는 pH meter (HORIBA D-51, Kyoto, Japan)를 사용하여 측정하였다.

##### iii) 산도(발효액)

발효액의 산도는 시료 10ml에 pH meter로 pH 7.2를 나타내는 점을 종말점으로 표준 후탈산수소칼륨으로 표정한 0.1 N NaOH 용액의 적정 ml수로 나타내었다.

##### iv) 산도(증류액)

증류액의 산도는 시료 10ml에 pH meter로 pH 7.2를 나타내는 점을 종말점으로 표준 후탈산수소칼륨으로 표정한 0.01 N NaOH 용액의 적정 ml수로 나타내었다.

##### v) 아미노산도

아미노산도는 산도 측정이 끝난 시료에 중성 formalin 용액 5 ml를 가하여 유리된 아미노산을 pH meter로 pH 7.2를 나타내는 점을 종말점으로 표준 후탈산수소칼륨으로 표정한 0.1 N NaOH 용액의 적정 ml수로 나타내었다.

유기산 함량

##### vi) 브릭스당도(°Brix)

브릭스당도는 hand refractometer(ATAGO Pocket PAL-1, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

##### vii) 직당(直糖: 직접환원당)

발효에 직접 사용되는 환원당은 Dinitrosalicylic acid(DNS) Method에 따라 UV/VIS spectrophotometer (Diod-Array) HP 8453(Hewlett Packard, USA)를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하고 표준물질 glucose(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 농도별로 제조하여 정량하였다.

##### viii) 전당(全糖, 잔여당)

전분을 포함한 고형분 당으로서 산가수분해(35% HCl 2%(v/v)농도, 65°C, 2.5시간 중탕가열)하여 viii)과 같이 측정 하였다.

## ② 유기산

유기산은 시료를 0.45  $\mu\text{m}$  membrane filter로 여과하여 HPLC(Jasco UV-975 UV/VIS detector, Tokyo, Japan)로 분석하였다. column은 ZORBAX SB-Aq(4.6 mm  $\times$  150 mm  $\times$  5  $\mu\text{m}$  film thickness : Agilent J & W Scientific, Folsom, USA)를 사용하였으며, detection wave-length/window 210/8 nm를 사용하여 분석하였다. column oven의 온도는 35 $^{\circ}\text{C}$ 로 설정하였고, 이동상은 20 mM aqueous phosphate buffer pH 2.0/acetonitrile=99/1(v/v)를 1.0 mL/min로 흘려주어 분석하였다.

## ③ 휘발성 향기성분 분석

휘발성 향기성분은 시료 20ml을 60 $^{\circ}\text{C}$ 에서 평형 후 SPME (solid phase microextraction) 방법으로 향을 포집 하여 Stabilwax<sup>®</sup>-DA column(30 m  $\times$  0.25 mm I.d  $\times$  0.25  $\mu\text{m}$  film thickness : Restek Corp., Bellefonte, USA)이 장착된 Hewlett-Packard 7890A GC / HP-5973N mass selective detector (MSD) (Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. GC의 oven 온도는 50 $^{\circ}\text{C}$ 에서 200 $^{\circ}\text{C}$ 까지 상승시켰고, injector 온도는 250 $^{\circ}\text{C}$ 였으며 carrier gas로 helium을 사용하였다. MSD 조건은 capillary direct interface temperature 250 $^{\circ}\text{C}$ , ion source temperature 230 $^{\circ}\text{C}$ , ionization voltage 70eV, mass range 33-350 a.m.u. 그리고 scan rate 2.2 scan/sec를 이용하였다. 휘발성 향기성분의 동정은 retention indices (RI), mass spectra 와 aroma properties를 비교하여 확인하였다.

## ④ 미생물 현미경 관찰

1단5일차(1단 발효말) 발효액의 효모 균주수를 Hemacytometer로 측정함과 동시에, 1000배율로 형태 관찰 하였다. 현미경을 통한 효모의 형태학(Morphology)적인 관찰은 추후 Scale-up 실험 혹은 양산 과정에서 효모의 발효 특성(상면발효, 하면발효)을 구분 짓는 중요한 단서가 될 수 있을 것으로 사료 된다.

(2) 결과 및 고찰

1) 증류주용 효모 1차 선발

증류주용 효모 선발을 위해 한국식품연구원에서 보존하고 있는 누룩으로부터 분리한 효모 971 균주를 대상으로 진행한 선행 연구 데이터베이스를 참고로 신속한 발효의 시작(CO<sub>2</sub>생성속도), 24시간 경과 시점 왕성한 발효, 발효시 산막 및 거품막 미생성 조건을 기본으로 118균주를 선발하였다(Table 1).

Table 1. 증류주용 효모 1차 선발 목록(과제 착수 118균주)

No.	Code	Origin	No.	Code	Origin	No.	Code	Origin	No.	Code	Origin
1	88-4	순창	31	161-9	평택	61	228-1	성주	91	284-11	제주
2	89-2-2	합천	32	162-6	평택	62	230-3	하양	92	284-12	제주
3	98-4	계룡	33	162-10	평택	63	230-4	하양	93	284-16	제주
4	98-5	계룡	34	163-2	성남	64	230-9	하양	94	284-17	제주
5	99-8	안동	35	165-1	안동	65	235-9	합천	95	289-5	전곡
6	105-3	진주	36	165-9	안동	66	235-13	합천	96	289-7	전곡
7	105-4	진주	37	166-10	진도	67	235-15	합천	97	289-9	전곡
8	105-10	진주	38	169-4	영광	68	239-1	대구	98	289-10	전곡
9	106-12	부산	39	169-6	영광	69	239-2	대구	99	293-4	강릉
10	107-1	부산	40	170-4	보성	70	252-5	기장	100	293-6	강릉
11	111-5	안동	41	172-6	군산	71	252-11	기장	101	293-7	강릉
12	111-6	안동	42	174-2	군산	72	256-3	익산	102	293-8	강릉
13	112-2	고흥	43	183-2	곡성	73	256-5	익산	103	293-9	강릉
14	113-9	하동	44	186-2	법성	74	257-2	청주	104	294-3	강릉
15	126-2	양양	45	192-4	.	75	263-4	군산	105	294-5	강릉
16	126-7	양양	46	193-5	.	76	265-3	군산	106	294-6	강릉
17	127-9	주문진	47	194-5	안성	77	266-2	군산	107	294-9	강릉
18	131-3	김포	48	195-3	진천	78	268-1	예산	108	294-12	강릉
19	132-4	양평	49	197-1	증평	79	269-2	청양	109	297-6	양구
20	133-6	양평	50	197-5	증평	80	270-1	금산	110	297-9	양구
21	135-1	화천	51	197-12	증평	81	270-11	금산	111	300-2	주문진
22	139-4	.	52	197-13	증평	82	272-3	보령	112	300-5	주문진
23	140-5	순창	53	197-15	증평	83	275-1	아산	113	300-6	주문진
24	141-1	순창	54	206-7	삼척	84	279-7	보은	114	301-6	강화
25	141-9	순창	55	215-2	강릉	85	280-2	보은	115	H3-1	합천
26	145-10	의령	56	222-5	동해	86	280-11	보은	116	H3-6	합천
27	157-10	예산	57	225-2	영월	87	282-6	안면도	117	H4-1	합천
28	159-9	거창	58	225-6	영월	88	282-7	안면도	118	H4-5	합천
29	161-1	평택	59	225-8	영월	89	282-9	안면도			
30	161-7	평택	60	225-9	영월	90	284-4	제주			

2) 증류주용 효모 2차 선발

1차 선발 118균주 대상 증류주 1단담금 주모 발효성을 확인하기 위하여 입국과 물을 1 : 3(w/v)으로 혼합 한 후 효모를 접종하여 25℃에서 7일 동안 발효를 진행하여 알코올, pH, 산도, 당도, 효모수를 측정하여 40균주를 선발 하였다. 선발의 기준은 증류식소주 산업화 효모인 S-2효모를 대조실험으로 하여 알코올도수 12%(v/v)이상, pH 4미만, 산도 10~25mL, 효모수  $\times 10^7/\text{mL}$  이상으로 하였다.(Table 2, 3)

Table 2. 증류주용 효모 2차 선발

No.	Code	Origin	알코올 %v/v	pH	산도 (mL)	당도 (Brix)	효모수 ( $\times 10^7$ )	선발여부
1	88-4	순창	12.00	3.49	16.9	8.4	4.0	○
2	89-2-2	합천	10.72	3.51	15.6	9.1	6.0	
3	98-4	계룡	12.80	3.49	17.1	8.4	10.3	○
4	98-5	계룡	12.79	3.59	14.7	9.0	3.0	○
5	99-8	안동	11.60	3.49	16.2	8.5	9.6	
6	105-3	진주	11.51	3.54	16.7	9.5	5.4	
7	105-4	진주	11.63	3.42	15.0	11.3	4.2	
8	105-10	진주	9.88	3.46	15.7	8.8	2.0	
9	106-12	부산	10.44	3.47	14.1	13.5	4.0	
10	107-1	부산	12.40	3.60	14.3	9.0	7.8	○
11	111-5	안동	13.64	3.47	12.8	8.4	3.0	○
12	111-6	안동	14.06	3.38	24.0	8.7	7.4	○
13	112-2	고흥	10.58	3.68	14.1	8.9	2.0	
14	113-9	하동	12.47	3.57	14.5	8.6	4.2	○
15	126-2	양양	12.38	3.41	13.5	8.1	8.2	○
16	126-7	양양	12.02	3.48	15.0	8.7	5.4	○
17	127-9	주문진	13.63	3.38	14.5	9.0	3.0	
18	131-3	김포	11.00	3.47	15.3	9.1	5.2	
19	132-4	양평	12.20	3.43	15.2	8.9	8.0	○
20	133-6	양평	10.23	3.48	15.6	9.1	6.2	
21	135-1	화천	11.07	3.48	14.7	10.6	2.1	
22	139-4	Unknown	10.38	3.52	16.5	10.2	2.2	
23	140-5	순창	12.98	3.48	13.0	8.5	8.0	○
24	141-1	순창	12.09	3.56	16.5	9.6	4.3	○
25	141-9	순창	10.45	3.48	14.7	12.5	5.3	
26	145-10	의령	7.76	3.45	13.2	13.2	4.3	
27	157-10	예산	11.22	3.41	14.6	8.2	2.1	
28	159-9	거창	10.90	3.37	14.7	8.7	3.4	
29	161-1	평택	9.61	3.43	15.0	8.8	5.4	
30	161-7	평택	14.33	3.57	16.0	9.1	5.0	○
31	161-9	평택	9.63	3.45	14.0	11.0	3.2	
32	162-6	평택	12.64	3.25	14.0	8.5	8.0	○
33	162-10	평택	10.64	3.36	14.8	8.9	2.1	
34	163-2	성남	10.53	3.43	14.8	8.7	3.2	
35	165-1	안동	8.19	3.42	14.4	8.2	4.3	
36	165-9	안동	11.72	3.37	14.5	8.9	5.3	
37	166-10	진도	12.33	3.38	13.9	10.1	6.0	○
38	169-4	영광	10.78	3.42	13.9	12.6	2.1	
39	169-6	영광	10.09	3.55	15.8	9.6	1.2	
40	170-4	보성	8.92	3.44	14.0	14.9	2.2	
41	172-6	군산	12.41	3.40	13.5	8.5	2.2	○
42	174-2	군산	4.00	3.44	18.8	15.7	20.0	
43	183-2	곡성	12.33	3.37	13.8	8.7	3.2	○
44	186-2	법성	10.42	3.35	14.0	8.6	4.4	
45	192-4	Unknown	14.00	3.62	14.3	8.4	4.5	○



Table 2. 계속

No.	Code	Origin	알코올 %v/v	pH	산도 (mL)	당도 (Brix)	효모수 (X10 <sup>7</sup> )	선발여부	
46	193-5	Unknown	15.23	3.60	15.0	9.0	5.8	○	
47	194-5	안성	7.10	3.48	17.9	14.8	7.2		
48	195-3	진천	12.30	3.42	16.8	8.3	6.0	○	
49	197-1	증평	8.80	3.52	17.3	11.1	2.2		
50	197-5	증평	10.89	3.37	14.8	8.9	4.3		
51	197-12	증평	12.92	3.54	15.0	9.0	3.4	○	
52	197-13	증평	11.63	3.35	14.0	8.4	1.8		
53	197-15	증평	비정상발효(균사멸)						
54	206-7	삼척	12.30	3.42	16.4	7.6	6.0	○	
55	215-2	강릉	6.70	3.49	19.0	14.0	2.8		
56	222-5	동해	비정상발효(균사멸)						
57	225-2	영월	13.50	3.49	15.6	8.8	3.5	○	
58	225-6	영월	13.09	3.50	15.5	9.2	3.1	○	
59	225-8	영월	9.29	3.38	15.0	9.1	3.2		
60	225-9	영월	10.64	3.23	15.3	8.4	2.2		
61	228-1	성주	13.16	3.58	16.0	9.2	5.3	○	
62	230-3	하양	11.06	3.38	15.0	8.4	1.0		
63	230-4	하양	10.30	3.35	14.9	8.6	4.3		
64	230-9	하양	11.86	3.49	13.1	9.0	3.5		
65	235-9	합천	8.86	3.41	15.5	13.3	4.7		
66	235-13	합천	11.85	3.37	14.5	9.0	6.5		
67	235-15	합천	12.47	3.54	16.6	9.0	8.0	○	
68	239-1	대구	11.77	3.39	14.5	9.3	4.4		
69	239-2	대구	9.14	3.47	14.9	13.4	3.8		
70	252-5	기장	9.55	3.38	15.7	10.7	3.8		
71	252-11	기장	10.38	3.47	15.3	8.9	2.6		
72	256-3	익산	11.33	3.65	14.2	9.5	6.6		
73	256-5	익산	11.56	3.43	15.1	10.5	5.8		
74	257-2	청주	12.89	3.45	14.9	8.8	3.5	○	
75	263-4	군산	12.47	3.49	16.4	8.7	5.0	○	
76	265-3	군산	11.00	3.39	15.0	11.1	5.0		
77	266-2	군산	9.84	3.42	15.2	13.3	3.0		
78	268-1	예산	12.41	3.39	12.8	8.6	4.5	○	
79	269-2	청양	11.93	3.38	16.0	10.2	5.4		
80	270-1	금산	15.80	3.46	15.5	12.4	3.4	○	
81	270-11	금산	10.73	3.72	12.1	8.7	1.8		
82	272-3	보령	10.66	3.62	14.5	9.1	2.8		
83	275-1	아산	10.53	3.44	14.0	12.7	6.5		
84	279-7	보은	12.00	3.38	14.0	8.6	8.0	○	
85	280-2	보은	10.18	3.38	15.0	8.8	4.2		
86	280-11	보은	9.99	3.45	15.0	12.3	5.8		
87	282-6	안면도	12.49	3.56	16.0	8.3	3.4	○	
88	282-7	안면도	9.72	3.40	14.2	12.3	6.6		
89	282-9	안면도	9.64	3.41	15.5	8.9	5.7		
90	284-4	제주	11.19	3.47	13.8	9.8	8.2		
91	284-11	제주	12.51	3.31	13.4	8.7	8.0	○	
92	284-12	제주	13.10	3.55	15.5	9.0	5.2	○	

Table 2. 계속

No.	Code	Origin	알코올 %v/v	pH	산도 (mℓ)	당도 (Brix)	효모수 (X10 <sup>7</sup> )	선발여부
93	284-16	제주	10.51	3.60	14.1	8.2	2.1	
94	284-17	제주	10.65	3.39	14.5	11.2	3.4	
95	289-5	전곡	9.03	3.45	14.6	13.4	3.3	
96	289-7	전곡	11.09	3.39	16.0	11.8	4.2	
97	289-9	전곡	8.14	3.31	14.5	13.0	3.2	
98	289-10	전곡	9.26	3.41	15.1	10.6	2.8	
99	293-4	강릉	16.10	3.49	15.5	14.6	6.1	○
100	293-6	강릉	9.69	3.48	14.8	12.9	3.9	
101	293-7	강릉	11.59	3.40	15.5	9.3	4.3	
102	293-8	강릉	9.56	3.50	15.0	13.1	4.3	
103	293-9	강릉	11.55	3.39	14.5	9.7	3.2	
104	294-3	강릉	10.40	3.46	15.5	12.4	3.2	
105	294-5	강릉	12.70	3.34	14.7	9.0	2.4	○
106	294-6	강릉	10.15	3.45	14.1	11.5	1.8	
107	294-9	강릉	12.18	3.60	14.5	8.8	3.4	○
108	294-12	강릉	5.40	3.45	15.3	15.1	8.1	
109	297-6	양구	9.98	3.40	15.0	12.7	5.4	
110	297-9	양구	9.45	3.46	14.5	13.2	6.0	
111	300-2	주문진	5.30	3.46	15.1	15.1	2.1	
112	300-5	주문진	10.97	3.50	15.0	10.5	5.8	
113	300-6	주문진	4.80	3.47	15.7	15.5	5.6	
114	301-6	강화	10.20	3.58	14.0	11.6	3.3	
115	H3-1	합천	12.93	3.63	11.5	8.7	2.0	○
116	H3-6	합천	12.00	3.45	13.8	8.5	13.2	○
117	H4-1	합천	12.63	3.60	13.8	8.7	3.4	○
118	H4-5	합천	11.90	3.41	15.8	8.4	4.0	
대조 균주	S-2	소주효모	12.80	3.39	15.5	8.4	8.1	대조균주

Table 3. 증류주용 효모 2차 선발 40균주 종합

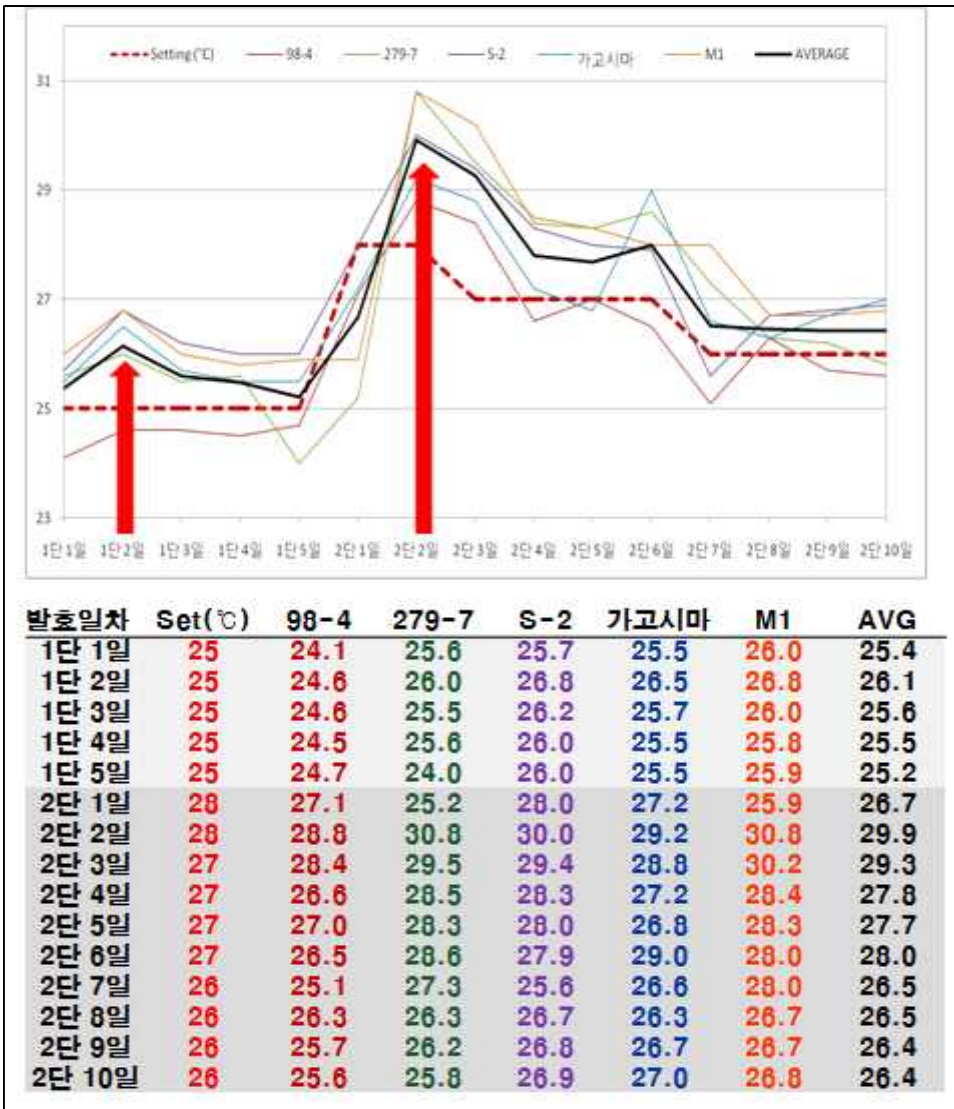
구분		알코올 %v/v	pH	산도 (mℓ)	당도 (Brix)	효모수 (X10 <sup>7</sup> )
선발기준		12.0 이상	4.0 미만	10~25	-	1이상
대조균주 (S-2)		12.8	3.4	15.5	8.4	8.1
선발 40균주	최저	12.0	3.3	11.5	7.6	2.0
	최고	16.1	3.6	24.0	14.6	13.2
	평균	12.8	3.5	15.1	9.0	5.4

3) 증류주용 효모 3차 선발

① 일차별 발효 온도의 변화

대조균주 3균주(S-2, 가고시마, 위스키M1)와 실험균주중 무작위로 선정한 2균주(98-4, 279-7)를 온도 DATA로거를 사용하여 시간단위로 온도를 측정 하였다. 1단담금과 2단담금 모두 2일차시 온도가 가장 높게 증가 하였다. 이는 발효가 가장 왕성한 시점으로서 추후 실험시 온도 급상승으로 인한 효모의 실패에 주의를 기울여야 되는 시점이기도 하다. 온도 측정을 한 균주중 대조 균주인 위스키M1, 가고시마와 실험 균주인 279-7의 발효 온도 상승이 왕성 하였다. 발효후기에는 가고시마 효모의 경우가 온도 상승이 왕성함을 보였다.(그림 5)

그림 5. 일차별 발효 온도 변화 (무작위 선정 5균주)



② 1단담금 발효말 분석

1단담금 발효말(5일차) 분석 결과 선발 40균주중 알코올10%v/v 이상이 17균주, 알코올13%v/v 이상이 13균주였다. 1단담금 말일차 알코올 13% 이상은 증류식소주 담금이 대체적으로 문제없이 진행 되고 있음을 알 수 있다. 알코올이 10% 미만의 경우는 알코올 발효가 일반적인 증류식소주의 발효 진행과 다른 것으로 생각된다. 아울러 1단담금 말일차 효모의 수는 모두  $\times 10^8/ml$  이상으로서 2단담금을 들어가기에 충분한 수를 보여 주었다. (Table 4)

Table 4. 1단담금 말일차 분석 결과

No.	Code	Origin	1단담금 5일차 (25℃ SET)					
			알코올 (%v/v)	pH	산도 (ml)	아미노산도 (ml)	당도 (Brix)	효모수 ( $\times 10^8$ )
1	88-4	순창	10.00	3.19	30.95	9.00	20.3	1.4
2	98-4	계룡	14.38	3.22	31.70	7.50	21.3	3.6
3	98-5	계룡	13.56	3.24	28.85	2.90	20.0	4.2
4	107-1	부산	5.80	3.21	30.10	3.80	25.0	2.3
5	111-5	안동	13.14	3.19	28.70	2.60	21.0	6.0
6	111-6	안동	5.68	3.21	29.40	4.50	24.6	1.6
7	113-9	하동	14.10	3.21	29.40	8.50	20.6	3.6
8	126-2	양양	14.16	3.25	29.20	3.70	20.5	4.9
9	126-7	양양	5.78	3.20	31.20	5.30	25.0	2.4
10	132-4	양평	5.10	3.19	31.40	3.00	25.8	3.6
11	140-5	순창	11.32	3.18	31.40	2.30	21.2	2.6
12	141-1	순창	5.76	3.17	30.20	4.70	24.8	2.4
13	161-7	평택	2.34	3.19	32.00	5.00	27.8	1.2
14	162-6	평택	2.78	3.18	31.35	6.00	27.5	1.1
15	166-10	진도	6.24	3.20	31.50	4.20	23.6	2.4
16	172-6	군산	13.98	3.26	29.20	5.20	20.8	2.6
17	183-2	곡성	14.62	3.27	29.60	6.00	20.4	1.6
18	192-4	Unknown	14.88	3.23	29.60	2.70	19.6	1.4
19	193-5	Unknown	5.32	3.19	32.55	4.30	25.7	1.6
20	195-3	진천	15.30	3.28	31.30	3.20	20.2	1.2
21	197-12	증평	4.82	3.22	31.60	5.20	25.3	1.4
22	206-7	삼척	12.92	3.24	29.15	3.70	20.9	1.3
23	225-2	영월	2.76	3.19	30.65	4.70	28.4	1.6
24	225-6	영월	5.08	3.22	31.80	4.70	24.7	85.0
25	228-1	성주	5.68	3.24	31.50	3.40	25.5	90.0
26	235-15	합천	5.76	3.23	31.80	4.30	24.9	40.0
27	257-2	청주	5.24	3.22	32.20	3.50	24.6	1.4
28	263-4	군산	2.88	3.17	31.90	3.90	26.7	35.0
29	268-1	예산	14.30	3.27	30.70	3.80	20.5	3.9
30	270-1	금산	5.70	3.22	31.65	3.70	24.6	2.5
31	279-7	보은	3.50	3.16	31.10	4.30	27.2	1.6
32	282-6	안면도	12.88	3.22	32.55	4.00	20.7	2.0
33	284-11	제주	8.42	3.25	28.80	2.50	22.7	7.5
34	284-12	제주	5.78	3.20	31.70	4.60	25.5	2.4
35	293-4	강릉	5.48	3.24	31.70	4.50	25.2	1.2
36	294-5	강릉	4.84	3.20	31.30	4.30	24.9	1.7
37	294-9	강릉	5.48	3.23	31.00	4.00	25.4	4.2
38	H3-1	합천	13.52	3.29	31.20	3.60	20.7	4.4
39	H3-6	합천	13.54	3.26	30.80	3.30	20.6	3.3
40	H4-1	합천	13.62	3.22	30.00	4.00	20.7	4.4
대조 균주	S-2	소주효모	15.40	3.39	27.20	3.60	19.8	4.2
	가고시마	소주효모	16.36	3.31	28.50	3.60	18.9	4.6
	M1	위스키효모	10.00	3.33	29.00	3.20	22.0	5.1
	Et-Red	주정효모	15.38	3.39	29.50	3.60	20.1	2.2

③ 2단담금 일차별 분석 및 알코올 발효 패턴 분석

증류식소주 2단담금 일차별 분석을 통하여 균주별 발효 패턴을 확인한 결과 두 가지로 요약 되었다. 전반기 알코올 발효가 왕성한 그룹(그룹1)과, 후반기 알코올 발효가 왕성한 그룹(그룹2)으로 나뉘었다. 대조균주 역시 공통적인 발효 패턴을 보였는데, 그룹1과 유사하게 전반기의 알코올 발효가 왕성 하였다. 전반기 알코올 발효가 왕성하다는 것은 그만큼 효모의 빠른 우점으로 발효를 정상적으로 진행 시키는데 필수 조건이다. 기타 pH 및 산도의 발효 일차별 분석 결과 특이점은 없었다. 2단담금 발효말 알코올 도수는 192-4(15.46%v/v), 161-7(15.37%v/v), 172-6(15.31%v/v) 균주 순으로 나타났다. (Table 5)

Table 5. 균주별 발효 일차별 알코올 도수 변화 및 그룹 구분

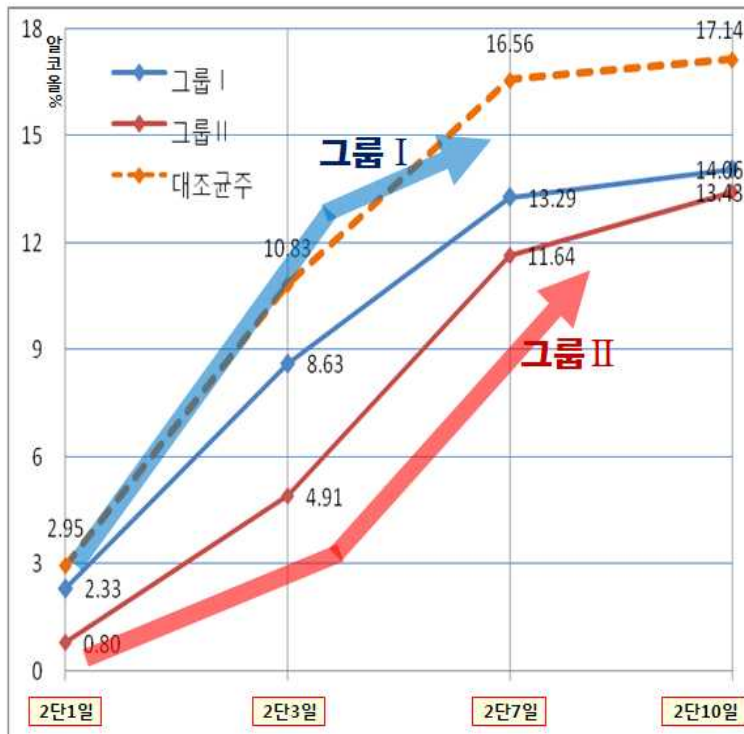
(그룹1: 전반기 알코올 발효 왕성, 그룹2: 후반기 알코올 발효 왕성)

No.	Code	Origin	알코올 %v/v				그룹 구분
			2단1일	2단3일	2단7일	2단10일	
1	88-4	순창	1.96	7.94	13.14	14.15	1
2	98-4	계룡	1.78	8.83	13.51	14.56	1
3	98-5	계룡	2.82	9.83	14.61	15.23	1
4	107-1	부산	0.84	5.26	12.48	15.04	2
5	111-5	안동	1.98	8.18	11.91	12.05	1
6	111-6	안동	0.66	4.49	11.92	12.64	2
7	113-9	하동	1.60	7.11	12.87	13.43	1
8	126-2	양양	2.84	6.89	13.50	14.84	1
9	126-7	양양	0.60	5.54	11.51	13.27	2
10	132-4	양평	0.60	3.10	10.11	12.37	2
11	140-5	순창	2.10	8.59	13.82	14.18	2
12	141-1	순창	0.94	4.58	12.38	13.47	2
13	161-7	평택	0.42	6.67	13.22	15.37	2
14	162-6	평택	0.47	4.87	12.78	14.79	2
15	166-10	진도	1.24	3.24	10.21	12.83	2
16	172-6	군산	2.76	8.53	14.30	15.31	1
17	183-2	곡성	2.98	9.24	12.72	14.01	1
18	192-4	Unknown	3.44	9.62	14.55	15.46	1
19	193-5	Unknown	0.54	3.23	11.02	13.03	2
20	195-3	진천	2.72	10.11	11.60	13.57	2
21	197-12	증평	1.06	4.05	12.58	14.62	2
22	206-7	삼척	2.40	8.66	13.09	14.29	1
23	225-2	영월	0.34	6.75	12.90	15.05	2
24	225-6	영월	0.72	2.89	9.71	12.32	2
25	228-1	성주	1.17	3.87	11.36	12.81	2
26	235-15	합천	0.56	4.36	11.66	13.22	2
27	257-2	청주	0.30	2.50	6.71	7.40	2
28	263-4	군산	0.30	7.28	13.75	15.17	2
29	268-1	예산	3.32	9.46	14.31	14.33	1
30	270-1	금산	0.58	2.78	11.96	14.67	2
31	279-7	보은	0.32	9.40	12.91	14.56	2
32	282-6	안면도	1.58	8.30	12.06	12.84	1
33	284-11	제주	0.78	5.23	8.85	10.63	2
34	284-12	제주	0.46	5.23	14.44	13.13	2
35	293-4	강릉	0.70	2.97	10.94	14.93	2
36	294-5	강릉	0.72	2.63	10.84	12.63	2
37	294-9	강릉	0.90	3.10	11.36	13.96	2
38	H3-1	합천	1.40	8.68	12.95	13.83	1
39	H3-6	합천	1.62	8.80	12.91	13.14	1
40	H4-1	합천	2.48	9.31	12.90	13.46	1
대조 균주	S-2	소주효모	2.28	9.87	16.98	16.80	대조
	가고시마	소주효모	2.64	10.27	17.03	18.06	
	M1	위스키효모	2.32	10.80	15.02	16.05	균주
	Et-Red	주정효모	4.56	12.38	17.21	17.65	

i) 발효 일차별 알코올 도수 변화 (Table 5, 그림 6)

그림 6을 보면, 그룹별로 발효말 알코올 도수 평균은 그룹1(14.06%v/v)의 경우가 그룹2(13.43%v/v)의 경우보다 높게 나타났다. 그룹1의 알코올 발효 패턴이 전형적인 증류주 발효 패턴을 보여주고 있다. 그룹의 패턴이 나뉘어져 나타나는 이유에 대해서는 추후 효모별 특성 구명 과제 진행시 효모 동정, 발효 일차별 당 소모 및 유기산 생성 패턴, 환원당 종류별 균주의 당발효성 분석 등을 통하여 확인 할 예정이다.

그림 6. 그룹별 알코올 발효 패턴



그룹1: 초기 왕성, 발효말 완만  
(실험균주 15종)

88-4, 98-4, 98-5, 111-5, 113-9,  
126-2, 172-6, 183-2, 192-4, 206-7,  
268-1, 282-6, H3-1, H3-6, H4-1

그룹2: 초기 완만, 발효말 왕성  
(실험균주 25종)

107-1, 111-6, 126-7, 132-4, 140-5,  
141-1, 161-7, 162-6, 166-10, 193-5,  
195-3, 197-12, 225-2, 225-6, 228-1,  
235-15, 257-2, 263-4, 270-1, 279-7,  
284-11, 284-12, 293-4, 294-5, 294-9,

ii) 발효 일차별 pH, 산도 변화 (Table 6)

Table 6. 균주별 발효 일차별 pH, 산도 변화

No.	Code	Origin	2단1일		2단3일		2단7일		2단10일	
			pH	산도(ml)	pH	산도(ml)	pH	산도(ml)	pH	산도(ml)
1	88-4	순창	3.54	5.00	3.69	8.95	3.78	9.50	3.90	8.70
2	98-4	계룡	3.60	3.50	3.61	9.50	3.87	9.45	3.90	10.00
3	98-5	계룡	3.48	6.00	3.62	9.80	3.84	10.45	4.02	9.65
4	107-1	부산	3.60	4.50	3.50	9.80	3.74	11.25	3.90	10.95
5	111-5	안동	3.60	3.00	3.58	8.85	3.93	8.85	3.88	9.10
6	111-6	안동	3.81	3.00	3.47	9.55	3.74	10.60	3.84	10.30
7	113-9	하동	3.60	3.90	3.55	9.00	3.79	9.35	3.87	9.40
8	126-2	양양	3.50	5.40	3.59	9.50	3.74	10.00	3.82	9.90
9	126-7	양양	3.74	2.80	3.45	10.45	3.70	11.10	3.79	11.30
10	132-4	양평	3.74	3.50	3.72	8.40	3.70	11.70	3.78	11.60
11	140-5	순창	3.60	5.20	3.54	9.15	3.85	9.50	3.98	9.20
12	141-1	순창	3.60	4.20	3.51	8.75	3.74	11.10	3.87	10.50
13	161-7	평택	3.59	4.25	3.41	9.40	3.78	9.50	3.85	9.50
14	162-6	평택	3.59	5.50	3.38	8.65	3.68	10.30	3.78	10.20
15	166-10	진도	3.68	5.25	3.62	8.10	3.74	11.15	3.81	10.65
16	172-6	군산	3.64	5.30	3.61	9.00	3.93	9.40	3.88	9.20
17	183-2	곡성	3.58	6.35	3.61	8.95	3.85	9.75	3.85	9.60
18	192-4	Unknown	3.51	6.45	3.54	8.55	3.88	8.95	3.92	8.20
19	193-5	Unknown	3.89	2.45	3.72	7.70	3.78	11.05	3.81	10.70
20	195-3	진천	3.71	7.10	3.50	8.95	3.82	8.40	3.90	8.35
21	197-12	증평	3.63	5.45	3.56	8.50	3.88	10.90	3.96	10.20
22	206-7	삼척	3.60	5.50	3.58	8.80	3.87	9.45	3.90	8.70
23	225-2	영월	3.19	30.65	3.28	10.25	3.76	10.10	3.84	9.80
24	225-6	영월	3.22	31.80	3.75	8.15	3.92	10.15	4.20	8.30
25	228-1	성주	3.24	31.50	3.49	9.35	3.78	10.75	3.83	10.30
26	235-15	합천	3.23	31.80	3.48	9.70	3.81	10.90	3.88	10.00
27	257-2	청주	3.22	32.20	3.90	6.40	3.64	17.25	3.66	17.95
28	263-4	군산	3.17	31.90	3.46	9.75	3.78	10.00	3.84	9.50
29	268-1	예산	3.27	30.70	3.57	9.45	3.82	9.00	3.83	8.95
30	270-1	금산	3.22	31.65	3.72	8.05	3.73	11.25	3.80	10.30
31	279-7	보은	3.16	31.10	3.50	10.05	3.85	9.00	3.87	8.95
32	282-6	안면도	3.22	32.55	3.55	10.05	3.70	10.95	3.74	10.60
33	284-11	제주	3.27	28.80	3.73	7.70	3.80	8.90	3.86	9.05
34	284-12	제주	3.20	31.70	3.65	8.95	3.75	10.00	3.83	9.80
35	293-4	강릉	3.24	31.70	3.47	10.85	3.72	11.00	3.80	10.15
36	294-5	강릉	3.20	31.30	3.60	9.50	3.73	10.45	3.81	10.15
37	294-9	강릉	3.23	31.00	3.64	9.45	3.73	10.65	3.86	10.10
38	H3-1	합천	3.29	31.20	3.48	9.85	3.70	10.30	3.75	10.10
39	H3-6	합천	3.26	30.80	3.53	9.55	3.74	9.15	3.80	9.15
40	H4-1	합천	3.22	30.00	3.61	9.00	3.77	9.25	3.82	8.95
대조 균주	S-2	소주효모	3.39	27.20	3.52	9.30	3.75	8.60	3.87	8.85
	가고시마	소주효모	3.31	28.50	3.48	8.60	3.80	8.25	3.94	8.05
	M1	위스키효모	3.33	29.00	3.54	9.15	3.82	8.35	3.94	8.40
	Et-Red	주정효모	3.39	29.50	3.59	8.89	3.86	8.40	3.94	8.10

iii) 2단담금 발효말 분석

2단담금 발효말(2단10일차) 균주별로 일차별 분석 항목에 더하여 아미노산도, LC유기산, 당도(Brix), 직당, 전당(잔당)을 분석하였다. 분석결과는 Table 7에 나타내었다. 실험 40균주 중 발효말 알코올이 가장 높은 균주는 192-4 로서 15.46%v/v를 나타내었다. 실험40균주 알코올 평균 13.66%v/v보다 1.8%v/v 높았으며, 발효말 잔당(발효 미사용 잔여당)의 함량도 평균 74.8g/l 보다 낮은 46.6g/l 이었다. 이는 당의 알코올 발효시 보다 효율적으로 사용 하였음을 나타낸다. 발효말 알코올의 함량이 높을수록 전반적으로 잔당의 함량이 낮아짐을 확인 할 수 있다. 192-4 균주와 알코올 생성능이 비슷한 효모로 생각되는 161-7, 172-6 균주 역시 발효말 잔당의 함량이 평균 보다 낮았다. (Table 7)

Table 7. 균주별 2단담금 발효말 분석

No.	Code	Origin	2단발효말							
			알코올 (%v/v)	pH	산도 (ml)	아미노산도 (ml)	LC산 (g/l)	당도 (Brix)	직당 (g/l)	잔당 (g/l)
1	88-4	순창	14.15	3.90	8.70	3.00	76.7	17.7	67.2	87.9
2	98-4	계룡	14.56	3.90	10.00	2.25	81.5	17.0	68.8	78.1
3	98-5	계룡	15.23	4.02	9.65	2.15	83.6	15.7	57.7	71.6
4	107-1	부산	15.04	3.90	10.95	2.15	86.1	16.0	56.3	76.3
5	111-5	안동	12.05	3.88	9.10	2.15	97.1	20.0	22.2	78.2
6	111-6	안동	12.64	3.84	10.30	2.25	92.6	18.8	85.0	112.6
7	113-9	하동	13.43	3.87	9.40	2.40	90.4	18.6	78.5	83.4
8	126-2	양양	14.84	3.82	9.90	2.60	82.1	16.2	56.0	75.6
9	126-7	양양	13.27	3.79	11.30	2.45	83.1	17.6	78.0	97.6
10	132-4	양평	12.37	3.78	11.60	2.55	86.1	19.2	82.2	108.1
11	140-5	순창	14.18	3.98	9.20	2.45	86.7	16.7	67.1	82.9
12	141-1	순창	13.47	3.87	10.50	3.10	70.2	17.2	83.6	89.3
<b>13</b>	<b>161-7</b>	<b>평택</b>	<b>15.37</b>	<b>3.85</b>	<b>9.50</b>	<b>3.20</b>	<b>68.2</b>	<b>14.2</b>	<b>14.8</b>	<b>23.7</b>
14	162-6	평택	14.79	3.78	10.20	2.90	74.9	15.7	46.7	63.9
15	166-10	진도	12.83	3.81	10.65	3.10	79.8	17.0	9.4	23.3
<b>16</b>	<b>172-6</b>	<b>군산</b>	<b>15.31</b>	<b>3.88</b>	<b>9.20</b>	<b>2.30</b>	<b>82.1</b>	<b>15.8</b>	<b>57.7</b>	<b>63.9</b>
17	183-2	곡성	14.01	3.85	9.60	2.50	78.7	16.6	57.7	70.5
<b>18</b>	<b>192-4</b>	<b>Unknown</b>	<b>15.46</b>	<b>3.92</b>	<b>8.20</b>	<b>2.55</b>	<b>72.6</b>	<b>15.5</b>	<b>16.6</b>	<b>46.6</b>
19	193-5	Unknown	13.03	3.81	10.70	2.60	80.9	18.4	84.9	127.2
20	195-3	진천	13.57	3.90	8.35	2.50	73.6	15.3	41.2	60.9
21	197-12	증평	14.62	3.96	10.20	2.40	80.4	16.3	57.4	72.9
22	206-7	삼척	14.29	3.90	8.70	2.30	77.9	16.5	11.5	66.5
23	225-2	영월	15.05	3.84	9.80	1.90	76.7	13.3	3.1	5.8
24	225-6	영월	12.32	4.20	8.30	2.50	71.7	17.5	28.2	61.0
25	228-1	성주	12.81	3.83	10.30	1.85	86.4	17.8	78.6	94.0
26	235-15	합천	13.22	3.88	10.00	1.70	66.3	17.1	74.8	90.7
27	257-2	청주	7.40	3.66	17.95	1.40	108.1	21.6	121.7	143.2
28	263-4	군산	15.17	3.84	9.50	1.60	85.2	15.8	44.5	62.0
29	268-1	예산	14.33	3.83	8.95	1.60	90.6	16.2	52.6	62.7
30	270-1	금산	14.67	3.80	10.30	1.40	75.9	16.2	48.1	71.6
31	279-7	보은	14.56	3.87	8.95	2.10	81.1	13.8	13.4	27.5
32	282-6	안면도	12.84	3.74	10.60	2.40	86.1	18.6	76.3	124.1
33	284-11	제주	10.63	3.86	9.05	1.80	84.8	20.6	103.9	118.2
34	284-12	제주	13.13	3.83	9.80	1.65	80.9	14.3	22.9	76.0
35	293-4	강릉	14.93	3.80	10.15	2.00	72.7	17.3	66.8	94.1
36	294-5	강릉	12.63	3.81	10.15	1.95	80.2	17.3	1.6	69.9



37	294-9	강릉	13.96	3.86	10.10	2.10	82.2	16.3	55.0	58.8
38	H3-1	합천	13.83	3.75	10.10	2.30	89.7	17.0	13.3	54.4
39	H3-6	합천	13.14	3.80	9.15	2.00	90.9	17.5	68.8	75.6
40	H4-1	합천	13.46	3.82	8.95	2.30	83.4	16.7	5.0	41.9
소계			13.66	3.86	9.95	2.26	82.0	16.9	52.0	74.8
대조 균주	S-2	소주효모	16.80	3.87	8.85	2.95	60.0	14.6	28.7	35.9
	가고시마	소주효모	18.06	3.94	8.05	2.40	70.5	10.6	3.3	6.7
	M1	위스키효모	16.05	3.94	8.40	2.10	77.3	15.5	42.0	51.5
	Et-Red	주정효모	17.65	3.94	8.10	2.40	74.8	13.8	22.7	26.6
	소계		17.14	3.9	8.4	2.5	70.7	13.6	24.1	30.2

#### ④ 증류 분류분 일반 분석

발효액을 증류하여 알코올 45%내외의 증류액을 포집하였고, 분석을 위해 알코올 도수를 20%v/v로 희석하였다. 증류액의 일반 분석 항목은 알코올, pH, 산도로 하였다. 증류액의 포집량은 초류를 포함한 분류분의 부피이고, 부피비는 증류전 발효액 부피대비 증류액 포집비율이다. 증류비율은 (증류액 알코올 총량)/(발효액 알코올 총량)이다. 증류액 산도는 0.01N NaOH 용액 적정ml수로 표현하였다. (Table 8)

#### ⑤ 증류 분류분 향기 성분 분석 (GC-MS)

GC-MS는 향기 성분이 피크 면적비율로 표시 되기 때문에 향기 성분 함량의 비교를 위해 증류액 알코올을 20%v/v로 일괄 희석 후 GC-MS를 이용해 향기 성분 분석을 실시하였다. 분석 결과는 Table 9에 나타내었다. Ethyl acetate를 포함해 Ester류 33종, Higher Alcohol(Fusels)류 5종, acetic acid를 포함해 acid류 2종, 기타 카보닐 화합물 5종으로 총45종이 확인 되었다. i-amylalcohol, i-butanol, n-propanol, Phenethyl alcohol(아카시아꽃향)의 함량은 균주별로 특징적인 차이를 보이지 않았으나, 총 Ester의 함량 및 음양향(꽃, 과실향) 기여성분(Ethyl Caproate, Ethyl Caprylate, Ethyl Caprate)의 함량은 균주별로 차이를 보였다. H4-1균주가 총 Ester가 가장 높았으며, 반대로 172-6균주가 총 Ester가 가장 낮았다. 꽃 향기 관능 성분인 음양향이 가장 많은 균주는 H3-1 이었다. (Table 9, 10)

Table 8. 증류 시행 결과 및 증류액 일반 분석

No.	Code	Origin	증류액				증류액 20% 희석	
			포집량 (ml)	부피비 (%)	알코올 (%v/v)	증류비율 (%)	pH	산도 (ml)
1	88-4	순창	380	19.0	43.75	58.75	4.27	0.50
2	98-4	계룡	415	20.8	37.66	53.67	3.94	1.45
3	98-5	계룡	505	25.3	31.47	52.17	3.90	2.25
4	107-1	부산	440	22.0	30.78	45.02	3.81	4.25
5	111-5	안동	300	15.0	44.20	55.02	4.06	0.85
6	111-6	안동	370	18.5	47.25	69.16	3.95	1.95
7	113-9	하동	380	19.0	46.01	65.09	4.15	0.85
8	126-2	양양	470	23.5	25.83	40.90	3.73	3.10
9	126-7	양양	350	17.5	50.04	65.99	4.26	1.80
10	132-4	양평	370	18.5	43.57	65.16	3.87	3.25
11	140-5	순창	355	17.8	47.53	59.50	4.45	0.20
12	141-1	순창	380	19.0	46.89	66.14	3.91	2.20
13	161-7	평택	625	31.3	48.98	85.65	4.03	1.20
14	162-6	평택	280	14.0	35.19	33.31	3.85	2.15
15	166-10	진도	410	20.5	46.11	73.68	3.87	2.65
16	172-6	군산	470	23.5	35.64	54.71	4.06	1.45
17	183-2	곡성	375	18.8	36.90	49.38	4.12	1.00
18	192-4	Unknown	505	25.3	43.82	71.57	4.20	0.55
19	193-5	Unknown	390	19.5	48.25	72.21	3.81	2.30
20	195-3	진천	520	26.0	45.76	74.04	4.20	0.50
21	197-12	증평	350	17.5	49.31	59.02	3.95	1.80
22	206-7	삼척	360	18.0	26.44	33.30	3.90	1.45
23	225-2	영월	720	36.0	44.14	85.66	4.40	1.15
24	225-6	영월	260	13.0	59.91	63.22	3.86	3.60
25	228-1	성주	405	20.3	44.28	70.00	3.88	2.65
26	235-15	합천	360	18.0	44.48	60.56	3.98	2.35
27	257-2	청주	330	16.5	29.25	65.22	3.43	27.10
28	263-4	군산	460	23.0	29.26	44.36	3.87	2.55
29	268-1	예산	285	14.3	47.17	46.91	4.12	1.00
30	270-1	금산	340	17.0	47.50	55.04	3.91	2.40
31	279-7	보은	595	29.8	49.33	81.26	4.12	0.55
32	282-6	안면도	420	21.0	43.11	70.51	4.04	0.95
33	284-11	제주	325	16.3	43.89	67.09	4.16	0.95
34	284-12	제주	380	19.0	56.12	81.21	3.95	1.45
35	293-4	강릉	565	28.3	29.56	47.91	3.76	5.60
36	294-5	강릉	355	17.8	42.04	59.08	3.88	2.95
37	294-9	강릉	390	19.5	48.43	67.65	3.89	2.10
38	H3-1	합천	430	21.5	48.66	75.65	4.10	1.00
39	H3-6	합천	340	17.0	44.72	57.86	4.00	1.25
40	H4-1	합천	400	20.0	45.33	67.36	4.08	1.00
대조 균주	S-2	소주효모	580	29.0	43.51	75.11	4.05	1.10
	가고시마	소주효모	690	34.5	44.99	85.94	4.14	1.00
	M1	위스키효모	485	24.3	46.38	70.08	4.20	0.45
	Et-Red	주정효모	685	34.3	44.25	85.87	4.20	0.90

Table 9. 증류액 향기 성분 분석

Unit % Area			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Compound	RI	RT	88-4	98-4	98-5	107-1	111-5	111-6	113-9	126-2	126-7	132-4
Acetaldehyde	<1100	2.12	0.15	14.62	0.35	0.31	0.14	0.13	-	0.22	0.23	0.22
Ethyl Acetate	<1100	3.44	0.25	0.27	0.63	0.86	0.23	3.34	0.87	0.40	4.76	4.74
Isobutyl acetate	1123	5.56	-	-	-	0.19	0.07	-	0.04	0.08	0.05	0.03
1-Propanol	1148	6.18	0.21	0.46	1.10	0.35	0.32	0.57	0.48	0.32	0.27	0.31
Isobutanol	1206	7.59	0.41	0.53	1.27	0.98	0.62	1.25	0.74	0.84	0.81	0.77
Isoamyl acetate	1218	7.94	0.23	0.16	0.29	0.26	0.55	0.54	0.64	0.25	0.36	0.34
1-Butanol	1249	8.84	-	0.02	0.06	-	-	-	-	-	-	-
Isoamyl alcohol	1306	10.50	3.42	4.32	9.29	6.54	4.84	0.21	4.90	5.75	4.04	4.34
Ethyl caproate	1319	10.92	0.81	0.30	-	0.16	0.29	6.97	0.45	0.20	0.25	0.24
2,3-Butanolon	1379	12.75	-	-	0.12	-	-	-	-	-	0.03	-
Isobutyric acid	1396	13.30	-	-	-	0.06	-	-	-	-	0.02	-
Isobutyl caproate	1423	14.14	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isopentyl caproate	1450	14.99	-	0.03	0.06	-	-	-	-	-	-	0.02
Ethyl caprylate	1494	16.36	-	0.16	3.36	1.86	4.48	2.87	4.53	2.32	2.69	3.15
Isopentylhexanoate	1513	16.97	0.23	0.07	-	-	0.06	0.04	0.09	-	0.03	0.03
Acetic acid	1521	17.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Propyl octanoate	1562	18.50	-	-	-	-	0.03	-	0.07	-	-	-
Propyl caprylate	1563	18.53	0.08	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethyl nonanoate	1579	19.04	0.11	0.04	-	-	0.07	0.11	0.06	0.03	0.06	0.09
Isobutyl caprylate	1591	19.42	0.29	-	0.05	-	0.10	-	0.10	-	0.04	0.08
Hexadecane	1629	20.54	0.05	0.03	0.03	-	0.05	0.06	0.06	0.03	0.11	0.04
Ethyl caprate	1669	21.69	24.74	14.53	9.13	5.80	15.64	10.23	14.05	7.14	7.54	12.02
Isoamyl caprylate	1680	22.01	1.85	0.68	0.31	0.15	0.97	0.44	0.67	0.19	0.37	0.52
Dodecanal	1722	23.22	-	-	-	-	0.03	-	-	0.03	0.04	0.02
Propyl decanoate	1731	23.46	0.19	0.13	0.05	-	0.11	0.03	0.11	-	0.04	0.07
Ethyl undecanoate	1745	23.85	0.04	-	0.14	-	0.02	-	0.01	-	-	-
Isobutyl caprate	1756	24.15	0.60	0.28	-	0.09	0.34	0.19	0.37	0.11	0.20	0.24
Phenethyl acetate	1809	25.61	0.23	0.20	0.30	0.14	0.47	0.18	0.24	0.10	0.05	0.07
Ethyl laurate	1834	26.26	22.04	13.76	10.26	5.58	14.93	10.13	16.04	5.47	8.79	10.91
Isoamyl decanoate	1842	26.48	2.53	1.38	0.91	0.29	1.57	0.80	1.78	0.38	0.60	0.68
Ethyl 9-hexadecenoate	1853	26.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07
Phenethyl alcohol	1884	27.58	0.14	0.12	0.16	0.17	0.15	0.14	0.13	0.23	0.07	0.12
Propyl dodecanoate	1895	27.87	0.13	0.11	0.07	-	0.12	0.07	0.13	0.03	0.04	0.04
Ethyl tridecanoate	1909	28.24	0.05	0.03	-	-	0.04	0.04	0.04	-	0.04	0.05
Isobutyl laurate	1919	28.49	0.17	0.10	0.08	0.03	0.10	0.06	0.15	-	0.07	0.06
Tridecyl acrylate	1948	29.21	0.10	0.06	-	-	0.19	0.12	0.15	-	0.18	0.31
2-Pentadecanone	1969	29.75	0.05	0.06	0.07	0.09	0.09	0.10	0.09	0.08	0.10	0.15
Ethyl myristate	1996	30.43	18.48	19.43	24.55	27.45	25.37	31.03	23.92	26.59	30.72	32.97
Isoamyl laurate	2005	30.66	1.02	0.92	0.81	-	-	-	1.17	-	-	-
Ethyl myristate	2035	31.39	0.15	0.08	0.09	0.09	0.17	0.21	0.16	0.09	0.22	0.26
Hexadecanal	2059	31.97	0.09	-	0.11	0.05	0.19	0.20	0.13	0.04	0.12	0.10
Ethyl pentanoate	2070	32.25	0.25	0.27	0.41	0.54	0.36	0.52	0.35	-	0.53	0.51
Ethyl 9-octadecenoate	2080	32.47	0.19	0.23	0.31	0.38	0.34	0.50	0.32	0.96	0.47	0.49
Ethyl palmitate	2157	34.29	19.86	25.55	33.77	47.59	26.15	28.02	26.01	46.53	36.06	24.71
Ethyl E-11-hexadecenoate	2173	34.68	0.84	1.03	1.86	-	0.80	0.91	0.96	1.57	-	1.21
Total			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Table 9. 계속

Unit % Area			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Compound	RI	RT	140-5	141-1	161-7	162-6	166-10	172-6	183-2	192-4	193-5	195-3
Acetaldehyde	<1100	2.12	0.41	0.26	0.23	0.26	0.19	-	0.17	-	0.15	0.23
Ethyl Acetate	<1100	3.44	0.82	3.81	1.22	0.61	6.37	1.26	0.20	0.74	3.01	0.72
Isobutyl acetate	1123	5.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-Propanol	1148	6.18	0.58	0.37	0.31	0.35	0.28	1.94	0.26	0.31	0.25	0.31
Isobutanol	1206	7.59	1.49	1.45	0.54	0.80	0.68	2.54	0.62	0.93	0.65	0.51
Isoamyl acetate	1218	7.94	1.43	0.47	0.37	0.34	0.25	0.96	0.24	0.91	0.32	0.31
1-Butanol	1249	8.84	0.06	0.05	-	-	-	0.12	0.04	0.04	-	0.03
Isoamyl alcohol	1306	10.50	9.12	6.52	3.82	6.47	4.60	20.1	4.97	4.68	4.01	4.37
Ethyl caproate	1319	10.92	0.52	0.19	0.18	0.31	0.09	0.45	0.27	4.90	0.20	0.24
2,3-Butanolon	1379	12.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isobutyric acid	1396	13.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isobutyl caproate	1423	14.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isopentyl caproate	1450	14.99	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-
Ethyl caprylate	1494	16.36	2.90	1.02	3.20	4.52	0.62	1.26	5.02	-	2.74	3.27
Isopentylhexanoate	1513	16.97	0.05	-	0.03	0.04	-	-	0.07	-	0.04	0.04
Acetic acid	1521	17.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Propyl octanoate	1562	18.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Propyl caprylate	1563	18.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethyl nonanoate	1579	19.04	-	-	0.05	0.07	-	-	0.06	0.05	0.07	0.06
Isobutyl caprylate	1591	19.42	-	-	0.05	0.08	-	-	0.08	0.03	0.05	0.04
Hexadecane	1629	20.54	0.12	0.11	0.05	0.03	0.04	-	0.03	0.07	0.09	0.08
Ethyl caprate	1669	21.69	3.55	1.50	10.94	12.01	2.31	1.14	14.58	8.05	9.03	10.12
Isoamyl caprylate	1680	22.01	0.15	0.05	0.49	0.67	0.07	-	0.71	0.43	0.51	0.46
Dodecanal	1722	23.22	-	-	-	0.03	0.05	-	-	-	0.04	-
Propyl decanoate	1731	23.46	-	-	0.04	0.04	-	-	0.05	0.05	0.06	0.03
Ethyl undecanoate	1745	23.85	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-
Isobutyl caprate	1756	24.15	0.17	0.10	-	0.22	0.04	-	0.29	0.14	0.26	0.21
Phenethyl acetate	1809	25.61	0.49	0.10	0.11	0.38	0.07	0.63	0.25	0.12	0.07	0.12
Ethyl laurate	1834	26.26	5.91	3.49	11.20	9.46	4.56	0.13	12.35	7.68	10.12	10.32
Isoamyl decanoate	1842	26.48	0.76	0.24	0.99	0.82	0.19	-	1.31	0.64	0.71	1.02
Ethyl 9-hexadecenoate	1853	26.78	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	-
Phenethyl alcohol	1884	27.58	0.15	0.08	0.20	0.14	0.09	0.35	0.14	0.15	0.14	0.16
Propyl dodecanoate	1895	27.87	0.06	-	0.05	-	-	-	0.11	0.05	0.07	0.06
Ethyl tridecanoate	1909	28.24	-	0.03	0.04	-	0.03	-	0.03	0.03	0.06	0.04
Isobutyl laurate	1919	28.49	0.12	0.05	0.05	0.05	0.02	-	0.10	0.04	0.06	0.06
Tridecyl acrylate	1948	29.21	0.16	0.19	0.14	0.04	0.17	-	0.07	0.15	0.10	0.11
2-Pentadecanone	1969	29.75	-	0.04	-	0.10	0.10	-	-	0.12	0.13	0.12
Ethyl myristate	1996	30.43	21.86	30.51	30.72	24.70	30.79	3.35	24.20	31.83	35.51	31.71
Isoamyl laurate	2005	30.66	0.86	-	-	-	-	-	0.78	-	-	-
Ethyl myristate	2035	31.39	-	0.06	0.11	0.10	0.22	-	0.16	-	-	0.23
Hexadecanal	2059	31.97	0.22	0.16	0.08	0.04	0.10	-	0.08	0.18	0.15	0.15
Ethyl pentanoate	2070	32.25	0.40	0.58	0.50	0.41	0.59	0.14	0.40	0.54	0.58	0.53
Ethyl 9-octadecenoate	2080	32.47	0.31	0.41	0.40	0.34	0.51	-	0.34	0.44	0.49	0.43
Ethyl palmitate	2157	34.29	45.72	48.16	33.13	35.57	45.75	65.43	30.45	35.61	28.94	33.93
Ethyl E-11-hexadecenoate	2173	34.68	1.60	-	0.75	1.00	1.21	-	1.55	1.07	1.29	-
Total			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Table 9. 계속

Unit % Area			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Compound	RI	RT	197-12	206-7	225-2	225-6	228-1	235-15	257-2	263-4	268-1	270-1
Acetaldehyde	<1100	2.12	0.07	0.36	0.18	0.09	0.18	0.24	0.26	0.25	0.03	0.35
Ethyl Acetate	<1100	3.44	3.52	0.53	0.78	-	4.26	2.96	8.67	0.73	0.36	2.97
Isobutyl acetate	1123	5.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-Propanol	1148	6.18	0.69	0.38	0.24	0.50	0.27	0.26	0.28	0.43	0.82	0.46
Isobutanol	1206	7.59	1.73	1.17	0.45	1.43	0.90	0.78	0.35	1.19	1.51	0.91
Isoamyl acetate	1218	7.94	0.32	0.79	0.34	-	0.44	0.44	0.26	0.34	0.43	0.27
1-Butanol	1249	8.84	0.06	-	-	0.03	-	-	-	0.05	0.09	-
Isoamyl alcohol	1306	10.50	10.20	8.24	3.21	0.02	4.96	4.80	3.28	8.11	10.07	6.46
Ethyl caproate	1319	10.92	-	0.18	0.26	2.10	0.24	0.27	0.10	0.24	-	0.14
2,3-Butanolon	1379	12.75	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-
Isobutyric acid	1396	13.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isobutyl caproate	1423	14.14	-	-	-	-	-	-	0.09	-	-	-
Isopentyl caproate	1450	14.99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethyl caprylate	1494	16.36	1.04	2.03	5.01	-	3.21	3.83	1.29	2.49	1.23	0.80
Isopentylhexanoate	1513	16.97	-	-	0.06	-	0.03	0.04	0.62	-	-	-
Acetic acid	1521	17.20	-	-	-	0.32	-	-	-	-	-	-
Propyl octanoate	1562	18.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Propyl caprylate	1563	18.53	-	-	0.03	0.18	-	-	-	-	-	-
Ethyl nonanoate	1579	19.04	-	-	0.07	-	0.07	0.07	0.09	-	-	-
Isobutyl caprylate	1591	19.42	-	-	0.11	-	0.06	0.08	-	-	-	-
Hexadecane	1629	20.54	0.13	0.04	0.03	0.04	0.06	0.05	0.07	0.04	0.06	0.10
Ethyl caprate	1669	21.69	1.23	6.19	14.06	11.13	9.46	10.77	4.66	5.17	1.53	1.30
Isoamyl caprylate	1680	22.01	0.03	0.27	0.81	0.30	0.45	0.68	0.21	0.15	0.05	0.04
Dodecanal	1722	23.22	-	-	-	-	-	0.04	0.03	-	-	-
Propyl decanoate	1731	23.46	-	-	0.07	0.03	0.02	0.07	-	-	-	-
Ethyl undecanoate	1745	23.85	-	-	0.02	0.04	-	-	-	-	-	-
Isobutyl caprate	1756	24.15	-	0.10	0.31	0.15	0.22	0.31	-	0.09	0.05	-
Phenethyl acetate	1809	25.61	0.08	0.45	0.12	0.12	0.08	0.12	0.12	0.20	0.28	0.09
Ethyl laurate	1834	26.26	-	4.61	13.52	12.16	9.33	10.55	6.51	4.01	3.36	2.28
Isoamyl decanoate	1842	26.48	0.15	0.35	1.50	0.50	0.77	0.99	0.40	0.34	0.31	0.17
Ethyl 9-hexadecenoate	1853	26.78	-	-	-	0.08	-	-	0.06	-	-	-
Phenethyl alcohol	1884	27.58	0.12	0.41	0.24	0.24	0.12	0.13	0.19	0.41	0.13	0.09
Propyl dodecanoate	1895	27.87	-	-	0.09	0.08	0.05	0.07	-	-	-	-
Ethyl tridecanoate	1909	28.24	-	-	0.05	0.08	0.04	0.04	0.06	-	-	-
Isobutyl laurate	1919	28.49	-	0.04	0.10	0.05	0.06	0.08	0.03	0.04	0.04	-
Tridecyl acrylate	1948	29.21	0.24	-	0.03	0.15	0.22	0.12	-	-	0.11	0.11
2-Pentadecanone	1969	29.75	0.03	0.08	0.17	0.34	0.11	0.11	0.20	0.06	0.03	0.04
Ethyl myristate	1996	30.43	26.67	23.30	28.78	42.01	30.71	29.77	38.77	22.02	23.91	30.42
Isoamyl laurate	2005	30.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethyl myristate	2035	31.39	-	0.09	0.25	0.42	0.22	0.21	0.25	0.06	-	-
Hexadecanal	2059	31.97	0.11	0.05	0.14	0.31	0.11	0.13	0.12	0.05	0.15	0.11
Ethyl pentanoate	2070	32.25	0.59	0.48	0.48	0.68	0.49	0.50	0.54	0.50	0.52	0.62
Ethyl 9-octadecenoate	2080	32.47	0.36	0.40	0.44	0.74	0.44	0.43	0.71	0.32	0.32	0.41
Ethyl palmitate	2157	34.29	52.62	47.69	26.90	24.03	32.42	30.33	30.17	52.72	52.76	51.86
Ethyl E-11-hexadecenoate	2173	34.68	-	1.72	1.14	1.63	-	0.72	1.62	-	1.83	-
Total			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Table 9. 계속

Unit % Area			31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Compound	RI	RT	279-7	282-6	284-11	284-12	293-4	294-5	294-9	H3-1	H3-6	H4-1
Acetaldehyde	<1100	2.12	0.20	-	-	0.32	0.16	0.19	0.38	0.10	-	-
Ethyl Acetate	<1100	3.44	1.07	0.72	1.43	3.00	1.97	5.08	7.13	2.41	0.73	0.90
Isobutyl acetate	1123	5.56	-	-	-	0.04	-	0.06	0.10	0.12	-	-
1-Propanol	1148	6.18	0.45	0.61	0.29	0.38	0.31	0.29	0.52	2.24	0.73	0.48
Isobutanol	1206	7.59	0.67	0.63	0.57	0.83	0.64	0.82	0.99	2.89	1.21	1.04
Isoamyl acetate	1218	7.94	0.45	0.35	0.55	0.50	0.17	0.46	0.40	1.09	0.53	0.50
1-Butanol	1249	8.84	-	0.03	-	-	0.03	-	-	-	-	0.05
Isoamyl alcohol	1306	10.50	5.73	5.62	5.25	5.79	4.02	5.35	7.18	0.72	7.13	-
<b>Ethyl caproate</b>	1319	10.92	-	-	0.14	0.24	-	0.27	0.17	17.57	-	-
2,3-Butanolon	1379	12.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isobutyric acid	1396	13.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isobutyl caproate	1423	14.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isopentyl caproate	1450	14.99	0.02	-	0.03	0.03	0.02	-	-	-	-	-
<b>Ethyl caprylate</b>	1494	16.36	2.70	4.20	1.31	3.19	2.02	3.66	0.75	4.04	4.37	4.42
Isopentylhexanoate	1513	16.97	0.12	0.05	0.04	0.04	-	0.06	-	0.11	0.06	0.09
Acetic acid	1521	17.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Propyl octanoate	1562	18.50	0.12	-	-	-	-	0.08	-	-	-	0.08
Propyl caprylate	1563	18.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethyl nonanoate	1579	19.04	-	0.04	0.19	0.10	-	0.13	-	-	-	0.07
Isobutyl caprylate	1591	19.42	0.09	0.04	-	-	0.05	0.10	-	-	0.06	0.10
Hexadecane	1629	20.54	0.09	0.04	0.08	0.48	0.04	0.05	0.17	0.14	0.05	0.10
<b>Ethyl caprate</b>	1669	21.69	7.18	12.94	3.82	7.24	8.08	11.45	0.82	5.17	11.38	13.21
Isoamyl caprylate	1680	22.01	0.39	0.58	0.19	0.36	0.26	0.61	-	-	0.47	0.64
Dodecanal	1722	23.22	-	0.04	0.03	0.05	0.02	0.03	-	-	-	0.02
Propyl decanoate	1731	23.46	0.03	0.10	-	-	0.02	0.04	-	-	0.06	0.07
Ethyl undecanoate	1745	23.85	-	-	0.03	-	-	0.03	-	-	-	0.03
Isobutyl caprate	1756	24.15	0.20	0.24	0.12	0.11	0.18	0.24	-	-	0.29	0.31
Phenethyl acetate	1809	25.61	.13	0.07	0.45	0.07	0.10	0.12	0.10	-	0.16	0.16
Ethyl laurate	1834	26.26	10.39	12.40	10.65	6.06	9.47	11.25	1.73	10.75	11.71	12.87
Isoamyl decanoate	1842	26.48	1.14	1.19	0.35	0.33	0.72	0.92	0.12	1.21	1.20	1.36
Ethyl 9-hexadecenoate	1853	26.78	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-
Phenethyl alcohol	1884	27.58	0.27	0.11	0.22	0.10	0.20	0.31	0.09	-	0.14	0.15
Propyl dodecanoate	1895	27.87	0.06	0.09	0.05	-	0.04	0.06	-	-	0.09	0.09
Ethyl tridecanoate	1909	28.24	0.03	0.04	0.09	0.04	0.04	0.05	-	-	0.03	0.04
Isobutyl laurate	1919	28.49	0.07	0.06	0.05	0.04	0.07	0.07	-	-	0.11	0.11
Tridecyl acrylate	1948	29.21	0.04	0.08	0.22	0.19	-	0.24	-	0.12	0.10	0.29
2-Pentadecanone	1969	29.75	0.12	0.09	0.20	-	0.17	0.12	0.03	0.06	0.07	0.08
Ethyl myristate	1996	30.43	30.29	26.35	45.18	26.97	35.20	32.42	27.45	50.91	24.18	25.96
Isoamyl laurate	2005	30.66	-	-	-	-	-	-	-	-	0.82	-
Ethyl myristate	2035	31.39	0.21	0.19	0.36	0.14	0.29	0.15	-	-	0.15	0.15
Hexadecanal	2059	31.97	-	0.11	0.16	0.12	0.14	-	0.10	0.34	0.14	0.14
Ethyl pentanoate	2070	32.25	0.52	0.43	0.50	0.52	0.60	0.40	0.60	-	0.43	0.43
Ethyl 9-octadecenoate	2080	32.47	0.42	0.35	0.61	0.37	0.53	0.39	0.37	-	0.37	0.37
Ethyl palmitate	2157	34.29	35.76	31.16	25.85	42.36	33.40	24.50	50.80	-	31.95	34.66
Ethyl E-11-hexadecenoate	2173	34.68	1.05	1.04	0.88	-	1.03	-	-	-	1.24	1.04
Total			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Table 9. 계속

Unit % Area			41	42	43	44
Compound	RI	RT	S-2	가르사	M1	Et-Red
Acetaldehyde	<1100	2.12	0.18	0.27	0.23	0.22
Ethyl Acetate	<1100	3.44	0.54	0.72	0.92	0.63
Isobutyl acetate	1123	5.56	0.05	-	-	-
1-Propanol	1148	6.18	0.27	0.34	0.49	0.29
Isobutanol	1206	7.59	0.54	0.38	0.85	0.65
Isoamyl acetate	1218	7.94	0.38	0.39	0.92	0.39
1-Butanol	1249	8.84	0.03	-	0.11	-
Isoamyl alcohol	1306	10.50	4.22	4.19	6.08	4.33
Ethyl caproate	1319	10.92	0.25	0.19	0.56	0.34
2,3-Butanolon	1379	12.75	0.08	-	-	-
Isobutyric acid	1396	13.30	-	-	-	-
Isobutyl caproate	1423	14.14	-	-	-	-
Isopentyl caproate	1450	14.99	-	-	-	-
Ethyl caprylate	1494	16.36	3.50	2.61	5.54	3.63
Isopentylhexanoate	1513	16.97	0.03	0.03	0.08	0.04
Acetic acid	1521	17.20	-	-	-	-
Propyl octanoate	1562	18.50	-	-	-	-
Propyl caprylate	1563	18.53	-	-	0.04	-
Ethyl nonanoate	1579	19.04	0.06	0.06	0.12	0.15
Isobutyl caprylate	1591	19.42	0.06	-	0.09	0.08
Hexadecane	1629	20.54	0.06	0.06	0.14	0.06
Ethyl caprate	1669	21.69	10.91	7.63	11.05	10.13
Isoamyl caprylate	1680	22.01	0.43	0.36	0.66	0.49
Dodecanal	1722	23.22	-	-	0.04	-
Propyl decanoate	1731	23.46	0.04	0.03	0.09	0.13
Ethyl undecanoate	1745	23.85	-	-	-	-
Isobutyl caprate	1756	24.15	10.59	0.13	0.24	0.20
Phenethyl acetate	1809	25.61	0.17	0.12	0.23	0.18
Ethyl laurate	1834	26.26	-	8.81	9.69	10.30
Isoamyl decanoate	1842	26.48	0.91	0.70	1.07	0.81
Ethyl 9-hexadecenoate	1853	26.78	-	-	-	0.13
Phenethyl alcohol	1884	27.58	0.15	0.22	0.19	0.24
Propyl dodecanoate	1895	27.87	0.04	0.05	0.09	0.08
Ethyl tridecanoate	1909	28.24	0.03	0.03	0.03	0.05
Isobutyl laurate	1919	28.49	0.06	0.04	0.10	0.08
Tridecyl acrylate	1948	29.21	0.10	0.05	0.10	0.10
2-Pentadecanone	1969	29.75	0.12	0.14	0.09	0.16
Ethyl myristate	1996	30.43	30.89	31.51	23.11	30.96
Isoamyl laurate	2005	30.66	-	-	0.84	-
Ethyl myristate	2035	31.39	0.23	0.24	0.16	0.25
Hexadecanal	2059	31.97	0.10	0.16	0.37	0.15
Ethyl pentanoate	2070	32.25	0.51	0.55	0.40	0.52
Ethyl 9-octadecenoate	2080	32.47	0.45	0.47	0.37	0.47
Ethyl palmitate	2157	34.29	33.11	38.53	33.71	32.27
Ethyl E-11-hexadecenoate	2173	34.68	0.93	0.98	1.18	1.50
Total			100	100	100	100

군주별 증류액의 총 Ester 함량 및 음양향 성분(Ethyl caproate, Ethyl caprylate, Ethyl caprate)의 함량을 Table 10에 다시 정리 하여 비교 하였다.

Table 10. 증류액 총 Ester 성분 및 음양향 성분

No.	Code	Origin	GC-MS 향기 성분 분석 (피크면적%)			
			총 Ester	순위	음양향	순위
1	88-4	순창	95.7	5	25.5	2
2	98-4	계룡	80.0	43	15.0	15
3	98-5	계룡	87.7	40	12.5	24
4	107-1	부산	91.7	33	7.8	34
5	111-5	안동	93.9	18	20.4	3
6	111-6	안동	97.6	2	20.1	4
7	113-9	하동	93.7	21	19.0	7
8	126-2	양양	92.8	28	9.7	31
9	126-7	양양	94.4	12	10.5	27
10	132-4	양평	94.2	15	15.4	13
11	140-5	순창	88.1	39	7.0	35
12	141-1	순창	91.2	34	2.7	41
13	161-7	평택	95.0	7	14.3	18
14	162-6	평택	92.1	30	16.8	11
15	166-10	진도	94.1	16	3.0	38
<b>16</b>	<b>172-6</b>	<b>군산</b>	<b>75.1</b>	<b>44</b>	2.8	39
17	183-2	곡성	93.8	19	19.9	5
18	192-4	Unknown	93.9	17	13.0	22
19	193-5	Unknown	94.8	8	12.0	25
20	195-3	진천	94.4	13	13.6	20
21	197-12	증평	87.1	42	2.3	42
22	206-7	삼척	89.8	38	8.4	32
23	225-2	영월	95.8	4	19.3	6
24	225-6	영월	97.3	3	13.2	21
25	228-1	성주	93.6	24	12.9	23
26	235-15	합천	93.7	20	14.9	16
27	257-2	청주	95.7	6	6.1	36
28	263-4	군산	89.9	37	7.9	33
29	268-1	예산	87.3	41	2.8	40
30	270-1	금산	91.7	32	2.2	43
31	279-7	보은	92.9	27	9.9	30
32	282-6	안면도	93.0	26	17.1	10
33	284-11	제주	93.7	23	5.3	37
34	284-12	제주	92.5	29	10.7	26
35	293-4	강릉	94.7	9	10.1	29
36	294-5	강릉	93.3	25	15.4	14
37	294-9	강릉	90.8	35	1.7	44
<b>38</b>	<b>H3-1</b>	<b>합천</b>	93.7	22	<b>26.8</b>	<b>1</b>
39	H3-6	합천	90.8	36	15.7	12
<b>40</b>	<b>H4-1</b>	<b>합천</b>	<b>98.3</b>	<b>1</b>	17.6	8
대조 군주	S-2	소주효모	94.6	11	14.7	17
	가고시마	소주효모	94.7	10	10.4	28
	M1	위스키효모	91.8	31	17.2	9
	Et-Red	주정효모	94.4	14	14.1	19



발효 후 증류 과정을 거치면서 증류액의 향기 기여 성분들의 조성이 완전히 변화 되는데, 증류 과정을 통해 고분자 화합물 및 비점이 매우 높은 성분들은 제거 된다. 증류주의 관능에 영향을 주는 물질들을 정리 하였다.(Table 11)

Table 11. 증류액 성분별 관능 특징

구분	Formula	분자량 (g/mol)	BP (°C)	관능특징 (Odor Sensory)
<Alcohols (11)>				
methanol	CH <sub>4</sub> O	32.04	64.6	톡쏘는 강한 냄새
ethanol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46.07	78.3	톡쏘는 강한 냄새
n-propanol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	60.10	97.2	숨막힐 듯한 알코올
iso-butanol	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	74.12	107.9	약한 단내, 곰팡이, 약한 숨막힘
n-butanol	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	74.12	117.6	포도주 비슷, 바나나 비슷한 단내
iso-amylalcohol	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	88.15	130	불쾌하고 숨막힐 듯한 냄새, 찌르는 듯한 맛
active amylalcohol	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	88.15	127.5	자극적인 강한 향, 맛
n-amylalcohol	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	88.15	137.9-139	알코올, 푸젤 비슷, 약한 단내
1-hexanol	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	102.18	156-157	갓 밴 풀 냄새, 약한 단내
3-ethoxy-1-propanol	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	104.15	160-161	온화한 향
benzylalcohol	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	108.14	205	방향성, 아몬드 향, 날카롭고 타는 듯한 맛
phenethyl alcohol	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	122.17	219-221	장미꽃 향
<Esters (14)>				
ethyl acetate	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	88.11	77.1	가벼운 과일향, 솔벤트 냄새, 달콤쌉싸름한 맛
iso-butyl acetate	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	116.16	118	라즈베리, 배, 과일향
ethyl butyrate	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	116.16	252	파인애플, 오렌지 과일향, 단맛
iso-amyl acetate	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	130.19	142	바나나 과일향
ethyl caproate	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	144.21	168	꽃향기 (음양향)
n-hexyl acetate	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	144.21	171.5	배, 과일향
ethyl lactate	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	118.13	151	버터, 크림, 약한 코코넛 향, 온화한 향
ethyl caprylate	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	172.27	206-208	꽃향기 (음양향)
ethyl caprate	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	200.32	245	꽃향기 (음양향)
phenethyl acetate	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	164.20	232	아카시아꽃 향기
ethyl myristate	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	256.43	295	희미한 향
ethyl palmitate	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	284.48	193	N.A.
ethyl stearate	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>	312.53	213-215	odorless
ethyl oleate	C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	310.52	190-210	odorless
<Aldehydes (3)>				
acetaldehyde	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	44.05	20.1	곰팡이 냄새, 쏘는 듯한 냄새, 녹색 나뭇잎 맛
furfural	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	96.09	167	태운 쿠키 냄새
5-methylfurfural	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	110.11	89-90	Not Reported
<Acids (10)>				
acetic acid	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	60.05	117.9	식초 냄새, 식초 맛
propionic acid	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	74.08	140.7	N.A.
lactic acid	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	90.08	122	독특한 향
butyric acid	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	88.11	163.5	N.A.
iso-butyric acid	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	88.11	155	역한 버터향, 날카롭고 버터비슷한 치즈맛
valeric acid	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	102.13	185	땀 냄새
iso-valeric acid	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	102.13	177	땀 냄새, acid taste
caproic acid	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	116.16	202-203	강한 냄새
caprylic acid	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	144.21	239.7	유쾌하지 않은 냄새, 타는 듯한 맛
capric acid	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	172.27	268-270	유쾌하지 않은 냄새
<기타 Carbonyls (5)>				
acetone	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	58.08	56.2	자극적인 용매취, 박하향, 쏘는 듯한 맛
diacetyl(2,3-butanedione)	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	86.09	204	버터 냄새
Acetylacetone(2,4-pentanedione)	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	100.12	140	부패한, 썩은 냄새
γ-butyrolactone	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	86.09	204-205	약간 유쾌한 향
dimethylmaleic anhydride	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	126.11	223	N.A.

\*N.A.(Not Applicable, Not Assigned, Not Analyzed)

⑥ 발효액 / 증류액 기호도

발효액(말일차)과 증류액의 향 관능 기호도를 9점 척도(9점:매우좋음, 7점:좋음, 5점:보통, 3점:않좋음, 1점:매우안좋음)로 평가 하였다. 평가인원은 본인 술전문가 9명에 의해 2회 반복 평가 하였으며, 평가시 향에 대한 간단한 묘사(Description)를 하게 하였다. 발효액의 기호도와 증류액 기호도간의 상관성은( $R^2 = 0.2646$ ) 약하게 나타났다. 발효액이 반드시 기호도가 높다고 해서 그 증류액의 기호도가 반드시 높은 것은 아닌 것으로 이해 될 수 있을 것이다. (그림 7) 균주 중 88-4의 기호도는 6.9로서 40종의 실험균주 기호도 평균 4.8보다 2.1점 높았으며, 향 묘사 특징은 단향 및 과일향 이었다. 그 다음으로 98-4가 기호도 5.7, 향 묘사 특징은 가벼움 이었다. 증류액의 관능향이 우수한 4균주(88-4, 98-4, 192-4, H3-1)와 나머지 36균주들(대조균주 제외)간의 기호도 유의차를 분석한 결과 기호도가 더 높다는 유의적 차이 ( $P < 0.05$ )를 보였다. (Table 12)

Table 12. 발효액과 증류액의 기호도 및 순위

a: 88-4, 98-4, 192-4, H3-1, b: 나머지균주(대조균주제외), 기호도평균:  $5.9^a > 4.7^b$  ( $P < 0.05$ )

No.	Code	Origin	발효액	발효액 향 기호도			증류액 향 기호도		
			알코올 (%v/v)	기호도 (9점)	순위	묘사	기호도 (9점)	순위	묘사
1	88-4	순창	14.15	4.9	29	단향	6.9	1	단향 과일향
2	98-4	계룡	14.56	5.8	2	과실향	5.7	2	가벼움
3	98-5	계룡	15.23	5.3	16	단향	5.1	19	용매취
4	107-1	부산	15.04	5.6	8	단향	4.1	37	쉬내
5	111-5	안동	12.05	2.9	43	부패취	3.4	41	부패취
6	111-6	안동	12.64	5.1	23	과실향	4.9	30	간장내
7	113-9	하동	13.43	5.7	7	단향 산뜻	5.0	25	용매취
8	126-2	양양	14.84	5.2	19	과실향 단향	4.4	35	쉬내
9	126-7	양양	13.27	5.8	2	단향 부패취	4.6	33	용매취
10	132-4	양평	12.37	6.2	1	단향 과실향	5.7	2	단향 과일향
11	140-5	순창	14.18	4.6	37	단향 용매취	5.6	5	단향 과일향
12	141-1	순창	13.47	4.8	31	단향 용매취	5.3	14	단향
13	161-7	평택	15.37	4.6	37	부패취 용매취	3.1	42	부패취 국취
14	162-6	평택	14.79	4.7	34	용매취	4.7	31	용매취
15	166-10	진도	12.83	4.9	29	단향 용매취	5.1	19	용매취
16	172-6	군산	15.31	5.0	27	용매취	3.9	38	흙냄새
17	183-2	곡성	14.01	4.8	31	용매취	5.0	25	단향
18	192-4	Unknown	15.46	4.8	31	부패취 용매취	5.6	5	단향 산뜻함
19	193-5	Unknown	13.03	4.7	34	단향 용매취	5.1	19	용매취
20	195-3	진천	13.57	5.2	19	단향 부패취	5.3	14	무거움
21	197-12	증평	14.62	5.1	23	단향	5.3	14	가벼움
22	206-7	삼척	14.29	5.4	11	단향 과실향	4.3	36	용매취
23	225-2	영월	15.05	5.6	8	단향 과실향	3.6	40	쉬내
24	225-6	영월	12.32	3.7	42	쉬내	2.3	43	
25	228-1	성주	12.81	5.2	19	단향 용매취	5.6	5	과일향 용매취
26	235-15	합천	13.22	5.4	11	용매취 단향	5.1	19	용매취
27	257-2	청주	7.40	2.8	44	쉬내 용매취	2.0	44	쉬내 자극적
28	263-4	군산	15.17	5.3	16	단향	5.3	14	용매취 단향
29	268-1	예산	14.33	4.2	39	쉬내	4.7	31	용매취
30	270-1	금산	14.67	5.1	23	용매취	5.0	25	가벼움
31	279-7	보은	14.56	5.3	16	누룩취	4.6	33	부패취
32	282-6	안면도	12.84	5.4	11	단향 과실향	5.3	14	단향 과일향
33	284-11	제주	10.63	4.1	40	부패취	5.1	19	국취
34	284-12	제주	13.13	5.1	23	단향 용매취	5.0	25	단향
35	293-4	강릉	14.93	5.2	19	단향 용매취	3.7	39	쉬내
36	294-5	강릉	12.63	4.0	41	용매취	5.4	11	과일향
37	294-9	강릉	13.96	4.7	34	쉬내 용매취	5.4	11	단향 과일향
38	H3-1	합천	13.83	5.4	11	가벼움 부드러	5.6	5	과일향 단향
39	H3-6	합천	13.14	5.0	27	간장내	5.6	5	단향 과일향
40	H4-1	합천	13.46	5.4	11	단향 과실향	5.0	25	단향
대조 균주	S-2	소주효모	16.80	5.8	2	단향 용매취	5.6	5	과일향 산뜻함
	가고시마	소주효모	18.06	5.8	2	단향	5.1	19	용매취
	M1	위스키효모	16.05	5.8	2	단향 카라멜	5.7	2	과일향 용매취
	Et-Red	주정효모	17.65	5.6	8	단향	5.4	11	가벼움

⑦ 균주 현미경 관찰

효모는 발효시 출아(Budding)의 방법으로 증식하게 되는데, 이때 효모의 생김새(원형, 원반형, 럭비공형 등)와 인근 효모와의 응집체 형성(Flocculation)등으로 상면발효 혹은 하면발효의 특성이 나타나기도 한다. 실험 40균주 대상으로 1000배율로 1단5일차 발효중인 효모를 관찰 하였다. (그림 7)

현미경 관찰의 시사점은 1단5일차 발효에서 2단담금 으로의 진행가능 여부를 확인 하는 단서로도 활용 가능하다. 그림에서의 ★ 표시는 선정된 균주들이다.

그림 7. 현미경 관찰

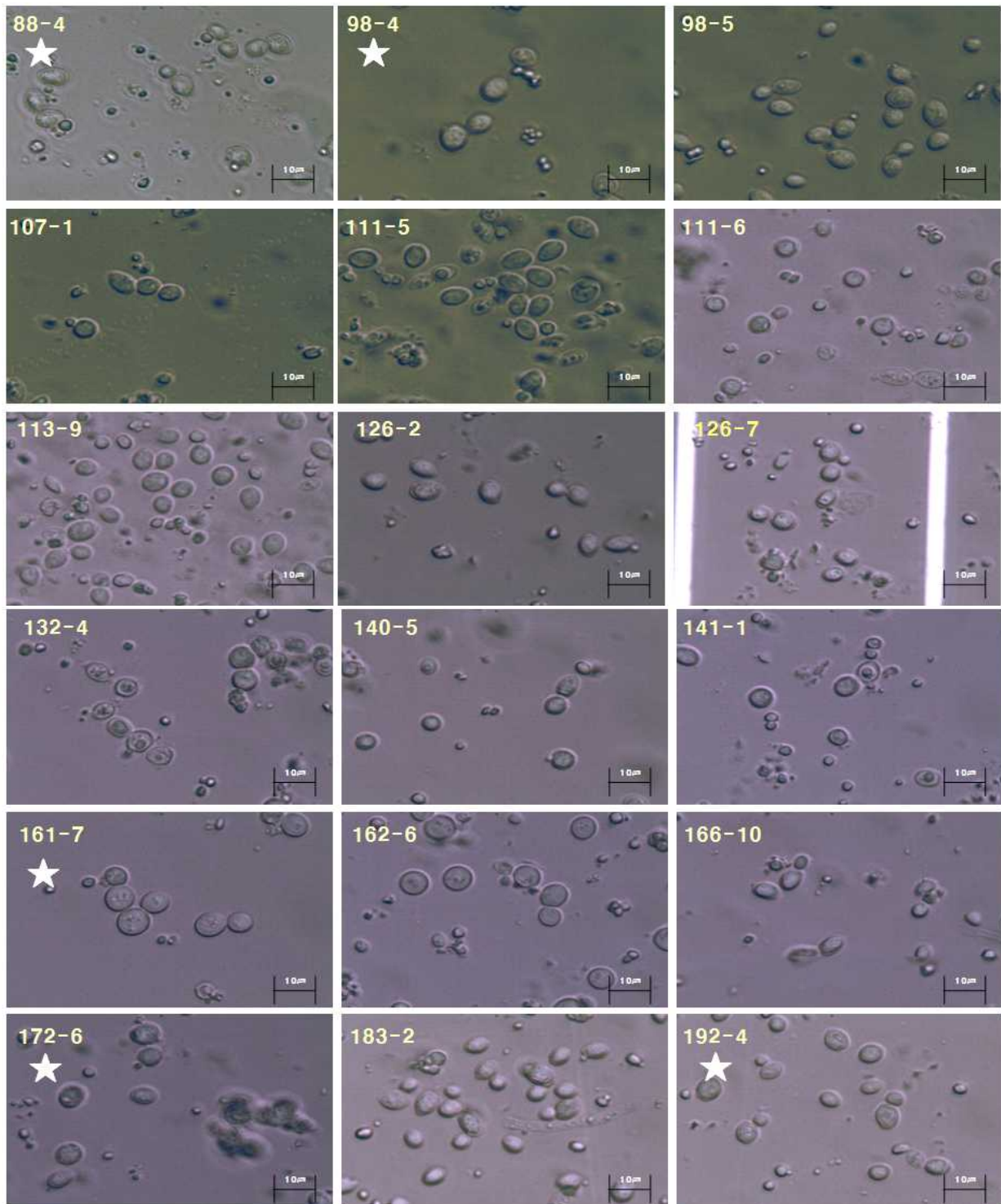


그림 7. 계속

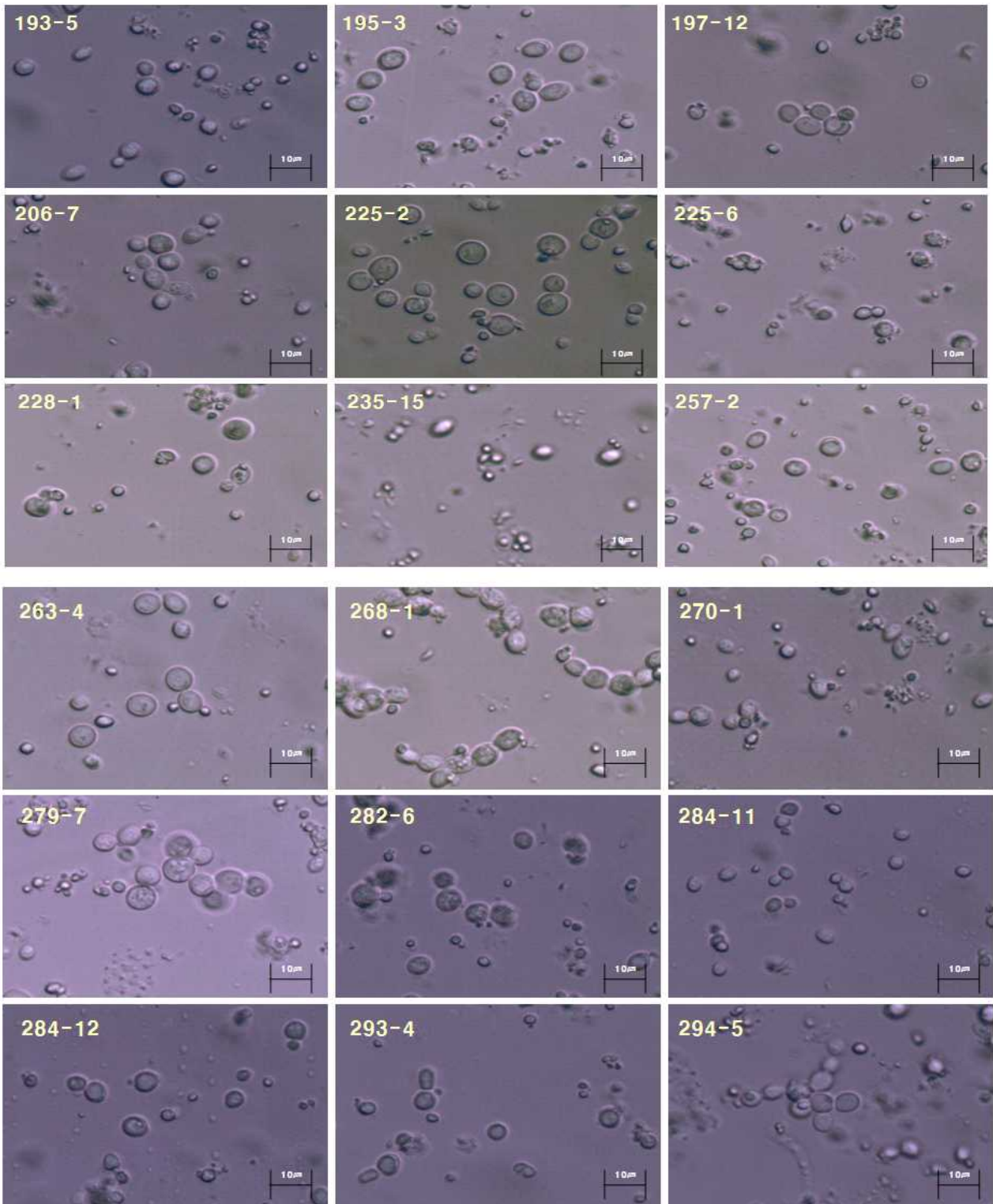
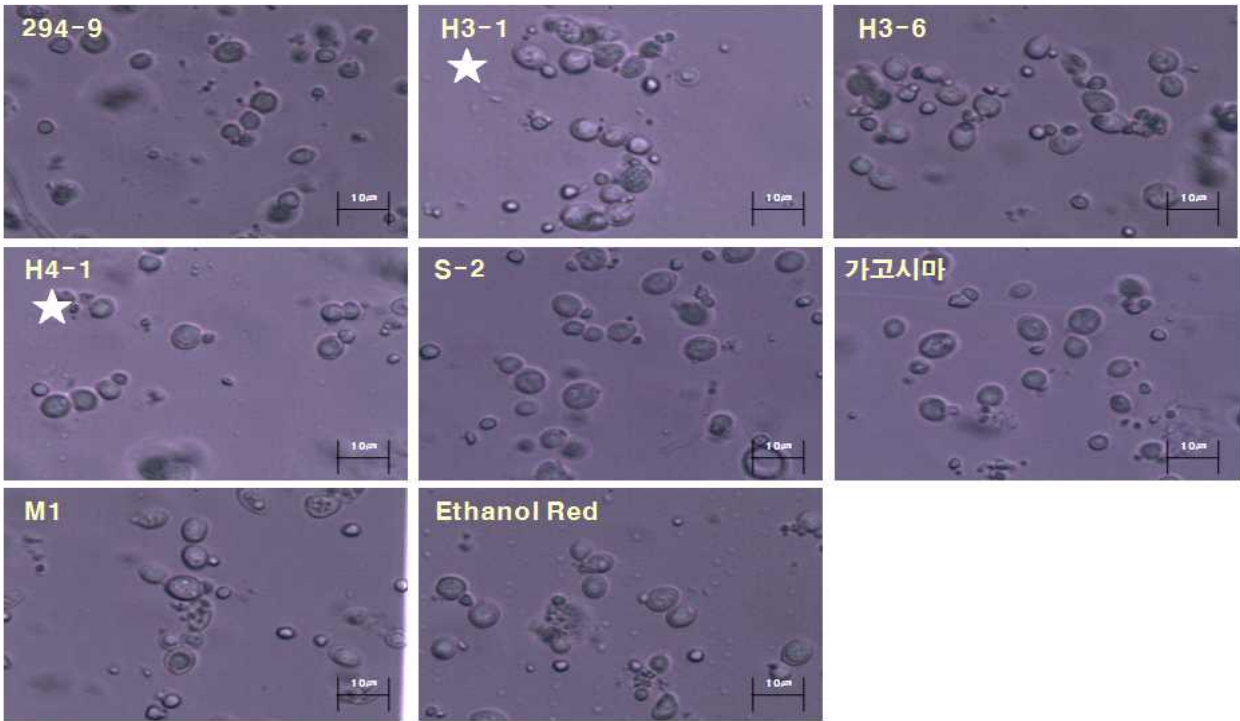


그림 7. 계속



4) 산업화를 위한 증류주용 효모의 최종 선정

2차 선발 40균주 대상으로 증류식소주 담금을 실시하고 증류주를 제조하여 알코올 발효력과 향미 특성을 고려하여 다음과 같이 최종 선정 하였다. 선정된 균주는 모두 기본적인 양조적성을 갖춘 균주로서 발효말 알코올이 모두 13%v/v 이상 균주들이다.

① 알코올 발효력 우수 효모 3균주 : **192-4, 161-7, 172-6** (Table 7)

(\* **172-6**: 총 에스테르 저생성 효모로도 선발)

2단발효의 신속한 시작 및 발효말 고알코올 생성을 기준으로 선정 하였다. 발효말 알코올은 192-4 균주가 15.46%v/v, 161-7균주가 15.37%v/v, 172-6균주가 15.31%v/v 로서 실험40균주 평균 13.66%v/v보다 1.8%v/v 높았다. 발효말 잔당이 아직 남아 있는 것으로 보아 발효여력이 있다고 생각되고, 발효시간을 좀 더 부여할 경우 알코올을 좀 더 생산 할 수 있을 것으로 생각된다.

② 총 에스테르 고생성 효모 1균주 : **H4-1** (Table 9, 10)

증류주의 숙성을 통하여 향기 성분들의 변화로 풍미가 부여된 증류주 개발에 적합할 것으로 기대된다.

③ 총 에스테르 저생성 효모 1균주(알코올 발효력 우수 효모와 중복) : **172-6** (Table 9, 10)

증류주의 향미 성분들의 저감화를 통한 라이트하고, 담려한 주질의 증류주 개발에 적합할 것으로 생각되며, 알코올 발효력도 우수한 균주 이다.

④ 음양향 고생성 효모 1균주 : **H3-1** (Table 9, 10)

꽃향기로 일컬어 지는 음양향 성분을 많이 내는 균주로서 청주처럼 특정 향기 강화 증류주의 개발에 적합할 것으로 생각된다.

⑤ 증류액 기호성 우수 효모 2균주 : **88-4, 98-4** (Table 12)

향기 성분과 관능적인 향의 관계는 아직도 완전히 밝혀지지 않았다. 분석에 의한 향기 성분의 수치로는 다른 실험군과 뚜렷한 차이점이 없음에도 불구하고 관능 기호도는 유의적(P<0.05)으로 높았다. 관능적으로 우수한 증류주 개발에 기대되는 균주 이다.

[제1세부] 2차년도 발효력과 풍미 증진을 위한 증류주용 효모 개발

(1) 재료 및 방법

1) 재료

2차년도 실험에 사용된 효모는 1차년도 선발 효모 7종 균주의 특성을 비교하기 위해 주종별 산업체 균주 8종을 대조균주로서 사용 하였다(일본증류식소주효모 2종, 위스키효모 1종, 주정효모 1종, 베이커효모 1종, 와인효모 1종, 브랜디효모 1종, 막걸리효모 1종). 입국(백국 *Asp.luchuensis*)은 ‘조은곡식’에서 구입하여 사용하였고, 비교 실험을 위한 전통누룩은 ‘진주곡자’에서 구입하여 사용 하였다. 증류식 소주 제조용 원료미는 백미로서 ‘철원오대미’를 사용 하였다. (표1)

표1. 2차년년도 과제진행관련 사용재료 / 원료

구분		내용	특징 / 비교
효모 (15종)	1차년도 선발 효모 (7종)	88-4	증류액 기호성 우수
		98-4	증류액 기호성 우수
		161-7	고알코올 생성
		172-6	고알코올/Total Ester 저생성
		192-4	고알코올 생성
		H3-1	음양향 고생성
		H4-1	Total Ester 고생성
	산업화 효모 (8종)	S2	일본증류식소주효모
		가고시마	일본증류식소주효모
		M1	위스키효모
		Et-Red	주정효모
		La parisienne	베이커효모
		SIHA aktivhefe6	브랜디효모
		Fermivin	와인효모
		송천효모	막걸리효모
원료	쌀(국내산)	철원오대미	농협
발효제	입국	쌀백국( <i>Asp.luchuensis</i> )	조은곡식
	누룩	전통누룩(밀)	진주곡자
		전통누룩(쌀)	한국식품연구원
		개량누룩	한국효소

## 2) 실험 방법

### ① 2차년도 연구 과제 진행 Flow 개요

산업적 활용을 위한 증류주 효모(Distiller's yeast)의 특성 연구는 유럽의 경우 스카치위스키를 중심으로 활발하게 이루어지고 있다. 증류주 제조를 위한 효모의 요건은 일정한 향미성분의 생성, 고온 내성, 신속한 발효시작 및 속도, 알코올 내성, 기질농도에 대한 내성과 기질활용성이다.

1차년도 선발 효모의 미생물 특성 연구를 위해 산업체에서 범용으로 사용하는 균주와 함께 증류주 제조를 위한 효모의 요건에 입각하여 표2와 같은 Flow로 균주특성 비교실험을 진행하였다. 선발효모 7종은 협동 및 위탁연구 기관에 분양하여 과제에 적용하였다.

표2. 2차년도 과제 진행 Flow

과제 진행 Flow	방법	실험구	균주
미생물 동정	18S RNA미생물 동정	15	1차년도 선발균주7종, 산업화균주 8종
발효특성 분석		15	1차년도 선발균주7종, 산업화균주 8종
일차별 일반분석	알코올, pH, 산도, 아미노산도, °Brix		
2단담금 일차별 전당분석	발효액 산가수분해 전당 측정 기질활용률, 발효비율 비교		
발효말 유기산(6종), 유리당 분석	LC:OA,MA,LA,CA,SA,AA/Glucose		
Acohol acetyltransferase	Enzyme activity 측정		
탄소원 이용능 평가	Oxidation & Assimilation Test (96종류 탄소원)		
Cell Morphology	Sedimentation, Flocculation		
증류특성 분석		15	1차년도 선발균주 7종, 산업화균주 8종
증류 시행 결과	알코올, 증류량, 증류효율, 전력량		
증류액 향기성분 정성분석	GCMS-SPME		
증류액 관능기호도 평가	알코올 20%희석, n=10		
누룩적용 증류주 제조		13	88-4 균주
발효제 함량별 제조실험	입국+ 누룩 함량별 증류주제조		
증류액 관능기호도 평가	알코올 20%희석, n=9		
Scale-up Test		1	88-4 균주
과일롯Scale 발효특성분석	30ℓ 담금실험(10배용량담금)		
증류조건별 특성 분석	증류기 재질별(스테인리스, 구리) 증류 압력별(감압, 상압)	4	
시판제품 비교 분석	국내외 증류식소주	10	-



## ② 미생물의 동정

1차년도 선발 균주의 동정을 위하여 18S rRNA(18S ribosomal RNA) sequencing 방법을 실시하였다. 동정은 sequencing 전문 기관인 ‘마크로젠’에 의뢰하였다. 순수분리 확인된 균주를 배지에 배양하여 각각의 whole genomic DNA를 분리한 후 PCR 증폭하였다. PCR 증폭에 사용한 primer는 효모 증폭시 주로 사용하는 ITS1과 ITS4를 이용하였고, PCR 조건은 95℃ 5분, 94℃ 45초, 55℃ 1분, 72℃ 1분, 72℃ 10초로 35회 반복하였다. 분석된 염기서열을 BioEdit sequencing 프로그램으로 alignment 하여 그 결과를 미국국립생물정보센터(NCBI National Center for Biotechnology Information), 유럽분자생물실험실(EMBL European Molecular Biology Laboratory), 일본국립유전학연구소(DDBJ DNA Data Bank of Japan)의 ‘GenBank’ data base와 비교하여 동정하였다.

## ③ 발효특성 및 증류특성 분석

선발된 균주의 발효특성 및 증류특성 확인을 위해 담금 및 증류는 1차년도 과제 진행 결과 선정된 조건과 산업적으로 일반화된 방법을 적용하였다. (표3)

표3. 담금 및 증류실험 조건

구분		내용	비고	실험예
총원료		입국(발효제)+ 쌀(주원료)	총원료	1,132g
1단담금 (25℃, 5~6일)	입국	입국비율 50%	쌀(주원료)대비	377g
	급수	1단급수 120%	입국량대비	453ml
	효모	>10 <sup>8</sup> /ml 0.2%v/w	입국량대비%, 배양효모사용	0.8ml
2단담금 (25℃, 10~12일)	쌀	총원료 - 입국량	주원료	755g
	급수	2단급수 180~190%	쌀(주원료)량대비	1,415ml
총급수량		총급수비율 160~170%	총원료대비	1,868ml
담금총량		총원료 + 총급수 (담금시 투입한 모든 원료량)		3,000g
담금총부피		담금시 부피 증가 (쌀 증자시 무게 및 부피 증가)		3,450ml
증류	증류방식	단식증류	Batch(Pot) Distillation	
	증류압력	감압증류	끓는점 50℃ 이하	100±20mmHg
	가열방식	간접가열	전열식 히팅자켓 가열	
	발효액량	증류투입발효액	증류기용적의 1/3~1/2 충전	2,000ml
	발효액알코올	16±2%	발효액 알코올도수에 따라 증류액 포집량 변동 (증류액 목표 알코올도수 45%)	16.5%
	증류액량	발효액량대비 35±5%		680ml
	증류액알코올	45±5%		45.5%
	증류비율	90% 이상	발효액대비 증류액 순알코올 비율	94%

④ 누룩적용 증류주 제조

1차년도 선발 균주 7종의 특성 구명 실험을 통해 최종적으로 88-4호모를 앞으로 진행 될 실험의 기본 균주로 지정하고, 협동 및 위탁과제 기관에 분양하여 실험 진행 하였다.

88-4 호모를 적용하여, 1단담금시 사용되는 발효제인 입국과 전통누룩의 함량별 증류주 제조실험을 진행 하였다. 발효제로 입국을 전량 사용한 실험구(1, A)로 부터 전통누룩을 전량 사용한 실험구(7, E) 까지 발효제 함량별 실험구 12개와, 추가적으로 효소를 정제하여 제조한 개량누룩(한국효소)을 전량 사용한 실험구(F)를 추가하여 총 13개 실험구로 증류주 제조실험을 진행 하였다. 2단담금 및 증류과정은 동일하게 진행하였다. 발효제와 쌀의 총원료의 합은 모두 동일하게 하여 알코올 발효를 위한 기질의 총량은 동일하게 하였다(1단담금시 쌀로 기질량 보충). 또한 발효제의 당화효소의 역가를 나타내는 SP(Saccharogenic Power)를 기준으로 발효제 투입함량 실험도 진행하였다. 실험구 1부터 7은 밀을 원료로한 전통누룩(진주곡자), 실험구 A부터 E는 쌀을 원료로한 전통누룩(한식연제조)을 적용하였다. (표4-1, 표4-2)

1단담금시 원료사용 비율을 결정하기 위해 발효제별 SP를 사전 측정하였다. 측정 결과는 입국이 g당 60SP, 전통누룩이 g당 300SP, 개량누룩이 g당 1,800SP를 나타내었다. 전통누룩의 당화력이 입국보다 5배, 높았고, 개량누룩은 입국보다 30배, 전통누룩보다 6배 높았다.

누룩 적용 함량별 실험구를 발효말분석, 증류액분석을 하였고, 알코올농도 20%로 희석하여 관능기호도평가 및 증류주 휘발성 향기성분에 대해 정성분석을 진행하였다.

표4-1. 전통누룩(밀누룩) 발효제 함량별 실험구 (비율은 2단담금 쌀(주원료)대비 중량%)

구분 \ 실험구	1	2	3	4	5	6	7
입국비율	50	25	25	10	5	-	-
전통누룩비율	-	5	25	40	45	10	50
1단쌀보충비율	-	20	-	-	-	40	-
SP	29,091	29,091	87,273	122,182	133,818	29,091	145,455
SP기여도	입국100 누룩 0	입국 50 누룩 50	입국 17 누룩 83	입국 5 누룩 95	입국 2 누룩 98	입국 0 누룩100	입국 0 누룩100
비고	전량 입국 사용	실험구1 동일 SP	입국 + 누룩 혼합사용			실험구1 동일 SP	전량 누룩 사용

표4-2. 전통누룩(쌀누룩) 발효제 함량별 실험구 (비율은 2단담금 쌀(주원료)대비 중량%)

구분 \ 실험구	A	B	C	D	E	F
입국비율	50	40	25	10	-	-
전통누룩비율	-	10	25	40	50	개량누룩2.5
1단쌀보충비율	-	-	-	-	-	47.5
SP	29,091	52,364	87,273	122,182	145,455	29,091
SP기여도	입국100 누룩 0	입국 44 누룩 56	입국 17 누룩 83	입국 5 누룩 95	입국 0 누룩100	입국 0 누룩100
비고	전량 입국 사용	입국 + 누룩 혼합사용			전량 누룩 사용	전량 개량누룩 사용

⑤ Scale-up Test

88-4 선정 균주의 산업화 가능성을 보기 위한 기본 실험으로서 10배 규모로 Scale-up 담금을 실시하였다. 발효액의 발효말 분석을 실시하고, 소분하여 증류조건별 실험에 사용하였다.

⑥ 증류조건별 실험

30ℓ Pilot Scale 담금 실시한 발효액을 5리터 용량의 스테인리스제 증류기와 동증류기를 사용하여 증류주를 제조 하였다. 증류기에 투입한 발효액양은 각 2리터씩 소분하여 실시하였다. 증류기 재질별, 증류 압력별로 4가지 조건 실험을 시행하여 증류주를 제조 하였다. (표5)

표5. 증류기 재질별, 증류 압력별 실험

증류기 재질별 / 증류 압력별	감압 vs 상압	
스테인리스 vs 구리	스테인리스 + 감압	스테인리스 + 상압
	구리 + 감압	구리 + 상압

⑦ 시판제품 비교 분석

제조된 증류주의 분석시 참고를 위해, 국내외 시판되고 있는 쌀을 주원료로 하고, 증류 방식을 달리 한 증류주 제품들을 입수하여 일반분석 및 성분분석을 실시하였다. 아래 입수 제품들을 나열하였다.

표6. 분석용 시판 쌀 증류주 제품

구분	대한민국 증류주						일본 증류주			
코드	HY	MI	IP	NK	MB	GS	SR	KS	SG	MY
표시 알코올 (%)	41	35	21	30	40	40	25	25	25	28
용량 (ml)	375	360	350	360	700	375	720	720	900	720
이미지										

### 3) 성분분석 및 측정방법

#### ① 일반 분석

주류 제조에 있어서 기본이 되는 분석항목을 표로 정리하였다. (표7)

표7. 일반분석 항목

항목		기기	방법
i	알코올	Densitometer (Anton Parr DMA4500M)	시료 100ml 증류 하여 15℃에서 측정
ii	pH	pH meter (HORIBA D-51, Kyoto, Japan)	pH미터 표시값
iii	산도 (발효액)		발효액시료 10ml에 pH meter로 pH 7.2를 종말점으로 표준후탈산수소칼륨으로 표정한 0.1N NaOH 용액의 적정ml수
iv	산도 (증류액)		증류액시료 10ml에 pH meter로 pH 7.2를 종말점으로 표준후탈산수소칼륨으로 표정한 0.01N NaOH 용액의 적정ml수
v	아미노산도 (발효액)		산도측정이 끝난 시료에 중성formalin 용액 5ml을 가해 유리된 아미노산을 pH meter로 pH7.2를 종말점으로 표준후탈산수소칼륨으로 표정한 0.1N NaOH용액의 적정ml수
vi	브릭스당도 (°Brix)	Hand Refractometer (ATAGO Pocket PAL-1, Tokyo, Japan)	브릭스계 표시값
vii	전당 (全糖)		전분을 포함한 고형분 당으로서 산가수분해(35% HCl 2%(v/v)농도, 65℃, 2.5시간 증탕가열)하여 Somogyi Glucose정량법으로 측정

#### ② 발효액 유기산 분석 (HPLC-UV)

유기산은 시료를 0.45 $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC(Jasco UV-975 UV/VIS detector, Tokyo, Japan)로 분석하였다. column은 ZORBAX SB-Aq(4.6 mm  $\times$  150 mm  $\times$  5  $\mu$ m film thickness : Agilent J & W Scientific, Folsom, USA)를 사용하였으며, detection wave-length/window 210/8 nm를 사용하여 분석하였다. column oven의 온도는 35℃로 설정하였고, 이동상은 20 mM aqueous phosphate buffer pH 2.0/acetonitrile=99/1(v/v)를 1.0 mL/min로 흘려주어 분석하였다. 선발균주 7종과 산업화 균주 8종에 대해 균주별 담금액의 발효말일차(2단11일차)시료를 대상으로 Oxalic acid(옥살산), Malic acid(사과산), Lactic acid(젖산), Citric acid(구연산), Succinic acid(호박산), Acetic acid(초산)의 6종 유기산에 대해 분석을 실시하여 균주별 유기산 생성 패턴을 비교 하였다.

#### ③ 발효액 유리당 분석 (HPLC-ELSD)

선발7균주, 산업8균주에 대해 발효가 완료된 시점인 2단11일차 시료를 대상으로 고형분을 제외한 상등액(Supernatent)의 Glucose 함량을 측정하였다.

분석은 시료를 BIO-resin으로 전처리 후, 0.45 $\mu$ m membrane filter로 여과한 것을 최종 sample로 하였다. 분석기기는 Agilent technologies HPLC 1200series (AgilentTechnologies, Palo Alto, CA, USA)를 이용하였고, Column은 SUPELCOSIL LC-NH2(250mm $\times$ 3mm $\times$ 5 $\mu$ m, Supelco, Inc., Bellefonte, PA)를 사용하

였다. 용매는 85% acetonitrile, 유속은 0.8ml/min이었다. 주입량은 10 $\mu$ l, Column oven의 온도는 45 $^{\circ}$ C 이었으며, ELSD(Evaporative Light Scattering Detector, AgilentTechnologies, Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 검출하였다. ELSD 검출 조건은 gain 3 이었으며, 검출 온도는 45 $^{\circ}$ C, gas pressure는 3.0 bar로 하였다.

#### ④ 휘발성 향기성분 분석 (정성분석) (SPME/GC-MS)

휘발성 향기성분은 시료 20ml(증류액 알코올 농도 20%)을 SPME (solid phase microextraction) 방법으로 향을 포집(SPME fiber. 50/30 $\mu$ m divinylbenzen/carboxen/polydimethylsiloxane, 40 $^{\circ}$ C 30min equilibrium, 30min extraction) 하여 Stabilwax<sup>®</sup>-DA column(30 m  $\times$  0.25 mm I.d  $\times$  0.25  $\mu$ m film thickness : Restek Corp., Bellefonte, USA)이 장착된 Hewlett-Packard 7890A GC / HP-5973N mass selective detector (MSD) (Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. GC의 oven 온도는 40 $^{\circ}$ C에서 5분간 유지한 후 200 $^{\circ}$ C까지 4 $^{\circ}$ C/min의 속도로 상승시켜 5분간 유지하였고, injector 온도는 250 $^{\circ}$ C였으며 carrier gas로 helium을 유속 2ml/min으로 사용하였다. MSD 조건은 capillary direct interface temperature 250 $^{\circ}$ C, ion source temperature 230 $^{\circ}$ C, ionization voltage 70eV, mass range 40-550 a.m.u. 그리고 scan rate 2.2 scan/sec를 이용하였다. 휘발성 향기성분의 동정은 retention indices (RI), mass spectrum library(NIST05a)와 aroma properties를 비교하여 확인하였다.

#### ⑤ 휘발성 향기성분(증류주 Fusels) 분석 (정량분석) (GC-FID)

증류주의 Fusels 정량분석을 위해 GC-FID(Hewlett-Packard 7890A GC, Agilent Flame Ionization detector), 컬럼은 HP-FFAP(filmthickness0.5 $\mu$ m,50m $\times$ 0.32mmI.D)를 사용하였다. Injector Temperature 250 $^{\circ}$ C, Detector Temperature 280 $^{\circ}$ C, Gas flow rate Total 50ml/min, Column 2ml/min, Auxillary gas(N2) 25ml/min, Helium 30ml/min, Air400ml/min, Injection volume 1 $\mu$ l(Split ratio 15:1)의 조건으로,

Oven(45min) 40 $^{\circ}$ C(2.5min hold, rate 2 $^{\circ}$ C/min)  $\rightarrow$  55 $^{\circ}$ C(rate 3 $^{\circ}$ C/min)  $\rightarrow$  100 $^{\circ}$ C(rate 10 $^{\circ}$ C/min)  $\rightarrow$  200 $^{\circ}$ C(10min hold)의 조건으로 methanol, acetaldehyde, i-amylalcohol, i-butanol, n-propanol, ethyl acetate의 6종성분에 대해 정량분석을 하였다.

#### ⑥ Alcohol acetyltransferase activity 측정

##### Sample preparation

효모의 바람직한 향기성분 생성능을 알아보기 위하여 Acetyl-CoA 기질을 이용한 alcohol acetyltransferase (AAT) activity를 측정하였다.

0.8mM acetyl-CoA와 15mM isoamyl alcohol을 첨가한 phosphate buffer (1/15M) 1.5m에 배양효모 100mg을 접종한 후 25 $^{\circ}$ C에서 60분간 incubation하였다. 그 후 1g의 sodium chloride를 첨가해 반응을 종료시킨 후 원심분리 후 상등액을 취해 SPME- GC/MS로 생성된 isoamyl acetate의 양을 정량하였다. 분석된 결과를 바탕으로 각 샘플에서 생성된 1 $\mu$ mol isoamyl acetate의 양을 1 unit의 alcohol acetyltransferase activity로 정의하였다.

#### SPME-GC/MS analysis

Solid Phase Microextraction(SPME)를 이용하여 발효액 5 mL를 40°C에서 30분 동안 평형시킨 후 30분 동안 50/30 µm DVB/carboxen™/PDMS Stable Flex™ fiber (Supelco, Bellefonte, PA, USA)에 포집하여 GC에 1분 동안 주입하였다. 휘발성 화합물 분석은 Agilent 7890A GC(Agilent, Palo Alto, CA, USA)를 사용하였다. Column은 Stabilwax®-DA(30 m length x 0.25 mm I.d x 0.25 µm film thickness: Restek, Bellefonte, PA, USA)를 사용하였고 Oven 온도는 50°C에서 200°C까지 4°C/min의 속도로 승온시켰으며 injector 250°C, carrier gas는 helium을 사용하였고 유속은 0.8 mL/min 조건이었다. MSD(Agilent 5975C) 조건은 capillary direct interface 온도 250°C, ion source 온도 230°C, EI ionization voltage 70 eV, mass range 40-550 a.m.u, 그리고 scan rate 2.2 scans/s 였고 isoamyl acetate는 retention indices(RI), mass spectrum library(NIST05a)를 비교하여 확인하였다.

### ⑦ 탄소원 이용능 평가

미생물의 탄소 이용능에 관한 측정은 서로 다른 종류의 95개 탄소원으로 코팅된 96-well MicroPlate(BIOLOG, CA, USA)를 이용하여 MicroLog™ System(Release 4.3, BIOLOG, CA, USA)으로 분석하였다. 효모 균체는 BUY(BIOLOG, CA, USA) 배지에서 48시간 동안 배양하여 멸균 증류수에 현탁하여 탁도계(BIOLOG)로 47%T로 투과율을 맞추어 YT MicroPlate(100 µL per well)에 접종한 후 26°C에서 48, 72시간 배양하여 Microstation reader(BIOLOG)를 이용하여 590 nm 에서 optical density를 측정하였다.

### ⑧ Cell Morphology: Sedimentation(침강성), Flocculation(응집성)

실험을 위해 입국배지 당화액을 제조하여 사용하였다. 입국배지 당화액은 입국 : 물의 비율을 1 : 2로 하여 60°C에서 3시간 동안 교반 당화 후, 4,500rpm에서 20분간 원심분리한 후 여과하고 멸균하여 15.2°Brix 당도로 제조하였다. 유리재질의 눈금이 있는 100mL 용량의 Sedimentation Test Tube를 제작하여, 멸균된 입국배지 100mL과 10<sup>8</sup>cell의 동일한 효모수로 접종하였다(초기 10<sup>6</sup>Cell/mL). 25°C, 5일 동안 변화 관찰 하였다. 발효말 효모수를 Hemacytometer로 측정함과 동시에, 400배율로 세포들의 발효액상의 응집형태를 관찰하였다.

현미경을 통한 효모의 형태학(Morphology)적인 관찰을 통해 Budding, Flocculation을 관찰하였고, Sedimentation Test를 통해 침강성 및 Biomass(발효생성 고형분) 생성량을 비교하였다. 발효초기와 발효말의 비중감소와 알코올생성 비교를 통해 수용성당액 환경에서의 기질활용성을 확인하였다.

(2) 결과 및 고찰

1) 1차년도 효모 선발 연구 요약

발효력과 풍미 증진을 위한 증류주 효모 개발을 위하여 1차년도에 진행한 연구를 요약하였다. (표8) 전국의 누룩에서 불리하여 보관중인 효모 가운데 7종의 효모를 최종 선발하였다. 2차년도 과제는 선발된 7종 균주의 특성 연구로서 미생물관점, 발효관점, 증류주 제조관점으로 조건에 따른 특성연구를 다양하게 진행하였다.

표8. 1차년도 효모 선발 연구 요약

구분	1차년도 과제 진행			2차년도 과제 진행
	1차선발	2차선발	3차선발	균주특성연구
결과	971 → 118균주	118 → 40균주	40 → 7균주	7균주
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 신속한발효시작</li> <li>▶ 24시간경과발효왕성</li> <li>▶ 산막(거품막)미생성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 주모담금발효성</li> <li>▶ 알코올발효력</li> <li>▶ 효모증식성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 주요(2단)담금발효성</li> <li>▶ 일차별발효온도변화</li> <li>▶ 발효패턴(전급완후)</li> <li>▶ 일반분석,기기분석</li> <li>▶ 관능기호성</li> <li>▶ Cell Morphology</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 동정</li> <li>▶ 발효특성</li> <li>▶ 증류특성</li> <li>▶ 누룩발효제적용</li> <li>▶ Scale-up</li> <li>▶ 시판증류주비교</li> </ul>
대조 균주		<p style="text-align: center;">&lt;4균주&gt;</p> 일본소주2종 위스키1종 주정1종	<p style="text-align: center;">&lt;4균주&gt;</p> 일본소주2종 위스키1종 주정1종	<p style="text-align: center;">&lt;8균주&gt;</p> 일본소주2종 위스키1종 주정1종 베이커1종 브랜디1종 와인1종 막걸리1종

2) 미생물 동정 결과

선발 균주 7종과 산업화 균주 7종에 대해 18S rRNA(18S ribosomal RNA) sequencing 방법을 이용하여 동정하였다. (표9) 동정결과, *Saccharomyces cerevisiae*가 전체 15개중 14개로서 대부분임을 알 수 있었다. 산업화 효모 8종은 모두가 *Saccharomyces cerevisiae*였다. 선발 균주중 161-7만이 *Pichia anomala*로 확인 되었다.

표9. 미생물 동정 결과

구분	Yeast No.	Nearest neighbor strain	Similarity(%)	Data Base
선정균주 (7종)	88-4	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	99	gb
	98-4	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	96	gb
	161-7	<i>Pichia anomala</i>	98	gb
	172-6	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	98	gb
	192-4	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	99	gb
	H3-1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	99	gb
	H4-1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	99	gb
산업화 균주 (8종)	S2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	99	gb
	가고시마	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	99	gb
	M1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	98	gb
	Ethanol-Red	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	95	gb
	La Parisienne	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	99	gb
	SIHA Aktivhefe6	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	95	gb
	Fermivin	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	98	gb
	송천효모	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-	gb

*Pichia anomala*는 식음료 산업에서 아직 범용으로 사용되고 있는 균주는 아니나, Volatile Esters Flavours의 증진<sup>[3]</sup>, 과일과 곡류유래 곰팡이의 미생물학적 제어, 유지 발효의 프로바이오틱 효과, 저알코올 와인 제조 및 말릭산의 저감, 몰트 Anti-Gushing의 잠재적인 기능 등 다양한 기능들이 보고되고 있으나, Food Safety 및 Sustainability 차원의 충분한 연구가 필요하다. 현재 *Pichia anomala*를 사용하여 제조한 제품의 경우 미국 FDA에는 GRAS 인증이 되지 않는 균주다. 금번 1,2차년도 연구를 진행하며 발굴한 *Pichia anomala* 161-7은 향후 특수용도 식음료 및 주류 제조를 위한 균주로서 응용 가능하리라 생각된다.



### 3) 발효특성 분석 결과

#### ① 일차별 일반분석

##### i) 알코올

균주별로 발효일차별 일반분석을 진행하여 알코올(표10), pH(표11), 산도(표12), 아미노산도(표13), Brix(표14)의 일차별 변화를 확인하였다.

모든 실험구의 발효말 알코올이 13.5%를 넘었으며, 특히 192-4 균주의 경우 발효말 알코올 15.7%로 알코올 생성능이 우수하였다. 산업화균주중 에탄올 생성을 위해 특화된 균주인 Ethanol-Red의 경우 발효말 알코올 17.2%로 가장 높았다. 증류주 제조용 산업화 효모들의 알코올 생성능이 우수하였다.

표10. 일차별 알코올 생성

구분 (알코올%v/v)		1단5일	2단1일	2단4일	2단8일	2단11일
선정균주	종합평균	14.79	3.79	10.73	13.14	14.83
	평균	14.45	3.86	11.00	13.19	14.41
	88-4	15.40	4.80	10.22	13.18	14.07
	98-4	14.30	3.80	12.01	12.64	13.85
	161-7	10.38	3.00	10.45	12.91	14.52
	172-6	15.70	3.60	11.27	13.64	14.52
	192-4	14.80	4.40	11.51	14.09	<b>15.68</b>
	H3-1	15.60	3.60	11.18	13.36	14.63
산업화균주	H4-1	15.00	3.80	10.32	12.55	13.60
	평균	15.08	3.73	10.51	13.08	15.21
	S2	16.40	4.00	11.02	15.00	<b>16.40</b>
	가고시마	17.80	3.90	12.22	15.27	<b>15.77</b>
	M1	15.80	4.00	10.43	12.36	<b>16.10</b>
	Ethanol-Red	16.40	4.00	10.72	12.00	<b>17.16</b>
	La Parisienne	14.20	3.10	8.61	11.91	13.87
	SIHA Aktivhefe6	13.10	4.00	9.39	13.18	14.68
Fermivin	13.30	3.80	10.48	12.45	14.65	
송천효모	13.60	3.00	11.18	12.48	14.02	

표11. 일차별 pH 변화

구분 (pH)		1단5일	2단1일	2단4일	2단8일	2단11일
선정균주	종합평균	3.46	3.50	3.57	3.84	3.87
	평균	3.47	3.50	3.58	3.84	3.87
	88-4	3.58	3.54	3.71	3.99	3.95
	98-4	3.46	3.46	3.58	3.86	3.87
	161-7	3.41	3.47	3.51	3.75	3.79
	172-6	3.49	3.52	3.57	3.86	3.88
	192-4	3.46	3.51	3.60	3.89	3.93
	H3-1	3.43	3.48	3.54	3.75	3.80
산업화균주	H4-1	3.43	3.51	3.55	3.75	3.87
	평균	3.45	3.51	3.56	3.84	3.87
	S2	3.46	3.52	3.54	3.83	3.88
	가고시마	3.47	3.54	3.59	3.93	4.00
	M1	3.44	3.51	3.61	3.88	3.84
	Ethanol-Red	3.46	3.53	3.62	3.86	3.89
	La Parisienne	3.40	3.49	3.58	3.83	3.87
	SIHA Aktivhefe6	3.44	3.53	3.52	3.79	3.84
Fermivin	3.42	3.46	3.47	3.75	3.76	
송천효모	3.49	3.47	3.56	3.86	3.85	

증류주 제조에 있어서 pH, 산도, 아미노산도는 정상적인 발효가 진행중인지에 대한 의미를 갖는다. 일차별 pH와 산도의 변화는 모든 실험구가 유사하였다. 산도 변화의 경우 1단5일차 이후 2단1일차에서 급격한 감소는 증자미와 물만을 추가하여 발효하는 2단담금으로 인한 유기산들의 희석효과 때문이다. 발효가 진행되며 점점 증가하여 발효말 산도는 7내외의 수치를 나타내었다. 88-4의 경우 산도가 6.7로서 가장 낮은 반면, H4-1은 8.8로서 가장 높았다. 일차별 아미노산도의 변화 역시 발효가 진행됨에 따라 증가경향을 나타내었다.

표12. 일차별 산도 변화

구분 (산도 $\downarrow$ )		1단5일	2단1일	2단4일	2단8일	2단11일
종합평균		22.8	5.3	8.3	8.0	7.9
선정 균주	평균	23.4	5.2	8.0	8.1	8.0
	88-4	23.5	4.2	6.9	7.3	6.7
	98-4	23.3	5.1	7.8	8.1	7.8
	161-7	24.7	5.4	8.5	9.2	8.6
	172-6	22.9	5.3	8.4	8.4	8.7
	192-4	22.4	5.4	7.2	7.0	7.1
	H3-1	23.7	5.6	9.1	8.2	8.5
	H4-1	23.3	5.3	8.3	8.4	8.8
산업 화균 주	평균	22.3	5.5	8.6	7.9	7.7
	S2	22.8	5.4	8.4	8.3	7.8
	가고시마	20.8	5.4	7.2	6.9	7.2
	M1	22.1	5.2	8.6	7.8	7.1
	Ethanol-Red	21.8	6.2	8.7	8.0	7.6
	La Parisienne	23.2	5.3	8.4	7.8	7.9
	SIHA Aktivhefe6	21.9	5.1	8.5	7.8	8.6
	Fermivin	22.6	5.8	10.3	9.6	7.3
	송천효모	23.1	5.2	8.4	7.6	8.2

표13. 일차별 아미노산도 변화

구분 (아미노산도)		1단5일	2단1일	2단4일	2단8일	2단11일
종합평균		3.6	1.4	2.4	3.5	3.7
선정 균주	평균	3.4	1.4	2.4	3.5	3.6
	88-4	3.3	1.3	2.3	4.2	3.7
	98-4	3.3	1.5	2.3	3.6	3.8
	161-7	4.2	1.4	2.5	3.5	3.6
	172-6	2.8	1.3	2.3	3.7	4.0
	192-4	2.8	1.6	2.8	3.2	3.8
	H3-1	3.8	1.5	2.6	3.3	3.4
	H4-1	3.7	1.4	1.9	3.3	3.2
산업 화균 주	평균	3.7	1.4	2.4	3.4	3.7
	S2	3.8	1.4	2.6	3.7	3.8
	가고시마	4.4	1.3	2.6	3.3	3.4
	M1	3.6	1.7	2.3	2.8	3.7
	Ethanol-Red	3.5	1.3	2.3	3.5	3.6
	La Parisienne	4.3	1.5	2.3	3.6	3.7
	SIHA Aktivhefe6	2.5	1.3	2.7	3.3	3.8
	Fermivin	3.3	1.3	2.2	3.4	3.8
	송천효모	4.2	1.3	2.3	3.4	3.8

표14. 일차별 °Brix 변화

구분 (°Brix)		1단5일	2단1일	2단4일	2단8일	2단11일	평균
종합평균		16.1	6.7	15.7	15.8	15.8	15.8±1.2
선정 균주	평균	16.2	6.6	15.4	15.6	15.8	15.6±1.0
	88-4	16.2	6.2	17.8	16.3	16.5	16.9±0.8
	98-4	16.5	5.9	12.8	16.1	16.4	15.1±2.0
	161-7	16.4	6.7	15.5	15.6	15.9	15.7±0.2
	172-6	16.1	7.3	15.5	15.3	15.5	15.4±0.1
	192-4	15.4	6.3	14.8	14.3	<b>15.0</b>	<b>14.7±0.4</b>
	H3-1	16.4	6.7	15.7	15.8	15.5	15.7±0.2
	H4-1	16.3	7.0	15.6	15.9	16.1	15.9±0.3
산업 화균 주	평균	16.1	6.8	16.0	16.1	15.7	15.9±1.4
	S2	15.9	6.4	15.0	13.6	<b>13.6</b>	<b>14.1±0.8</b>
	가고시마	15.8	6.7	14.8	14.1	<b>14.9</b>	<b>14.6±0.4</b>
	M1	16.4	6.9	15.0	15.2	15.3	15.7±0.6
	Ethanol-Red	15.6	5.8	16.0	15.0	<b>15.2</b>	<b>15.4±0.5</b>
	La Parisienne	16.6	7.6	16.8	16.7	17.3	16.9±0.3
	SIHA Aktivhefe6	16.3	6.9	15.7	16.0	15.9	15.9±0.2
	Fermivin	15.9	6.9	18.7	18.6	15.5	17.6±1.8
송천효모	16.4	7.3	16.3	18.4	16.9	17.2±1.1	

효모가 직접적으로 기질로 활용하는 수용성당의 발효에서는 °Brix의 측정으로 예상되는 최종 발효알코올량을 예상할 수 있으나, 전분 기질 발효(병행발효)에서는 효소 전분분해와 효모의 알코올발효가 동시에 진행되므로 °Brix의 측정은 다른 의미(°Brix는 굴절률로 표현되는데, 병행발효에서는 limit dextrin을 포함해 전분으로부터 분해되는 다양한 당류들에 의해 결정된다.)를 갖게 된다. 후자의 병행적으로 일어나는 발효에서 일차별 °Brix 변화는 발효제의 효소에 의해 생성되는 수용성당의 생성속도와 비교해 알코올발효의 속도를 간접적으로 가늠할 수 있다. 이는 효모의 발효력과도 연관성이 있다고 사료된다. 발효말 알코올의 생성이 우수하였던 192-4효모와, 증류주 제조용 산업화 효모들의 일차별 °Brix가 상대적으로 낮았다.

### ② 2단담금 발효일차별 전당분석, 기질활용률, 발효비율

균주의 기질 활용성을 비교하기 위하여 2단담금 시행 후 일차별 발효액의 산가수분해를 통해 당을 정량하였다. 2단담금 초기 기질의 양은 최대수치를 보이고, 발효가 진행되며 전당의 양은 감소하였다. 이는 알코올 발효로 당을 소모하고 있는 것을 나타낸다. 담금에 사용된 총전분을 당으로 환산하여 발효 총당이라 하고, 실제 발효에 사용되고 발효종료시점에 남아있는 잔여당을 측정하여 그 차이(감소분)는 발효시 사용된 것으로서 발효총당대비 기질활용률로 표현하였다.

발효비율은 발효말 최종 알코올의 생성량을 담금시 투입한 총원료의 이론적 알코올 생성량으로 나눈 것으로서 효모별로 기질의 알코올발효로의 기여정도를 비교할 수 있다.

실험결과 192-4효모의 기질활용률이 선정균주중 가장 높게 나타났고, 알코올 발효비율도 높게 나타났다. 알코올생성으로의 대사가 강한 효모임을 확인할 수 있었다.

산업화 효모 가운데 증류식소주 제조용 균주인 S2와 가고시마 효모는 기질활용률 및 발효비율이 가장 높게 나타났다. 반면에 베이커리 효모인 La Parisienne의 경우 기질활용률 및 발효비율이 모두 낮은 결과를 보였다.

표15. 2단담금 일차별 전당의 변화 및 기질활용률, 발효비율

구분 (전당g/l)		발효총당	2단1일	2단4일	2단8일	2단11일	기질활용률	발효비율
종합평균		279.7	144.2	118.4	71.1	62.5	77.6	72.9%
선 정 균 주	평균	279.5	146.3	120.9	70.8	64.6	76.9	73.3%
	88-4	278.1	172.4	127.5	69.6	68.1	75.5	73.6%
	98-4	279.5	181.1	101.4	75.3	58.0	79.3	70.2%
	161-7	277.0	152.1	120.3	78.2	63.8	77.0	72.4%
	172-6	284.5	139.1	127.5	76.8	79.7	72.0	74.5%
	192-4	279.2	105.8	102.9	49.3	46.4	<b>83.4%</b>	<b>78.4%</b>
	H3-1	277.7	118.8	129.0	63.8	59.4	78.6	74.7%
	H4-1	280.7	155.0	137.7	82.6	76.8	72.6	69.5%
산 업 화 균 주	평균	279.9	142.3	116.2	71.3	60.7	78.3	72.6%
	S2	276.2	114.5	108.7	33.3	24.6	<b>91.1%</b>	<b>84.3%</b>
	가고시마	280.3	120.3	76.8	37.7	23.2	<b>91.7%</b>	<b>84.6%</b>
	M1	279.2	143.5	111.6	72.5	59.4	78.7	68.8%
	Ethanol-Red	279.9	179.7	143.5	85.5	72.5	74.1	66.6%
	La Parisienne	277.7	149.5	143.7	113.6	95.1	<b>65.8%</b>	<b>66.6%</b>
	SIHA Aktivhefe6	281.8	144.6	124.3	67.8	66.4	76.4	72.6%
	Fermivin	283.7	143.0	121.3	73.5	66.9	76.4	68.2%
송천효모		280.7	143.0	99.6	86.5	77.8	72.3	69.1%

③ 발효말 유기산(6종) 분석

발효말 유기산 6종(Oxalic acid, malic acid, lactic acid, citric acid, succinic acid, acetic acid)에 대해 분석을 실시하였다. 유기산의 총 생성량과 유기산별 생성량이 균주별로 차이를 보였고, 생성 패턴이 유사한 균주들을 확인하였다. Citric acid가 주로 생성되는 균주('C'표시)와 Acetic acid가 주로 생성되는 균주('A'표시)로 구분되었다. 대부분의 효모의 경우 Citric acid를 주로 생성하는 반면, 산업화 효모중 Fermivin(와인효모)와 송천효모(막걸리효모)의 경우 Acetic acid를 주로 생성하였다. **192-4와 Ethanol-Red(주정효모)의 유기산 생성량과 생성패턴이 유사하였고, 98-4와 가고시마(소주효모)의 유기산 생성패턴이 유사하였다. 161-7과 172-6 효모가 S2(소주효모)와 유기산 생성패턴이 유사하였다. 88-4 효모의 경우 선발균주 가운데 총유기산 생성량이 적었으며, 산업화 효모중 M1(위스키효모) 균주와 유사한 패턴을 보였다.** 유사한 균주간 동일색의 바탕으로 표시하였다.(아래, 표16) 유기산 생성량이 가장 많은 균주는 선발효모중 H4-1과 H3-1 이었고, 산업화 효모중에는 Fermivin(와인효모) 균주였다. Acetic acid와 Lactic acid의 경우 증류주 제조시 증류과정에서 휘발되어 포집될 수 있어 향미에 영향을 주게 된다. 대개의 경우 유기산 함량이 많은, 특히 **Acetic acid함량이 높은 증류주는 관능상 좋지 않은** 주질을 갖게 된다.

<유사 패턴의 유기산 생성 균주>

88-4	M1
98-4	가고시마
161-7	S2
172-6	
192-4	Ethanol-Red
H3-1	-
H4-1	-
-	La-Parisienne
-	SIHA Aktivhefe6
-	송천효모
-	Fermivin

표16. 발효말 유기산분석 (O: Oxalic acid, M: Malic acid, L: Lactic acid, C: Citric acid, S: Succinic acid, A: Acetic acid)

구분	유기산	g/l	Graph	Graph	구분	유기산	g/l		
88-4	Σ	4.75			S2	Σ	5.51		
	C	Oxalic acid				Trace	Oxalic acid	-	
		Malic acid				-		Malic acid	0.49
		Lactic acid				0.37		Lactic acid	0.14
		Citric acid				2.25		Citric acid	2.18
		Succinic acid				1.03		Succinic acid	0.83
		Acetic acid				1.09		Acetic acid	1.87
98-4	Σ	4.97			가고 시마	Σ	5.69		
	C	Oxalic acid				0.27	Oxalic acid	0.28	
		Malic acid				0.39		Malic acid	0.22
		Lactic acid				0.31		Lactic acid	0.56
		Citric acid				1.99		Citric acid	1.76
		Succinic acid				1.06		Succinic acid	1.23
		Acetic acid				0.95		Acetic acid	1.64
161-7	Σ	5.64			M1	Σ	4.04		
	C	Oxalic acid				-	Oxalic acid	0.13	
		Malic acid				0.67		Malic acid	-
		Lactic acid				0.16		Lactic acid	0.16
		Citric acid				2.56		Citric acid	1.81
		Succinic acid				0.71		Succinic acid	1.09
		Acetic acid				1.54		Acetic acid	0.85
172-6	Σ	4.89			Ethan ol -Red	Σ	4.99		
	C	Oxalic acid				-	Oxalic acid	-	
		Malic acid				0.45		Malic acid	0.31
		Lactic acid				0.09		Lactic acid	0.20
		Citric acid				2.24		Citric acid	2.16
		Succinic acid				0.69		Succinic acid	0.81
		Acetic acid				1.42		Acetic acid	1.51
192-4	Σ	5.19			La -Pari sienne	Σ	5.56		
	C	Oxalic acid				-	Oxalic acid	-	
		Malic acid				0.41		Malic acid	0.47
		Lactic acid				0.30		Lactic acid	0.19
		Citric acid				2.08		Citric acid	2.13
		Succinic acid				0.82		Succinic acid	0.62
		Acetic acid				1.58		Acetic acid	2.15
H3-1	Σ	5.72			SIHA aktiv hefe6	Σ	5.79		
	C	Oxalic acid				-	Oxalic acid	-	
		Malic acid				0.84		Malic acid	0.54
		Lactic acid				0.13		Lactic acid	0.18
		Citric acid				2.33		Citric acid	2.27
		Succinic acid				0.73		Succinic acid	0.53
		Acetic acid				1.69		Acetic acid	2.26
H4-1	Σ	5.93			Fermi vin	Σ	7.17		
	C	Oxalic acid				-	Oxalic acid	-	
		Malic acid				0.64		Malic acid	0.70
		Lactic acid				0.19		Lactic acid	0.20
		Citric acid				2.31		Citric acid	2.25
		Succinic acid				0.89		Succinic acid	0.57
		Acetic acid				1.91		Acetic acid	3.45
송천 효모	Σ	5.23			송천 효모	Σ	5.23		
	A	Oxalic acid				-	Oxalic acid	-	
		Malic acid				0.40		Malic acid	0.40
		Lactic acid				0.15		Lactic acid	0.15
		Citric acid				2.09		Citric acid	2.09
		Succinic acid				0.46		Succinic acid	0.46
		Acetic acid				2.14		Acetic acid	2.14

#### ④ 발효말 유리당(Glucose) 분석

발효말(2단11일차) 발효액의 고형분을 제외한 상등액의 Glucose함량을 정량하여 균주별 유사성을 확인하였다. 위 실험의 일차별 진행하였던 발효액의 Brix, 전당, 기질활용률, 발효비율과도 연계된 실험으로서 균주의 알코올발효 환경에서의 당류 소비 특성 및 그것으로 인한 균주간 유사성을 확인 할 수 있었다. 95% 신뢰수준으로, 균주의 집단간 일원배치 분산분석 및 Duncan 검정법을 활용하여 동일집단군으로 그룹핑 하였다.

발효비율이 높았던 192-4호모와 S2(소주용), 가고시마(소주용)호모의 경우 동일집단으로 그룹핑 되었고, 발효말 알코올 생성능이 가장 높고, 유기산 패턴이 가장 유사하였던 Ethanol-Red(주정용)와도 동일 집단으로 그룹핑 되었다. 192-4 호모는 산업화 호모가운데 고알코올 생산을 목적으로 하는 증류주류 제조용 균주와 유사함을 알 수 있었다.

표17. 발효말 유리당(Glucose)분석

발효말 Glucose		Content (g/100ml)	부집단 (P=0.05)
종합평균		2.99±0.18	-
선 정 균 주	평균	3.07±0.16	-
	88-4	3.49±0.29	c, d
	98-4	2.82±0.23	f, g
	161-7	4.24±0.15	a
	172-6	2.70±0.10	g
	192-4	2.24±0.08	<b>h</b>
	H3-1	2.83±0.14	f, g
	H4-1	3.16±0.13	d, e, f
산 업 화 균 주	평균	2.92±0.19	-
	S2	1.88±0.12	<b>h</b>
	가고시마	2.14±0.24	<b>h</b>
	M1	3.61±0.29	b, c
	Ethanol-Red	2.08±0.12	<b>h</b>
	La Parisienne	3.96±0.24	a, b
	SIHA Aktivhefe6	3.40±0.19	c, d
	Fermivin	2.94±0.19	e, f, g
	송천효모	3.32±0.16	c, d, e

### ⑤ Alcohol acetyltransferase activity

15종 효모의 alcohol acetyltransferase (AAT) 활성을 측정하였다(표18). 실험에 사용된 균주는 평균 6.7 unit의 효소활성을 보였고 가장 높은 효소활성을 보인 균주는 172-6과 192-4 균주로 10 unit 이상의 효소활성을 보였으며 일본 소주효모 S-2가 9.3 unit으로 다음으로 높은 효소활성을 보였다. 88-4와 Et-Red 균주 또한 각각 7.78, 8.96으로 평균보다 높은 AAT 활성을 보인 반면 161-7과 H3-1 균주는 효소활성이 매우 낮았다. 본 결과는 증류주 제조 시 향기성분 생성능을 비교하기 위한 효모선발의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. (표18)

표18. 효모별 Alcohol acetyltransferase (AAT) activity

구분		AAT activity (unit*)
종합평균		6.71
선 정 균 주	평균	6.94
	88-4	<b>7.78</b>
	98-4	5.62
	161-7	-
	172-6	<b>10.81</b>
	192-4	<b>10.42</b>
	H3-1	<b>1.31</b>
	H4-1	5.68
산 업 화 균 주	평균	6.54
	S2	9.30
	가고시마	6.73
	M1	4.50
	Ethanol-Red	<b>8.96</b>
	La Parisienne	4.85
	SIHA Aktivhefe6	6.19
	Fermivin	5.45
	송천효모	6.30

\*1 unit of alcohol acetyltransferase (AAT) activity  
= 1  $\mu$ mol isoamyl acetate production per hour.

## ⑥ 탄소 이용능 평가 결과

### - 증류주 제조용 효모의 oxidation-fermentation, assimilation test -

증류주 제조용 효모균체의 미토콘드리아내의 호흡관여 탈수소효소에 의한 환원작용에 의해 보라색으로 바뀌는 정도를 흡광도로 측정하여 탄소원 종류에 따른 효모균체의 oxidation-fermentation test를 실시하였고 균체 증식에 의한 turbidity 측정에 의해 assimilation test를 실시하였다. 데이터베이스상의 *S. cerevisiae* 와 증류주용 분리균주 및 수집균주의 탄소원을 이용한 산화-발효 특성 및 동화특성은 조금씩 다른 특성을 보였다. (표19-1, 표19-2)

멜리비오스(melibiose)는 식물계에 널리 분포하는 6-O- $\alpha$ -D-갈락토피라노실-D-글루코오스 구조의 환원성 이당류인데, *S. cerevisiae* 는 멜리비오스를 이용하지 못하는 것으로 알려져 있다. 증류주용 효모에서 MEL-gen을 갖고 있고, 그 결과 균체 외 효소  $\alpha$ -갈락토시다아제(멜리비아제)를 생성함으로써 멜리비오스를 이용할 수 있는 효모는 192-4 한 균주였고 이러한 특성은 일본소주용 S2효모, Ethanol-Red(주정효모) 효모와 같은 특성으로 확인되었다.

*S. cerevisiae* 는 이용가능하고 *P. anomala* 는 이용할 수 없는 것으로 알려진 glucose 3분자가  $\alpha$ -1,4 glycosidic bond를 이루고 있는 환원성 삼당류 maltotriose 와 비환원성 삼당류 melezitose를 분리효모 중 *S. cerevisiae* 88-4는 둘 다 이용할 수 없는 것으로 확인되었고, 192-4와 H3-1은 maltotriose는 이용가능하나 melezitose는 이용 불가능한 것으로 확인되었으며, 88-4 효모의 결과는 시판와인효모 퍼미빈과 일본소주용 효모 S2, 가고시마 효모가 이용할 수 없는 것과 동일한 특성으로 확인되었다.

2분자의 글루코오스가  $\beta$ -1,4 결합한 환원성 이당류인 cellobiose 를 *S. cerevisiae* 는 이용하지 못하는 것으로 보고되어 있는데 분리효모 모두 산화-발효 시험결과는 동일하였으나 192-4 균주가 cellobiose 를 이용하여 균체증식이 가능한 것으로 나타났고 이러한 결과는 Et-Red 효모의 완전한 양성반응과 동일하였으며 일본소주용 S2효모, La parisienne(제빵효모) 또한 어느 정도 균체증식이 가능한 것으로 확인되었다.

D-Galactose는 *S. cerevisiae* 나 *P. anomala* 중에서 이용 특성이 다양한 것으로 알려져 있는데 수집효모는 모두 이용 가능한 것으로 확인되었고 증류주용 분리효모 중 161-7, 172-6 균주는 이용하지 못하는 것으로 나타났으며 88-4 균주는 D-galactose를 이용하여 균체증식은 가능하나 발효는 하지 못하는 것으로 확인되었다.

식물세포벽 hemicellulose의 구성성분인 오탄당 D-xylose를 *S. cerevisiae*는 이용하지 못하는 것으로 보고되어 있는데 증류주용 분리효모 중 88-4, H3-1 균주와 수집효모 8균주 중 가고시마 효모 외 4종이 부분적으로 이용하여 균체증식이 가능한 것으로 확인되었다. 또한, 식물저장 다당체의 하나인 과당이 중합된 다당류인 inulin은 증류주용 분리효모 중 98-4 외 3종이 이용 가능한 것으로 나타났고 88-4 균주는 균체증식은 부분적으로 가능하나 발효는 하지 못하는 것으로 확인되었으며 수집효모 중에서는 가고시마 효모와 La parisienne을 제외한 나머지 6균주가 이용 가능한 것으로 확인되었다.



표19-1. 탄소 이용능 평가 (Oxidation test - 36항목)

구분		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	88-4	98-4	161-7	172-6	192-4	H3-1	H4-1	S2	가면직막	M1	Et-Red	Laparisienne	SIHA	Fermivin	순천
A1	warer	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A2	aceticacid	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A3	formic acid	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A4	propionicacid	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	succinicacid	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A6	methylsuccinate	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A7	L-aspartic acid	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A8	L-glutamic acid	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A9	L-proline	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A10	D-gluconic acid	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A11	dextrin	32	-	+	*	+	-	+	*	*	-	+	-	*	*	*	*
A12	inulin	0	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
B1	cellobiose	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B2	genntiobiose	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B3	maltose	100	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B4	maltotriose	100	-	+	-	+	*	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+
B5	D-melezitose	79	-	+	-	*	-	-	*	-	-	*	-	+	+	-	+
B6	D-melibiose	0	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
B7	palatinose	100	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+
B8	D-raffinose	100	*	+	-	*	+	+	+	+	*	*	+	*	*	+	+
B9	stachyose	93	*	+	-	-	+	+	-	+	*	*	+	*	*	-	+
B10	sucrose	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
B11	D-trehalose	100	+	*	-	-	-	+	+	-	*	*	*	+	+	*	+
B12	turanose	100	+	+	-	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C1	N-acetyl-D-glucosamine	0	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C2	α-D-glucose	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C3	D-galactose	82	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C4	D-psicose	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C5	L-sorbose	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C6	salicin	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C7	D-mannitol	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C8	D-sorbitol	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C9	D-arabitol	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C10	xylitol	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C11	glycerol	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12	tween80	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
탄소원 이용능 항목수 (Oxidation)		17	7	13	5	9	12	11	12	10	8	13	12	12	13	9	13

표19-2. 탄소 이용능 평가 (Assimilation test - 60항목)

구분		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	88-4	98-4	161-7	172-6	192-4	H3-1	H4-1	S2	가죽곰팡이	M1	Et-Red	Laparisienne	SIHA	Fermivin	순천
D1	water	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D2	fumaric acid	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D3	L-malic acid	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D4	methylsuccinate	12	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-
D5	bromo succinic acid	0	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-
D6	L-glutamic acid	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D7	γ-aminobutyric acid	0	-	-	-	-	*	-	+	-	-	-	+	-	-	*	-
D8	α-keto-glutaric acid	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D9	2-keto-D-gluconic acid	7	-	-	-	-	-	-	+	*	-	-	+	-	-	*	-
D10	D-gluconic acid	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D11	dextrin	9	*	*	-	+	*	*	+	+	-	+	+	*	-	+	*
D12	inulin	0	*	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
E1	cellobiose	0	-	-	-	-	+	-	-	*	-	-	+	*	-	-	-
E2	gentiobiose	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E3	maltose	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
E4	maltotriose	100	+	+	*	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+
E5	D-melezitose	81	-	+	-	+	+	*	+	*	-	*	*	+	+	-	+
E6	D-melibiose	0	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	*	-
E7	palatinose	100	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	*	+	+	-	+
E8	D-raffinose	100	+	+	-	*	+	+	+	+	*	+	+	+	*	+	*
E9	stachyose	93	*	+	-	-	+	+	+	+	*	+	+	+	*	+	*
E10	sucrose	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
E11	D-trehalose	100	*	+	-	-	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+
E12	turanose	100	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F1	N-acetyl-D-glucosamine	0	-	-	-	-	*	-	+	+	-	-	+	-	-	*	-
F2	D-glucosamine	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F3	α-D-glucose	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F4	D-galactose	86	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F5	D-psicose	0	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-
F6	L-rhamnose	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F7	L-sorbose	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F8	α-methyl-D-glucoside	76	-	-	-	-	-	-	-	*	-	*	+	+	-	-	-
F9	β-methyl-D-glucoside	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F10	amygdain	0	-	+	-	-	-	-	-	-	*	*	-	*	-	+	-
F11	arbutin	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F12	salicin	0	-	-	-	-	+	-	*	*	-	-	+	-	-	*	-
G1	maltitol	73	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	*	+
G2	D-mannitol	0	-	-	-	-	*	-	*	-	-	-	+	-	-	*	-
G3	D-sorbitol	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G4	adonitol	0	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-
G5	D-arabitol	0	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	*	-
G6	xylitol	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G7	I-erythritol	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G8	glycerol	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-
G9	tween80	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G10	L-arabinose	0	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-
G11	D-arabinose	0	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
G12	D-ribose	0	-	-	-	*	+	*	-	*	*	-	*	*	*	+	-
H1	D-xylose	0	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	*	*	*	-	-
H2	methyl succinate + D-xylose	0	*	*	-	-	*	*	+	+	*	*	+	*	-	*	-
H3	N-acetyl-L-glutaric acid+D-xylose	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	*	-
H4	quinic acid + D-xylose	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
H5	D-glucuronic acid+D-xylose	0	*	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	*	-	*	-
H6	dextrin + D-xylose	10	*	*	-	+	*	*	+	+	-	*	+	+	*	+	*
H7	α-D-lactose+D-xylose	0	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H8	D-melibiose + D-xylose	0	*	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	*	-	-	-
H9	D-galactose + D-xylose	85	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
H10	m-inositol + D-xylose	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	*	-
H11	1,2-propanediol + D-xylose	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	*	-
H12	acetoin + D-xylose	0	*	-	-	-	-	-	-	+	-	*	*	*	-	*	-
탄소원 이용능 항목수 (Assimilation)		18	19	19	6	13	26	17	26	30	14	20	35	26	18	29	16

⑦ Yeast Sedimentation (침강성)

입국으로 15.2°Brix 멸균당화액을 만들어 100ml로 하여 각 효모를 10<sup>8</sup>수로 접종하고 25℃에서 5일 발효시켜 일차별 비중, °Brix, 효모침강부피를 관찰하고, 비중과 °Brix가 더 이상 감소하지 않은 5일차(96시간 경과 후)에 최종적으로 비중, °Brix, 효모침강부피, 효모수, 고형분무게, 생성알코올을 측정하였다.

비중과 °Brix의 감소가 크고, 효모침강부피와 생성고형분량이 적고, 생성알코올이 높은 경우 기질의 활용성이 좋고, 알코올 발효력이 우수한 효모이다. 침강성이 클 경우 기질의 활용효율이 떨어진다고 알려져 있으며, 효모 재사용을 하지 않는 증류주 제조에 있어서 침강성이 적을수록 좋다. 실험결과 선정균주중 88-4효모가 생성고형분이 적고, 생성알코올이 높으며, 효모의 침강성이 작았다. 산업화균주 가운데는 S2, 가고시마, M1 효모가 우수하였다. (표20)

표20. Sedimentation Test \*

구분 (입국당화액100ml발효)	비중감소 (Δg)	Brix감소 (Δ°Brix)	효모침강 부피(ml)	발효말 효모수	생성고형분 무게(dry.g)	생성 알코올(%)	
종합평균	6.3040	7.9	2.1	9.5E+09	0.4911	6.19	
선정균주	평균	6.0925	7.6	1.8	9.3E+09	0.4632	5.95
	88-4	5.8108	8.1	1.5	6.5E+09	0.5083	6.53
	98-4	6.3181	8.2	2.6	1.7E+10	0.5327	6.29
	161-7 **	4.9760	6.1	0.9	5.0E+09	0.3028	4.68
	172-6	6.6942	8.0	1.8	8.5E+09	0.3813	6.38
	192-4	6.7657	8.3	2.0	1.6E+10	0.6032	6.32
	H3-1	5.4284	6.6	1.7	5.1E+09	0.3829	5.06
산업화균주	H4-1	6.6544	7.8	2.5	6.3E+09	0.5315	6.43
	평균	6.4891	8.1	2.3	9.6E+09	0.5155	6.39
	S2	6.5622	8.2	1.8	2.1E+10	0.5322	6.54
	가고시마	6.7551	8.4	2.1	8.9E+09	0.4753	6.40
	M1	5.9863	8.1	2.0	7.1E+09	0.4266	6.48
	Ethanol-Red	6.4206	8.0	2.3	5.7E+09	0.5236	6.44
	La Parisienne	6.4281	8.1	2.3	1.5E+10	0.4948	6.12
	SIHA Aktivhefe6	6.6139	8.1	3.1	6.1E+09	0.5533	6.48
Fermivin	6.6181	8.1	3.3	5.9E+09	0.5604	6.25	
송천효모	6.5285	8.2	2.0	7.5E+09	0.5574	6.45	

<입국당화액 100ml 발효 침강성 Test >

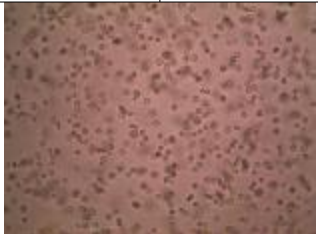














88-4	98-4	161-7	172-6	192-4	H3-1	H4-1	S2	가고시	M1	Et-R	La P.	SIHA	Fer.v	송천

\* 2회반복시험 평균 \*\* *Pichia anomala* 로서 *Scerevisiae*와는 다른 양상을 보임

⑧ Yeast Flocculation (응집성)

침강성 실험과 병행하여 발효말 각 균주별로 Floc(응집체)를 형성 하는지 현미경관찰 하였다. Floc형성효모는 상면발효에서 관찰되어지는데, 효모증식시 Budding(출아증식)후 효모가 응집체를 이루게 되어 생성되는 탄산가스가 사이 사이에 가두어져서 상부로 뜨게 된다(Floatation). 상면효모의 발효에서 거품이 왕성하게 일어나 마치 끓는 것처럼 보이는 연유이다. 현미경관찰결과 대부분이 Floc을 형성하지 않았으나, 선정균주중 H3-1의 경우 Floc이 형성되었다(표21). 침강성 실험중에 유독 거품이 타 균주보다 왕성하게 발생하였다. (표20. 표21)

표21. Yeast Flocculation 현미경 관찰 (400배율), F(Floc형성), N.F.(Non-Floc)

선정균주							
88-4		98-4		161-7		172-6	
6.5E+09	N.F.	1.7E+10	N.F.	5.0E+09	N.F.	8.5E+09	N.F.
							
192-4		H3-1		H4-1			
1.6E+10	N.F.	5.1E+09	F.	6.3E+09	N.F.		
							
산업화균주							
S2		가코시마		M1		Ethanol-Red	
2.1E+10	N.F.	8.9E+09	N.F.	7.1E+09	N.F.	5.7E+09	N.F.
							
La Parisienne		SIHA.Aktivhefe6		Fermivin		송천효모	
1.5E+10	N.F.	6.1E+09	N.F.	5.9E+09	N.F.	7.5E+09	N.F.
							

#### 4) 증류특성 분석 결과

##### ① 증류 시행 결과

목적되는 증류주의 알코올을 45도(Alc.%v/v@15℃) 내외로 하여 증류를 시행 하였다. 숙성을 위한 증류주의 알코올의 경우 알코올의 함량을 40도 내지 70도로 하는데 이는 숙성중의 물리적, 화학적 변화를 최적화하기 위함이다. 위스키의 경우 두 번의 단식증류를 통하여 알코올을 65도 내외로 하여 목통 숙성을 진행한다. 본 과제는 한 번의 단식증류를 통한 숙성증류주의 제조에 입각해서 증류비율 90% 이상으로 고려해 45도 내외의 알코올도수를 목적으로 증류 시행 하였다. 증류직전 발효가 끝난 상태의 발효액 2,000ml을 증류기에 동일한 용량으로 투입하여 증류하였다. 증류기 가열 후 10여분 후에 유출되기 시작하여 동일한 유출속도로 정상적인 증류(steady state distillation)를 시행하였다. 목적량의 증류액(본류) 포집은 70여분 정도가 소요되었고, 증류기에 투입된 가열에 사용된 소비전력량은 약 0.6kWh 정도였다. 소비전력량은 투입발효액량, 발효액의 조성(알코올도수), 주변온도, 증류압력, 증류기 재질과 면적등에 의해 변화되는데, 향후 양산규모의 증류기 설계와 운영시 참고 할 수 있을 것으로 사료된다. (표22)

표22. 증류 결과

구분	본류	본류량	본류량비율	증류비율	증류시간	가열전력량	
	Alc.%	ml	%	%	분	kWh	
종합평균	47.0	694	34.7	94.2	72	0.555	
선정 증류 주	평균	47.3	666	33.3	96.2	63	0.512
	88-4	49.5	600	30.0	98.8	53	0.448
	98-4	46.8	610	30.5	93.1	74	0.489
	161-7	47.5	680	34.0	99.7	60	0.537
	172-6	45.5	740	37.0	96.1	68	0.536
	192-4	49.9	680	34.0	99.8	55	0.528
	H3-1	46.4	660	33.0	91.5	67	0.518
	H4-1	45.6	690	34.5	94.2	65	0.527
산업 화 증류 주	평균	46.8	719	35.9	92.5	79	0.592
	S2	49.1	730	36.5	92.8	88	0.715
	가코시마	46.7	800	40.0	90.5	94	0.613
	M1	46.1	700	35.0	91.8	105	0.685
	Ethanol-Red	45.7	750	37.5	88.8	85	0.554
	La Parisienne	46.3	670	33.5	96.3	73	0.523
	SIHA Aktivhefe6	47.5	690	34.5	91.0	67	0.527
	Fermivin	47.3	730	36.5	95.1	59	0.564
송천효모	45.5	680	34.0	93.8	62	0.555	

##### ② 증류액 향기성분 정성분석

GC-MS로 분석되는 향기 성분의 피크 면적비율로 각 성분을 상대비교 하였다. 증류주 시료를 에틸알코올 함량 20%로 일괄희석 하여 각 시료의 알코올 피크 면적(unit % area)을 기준으로, 분석된 모든 성분을 에틸알코올대비로 재배열 성분의 에틸알코올대비 면적비율) 하여 상대비교 하였다. Esters는 총 27종, Alcohol류는 6종, Acid류는 acetic acid 1종, 기타 카보닐 화합물 4종으로 총 38성분을 확인 하였다. 분석되는 성분의 RT(Retention Time)를 0~20분, 20~30분, 30~50분의 세 영역으로 나누어 검출되는 성분들을 상대비교 하였다. 성분의 RT 및 RI(retention indices)가 작을수록 분자량이 작고, 저비점의 휘발성분이며, 반대로 RT 및 RI가 클 수록 분자량이 크고, 고비점의 성분이다. 각 성분별로 관능적인 특징은 모두 다르나, 분자량이 크고 고비점의 성분이 많을수록 증류주의 관능특징이 무거워지는 경향이 있다. (표23)

표23. 알코올20%희석 증류주 향기성분 비교 (에틸알코올 unit % area로 나눔)

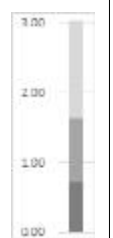
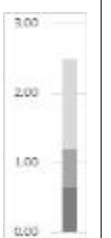
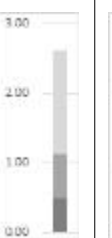
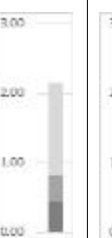

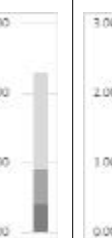
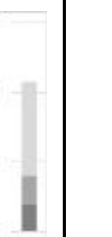
구분				88-4	98-4	161-7	172-6	192-4	H3-1	H4-1
No	RI	RT	Compound							
1	<1000	3.5	Ethyl Acetate	0.057	0.024	0.085	0.058	0.040	0.041	0.060
2	<1000	4.7	Ethyl alcohol	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3	916.1	6.5	2-methylpropylacetate	0.002	0.001	0.003	0.002	-	0.002	0.002
4	947.1	7.3	Ethyl butyrate	0.002	-	-	-	0.001	-	0.002
5	978.1	7.5	n-Propanol	0.006	0.013	0.013	0.013	0.003	0.015	0.008
6	998.1	9.7	Isobutanol	0.020	0.023	0.026	0.022	0.015	0.023	0.025
7	1032.8	10.1	Isoamyl acetate	0.057	0.037	0.106	0.048	0.041	0.077	0.040
8	1067.5	11.7	1-Butanol	-	0.002	-	-	-	-	0.001
9	1113.4	12.2	Dodecane	0.001	0.001	-	0.001	0.001	0.001	0.001
10	1144.2	13.8	amyl alcohol	0.159	0.170	0.195	0.165	0.174	0.188	0.176
11	1174.9	14.3	Ethyl caproate	0.079	0.031	0.048	0.026	0.027	0.048	0.034
12	1224.2	18.0	Ethyl enantate	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
13	1248.9	18.6	Isobutyl caproate	0.001	0.001	0.001	-	-	0.001	0.001
14	1273.7	19.6	1-Propanol,3-ethoxy-	-	0.001	-	0.001	-	0.001	-
15	1288.6	19.9	2-Nonanone	0.003	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002
16	1315.7	21.6	Ethyl caprylate	0.574	0.322	0.416	0.245	0.222	0.360	0.267
17	1342.9	22.1	Aceticacid	0.005	0.006	0.011	0.008	0.006	0.003	0.004
18	1370.0	22.2	Isopentyl caproate	0.005	0.003	0.004	0.002	0.002	0.003	0.003
19	1386.6	24.2	Propyl caprylate	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
20	1416.5	24.7	Ethyl pelargonate	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
21	1446.5	25.2	iso-Butyl caprylate	0.003	0.002	0.002	0.001	-	0.001	0.001
22	1467.7	26.7	2-Undecanone	0.001	-	-	-	0.001	-	-
23	1499.8	27.9	Ethyl caprate	0.317	0.199	0.196	0.109	0.081	0.140	0.120
24	1531.8	28.4	Isoamyl octanoate	0.010	0.007	0.005	0.003	0.002	0.003	0.003
25	1563.9	29.0	Ethyl succinate	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
26	1589.9	30.3	Ethyl caprate	0.001	0.001	-	-	-	-	-
27	1623.8	31.2	Isobutyl decanoate	0.004	0.003	0.001	0.001	-	0.001	0.001
28	1657.7	32.1	Ethyl benzeneacetate	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
29	1686.8	32.9	Phenethyl acetate	0.111	0.073	0.065	0.057	0.044	0.056	0.041
30	1722.2	33.7	Ethyl laurate	0.241	0.180	0.101	0.065	0.039	0.054	0.073
31	1757.7	34.1	Isoamyl decanoate	0.023	0.017	0.009	0.006	0.004	0.005	0.007
32	1781.6	35.4	Phenylethyl Alcohol	0.042	0.041	0.047	0.038	0.058	0.039	0.038
33	1820.8	35.8	Propyl caprate	0.001	0.001	-	-	-	-	-
34	1860.1	36.6	Isobutyl laurate	0.001	0.001	-	-	-	-	-
35	1894.9	38.9	Ethyl myristate	0.219	0.226	0.178	0.185	0.151	0.156	0.147
36	1935.9	39.3	Isoamyl laurate	0.001	0.001	-	0.000	-	-	0.000
37	>2200	43.7	Ethyl palmitate	0.080	0.095	0.080	0.085	0.073	0.082	0.076
38	>2200	49.3	Ethyl Oleate	0.002	0.003	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001
<b>Total</b>				3.033	2.490	2.604	2.148	1.989	2.306	2.139
RT 0 ~ 20				1.387	1.304	1.481	1.336	1.303	1.399	1.351
RT 20 ~ 30				0.920	0.544	0.638	0.372	0.316	0.513	0.402
RT 30 ~ 50				0.726	0.643	0.485	0.439	0.370	0.394	0.386
										

표23.(계속)

구분				S2	가고 시마	M1	Et-R ed	Lapa risie nne	SIHA	Ferm ivin	송천
No	RI	RT	Compound								
1	<1000	3.5	Ethyl Acetate	0.049	0.027	0.036	0.033	0.066	0.062	0.046	0.059
2	<1000	4.7	Ethyl alcohol	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3	916.1	6.5	2-methylpropylacetate	0.001	-	0.001	-	0.003	0.002	0.001	0.002
4	947.1	7.3	Ethyl butyrate	0.001	-	-	0.001	-	0.002	-	0.001
5	978.1	7.5	n-Propanol	0.002	0.007	0.009	0.002	0.012	0.003	0.009	0.009
6	998.1	9.7	Isobutanol	0.016	0.013	0.022	0.020	0.025	0.024	0.017	0.023
7	1032.8	10.1	Isoamyl acetate	0.073	0.047	0.043	0.055	0.092	0.101	0.056	0.070
8	1067.5	11.7	1-Butanol	-	-	-	-	-	-	-	0.005
9	1113.4	12.2	Dodecane	-	-	-	-	0.001	0.001	-	0.001
10	1144.2	13.8	amyl alcohol	0.178	0.163	0.166	0.160	0.193	0.182	0.136	0.182
11	1174.9	14.3	Ethyl caproate	0.042	0.028	0.032	0.036	0.038	0.030	0.041	0.030
12	1224.2	18.0	Ethyl enantate	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
13	1248.9	18.6	Isobutyl caproate	-	-	0.001	-	0.001	0.001	0.001	0.000
14	1273.7	19.6	1-Propanol,3-ethoxy-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	1288.6	19.9	2-Nonanone	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002
16	1315.7	21.6	Ethyl caprylate	0.285	0.243	0.364	0.260	0.322	0.279	0.378	0.263
17	1342.9	22.1	Aceticacid	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.012	0.002
18	1370.0	22.2	Isopentyl caproate	0.002	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.003
19	1386.6	24.2	Propyl caprylate	-	0.001	0.001	-	0.001	0.001	0.001	0.001
20	1416.5	24.7	Ethyl pelargonate	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
21	1446.5	25.2	iso-Butyl caprylate	-	-	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
22	1467.7	26.7	2-Undecanone	-	-	0.001	-	-	-	0.000	-
23	1499.8	27.9	Ethyl caprate	0.062	0.069	0.158	0.108	0.130	0.131	0.186	0.106
24	1531.8	28.4	Isoamyl octanoate	0.001	0.001	0.004	0.003	0.004	0.004	0.005	0.003
25	1563.9	29.0	Ethyl succinate	0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
26	1589.9	30.3	Ethyl caprate	-	-	-	-	-	-	-	-
27	1623.8	31.2	Isobutyl decanoate	-	-	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001
28	1657.7	32.1	Ethyl benzeneacetate	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
29	1686.8	32.9	Phenethyl acetate	0.073	0.044	0.072	0.053	0.074	0.082	0.064	0.060
30	1722.2	33.7	Ethyl laurate	0.004	0.019	0.062	0.090	0.074	0.094	0.104	0.051
31	1757.7	34.1	Isoamyl decanoate	-	0.002	0.006	0.009	0.010	0.012	0.013	0.006
32	1781.6	35.4	Phenylethyl Alcohol	0.049	0.079	0.071	0.055	0.059	0.054	0.042	0.059
33	1820.8	35.8	Propyl caprate	-	-	-	-	-	-	-	-
34	1860.1	36.6	Isobutyl laurate	-	-	0.000	0.000	-	0.000	0.001	-
35	1894.9	38.9	Ethyl myristate	0.034	0.101	0.174	0.196	0.180	0.271	0.190	0.145
36	1935.9	39.3	Isoamyl laurate	-	-	0.001	-	0.001	0.001	0.001	-
37	>2200	43.7	Ethyl palmitate	0.050	0.079	0.148	0.110	0.097	0.204	0.105	0.095
38	>2200	49.3	Ethyl Oleate	-	0.001	0.004	0.003	0.002	0.008	0.003	0.002
<b>Total</b>				1.930	1.933	2.390	2.208	2.398	2.560	2.425	2.186
RT 0 ~ 20				1.365	1.287	1.314	1.310	1.433	1.411	1.310	1.386
RT 20 ~ 30				0.354	0.321	0.537	0.379	0.467	0.421	0.590	0.382
RT 30 ~ 50				0.210	0.325	<b>0.540</b>	0.519	0.498	<b>0.729</b>	0.526	0.419

### ③ 증류액 관능기호도 평가

증류액의 향 관능 기호도를 9점 척도(9점: 매우좋음, 7점: 좋음, 5점: 보통, 3점: 안좋음, 1점: 매우안 좋음)로 평가하였다. 평가는 연구원 내외부 술전문가 10명으로 하여 실시하였다. 평가시 향에 대한 간단한 묘사(Description)를 하게 하였다. 증류주 시료의 관능평가는 알코올함량 20%v/v로 균일하게 일괄희석 하여 시행하였다. 평가결과 **88-4균주로 제조한 증류주의 관능이 유의적으로 기호도가 가장 높게 평가**되었고, ‘과일향’과 ‘단향’으로 관능이 묘사되었다. 다음으로 98-4, 172-6, H4-1 균주들의 기호도가 보통수준 이상으로 높게 평가 되었다. 산업화균주의 경우 증류주제조용 효모인 가고시마, M1, S2 효모들의 기호도가 비교적 높게 평가되었다. (표24)

앞서 분석한 향기성분의 상대비교를 통해 나타내어진 수치와 관능묘사와의 연관성을 확인하였으나 뚜렷한 경향성이 확인되지 않았다. 다만 앞서 기술한바와 같이 관능결과 ‘**무거운향**’으로 묘사된 M1과 SIHA Aktivhefe6 효모의 경우 비교적 분자량이 크고, 비점이 높은 향기성분들의 영역인 RT 30~50의 수치가 상대적으로 높아, 연관성이 있는 것으로 생각된다.

과제의 목적인 ‘고품질 숙성 증류주 제조 및 숙성기술 개발’을 위해 **88-4효모를 과제 진행의 기본 균주로 설정하고, 추후 진행 되는 균주 특성 이외의 실험에 적용하기로 하였다.** 아울러 3차년도 과제 진행시 용기의 종류별 숙성 변화 연구에 88-4균주를 적용하여 대량 담금을 실시할 예정이다.

표24. 증류주 관능기호도 평가 (p<0.05)

구분 (n=10)		기호도*	RANK	관능묘사
종합평균		5.0 ±1.3	-	-
선 정 균 주	평균	5.1 ±1.4	-	-
	<b>88-4</b>	<b>6.8 ±1.2<sup>a</sup></b>	<b>1</b>	<b>과일향, 단향</b>
	98-4	5.6 ±0.7 <sup>bc</sup>	3	가벼운향, 알코올
	161-7	4.8 ±1.9 <sup>bcd</sup>	9	부드러운향, 알코올
	172-6	5.1 ±0.7 <sup>bcd</sup>	6	부드러운향, 가벼운향
	192-4	4.6 ±1.0 <sup>bcd<sup>e</sup></sup>	11	가벼운향, 알코올
	H3-1	3.5 ±1.0 <sup>e</sup>	15	용매취, 용기취
	H4-1	5.0 ±1.1 <sup>bcd</sup>	7	알코올, 과일향
산 업 화 균 주	평균	4.9 ±1.2	-	-
	S2	5.2 ±1.3 <sup>bcd</sup>	5	가벼운향, 알코올
	가고시마	5.8 ±1.2 <sup>ab</sup>	2	과일향, 용매취
	M1	5.3 ±0.7 <sup>bcd</sup>	4	<b>무거운향, 용매취</b>
	Ethanol-Red	4.7 ±1.3 <sup>bcd</sup>	10	가벼운향, 산뜻한향
	La Parisienne	4.5 ±1.1 <sup>de</sup>	12	용기취, 알코올
	SIHA Aktivhefe6	4.4 ±1.3 <sup>cde</sup>	13	<b>무거운향, 용매취</b>
	Fermivin	4.9 ±1.4 <sup>cde</sup>	8	가벼운향, 알코올
송천효모	4.3 ±1.2 <sup>bcd</sup>	14	과일향, 알코올	

\* 기호도: n=10, p<0.05



### 5) 누룩 발효제 적용 실험 결과

발효제별로 입국, 밀누룩, 쌀누룩, 개량누룩을 적용하여 증류주를 제조 하였다. 발효제 사용비율은 입국을 전량사용한 당화력 역가(SP)를 기준으로 입국과 누룩을 혼합하여 사용하는 방법과, 입국의 사용중량을 기준으로 누룩으로 대체하는 방법으로 진행하였다. 역가를 기준으로 산출한 담금의 경우 역가가 높은 발효제를 사용함에 발효를 위한 기질의 보충은 쌀로서 하였고, 모든 실험구에서 기질의 총량은 동일하게 하였다. 발효제 종류별, 입국과의 혼합비율별 총 13개 실험구의 증류주를 제조 비교 하였다. 표에서 발효제비율의 입국, 누룩, 1단쌀의 숫자는 2단담금에 사용되는 주원료(쌀)의 첨가량 대비 사용량의 비율이다. (표25)

실험결과 밀누룩을 적용한 실험구에서, 당화력 역가 동일SP 기준으로 담금시 입국과 누룩의 혼합사용은 알코올의 발효가 지연되거나(실험구2), 산도가 충분이 높지 않아 최종 발효알코올의 함량이 낮았다(실험구 6). 동일중량 기준으로한 담금의 경우 알코올발효에 있어서 큰 차이는 없었으나, 입국과 누룩의 혼합담금의 경우 입국의 사용비율이 낮을수록 증류주 관능기호도가 하락하는 경향을 보였다(실험구 1, 3, 5, 7).

쌀누룩을 적용한 경우 밀누룩의 담금보다 1단발효, 2단발효 모두 알코올발효가 대체적으로 우세하였다(실험구 B, C, D, E). 쌀누룩 혹은 개량누룩 적용 1단발효에서 산도가 충분히 높지 않아 2단발효의 산도가 4미만으로 충분히 높지 않았는데, 이는 발효시 미생물 오염으로 인한 발효성적 저하의 우려가 있을 수 있다. 안정적인 발효를 위한 최소한의 산도는 1단담금에서 16이상으로 알려져 있으며, 산도가 너무 높은 경우에도 주질의 열화 및 관능상에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다. 쌀누룩과 입국의 혼합담금의 경우에도 마찬가지로 입국의 사용비율이 낮을수록 증류주 관능기호도가 하락하는 경향을 보였다(실험구 A, B, C, D).

개량누룩을 적용한 담금은 발효말 알코올이 다소 적게 생성 되었고, 제조 증류주는 관능기호도가 가장 낮았다. 입국과 누룩을 혼합사용 하는 경우, 공통적으로 ‘원료취’ 및 ‘잡다한향’으로 묘사되었는데, 이는 미증자 곡물을 분쇄하여 제조한 방법과 누룩 자체의 다양한 미생물 커뮤니티가 생성하는 다양한 향미 기여 인자(Odor Active Compounds)의 영향으로 생각된다.

**발효제 사용에 있어서 입국을 단일로 사용하는 담금이 누룩을 전량 사용하는 담금과, 입국과 누룩을 혼합하여 사용하는 발효제 혼합담금의 경우 보다 증류주의 기호도가 높았다.**

만일 입국 발효제로만 제조한 증류주 제품에 추가하여, 좀 더 다양한 향미 특성을 가지는 증류주 제품의 라인업 확장(제품 다양화)을 목적으로 할 경우, 누룩을 혼합사용 하는 방법도 가능하다. 입국과 누룩을 혼합하여 증류주를 제조하는 경우 담금발효의 안정적인 진행과 발효성적, 그리고 관능기호성을 감안하여 입국의 사용량은 주원료대비로 40% 이상, 누룩의 사용량은 주원료대비로 10% 이하가 적절 할 것으로 사료된다.

표25. 발효제 함량별 증류주 제조 실험 결과

구 분	발효제비율					1단발효					
	입국	누룩	1단쌀	SP역가	실험기준	알코올	pH	산도	아미노산도	°Brix	
종합평균											
밀	평균					12.63	4.18	15.4	3.7	15.4	
누 룩	1	50	-	-	29,091	기준	12.67	3.47	26.0	3.5	18.8
	2	25	5	20	29,091	SP	<b>10.52</b>	3.79	13.5	3.8	15.3
	3	25	25	-	87,273	중량	14.53	3.96	15.7	4.2	15.4
	4	10	40	-	122,182	중량	<b>11.26</b>	4.46	19.5	4.0	15.2
	5	5	45	-	133,818	중량	<b>8.44</b>	4.24	13.5	4.2	15.0
	6	-	10	40	29,091	SP	14.49	4.64	<b>0.5</b>	2.6	13.3
	7	-	50	-	145,455	중량	16.52	4.00	19.3	3.8	15.1
쌀	평균					17.03	3.95	13.8	5.3	14.4	
	A	50	-	-	29,091	기준	15.92	3.47	25.6	3.3	17.7
	B	40	10	-	52,364	중량	16.20	3.52	18.5	4.5	17.0
	C	25	25	-	87,273	중량	<b>18.64</b>	3.91	12.5	5.5	15.8
	D	10	40	-	122,182	중량	16.00	4.42	<b>6.2</b>	6.3	12.5
	E	-	50	-	145,455	중량	<b>18.40</b>	4.41	<b>6.2</b>	7.0	9.2
개량	F	-	2.5	47.5	29,091	SP	15.90	4.24	<b>5.0</b>	1.8	5.0

구 분	2단발효					증류								
	알코올	pH	산도	아미노산도	°Brix	알코올	비율	기호도*	관능묘사					
종합평균														
밀	16.39	4.22	5.9	4.4	12.8	46.14	94.9	-	-					
누 룩	1	16.04	4.15	7.1	5.1	12.0	45.64	93.0	5.5±1.1	-				
	2	16.04	4.00	7.4	4.8	16.0	45.56	95.2	<b>6.7±0.9<sup>a</sup></b>	과일향, 꽃향, 단향				
	3	16.85	4.34	4.5	4.6	11.6	47.49	97.2	6.1±0.9 <sup>a</sup>	과일향, 원료취				
	4	17.70	4.32	5.2	3.8	11.0	44.23	87.5	5.4±0.5 <sup>bc</sup>	매운내,잡다한향				
	5	16.13	4.47	4.6	6.0	10.4	47.39	97.0	5.0±1.0 <sup>c</sup>	원료취, 고주취				
	6	16.06	4.33	6.2	6.5	10.4	48.37	94.9	5.1±0.8 <sup>c</sup>	가벼운향, 알코올취				
	7	<b>13.77</b>	3.53	13.0	3.5	13.6	39.35	86.1	4.2±0.8 <sup>d</sup>	후류취, 원료취				
쌀	1	15.70	4.05	8.5	6.8	10.8	47.08	93.0	5.1±0.6 <sup>c</sup>	과일향, 고주취				
	평균					17.07	4.34	4.7	3.8	13.9	47.18	97.5	5.1±1.6	-
	A	16.35	4.05	7.6	3.7	16.7	46.16	98.8	<b>6.8±0.8<sup>A</sup></b>	꽃향, 단향, 과일향				
	B	16.77	4.12	5.9	3.5	14.6	49.65	97.7	6.0±1.1 <sup>A</sup>	꽃향,부드러움,잡다함				
	C	<b>18.12</b>	4.47	4.3	3.7	13.8	46.09	99.2	4.3±1.0 <sup>B</sup>	단향,부드러움,원료취				
	D	16.45	4.90	<b>2.0</b>	3.5	13.9	46.09	96.7	4.2±0.4 <sup>B</sup>	무거움,잡다,부드러움				
개량	E	<b>17.64</b>	4.16	<b>3.5</b>	4.7	10.7	47.92	95.1	5.8±1.2 <sup>A</sup>	단향,원료취,잡다함				
	F	15.47	4.13	<b>4.0</b>	2.0	13.5	44.50	94.9	3.2±1.5 <sup>B</sup>	무거움,자극적,부패취				

\*기호도: n=9, p<0.05

### 6) Scale-up Test 결과

‘고품질 장기 숙성 증류주의 제조 및 숙성 기술 개발’을 목표로 3차년도 숙성 실험시 소요될 대용량 담금을 위한 사전 준비의 일환으로 기본 균주로 선정된 88-4호모를 이용한 Scale-up 실험을 실시하였다. 이상과 같은 담금으로 제조된 발효액을 소분하여 증류기 재질별, 증류압력별 4가지 조건으로 증류주를 제조하여 비교하였다.

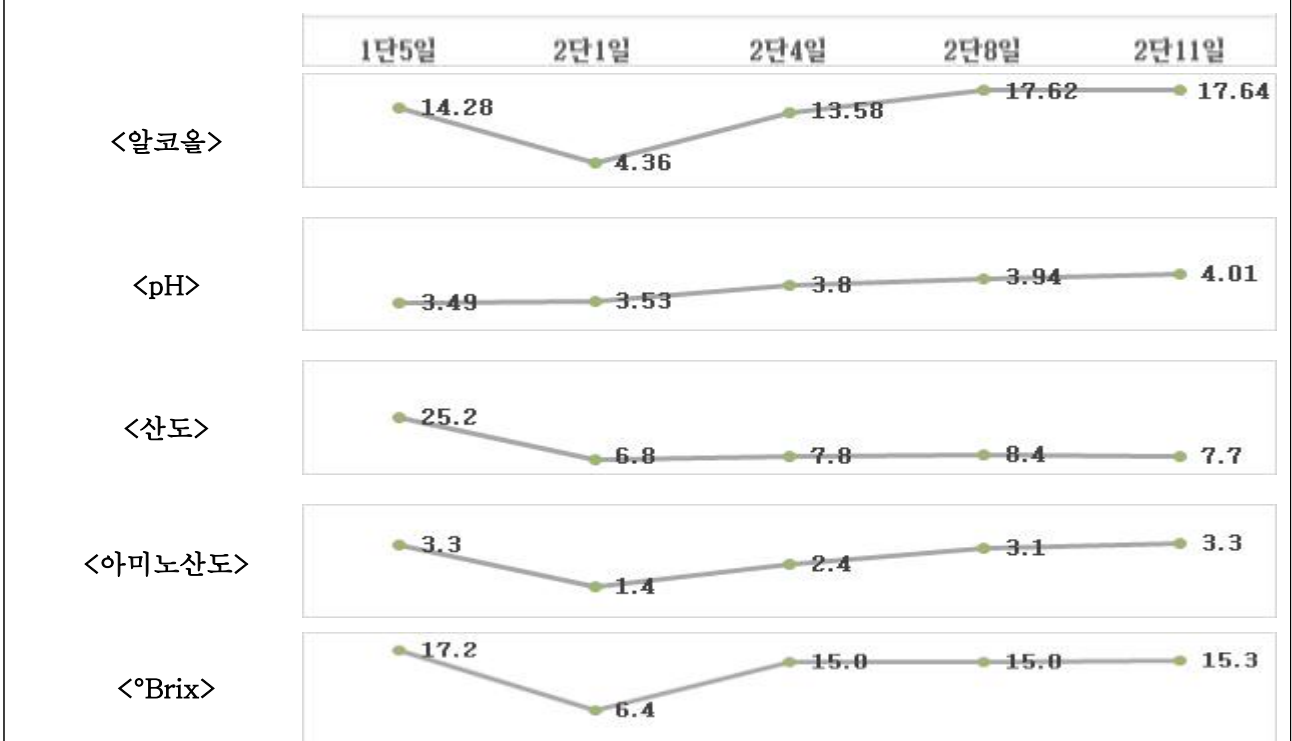
#### ① Pilot Scale 담금 결과

용량을 10배로 하여 담금실험 결과 규모에 따른 발효양상은 큰 차이를 보이지 않았고, 용량을 크게 하였을 경우 알코올 발효가 보다 잘 진행 되어, 발효말 알코올이 **17.6%에 달했다**. 담금용량을 대규모로 하여 진행시 용량에 따른 이상발효 혹은 발효말 알코올함량 미달의 우려는 없을 것으로 생각되며, 발효 성적이 보다 우수할 것으로 예상된다.(표26)

표26. 88-4호모를 적용한 Lab Scale과 Pilot Scale-up 담금 Test 결과

구분		1단발효					2단발효				
Scale	담금일자	알코올	pH	산도	아미노산도	°Brix	알코올	pH	산도	아미노산도	°Brix
Lab 3ℓ	2014. 1. 2	15.40	3.6	23.5	3.3	16.2	14.07	4.0	6.7	3.7	16.5
	2014. 2.10	15.44	3.6	19.0	3.0	18.6	16.50	4.1	6.8	3.2	14.7
	2014. 2.10	15.78	3.5	20.1	3.2	20.1	16.54	4.0	6.2	3.3	15.1
	2014. 3.26	12.67	3.5	26.0	3.5	18.8	16.04	4.0	7.4	4.8	16.0
	2014. 4.25	15.92	3.5	25.6	3.3	17.7	16.35	4.1	7.6	3.7	16.7
	평균	15.04	3.5	22.8	3.3	18.3	15.90	4.0	6.9	3.7	15.8
Pilot 30ℓ	2014. 1. 3	14.28	3.5	25.2	3.3	17.2	<b>17.64</b>	4.0	7.7	3.3	15.3

<Pilot Scale 담금 일차별 분석>



## ② 조건별 증류주 제조 비교

앞서 Pilot Scale 담금을 통해 제조된 동일한 발효액을 2,000ml씩 소분하고, 증류시 조건을 부여하여 증류주를 제조하였다. 스테인리스와 구리증류기 재질의 증류기를 사용하여 감압(100±20mmHg)과 대기압하 상압(760mmHg)의 증류압력 조건을 부여하여 증류를 시행하였다. 동일한 발효액을 증류하였음에도 매우 다른 성상 및 관능의 증류액이 제조되었다.(표27)

증류기 재질별로, 스테인리스의 경우 증류액의 산도가 구리보다 조금 높게 나타났고, 흡광도는 낮게 나타났다. 증류를 위한 시간이 스테인리스 재질이 다소 짧았으며, 가열을 위한 투입된 전력량도 스테인리스 재질의 경우가 적었다.

증류압력에 따라서는 감압증류의 경우 흡광도가 상압증류보다 매우 낮았고, 증류시간 및 가열을 위한 전력량소모도 감압증류의 경우가 적었다.

증류주를 알코올 20%로 희석하여 18명의 술전문가를 대상으로 기호도 관능검사를 9점척도로 실시하였다. 결과 감압증류의 경우가 상압증류의 경우보다 기호도가 유의성있게 높게 나타났고, 구리재질의 경우가 스테인리스재질보다 비교적 높게 나타났다. 기호도는 감압구리(6.9)>감압스테인리스(6.5)>상압구리(5.6)>상압스테인리스(4.1)순 이었다.

감압증류로 증류주를 제조시 관능기호도가 높고, 증류기재질별로는 큰 차이가 없으므로 어떤 재질로 증류주를 제조하여도 무난한 주질이 예상된다. 반면, 상압증류로 증류주를 제조시, 구리재질의 증류기로 제조된 증류주의 관능기호도가 스테인리스보다 유의적으로 우수하였다.

증류기의 재질별 산업적 활용 현황은 1,000 ~ 3,000ℓ 발효액을 증류할 수 있는 규모로서, 스테인리스 재질의 증류기가 주를 이루고 있으며, 스테인리스를 증류기를 이용하여 상압증류, 감압증류, 또는 두가지 방법을 선택적으로 시행하여 제품을 생산하고 있다. 그러나 구리재질의 증류기로 증류하는 경우는 소규모로서 최대 300 ~ 500ℓ 정도의 발효액을 증류할 수 있는 설비가 일부 과실을 원료로 한 상압증류 방식의 증류주 제조에 사용되고 있다. 순수한 구리(純銅) 재질의 증류기로서는 감압증류를 시행하기에는 증류기 파손(타 금속에 비해 금속의 강도가 낮아 압력차에 의한 증류기 붕괴사고 발생) 위험이 따르며 실질적으로 순수 구리증류기를 활용한 감압증류주 제품의 산업적 생산사례는 없다.

추후 대용량으로 동일하게 제조한 증류주의 숙성조건 실험진행을 위해 증류기재질은 스테인리스, 증류조건은 감압증류로 설정하였다.

표27. 증류기 재질별, 증류압력별 증류주 제조비교

구분	본류	산도*	흡광도		증류 비율	증류 시간	가열 전력량	기호도**	관능묘사
	Alc.%	ml	430nm	480nm	%	분	kWh	9점	
종합평균	46.0	0.8	0.0796	0.0667	94.7	87	0.908	5.8±1.4	-
스테인리스	46.7	0.9	0.0519	0.0488	96.3	75	0.785	5.3±1.4	-
감압	46.7	1.0	0.0029	0.0048	95.3	70	0.671	6.5±0.7 <sup>a</sup>	상쾌함, 가벼움, 꽃향기
상압	46.6	0.8	0.1009	0.0928	97.2	80	0.899	4.1±0.9 <sup>c</sup>	쇠냄새, 탄내, 비릿내
구 리	45.4	0.6	0.1074	0.0846	93.2	100	1.030	6.3±1.2	-
감압	43.4	0.5	0.0082	0.0119	90.6	87	0.832	6.9±0.8 <sup>a</sup>	과일향, 상쾌함, 단향
상압	47.3	0.7	0.2066	0.1572	95.7	112	1.228	5.6±1.1 <sup>b</sup>	구수한향, 꽃향기, 부드러운

\* 산도: 0.01N NaOH 적정ml, \*\* 기호도: n=18, p<0.05

7) 시판 증류주 분석 결과

시중에 제조 판매 되고 있는 쌀증류주 10종(국산 6종, 일본 4종)에 대해 분석 및 기호도 관능평가를 진행 하였다. (표28)

국산 증류주의 경우 대체적으로 제품의 산도가 높게 나타난 반면, 일본 증류주의 경우 산도가 1ml 미만으로 국산 증류주 산도의 8분의 1수준 이었다. 증류주의 산도는 휘발성 유기산의 함량에 의해 좌우 되는데, 대부분의 경우 알코올 보다 비점이 높은 고비점 성분으로서 증류후반부에 집중하여 유출된다. 증류를 오래 시행하거나, 알코올 증류비율을 높이고자 증류주 목표알코올도수를 낮게 설정하여 증류하면 산도는 높아진다. 산도가 높은 경우의 증류주는 주질의 열화가 잘 일어나고, 숙성시 산패우려가 있다. 증류주 제조에 있어서 알코올 증류비율과 산도의 관계는 경제성과 주질의 관계로 대비된다 할 수 있다.

증류주의 제조시 증류압력에 따라 특정물질이 생성되는데, 상압증류시 높은 온도에 의해 생성되는 물질이 Furfural이다. 감압증류의 경우 Furfural은 생성되지 않으므로 제품의 Furfural성분 분석을 통하여 증류방식을 알 수 있다. 10종의 증류주를 분석결과 감압증류제품이 5종, 상압증류제품이 5종으로 판별되었다.

제품10종에 대해 기호도 평가결과 감압증류제품이 상압증류제품의 기호도보다 대체적으로 높았고, 기호도가 높은 순으로 감압증류제품 2종의 기호도가 유의적으로 높게 나타났다. (JSG 6.3<sup>a</sup>, KHY 5.9<sup>ab</sup>)

표28. 시중 판매 증류주 분석

구 분	표시 알코올	측정 알코올	pH	산도*	Furfural 검출여부	증류 방식 (압력)	기호도**	관능묘사	
	Alc.%	Alc.%		ml			9점		
	-	30.9	5.3	2.5	-	-	4.8±1.5	-	
국	-	34.3	4.5	3.8	-	-	4.3±1.6	-	
내 산	KHY	41	40.8	4.9	1.3	N.D.	감압	5.9±1.4 <sup>ab</sup>	산뜻함,깨끗함
	KMI	35	34.8	4.2	6.5	N.D.	감압	3.8±1.5 <sup>def</sup>	간장내,땀내
	KIP	21	20.5	4.5	2.7	○	상압	4.9±1.3 <sup>bcd</sup>	알코올,산뜻함
	KNK	30	30.0	4.2	3.1	○	상압	4.5±1.5 <sup>cde</sup>	과일향,꽃향
	KMB	40	40.0	4.4	7.3	○	상압	3.3±1.2 <sup>f</sup>	간장내,땀내
	KGS	40	40.1	4.6	1.8	○	상압	3.6±1.2 <sup>ef</sup>	간장내,땀내
일	-	25.9	6.5	0.5	-	-	5.4±1.0	-	
본 산	JSR	25	25.1	8.7	0.3	N.D.	감압	5.1±0.9 <sup>bc</sup>	알코올,꽃향
	JKS	25	25.2	5.0	0.7	○	상압	5.0±1.1 <sup>bc</sup>	송진내,단향
	JSG	25	25.0	4.9	0.7	N.D.	감압	6.3±0.9 <sup>a</sup>	깨끗함,가벼움
	JMY	28	28.2	7.5	0.3	N.D.	감압	5.2±0.8 <sup>abc</sup>	깨끗함,산뜻함

\* 산도: 0.01N NaOH 적정ml, \*\* 기호도:n=10, p<0.05, \*\*\* N.D. Not Detected

8) 2차년도 과제 결과 고찰

선발된 효모의 특성을 증류주제조 관점에서 산업화를 목적으로 연구 진행하였다. 현재 증류주 제조를 위한 전용효모의 국산화 연구는 전무하며, 산업현장에서도 외산균주들이 주로 사용되고 있는 실정이다. 전국 각지에서 전통 누룩으로부터 분리한 균주 가운데 선발 및 특성 실험을 통해 최종적으로 우리 증류주 제조에 최적화된 균주를 선정하였고, 그 제조특성을 정리하였다.(표29)

특성연구를 통해

- ① 증류주 제조 특화 효모로서 풍부한 향미와 함께, 일관성 있는 관능패턴과 우수한 기호도, 적은 유기산생성으로 증류주의 향미가 우수한 균주 **88-4**,
- ② 관능기호성이 높으며, 부드럽고 가벼운 방향성의 증류주 제조가 가능한 균주 **98-4**,
- ③ Alcohol acetyltransferase 활성이 높아 특정 Ester를 강화한 주류의 제조가 가능한 균주 **172-6**,
- ④ 알코올 발효력이 우수하여 고알코올 증류주 제조에 적합한 효모로서 소주용 주정 및 보드카 원액의 제조 가능성을 보인 **192-4**,
- ⑤ 알코올발효력이 있고, Esters강화 및 Metabolites의 기능성을 활용한 주류에의 적용 및 신개념주류 개발이 가능한 *Pichia*속 **161-7**,
- ⑥ 상면발효의 특성을 활용한 주류 제조가 가능한 **H3-1**

균주 발굴의 의미가 크다.

표29. 선정균주 및 증류주 제조용 산업화 균주의 양조 특성표

◎우수	○양호	□보통	△미흡	×불량
↑높음/많음/빠름		—보통/평균/중간		↓낮음/적음/느림

구분	발효시작 속도	AAT 효소활성	유기산 생성량	기질활용 다양성	기질 활용률	Biomass 생성	효모 침강성	
선정균주	88-4	15.4 ↑	7.78 ↑	4.75 ↓	19 ○	75.5 —	0.51 —	1.5 ↓
	98-4	14.3 —	5.62 —	4.97 ↓	19 ○	79.3 —	0.53 —	2.6 ↑
	161-7	10.4 ↓	0.00 ↓	5.64 ↑	6 △	77.0 —	0.30 ↓	0.9 ↓
	172-6	15.7 ↑	10.81 ↑	4.89 ↓	13 □	72.0 —	0.38 ↓	1.8 ↓
	192-4	14.8 ↑	10.42 ↑	5.19 —	26 ◎	83.4 ↑	0.60 ↑	2.0 —
	H3-1	15.6 ↑	1.31 ↓	5.72 ↑	17 ○	78.6 —	0.38 ↓	1.7 ↓
	H4-1	15.0 ↑	5.68 —	5.93 ↑	26 ◎	72.6 —	0.53 —	2.5 ↑
	증류주균주	일본소주 (S2)	16.4 ↑	9.30 ↑	5.51 —	30 ◎	91.1 ↑	0.53 —
일본소주 (가고시마)		17.8 ↑	6.73 —	5.69 ↑	14 □	91.7 ↑	0.48 —	2.1 —
위스키 (M1)		15.8 ↑	4.50 —	4.04 ↓	20 ○	78.7 —	0.43 ↓	2.0 —
보드카주정 (Ethanol-Red)		16.4 ↑	8.96 ↑	4.99 ↓	35 ◎	74.1 —	0.52 —	2.3 —
브랜드 (SIHA Atvhf6)		13.1 —	6.19 —	5.79 ↑	18 ○	76.4 —	0.55 ↑	3.1 ↑

\*발효속도:1단알코올(%), AAT:i-amylacetate 생성 unit(μmol/h), 유기산:발효말(g/l), 기질다양성:탄소원동화수, 기질활용률(%):(잔여당/투입총당)\*100, Biomass:발효말고형분(dry g), 효모침강성:침강부피(ml)

[제1세부] 3차년도 증류주의 제조 및 숙성

(1) 재료 및 방법

1) 재료

3차년도는 1-2차년도 수행시 발굴한 증류주 전용 효모와 제조 조건을 적용하여 대용량(5,000ℓ)의 증류주를 제조 하였다. (표1, 표2)

표1. 3차년년도 과제진행관련 사용재료 / 원료

구분		재료	비고
효모	<i>Scerevisiae</i>	88-4	최종선정 증류주 전용 효모
원료	쌀 (국내산)	철원오대미	농협
발효제	입국	쌀백국( <i>Asp.luchuensis</i> )	수원중국 (조은곡식 동일)

표2. 증류주 대용량 제조를 위한 실험 조건

구분		조건	수량
총원료		입국(발효제)+쌀(주원료)	6,000kg
1단담금 (25℃, 6일)	입국	입국비율 50%	2,000kg
	급수	1단급수 130%	2,600ℓ
	효모	>10 <sup>8</sup> /ml 0.2%v/w(입국)	15ℓ
2단담금 (25℃, 11일)	쌀	총원료- 입국량	4,000kg
	급수	2단급수 175%	7,000ℓ
총급수량		총급수비율 160%	9,600ℓ
총원료+ 총급수			15,615ℓ
증류	증류방식	단식감압증류 (간접가열)	110±20mmHg (스팀자켓)
	발효액	4,000ℓ/회, 알코올 17±1%v/v,	
	증류액	1,400ℓ/회(4회), 발효액량대비 35±2%, 알코올 45±2%v/v	
	증류비율	90% 이상	

## 2) 실험 방법

### ① 1-3차년도 과제 요약

1-2차년도까지 산업효모를 대조균주로 하여 한국식품연구원에서 분리하여 보유하고 있는 효모 가운데 증류주 제조 적성에 적합한 효모를 발굴하였고, 이와 함께 분리 균주의 특성을 연구하였다. 발굴된 균주와 선정된 제조 조건을 적용하여 3차년도 과제인 대용량 증류주 5,000 ℓ를 제조 하였고, 동일 증류원주의 숙성 조건별(숙성재료, 숙성환경) 변화연구 진행(4-5차년도)을 위한 제반 실험을 구축하였다. (표 3)

표3. 1-3차년도 과제 진행 요약

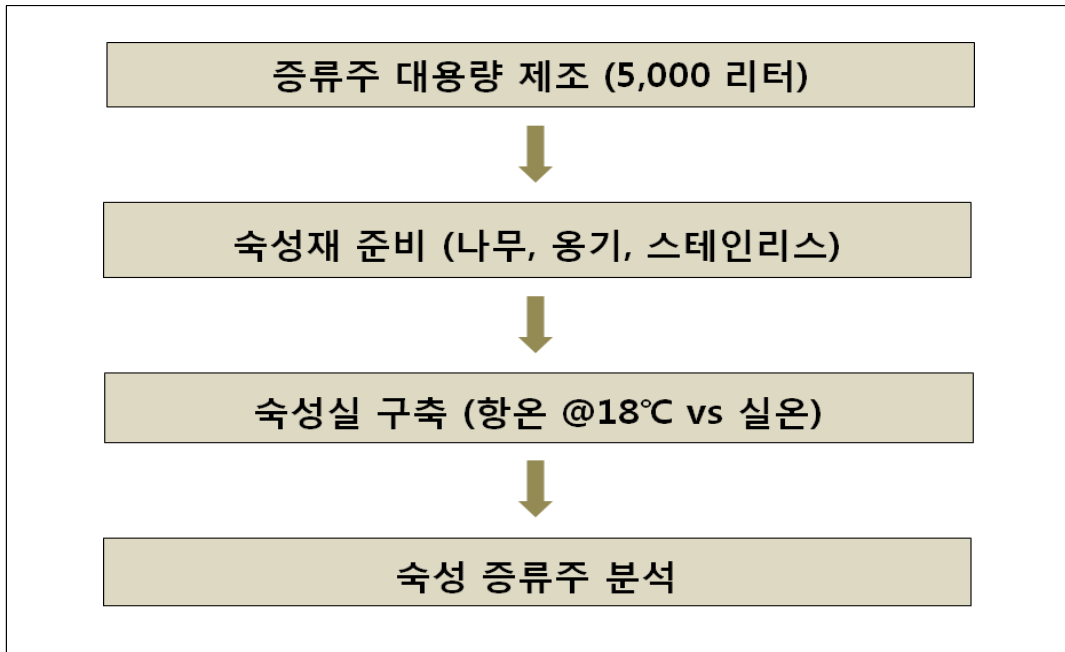
구분	1-2차년도 과제 진행		3차년도 과제 진행
	균주선발	균주특성연구	증류주 대용량 제조 및 숙성 구축
결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 증류주 제조 조건 확립</li> <li>● 증류주 제조 전용 효모 발굴 (특성별7종)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 증류주 5,000 ℓ 조건별 숙성 시작</li> </ul>
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 1차선발(971 → 118)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-신속한발효시작</li> <li>-24시간경과발효왕성</li> <li>-산막(거품막)미생성</li> </ul> </li> <li>▶ 2차선발(118 → 40)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-주모(1단)담금발효력</li> <li>-알코올발효력</li> <li>-효모증식성</li> <li>-대조균주(4):소주(2),위스키,주정</li> </ul> </li> <li>▶ 3차선발(40 → 7)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-2단담금발효성</li> <li>-발효패턴(진급완후)</li> <li>-일반분석, 기기분석, 관능기호성</li> <li>-Cell Morphology</li> <li>-대조균주(4):소주(2),위스키,주정</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 균주동정</li> <li>▶ 발효특성</li> <li>▶ 효소활성(AATase)</li> <li>▶ 탄소원이용능</li> <li>▶ 증류특성</li> <li>▶ 누룩발효제 적용</li> <li>▶ Scale-up (Pilot)</li> <li>▶ 시판증류주 비교</li> <li>▶ 산업효모대조(8)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-소주(2)</li> <li>-위스키(1)</li> <li>-주정(1)</li> <li>-베이커(1)</li> <li>-브랜드(1)</li> <li>-와인(1)</li> <li>-막걸리(1)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 증류원주 대용량 제조                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-제조수량 고려 Plant 검토</li> <li>-Plant Scale 제조 세부 검토 (균주, 원료, 공정, 관계 법규, 예산)</li> <li>-확립조건 현장 적용 제조</li> </ul> </li> <li>▶ 숙성재료 및 숙성환경 구축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-숙성재료: 나무(AO), 옹기, 스텐리스</li> <li>-용기용량: 20 ℓ</li> <li>-숙성실: 실온, 항온(Set 18±2℃)</li> </ul> </li> <li>▶ 숙성도 분석법 확립                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-일반분석: 알코올,pH,산도,전기전도도</li> <li>-광학분석: OD, 색도, 탁도</li> <li>-성분분석: GC, LC, ICP</li> <li>-구조분석: NMR(O<sup>17</sup>), DSC</li> </ul> </li> </ul>

### ② 3차년도 연구 과제 수행 Framework

장기 숙성 증류주의 숙성변화 연구를 위해 대용량 증류주 제조 수행, 숙성재료(Oak나무, 옹기, 스텐리스 재질)의 준비, 두 가지 온도조건(항온, 실온)의 숙성실 구축, 숙성 기간에 따라 숙성 증류주의 숙성도 연구를 위한 숙성주 분석 방법 확립의, 총 4단계로 진행 하였다. (표4)



표4. 과제 수행 Framework



③ 증류주 대용량 제조를 위한 PLANT 현장 검토

장기 숙성 증류주의 변화 연구를 위해 동일하게 제조된 대용량 증류원주가 필요함에 따라 국내 증류식소주 제조 면허를 보유하고 있고, 최종 증류원주 용량 기준 5,000 ℓ 이상으로 제조가 가능하며, 기선정한 제조 조건인 감압증류와 2단담금 방법 적용이 가능한 업체를 검토 선정 하였다. (표5)

표5. 증류식소주 제조 PLANT 검토

구 분		필요조건	L 社	H 社	Je 社	M 社
제국기 (제조 Capa.)		2,000kg	5,000kg	1,000kg	1,000kg	2,000kg
담금 방식		2단	2단	2단	3단	2단
발효조 (담금 Capa.)	1단	6,000 ℓ	3,000 ℓ	1,000 ℓ	1,000 ℓ	6,000 ℓ
	2단	18,000 ℓ	66,000 ℓ	2,000 ℓ	2,000 ℓ	20,000 ℓ
증류기 (발효액Run Capa.)		2,000 ℓ 이상	2,500 ℓ (2기)	2,000 ℓ (1기)	1,500 ℓ (1기)	5,000 ℓ (1기)
증류 방식		감압	감압	감압	상압	감압
제품 검정Capa.		5,000 ℓ 이상	10,000 ~ 200,000 ℓ	1,000 ~ 3,000 ℓ	1,000 ℓ	20,000 ℓ
제조장 선정						적합

#### ④ 증류주 PLANT 현장 제조

목적으로 하는 알코올 43(±2)%v/v 증류주의 5,000ℓ 제조를 위해 원료(철원오대쌀), 전처리(제국), 담금발효(2단담금, 온도, 기간, 급수율, 발효제(국)비율), 증류(감압증류, 목적분류분알코올) 및 최종 증류액의 균일화(4Batch 증류액 블렌딩)까지 기 설정한 조건을 적용하였다. (표6)

표6. 증류주 대용량 제조 Process Flow

흐름도	공정명	설비명	공정조건	
	원료입고	보관창고	· 철원오대쌀 6 Ton 입고	
	세미/침미	침미조 2 - 3.5ton	· 세미/침미 40분 작업개시 10:00 물빼기 후 연속적 투입	
	증자	연속증자기 (컬럼형) SV 2ton/hr	· 스팀증자 40분 상부→하부로 이동하며 스팀 증자	
	제국	종국살포	컨베어벨트 종국살포기 (과립형/분말형)	· 수원종국(분말형) 백국 살포 후 컨베어벨트 → 에어블로어 이송
		입실	자동 제국기 2ton	· 제국시간 43시간 · 입실온도 20±2℃ · 품온조절 Max 43℃
		출국	자동 제국기	· 출국품온 35±2℃ · 과정확인, 출국수분 30±2% · 에어블로어 이송: 제국기→주모조
	1단담금 (주모)	효모배양	국즙배지 배양 (15ℓ)	· 배양기간 48시간 (한국식품연구원 88-4효모) · 효모수 1.7×10 <sup>8</sup> c/ml
		1단담금	주모조 용량 5,843ℓ	· 담금기간 6일 · 담금순서 ①급수2,400ℓ ②배양효모투입15ℓ ③입국투입 2ton
	2단담금	발효조 용량 21,508ℓ	· 담금기간 11일 · 담금순서 ①급수7,200ℓ ②주모이송 4,400ℓ ③증자미투입 4ton	
	증류	감압증류기 용량 5,000ℓ	· 2단담금13일차부터 증류시행 · 단식증류(Batch Distillation) 4회 - 4,000ℓ /회, 2회/1일 - 감압도 -650±20mmHg(110±20Torr) - 증기 온도 40 ~ 55℃ - 유출액 온도 15 ~ 20℃ - 2nd Cut 알코올 15% 미만 - 종료 Cut 알코올 8% 미만 - 분류량 알코올43%, 1,415ℓ /Batch	
증류주 저장	분류저장조 용량 20,000ℓ	· 증류주 4Batch 저장 - 5,600ℓ		

⑤ 숙성재료 준비

동일 제조 증류원주의 숙성에 따른 변화 연구를 위해 3가지 숙성재료(나무, 옹기, 스테인리스)를 20ℓ 동일한 용량으로 각각 60개씩 제작하였다. 나무 숙성재의 경우 백참나무수종(*Quercus alba*)으로 모양은(Shape) American Standard Barrel Type으로 제작하였고, 옹기의 경우 통기성을 고려하여 유약과정이 없는 옹기로 일자형으로 불룩한 배가 없게(옹기의 균일한 두께를 위해) 제작을 하였다. 스테인리스의 경우 장기숙성시 내구성을 고려하여 스테인리스의 강판이 일반(0.7mm)보다 두껍게 0.8T(0.8mm)로 하였고, 밀폐형 잠금장치를 추가하여 덮개를 제작하였다. (표7)

표7. 숙성 재료의 준비

구분		나무	옹기	스테인리스
원재료		·아메리칸화이트오크( <i>Q.alba</i> ) ·차링(Medium) ·필링(filling)전 물불림	·옹기토 ·소지→토련→성형→건조 →소성→마무리	·SUS304 ·0.8T (0.8mm)
제작 (각60개)				
				
				
Size	Capacity (ℓ)	20	20	20
	Height (cm)	46	50	40
	Width (cm)	30	30	35
	Weight (kg)	6.1±0.5	10.9±0.5	3.3±0.1

나무의 숙성은 위스키 및 브랜디를 숙성하는데 범용으로 사용되는 오크(참나무)인 아메리칸화이트

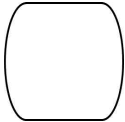
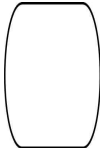
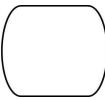


오크폼종(*Quercus alba*)으로 신규 제작된 오크캐스크(Oak cask)를 사용하였다. 오크의 품종에 따른 주류별 적용비율과, 오크캐스크의 타입별 용량(volume), 크기(height), 지름(diameter), 내부면적대부피비(surface volume ratio)를 정리하였다. (표8, 표9)

오크캐스크 내부의 증류원주의 용량대비 접촉면적이 클수록 숙성의 효과는 커지는 것으로 알려져 있다. 표에서도 알 수 있듯이 캐스크의 크기와 모양에 따라 내부접촉표면적이 달라진다. 캐스크의 크기가 작을수록, 동일용량의 경우라도 길쭉할수록(높이가 클수록) 접촉표면적의 비율이 크다.

표8. 오크폼종별 주류적용비율

오크 타입	오크 품종	Tannin 함량 (as % of wood)	1st Filling (최초주입)	Scotch적용비율
스페인레드Spanish	chiefly <i>Q. robur</i>	10	Sherry	15%
트롱세레드Tronçais	<i>Q. petraea</i>	8.8	Wine	
리무쟁레드Limousin	<i>Q. robur</i>	5.6	Cognac	
<b>아메리칸화이트American</b>	<b><i>Q. alba</i></b>	<b>3.2</b>	<b>Bourbon</b>	<b>85%</b>

표9. 오크캐스크 타입

캐스크 타입	모양	용량 (ℓ)	높이 (m)	지름 (m)	면적:부피 비율
Puncheon *		558	1.13	0.96	67.5
Butt		500	1.27	0.90	71.0
Dump hogshead		254	0.86	0.72	88.5
A.S.B. **		191	0.88	0.63	100
<b>AWO *** (실험주문)</b>		<b>20</b>	<b>0.46</b>	<b>0.30</b>	<b>260</b>

\* 근래에는 잘 사용하지 않음, \*\* American Standard Barrel, \*\*\* American White Oak

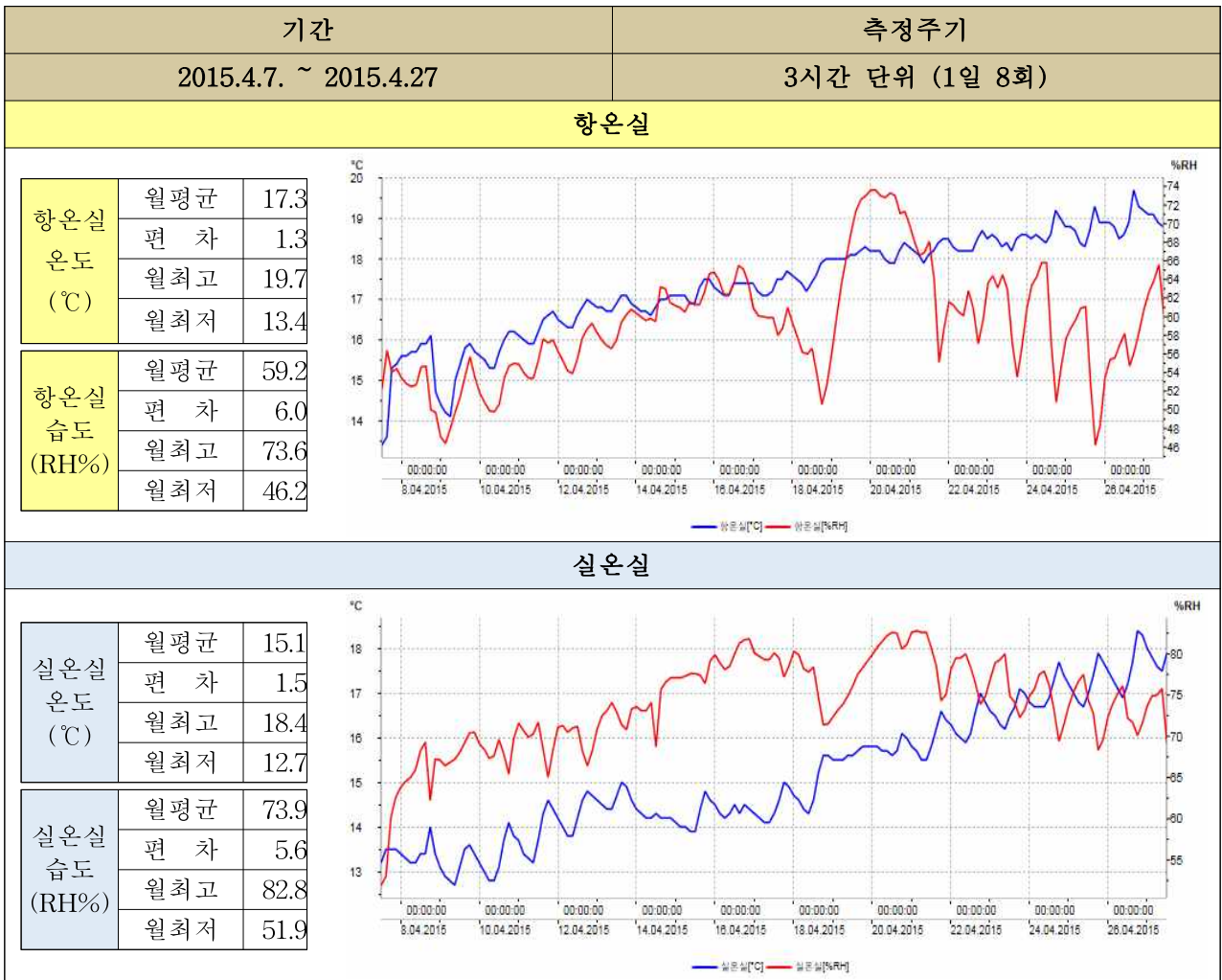
⑥ 숙성실 구축 (항온실, 실온실)

숙성시 환경이 숙성주에 미치는 영향에 관해 비교 연구를 위해 온도조절기를 설치한 항온실과 계절에 따라 실내온도가 변하는 실온조건으로 숙성실을 구축하였다. 개별 숙성실의 크기는 가로 및 세로가 3~4m(숙성실별 3평 규모) 높이는 3m로 하여 난연소재 판넬을 이용하여 구축하였고, 숙성실별 총 90개 켜의 실험샘플(숙성실별 나무30, 옹기30, 스테인리스30개)의 정리정돈을 위해 3단의 중량선반을 설치하였다. (표10) 실험구의 항온실 온도의 설정온도는 18℃로 하였고 항온실 내부의 위치에 따른 온도편차는 ±2℃ 내외였다. 숙성실 온도 및 습도 변화 모니터링을 위해 온도 기록계와 습도 기록계를 설치하여 3시간 단위로 온도 및 습도를 측정 하였다. (표11)

표10. 숙성실 구축 도면과 모습 (항온실, 실온실)

도면 (상: 판넬, 하: 선반)	숙성실(상: 실온실, 하: 항온실@18±2℃)

표11. 숙성실 온도습도 모니터링



⑦ 숙성 실험구

대용량으로 제조된 증류주를 숙성소재에 주입(Filling)하는 과정을 거쳐 숙성실별 동일한 수로 입고 하였다. 숙성 연구를 위한 소재별, 숙성환경별 실험구의 준비가 완료 되었다. 증류주의 숙성도 분석을 위한 분석주기를 초기 1년 동안은 월단위로, 그 후 2년 동안은 분기단위로, 그 후 3년 동안은 반기 단위로, 그 후 마지막 4년동안 년단위로 총 10년의 장기 숙성기간을 두어 과제 종료(2017년) 이후에도 분석을 추적 분석을 실시할 계획이다. (표12)

표12. 숙성 실험구 및 분석주기(계획)

구분		용기 개수		분석주기 및 횟수				총		
재질	용량 (l)	실온실	항온실 @18±2°C	월	분기	반기	년	샘플소요	분석시작	종료시기
나무	20	30	30	12	8	6	4	30	2015.4	10년
용기	20	30	30	12	8	6	4	30	2015.4	10년
스테인리스	20	30	30	12	8	6	4	30	2015.4	10년

### 3) 증류주의 숙성도 분석

증류주 숙성도 변화 연구를 위해 스카치위스키, 아메리칸위스키, 브랜디, 증류식소주 관련 문헌 및 논문과, 산업체에서 현재 활용하고 있는 분석 방법들을 스타디하고 필요한 분석법을 확립하였다. 증류주의 일반적인 성상을 분석하는 일반분석 4종(알코올, pH, 산도, 전기전도도)과 광학분석 3종(색차, 흡광도, 탁도), 유기산과 향기성분, 중금속을 포함하여 미네랄 분석을 통한 성분분석 3종(LC 유기산, GC 향기, ICP 미네랄 및 중금속), 증류주 숙성도의 미세한 입자단위의 변화 측정을 위한 구조분석 2종(NMR, DSC)을 분석하여 숙성소재에 따른 변화와 분석수치간의 상관성을 구명할 계획이다. (표13)

표13. 증류주 숙성도 분석개요

구분	항목		단위	비고		
일반분석	숙성실	온도	℃	Log Data	3시간단위	
		상대습도	%RH			
	알코올		%v/v	@15℃		
	pH		-			
	산도		ml	0.01N NaOH 적정		
전기전도도		μs	미네랄용출			
광학분석	색차	L	-	lightness	월단위	
		a		+red, -green		
		b		+yellowness, -blueness		
	흡광도	OD 275nm	-	OD (Optical Density)		
		OD 420nm				
OD 760nm						
탁도	NTU	-	turbidity			
성분분석	유기산	Acetic acid	ppm	정량 (LC)		
		Lactic acid				
		Succinic acid				
	향기	RT 0~20	% Area	상대비교 (GCMS)		
		RT20~30				
		RT30~50				
	미네랄	중금속	K	ppm	정량 (ICP)	
			Na			
			Ca			
Mg						
Fe						
Cu						
Mn						
Zn						
Si						
Cd						
Pb						
As						
구조분석	NMR - O <sup>17</sup>	Half peak width size	Hz	600MHz @20℃		
		흡열량	-60~-40℃	kJ	정량 (DSC)	
	-40~-20℃					
	-20~ 0℃					

(2) 결과 및 고찰

1) Plant Scale 대용량 증류주 제조 결과

① 대용량 담금 발효 결과

선정된 효모를 이용하여 대용량 담금을 실시하였다. 1-2차년도 과제 수행 시 발굴한 효모의 Scale-up 실험은 3ℓ에서 10배로 확대하여 30ℓ 용량의 Pilot 담금 발효를 진행 하였고, 3차년도에서 500배로 확대하여 16kl 용량의 Plant Scale-up 담금을 실시하여 발굴 균주의 산업화 가능성을 확인 하였다. 동일한 급수비율과 발효기간 및 온도에서 담금의 규모가 커질수록 담금액의 최종 발효액 알코올 도수가 증가하였다. 이와는 달리 pH, 산도, 아미노산도 분석 결과 담금의 규모와는 상관없이 유사한 수치를 보임에 따라, 산성 기여 성분들과 효모사멸시와 대사과정에서 분비되는 대사체인 아미노산류의 함량은 유사할 것으로 사료된다. (표14)

표14. 제조결과 Review - Scale-up 담금 발효

구분		1단발효				2단발효			
Scale	담금년월	알코올	pH	산도	아미노산도	알코올	pH	산도	아미노산도
Lab 3ℓ	2014.1	15.40	3.6	23.5	3.3	14.07	4.0	6.7	3.7
	2014.2	15.44	3.6	19.0	3.0	16.50	4.1	6.8	3.2
	2014.2	15.78	3.5	20.1	3.2	16.54	4.0	6.2	3.3
	2014.3	12.67	3.5	26.0	3.5	16.04	4.0	7.4	4.8
	2014.4	15.92	3.5	25.6	3.3	16.35	4.1	7.6	3.7
	평균	15.04	3.5	22.8	3.3	<b>15.90</b>	4.0	6.9	3.7
Pilot 30ℓ	2014.1	14.28	3.5	25.2	3.3	<b>17.64</b>	4.0	7.7	3.3
Plant 16kl	2015.3	14.75	3.4	24.7	2.8	<b>18.25</b>	4.0	8.5	2.5

② 대용량 증류주 제조 결과

목적으로 한 5,000ℓ의 증류주를 제조하기 위하여 발효술덧 15,600ℓ를 4회로 나누어 증류를 실시하였다. 증류는 단식증류(Batch distillation)로서, 증류기 재질은 스테인리스, 가열방식은 스팀자켓으로 증류기를 간접가열하는 방식으로 열에너지를 공급하였다. 증류압력은 감압도 -650±20mmHg(110±20Torr)로 수봉식 감압펌프로 형성시켰고, 유출증기의 응축(Condensing)을 위한 냉각기는 수직형 셸튜브형(Shell & Tube type condenser)으로 지하수(15±5℃)를 사용하였다. 1회 증류시 소요시간은 발효술덧 이송부터, 증류시행, CIP 까지로 하여 총4시간/Batch 소요 되었다. 증류조작은 발효술덧을 증류기에 이송시킨 후 감압펌프 가동과 함께 스팀을 자켓에 공급하고, 증류기 내부의 발효술덧의 온도가 30℃에 도달하면 냉각기를 가동하였다. 발효술덧의 온도가 37~40℃ 도달시 발효술덧이 끓기 시작하고 증기가 상승하기 시작하였다. 상승된 증기는 증류관(still neck, rylene arm)을 통해 냉각기에서 열교환을 거쳐 증류액으로 유출되었다. 유출액의 온도는 23±5℃ 로서 최대 30℃를 넘지 않게 하였다. 수직형 셸튜브 컨덴서에 공급되는 냉각수(지하수)는 유출액의 온도에 따라 자동 조절 하였다. 증류 시행중에 유출되고 있는 증류액을 모니터링하기 위해 비중계(Hydrometer)를 냉각기 후단에 인라인으로 부착하여 알코올도수를 모니터링 하였다. (그림1)

증류유출액의 알코올도수는 초기 70%v/v 이상으로 시작하여 점차 알코올도수가 감소하여 15%v/v가 되는 지점을 본류컷포인트(Spirit cut point)로 하여 증류를 시행하였다.



숙성을 위한 증류주 원주는 알코올 43%v/v를 목표로 하였고, 증류시 본류액의 알코올은 이보다 2%v/v 높은 알코올 45±2%v/v를 목표로 하여 증류를 시행하였다. 증류기의 운영용량(Running Capacity)은 1회 증류시 4,000 ℓ의 발효술덧을 충전(Charging)하여 발효술덧액량 대비 35±2%의 부피비의 증류액량을 목표로 하여 1,440±40 ℓ/Batch 증류를 4회 실시하였다. 4회 실시한 증류액을 20,000 ℓ 용량의 하나의 대용량 저장조에 모아 균일화 하였다.

제조결과 총증류분류액량은 5,770 ℓ, 발효액량대비 부피비는 37%, 증류분류분 알코올은 46.9%v/v 였다. 증류비율을 계산한 결과 95.1%로서 목표로한 90%보다 높은 결과를 보였으며, 원료ton당 순알코올생산 측면에서도 451 ℓ/ton 으로서 매우 높은 수치를 나타내었다. 이는 대용량제조에 사용된 발굴균주(88-4)와 제조방법이 산업적 활용측면에서 우수한 결과라고 볼 수 있다. (표15)



그림1. 유출액 사이트 글라스 (Sight Glass)와 비중계 (Hydrometer)

표15. 제조결과 Review - 증류 (Distillation)

구분	단위	목표	결과	
 <p>M社 단식감압증류기</p>	총발효액량	ℓ	-	15,600
	발효액최종알코올	Alc.%v/v	17 이상	<b>18.3</b>
	발효액순알코올량	ℓ	-	2,847
	총증류분류액량	ℓ	5,000 이상	5,770
	발효액량대비부피비	%	35±2	37.0
	증류분류분알코올	Alc.%v/v	45±2	46.9
	증류분순알코올량	ℓ	-	2,706
	제품량(43%v/v)	ℓ	-	6,293
	증류비율	%	90 이상	<b>95.1</b>
	원료ton당 알코올생산	ℓ	430 이상	<b>451</b>

## 2) 숙성 증류주 분석 결과

### ① 일반분석 결과 (표16)

1개월 숙성 후 모든 실험구에서 알코올의 감소가 관찰되었다. 특히 향온조건, 실온조건 모두 오크캐스크(Oak cask)의 실험구에서 알코올이 43.35%v/v에서 41.04%v/v(향온), 41.27%v/v(실온)로 각각 2.31%v/v, 2.08%v/v 감소를 나타내었다. 이는 옹기 및 스테인리스 숙성재의 감소분인 0.21~0.34%v/v를 7배이상 웃도는 수치로 단지 1개월 숙성에 의해서도 나무의 경우 알코올의 감소가 다른 숙성재에 비해 크다는 것을 알 수 있었다. 또한 나무 숙성재의 알코올 감소의 원인으로 초기 증류원주를 숙성재에 주입(filling)하기 전에 나무의 경우 새는 것을 방지하기 위해 물로 불림(cask wetting, soaking)을 실시하는데, 이 과정에서 나무가 흡수한(제거되지 않은) 잔여 수분의 영향도 더해진 것으로 보여진다.

주입량대비 잔여량을 측정하여 수량적인 감소를 확인하였다. 수량 감소면에서도 실온의 오크캐스크가 가장 크게 나타났다. 다음으로는 옹기 숙성재가 뒤를 이었으며, 향온 조건과 실온 조건의 감소량의 경향성은 관찰되지 않았다. 대용량 증류주제조가 완료되어 주입 후 숙성을 시작한 시점은 3월말로서 향온과 실온의 온도프로파일이 유사(유사한 계절요인 시점)하기 때문인 것으로 생각된다. 여름 및 겨울철의 향온과 실온의 온도프로파일 차이가 큰 계절을 지낸 후 시료간의 차이는 경향성을 띠 것으로 예상된다.

산도의 경우 나무숙성 실험구가 공통적으로 초기보다 뚜렷한 증가를 보였고, 옹기 및 스테인리스 숙성 실험구의 경우 초기 원주의 산도와 동일하였다. 나무숙성 실험구에서 산도가 증가한 원인은 숙성주 자체의 산성화 보다는 나무로부터 용출된 산도 기여성분의 영향으로 생각되어진다.

전기전도도의 경우 초기 제조증류주원주는 12.54 $\mu$ s로서 연수정도의 전기전도도값이었으나, 숙성 1개월이 지난 후 나무숙성 실험구에서 현격한 전기전도도의 증가를 보였다. 이 역시 나무로부터 용출된 전도도기여 성분의 영향으로 생각된다. 반면에 옹기와 스테인리스 숙성재의 숙성원주는 전도도 증가가 관찰되지 않았다.

표16. 일반분석 결과 (숙성 1개월)

구분	주입량 (ml)	잔여량 (ml)	손실량 (ml)	손실비율 (%)	알코올 (%v/v)	손실 (%v/v)	pH	산도 (ml)	전도도 ( $\mu$ s)
제조증류주					43.35		4.57	1.25	12.54
향온나무	18000	17800	200	1.1	41.04	2.31	4.35	2.50	95.70
실온나무	18300	17400	900	4.9	41.27	2.08	4.91	1.60	72.10
향온옹기	20600	20020	580	2.8	43.13	0.22	4.70	1.20	12.69
실온옹기	20600	20100	500	2.4	43.11	0.24	4.72	1.20	12.07
향온스텐	20600	20270	330	1.6	43.14	0.21	4.64	1.30	12.56
실온스텐	20600	20150	450	2.2	43.01	0.34	4.63	1.20	12.66

## ② 광학분석 결과

일반분석과 마찬가지로 1개월 숙성주의 광학분석은 나무 숙성재 실험구에서 큰 변화가 관찰되었다. 반면, 옹기 및 스테인리스 숙성재 실험구에서는 변화가 뚜렷하지 않았다. (표17)

Lab 색차값을 나타내는 색도의 경우 나무숙성 실험구에서 L값(밝기, lightness)의 감소를 보였고, a값이 음의 좌표로 이동되어 Green색의 증가가 다소 관찰 되었고, b값이 양의 좌표로 다소 크게 이동한 것으로 보아 Yellow색의 증가가 뚜렷하게 관찰 되었다. 이는 나무에서 오는 색으로서 자연스러운 결과로 해석된다. 이와는 달리 옹기와 스테인리스 숙성재 실험구의 경우 향온, 실온 조건 모두가 별다른 색변화가 없었다.

흡광도(Absorbance, OD: Optical Density)를 275, 430, 760nm에서 측정 하였다. 흡광도의 측정시 각각의 파장에 서의 의미하는 바는 조금씩 차이가 나는데, 275nm의 경우 증류주에서 furfural 함량의 간접 지표로 활용하고, 430nm 파장의 경우 주류의 황색계열의 색 발현 정도를 볼 수 있다. 760nm 파장으로 증류주를 분석하는 의미는 탁한 정도를 가늠하는 지표로 활용할 수 있다. 증류주의 제조시 증류의 결과로서 정상적인 증류가 시행되었는지 혹은 증류액의 할 수 후 활성탄 처리, 이온교환수지 처리의 후처리 과정이 있는 경우 증류액의 품질지표로 활용 할 수 있다. 1개월 숙성주의 흡광도 분석결과 역시 나무 숙성재의 경우 변화가 뚜렷하게 관찰되었다. 옹기 및 스테인리스 숙성재의 경우 흡광도의 뚜렷한 변화는 관찰되지 않았다.

탁도(NTU turbidity)의 다른 광학분석의 결과와 마찬가지로 나무 숙성재 실험구에서 변화가 뚜렷하게 관찰 되었다. 주입된 증류주와 숙성재와의 추출반응(Extractive reaction)이 나무의 경우가 다른 숙성재료 보다 가장 크게 나타나기 때문이며, 결과적으로 초기 주입된 증류주와 매우 다른 성상의 숙성주가 될 것으로 생각된다.

표17. 광학분석 결과 (숙성 1개월)

구분	색도			흡광도				탁도 (NTU)
	L	a	b	275nm	420nm	430nm	760nm	
제조증류주	96.93	-0.11	0.15	-0.0306	0.0037	0.0061	0.0094	0.140
향온나무	94.46	<b>-1.08</b>	<b>9.65</b>	<b>0.5746</b>	<b>0.2163</b>	<b>0.1869</b>	<b>0.0339</b>	<b>1.200</b>
실온나무	94.94	<b>-0.38</b>	<b>6.84</b>	<b>1.0976</b>	<b>0.1638</b>	<b>0.1458</b>	<b>0.0285</b>	<b>2.640</b>
향온옹기	96.92	-0.12	0.15	-0.0566	0.0061	0.0111	0.0140	0.089
실온옹기	96.92	-0.11	0.14	-0.0570	0.0084	0.0135	0.0160	0.089
향온스텐	96.91	-0.11	0.15	-0.0814	0.0069	0.0118	0.0174	0.093
실온스텐	96.91	-0.11	0.15	-0.0628	0.0069	0.0012	0.0181	0.089

### ③ 향기성분 분석결과 (GCMS)

증류위주 및 1개월 숙성증류주6종을 알코올 20%v/v로 희석한 후, GCMS를 이용하여 향기 성분 분석을 실시하였다. 알코올(Ethanol)의 %Area 값을 기준으로 분석된 성분들 각각의 %Area 값을 나누어, 분석 시료의 상대적 비교가 가능하도록 정리 하였다. RT 값을 기준으로 0~20분, 20~30분, 30~50분대 영역으로 구분하여 초기 증기 후기 분석물질로 나누어 각각의 합을 표현하여 실험구별 비교하였다. (표18)

분석결과 숙성재 실험구별 향기기여 성분 패턴의 차이는 크게 다르지 않았다. 이는 숙성기간이 짧으면 GC-MS로 분석가능한 숙성주의 향기성분 변화는 크지 않은 것으로 생각된다.

표18. 성분분석 결과 - GCMS (숙성 1개월)

RT	RI	Compound	제조 증류주	향은나무	실은나무	향은용기	실은용기	향은스텐	실은스텐
2.584	<1000	Acetone	-	-	-	0.0377	0.0434	-	-
3.308	<1000	Ethyl Acetate	0.0569	0.0349	0.0375	0.0569	0.0619	0.0476	0.0363
4.309	<1000	Ethyl alcohol	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
6.12	1024	Isobutyl acetate	-	-	-	-	-	-	-
6.855	1046	Ethyl butyrate	0.0047	0.0005	0.0033	0.0028	0.0030	0.0038	0.0039
9.1	1111	Isobutanol	0.0323	0.0173	0.0173	0.0269	0.0316	0.0321	0.0170
9.745	1129	<b>Isoamyl acetate</b>	0.1657	0.0575	0.0578	0.1310	0.1541	0.1355	0.0675
11.907	1187	D-Limonene	-	-	-	0.0016	0.0089	-	-
13.096	1219	Isoamyl alcohol	0.2586	0.2017	0.2035	0.2274	0.2538	0.2440	0.2037
13.762	1237	<b>Ethyl caproate</b>	0.0623	0.0398	0.0417	0.0439	0.0503	0.0443	0.0402
14.527	1258	<b>Isopropenylethyl alcohol</b>	-	-	-	0.0016	0.0016	-	-
14.67	1262	Styrene	-	-	-	-	-	-	-
17.349	1338	Ethyl enantate	0.0015	0.0014	0.0013	0.0010	0.0016	-	0.0014
17.964	1355	Isobutyl caproate	-	0.0009	0.0007	-	-	-	-
19.352	1395	2-Nonanone	-	-	-	-	-	-	-
21.081	1448	<b>Ethyl caprylate</b>	1.0005	0.7953	0.8458	0.9224	1.0399	0.9169	0.8004
21.536	1462	Acetic acid	0.0030	-	0.0012	0.0030	0.0031	0.0024	0.0021
21.663	1466	Isopentyl hexanoate	0.0087	0.0084	0.0072	0.0088	0.0100	0.0086	0.0076
21.895	1473	Fenchyl acetate	-	-	-	-	-	-	-
22.126	1480	<b>Furfural</b>	-	0.0034	-	-	-	-	-
23.599	1527	Propyl caprylate	0.0022	0.0020	0.0024	0.0023	0.0026	0.0013	0.0082
23.971	1539	Benzaldehyde	0.0021	0.0045	0.0014	0.0016	0.0016	0.0013	0.0011
24.132	1544	Ethyl pelargonate	0.0116	0.0117	0.0113	0.0135	0.0144	0.0127	0.0107
24.602	1559	Isobutyl caprylate	0.0054	0.0058	0.0055	0.0079	0.0071	0.0051	0.0066
27.654	1658	<b>Ethyl caprate</b>	1.5582	1.4125	1.4869	1.8245	1.9629	1.8147	1.5291
27.9	1670	Isoamyl octanoate	0.0413	0.0390	0.0369	0.0559	0.0590	0.0553	0.0470
28.006	1673	Citronellyl acetate	0.0047	0.0054	0.0034	0.0055	0.0080	0.0053	0.0059
28.484	1690	Diethyl succinate	0.0019	0.0025	0.0018	0.0020	0.0026	0.0020	0.0018
28.797	1700	Ethyl 9-decenoate	0.0040	0.0036	0.0039	0.0053	0.0051	0.0046	0.0038
29.395	1722	4-Ethyl benzaldehyde	0.0009	0.0010	0.0011	0.0009	0.0011	0.0010	-
29.662	1731	Propyl decanoate	0.0026	0.0050	0.0036	0.0039	0.0041	0.0037	0.0031
30.153	1749	Propyl laurate	0.0008	0.0014	0.0011	0.0014	0.0013	0.0011	0.0013
30.524	1762	Isobutyl decanoate	0.0069	0.0082	0.0070	0.0114	0.0115	0.0106	0.0091
31.846	1810	Methyl laurate	-	-	-	-	-	-	-
32.313	1828	Phenylethyl acetate	0.1141	0.0680	0.0606	0.1019	0.1136	0.1054	0.0909
33.216	1862	Ethyl laurate	0.6203	0.6155	0.6414	0.8643	0.9115	0.8372	0.7056
33.507	1873	Isoamyl decanoate	0.0357	0.0342	0.0317	0.0552	0.0592	0.0537	0.0453
34.756	1921	<b>Phenylethyl Alcohol</b>	0.0868	0.0674	0.0631	0.0012	0.0692	0.0644	0.0577
35.582	1954	Ethyl tridecanoate	-	0.0008	0.0008	0.0014	0.0011	0.0010	0.0009

35.89	1966	Isobutyl laurate	0.0008	0.0008	0.0007	0.0014	0.0015	0.0014	0.0011
37.454	2014	2-Pentadecanone	0.0015	0.0022	0.0020	0.0026	0.0030	0.0028	0.0023
38.3	2031	Ethyl myristate	0.3573	0.3924	0.4019	0.5405	0.6007	0.5998	0.4879
38.348	2032	Octanoic acid	-	-	-	-	-	-	-
38.548	2036	Isoamyl laurate	0.0022	0.0023	0.0029	0.0036	0.0038	0.0037	0.0029
40.175	2142	Hexadecanal	-	0.0010	0.0010	0.0014	0.0016	0.0018	0.0014
40.558	2159	Ethyl pentadecanoate	0.0018	0.0035	0.0035	0.0043	0.0045	0.0043	0.0034
42.26	2233	1,6-Dimethyl-4-isopropyl naphthalene	-	-	-	0.0008	-	-	-
42.931	2263	Ethyl palmitate	0.0807	0.0954	0.0848	0.1169	0.1192	0.1336	0.1000
43.274	2278	Capric acid	0.0019	-	-	-	-	-	-
43.497	2288	Ethyl 9-hexadecenoate	0.0020	0.0063	0.0061	0.0033	0.0030	0.0031	0.0029
48.228	2485	Ethyl oleate	0.0037	0.0077	0.0076	0.0097	0.0099	0.0107	0.0071
49.724	>2500	Ethyl linoleate	0.0078	0.0083	0.0088	0.0133	0.0142	0.0153	0.0091
<b>구분</b>			<b>제조증류주</b>	<b>향온AO20</b>	<b>실온AO20</b>	<b>향온용기20</b>	<b>실온용기20</b>	<b>향온스텐20</b>	<b>실온스텐20</b>
<b>Total</b>			<b>5.554</b>	<b>4.969</b>	<b>5.101</b>	<b>6.123</b>	<b>6.660</b>	<b>6.192</b>	<b>5.326</b>
<b>RT 0 ~ 20</b>			<b>1.582</b>	<b>1.354</b>	<b>1.363</b>	<b>1.531</b>	<b>1.610</b>	<b>1.507</b>	<b>1.370</b>
<b>RT 20 ~ 30</b>			<b>2.647</b>	<b>2.300</b>	<b>2.413</b>	<b>2.857</b>	<b>3.121</b>	<b>2.835</b>	<b>2.427</b>
<b>RT 30 ~ 50</b>			<b>1.324</b>	<b>1.316</b>	<b>1.325</b>	<b>1.735</b>	<b>1.929</b>	<b>1.850</b>	<b>1.529</b>

숙성이 진행될수록 고급알코올, 고급지방산, 유기산, 에스터류의 변화를 숙성재별, 온도별(실온, 향온)로 변화가 달리 관찰 될 것으로 생각된다. 숙성 기간을 충분히 두어 변화의 폭을 크게 둔다면 초기 증류주와 숙성후 위 나열한 성분들의 변화는 뚜렷할 것으로 사료된다.

#### ④ 유기산 분석결과 (LC) (표19)

1개월 숙성 증류주의 Acetic acid, Lactic acid, Succinic acid 유기산과 부가적으로 Oxalic acid, Malic acid, Citric acid 총 6종에 대해서 정량분석을 실시하였다. 성분의 변화 및 숙성중 생기는 유기산은 짧은 숙성기간과 초기 증류주가 함유하고 있는 함량이 매우 적기 때문에 숙성관련하여 유기산의 경향성은 관찰되지 않았다.

표19. 유기산 분석결과 - LC (숙성 1개월)

(mg/ml)

유기산	제조증류주	향온나무	실온나무	향온용기	실온용기	향온스텐	실온스텐
Oxalic acid	6.15±0.1	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Malic acid	trace	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Lactic acid	1.23±0.07	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Acetic acid	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Citric acid	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Succinic acid	n.d	86.63±2.53	trace	5.87±1.53	trace	14.78±2.06	trace

n.d : not detected

⑤ 미네랄 및 중금속 분석결과 (ICP)

(ICP 분석 DATA는 차년도 실험결과 숙성의 이화학적 변화 추적시 포함함)

항온실



실온실



그림2. 숙성중 실험구

⑥ 구조분석 결과 - NMR (Nuclear Magnetic Resonance)

1개월 숙성 증류주의 물-알코올 분자의 O<sup>17</sup> 핵종 연관 결합력을 확인하기 위해 NMR(600MHz)을 이용하여 중간 피크선폭의 사이즈(half peak width size)를 측정하였다. 피크 선폭의 사이즈가 작을수록 물-알코올 구성 입자의 결합력과 구조가 치밀하다고 보고된 바 있다. NMR 측정에 있어서 선폭의 결과는 측정온도, pH, 알코올 등의 영향을 또한 받는다고 알려져 있다. 측정 온도는 상온 20℃로 일정하게 유지하였다.

측정결과 제조증류주 원주와 비교하여 모든 숙성 실험구의 선폭이 감소하였다. 선폭의 감소폭은 나무숙성재가 가장 크게 나타났으며, 옹기, 스테인리스 순으로 나타났다. 또한 향온과 실온을 비교 하였을 때 향온의 겨우가 실온의 경우보다 모든 실험구에서 선폭의 감소폭이 크게 나타났다. 숙성기간 동안 술을 이루고 있는 물과 알코올의 회합도가 증가하여 선폭의 사이즈가 감소하였다고 할 수 있다. 또한 향온과 실온의 경우 온도편차가 보다 적은 향온 숙성의 경우가 선폭감소가 더 크게 나타났는데, 숙성재 내부의 숙성주의 온도 변화가 상대적으로 작은 것에 따른 결과로 해석 할 수 있을 것이다. 전체적으로 선폭의 감소폭은 유의적으로 감소되었다고 볼 수는 없지만, 추후 장기간의 관찰을 통해 숙성기간과 숙성소재 숙성조건의 상관성을 확인 할 수 있을 것으로 생각된다. (표20, 표21)

표20. O<sup>17</sup> NMR 선폭측정 결과 (숙성 1개월)

(선폭단위 : Hz)

구분	2015.3	2015.4	선폭
숙성개월	0(제조증류주)	1	감소
향온나무	160.84	149.19	11.65
실온나무		155.14	5.70
향온옹기		152.94	7.90
실온옹기		154.16	6.68
향온스텐		155.43	5.41
실온스텐		158.59	2.25

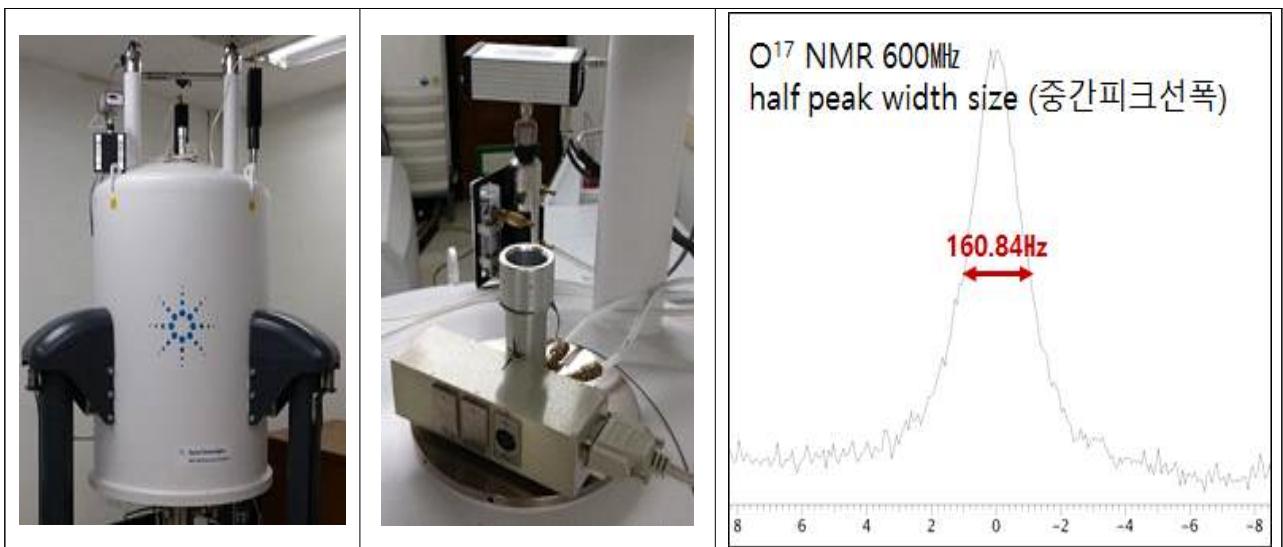
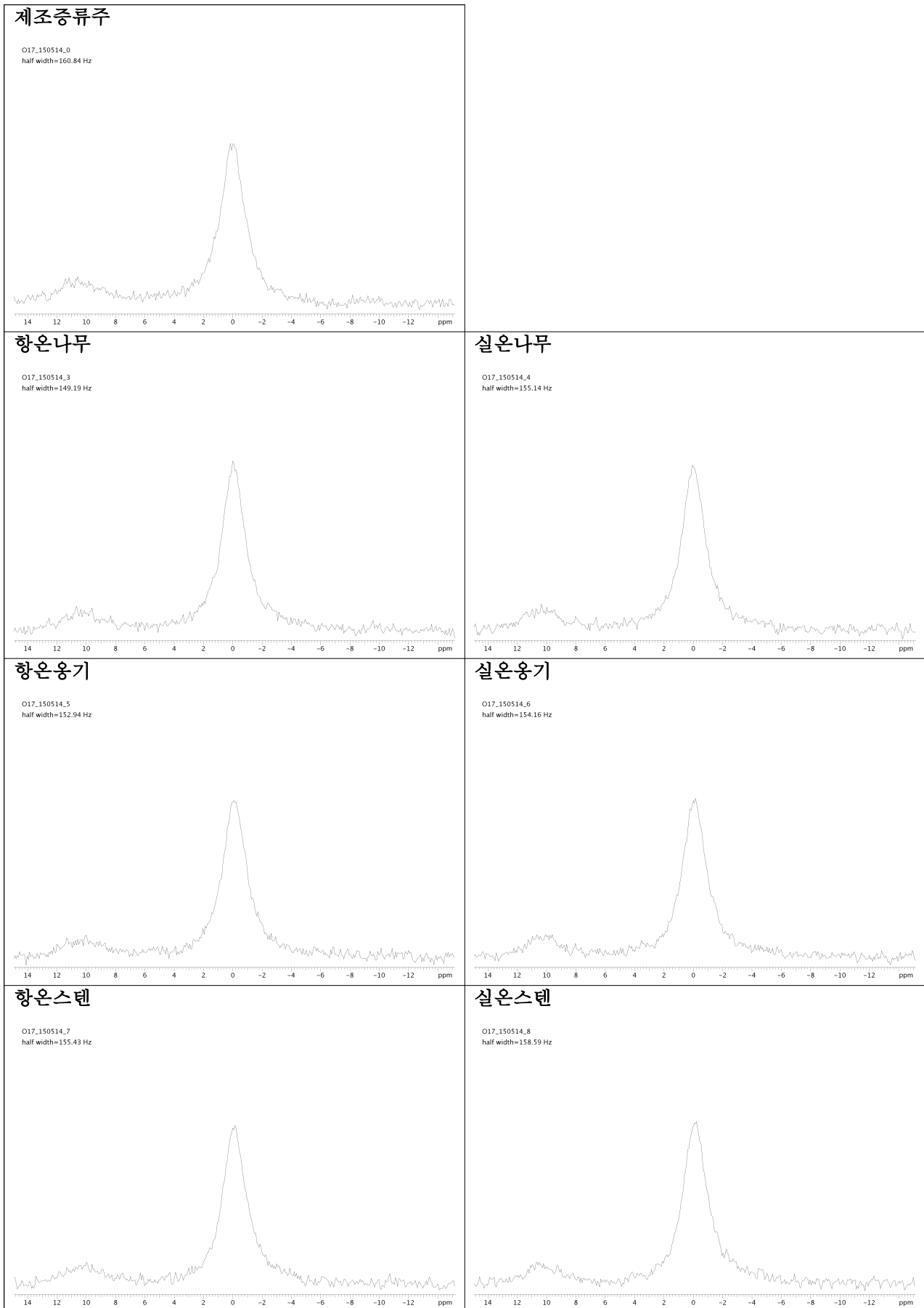


그림3. NMR 측정 장비와 측정 결과

표21. O<sup>17</sup> NMR 선폭 측정 DATA





⑦ 구조분석 결과 - DSC (Differential Scanning Calorimetry)

시차주사열량계인 DSC는 증류주를 동결시킨후 일정한 속도로 열을 가하여 용해될 때, 즉 상변화시 흡수된 열량의 크기로서 알코올과 물의 결합력이 증가 할수록 흡열에너지는 상승하게 된다. 동일한 증류주를 오랜 기간 숙성하게 되면 알코올과 물의 결합이 치밀해져 상변화시 내부로 흡수되는 에너지는 커지게 된다.

숙성 1개월된 6종의 실험구에 대해서 DSC 흡열에너지를 측정하였다. 결과 흡열에너지의 증가 경향성은 관찰되지 않았는데, 이는 알코올과 물의 결합력이 변화할 만큼의 충분한 숙성 기간이 부여 되지 않은 것으로 해석된다. 장기간에 걸쳐 숙성을 진행하게 되면 숙성기간에 따른 DSC 흡열에너지의 변화 관찰을 할 수 있을 것으로 사료된다. (표22, 표23)

표22. DSC 상변화(용해) 흡열에너지 측정 결과 (숙성 1개월)

(흡열에너지단위 : J/g)

구분	2015.3	2015.4	흡열량
숙성개월	0(제조증류주)	1	증가
항온나무	33.76	20.01	-13.75
실온나무		38.38	4.62
항온용기		40.84	7.08
실온용기		42.19	8.43
항온스텐		23.70	-10.06
실온스텐		46.94	13.18

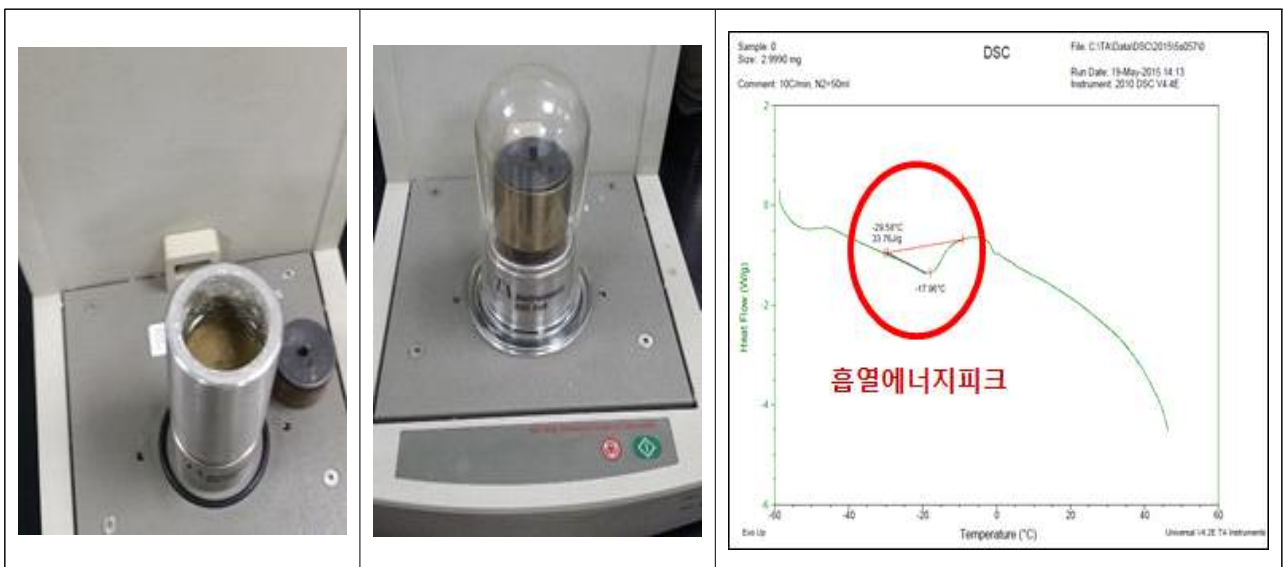
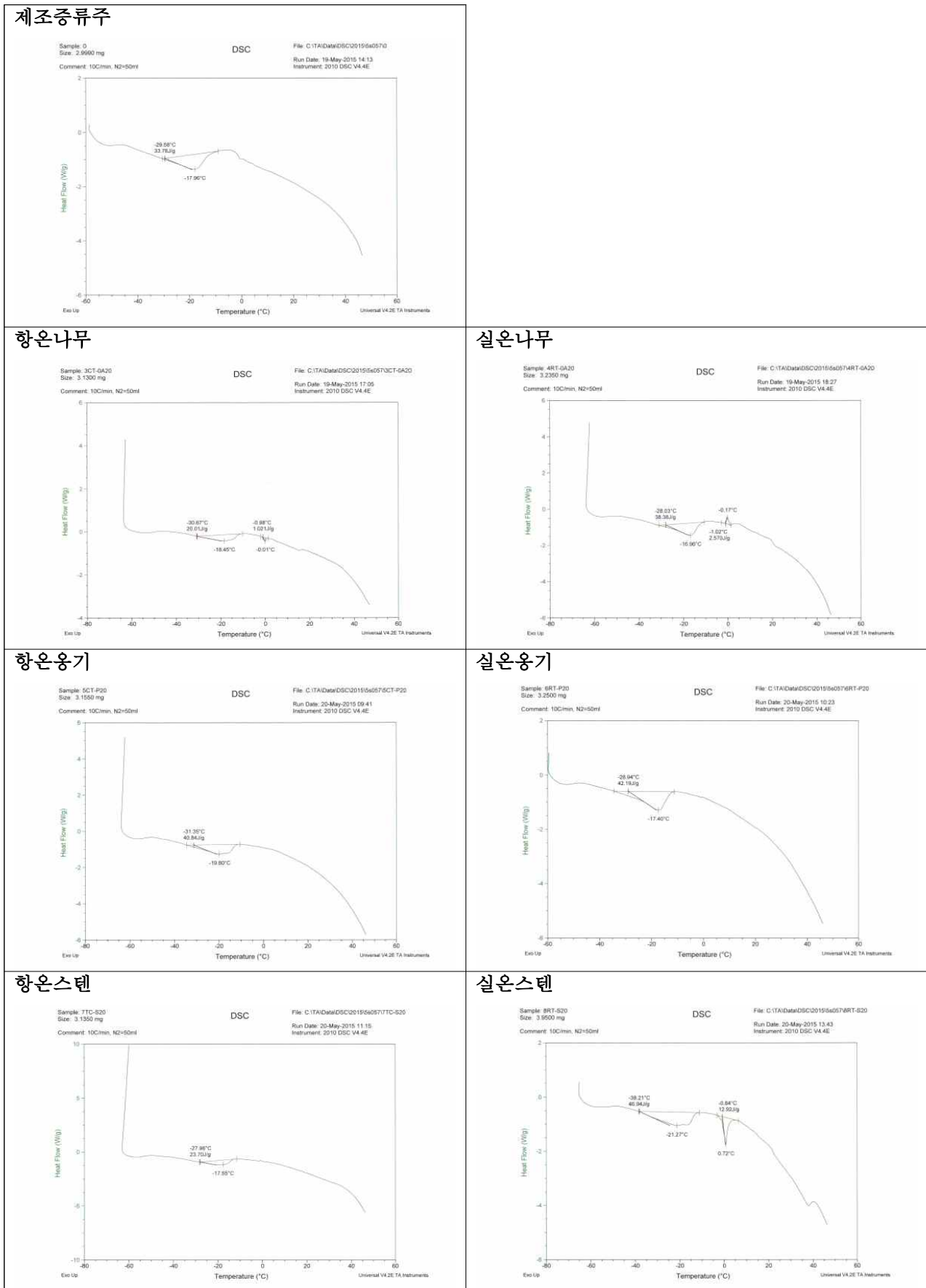


그림4. DSC 측정 장비와 측정 결과

표23. DSC 상변화(융해) 흡열에너지 측정 DATA



### 3) 3차년도 과제 결과 고찰

「고품질 장기 숙성 증류주의 제조 및 숙성 기술 개발」을 위하여 3차년도 과업은 발굴 균주와 최적화 조건을 적용하여 숙성 연구에 필요한 충분한 용량의 단일 증류주를 제조 하는 것과, 장기 숙성에 필요한 소재 및 환경을 구축하는 것으로서, 다음과 같이 3가지 시사점이 있다.

#### ① 대용량 제조를 통한 발굴 균주의 산업적 활용성 확인

3차년도 과제에 앞서 1-2차년도 진행시 균주의 양조 적성과 특성 연구를 통해 발굴한 증류주 양조 전용 효모 88-4 균주를 이용하여 산업 규모의 증류주를 제조한 결과 기존 산업화 균주와 제조 효율이 동등이상 수준으로서 산업적 활용 가능한 증류주 전용 효모 발굴의 의미가 크다 하겠다.

#### ② 나무, 옹기, 스테인리스 숙성재료와 실온과 항온조건 부여 숙성환경을 달리한 증류주 숙성연구의 효시 마련

대용량의 동일원주를 활용하여 숙성재와 숙성환경이 제어되는 대단위 숙성연구의 진행을 통해 숙성주 산업화를 위한 과학적 Reference의 역할이 가능할 것으로 생각되며, 또한 장기 숙성으로 인한 증류주의 손실분의 국내 실정에 맞는 연구 DATA로서의 가치가 있다.

#### ③ 증류주 숙성도 연구를 위한 주류전문학회 및 산업체 활용 다양한 분석방법 적용

증류주의 장기 숙성을 통한 숙성도 변화 연구를 위해 일반분석, 광학분석, 성분분석, 구조분석등의 다양한 분석을 적용하였고, 이를 통해 추후 연계 될 분석 DATA의 상관성 연구가 가능하다 하겠다.

[제1세부] 4차년도 증류주의 제조 및 숙성

(1) 1-4차년도 과제 요약

1-2차년도까지는 산업효모와 대조하여 한국식품연구원에서 분리하여 보유하고 있는 효모 가운데 증류주 제조 적성 효모를 발굴하고, 발굴 균주의 특성을 연구하였다. 발굴된 균주 및 제조 조건을 적용하여 3차년도에는 대용량으로 증류주를 제조하여 산업화 가능성을 확인 하였고, 제조된 증류주를 숙성소재 및 숙성환경을 실험구로 하여 숙성 조건별 변화 연구를 위한 제반 실험을 구축하였다. 4-5차년도에는 실험구별 숙성증류주의 특성 변화를 연구하기 위해 일반분석, 광학분석, 성분분석, 구조분석을 위한 세부 분석 항목을 확립 하였다. (표1)

표1. 과제 진행 요약

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4-5차년도																		
	균주선발 / 특성연구	균주특성 / 공정확립	대용량제조 / 숙성구축	증류주 숙성 연구																		
결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 증류주 제조 조건 확립</li> <li>● 증류주 제조 전용 효모 발굴 (특성별 7종)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 대용량 제조 5,000 ℓ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 조건별 숙성 연구 (항온/실온, 목통/용기/스텐)</li> </ul>																		
연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 1차선발 (971 → 118)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신속한발효시작</li> <li>- 24시간경과발효왕성</li> <li>- 산막(거품막)미생성</li> </ul> </li> <li>▶ 2차선발 (118 → 40)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주모(1단)담금발효력</li> <li>- 알코올발효력</li> <li>- 효모중식성</li> </ul> </li> <li>- 대조균주(4): 소주(2), 위스키, 주정</li> <li>▶ 3차선발 (40 → 7)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2단담금발효성, 발효패턴 (전급완후)</li> <li>- 일반/기기분석, 관능</li> <li>- Cell Morphology</li> </ul> </li> <li>- 대조균주(4): 소주(2), 위스키, 주정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 균주동정</li> <li>▶ 발효특성</li> <li>▶ 효소활성(AATase)</li> <li>▶ 탄소원이용능</li> <li>▶ 증류특성</li> <li>▶ 누룩발효제 적용</li> <li>▶ Scale-up (Pilot)</li> <li>▶ 시판증류주 비교</li> <li>▶ 산업 효모 대조 (8)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소주(2)</li> <li>- 위스키(1)</li> <li>- 주정(1)</li> <li>- 베이커(1)</li> <li>- 브랜디(1)</li> <li>- 와인(1)</li> <li>- 막걸리(1)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 대용량 제조 (Plant Scale)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제조수량 고려 Plant 검토</li> <li>- Plant Scale 제조 세부 검토 (균주, 원료, 공정, 법규, 예산)</li> <li>- 확립조건 현장 적용 제조</li> </ul> </li> <li>▶ 숙성재료 및 숙성실 구축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 숙성재료: 나무(AO), 용기, 스텐리스</li> <li>- 용기용량: 20 ℓ</li> <li>- 숙성실: 실온, 항온(Set 18±2℃)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 숙성도 추적 분석                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 일반분석: 알코올, pH, 산도, 전기전도도</li> <li>- 광학분석: OD, 색도, 탁도</li> <li>- 성분분석: GC, LC, ICP</li> <li>- 구조분석: NMR(O<sup>17</sup>), DSC</li> </ul> </li> <li>▶ 분석주기                             <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th colspan="4">분석 주기별 샘플링</th> <th>총 소요</th> </tr> <tr> <th>주기</th> <th>월</th> <th>분기</th> <th>반기</th> <th>년</th> <th>10년</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>횟수 (년)</td> <td>12 (1)</td> <td>8 (2)</td> <td>6 (3)</td> <td>4 (4)</td> <td>30번 (10)</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분석시작: 2015.4월</li> <li>- 분석종료: 2025.3월</li> <li>- 과제종료시기: 2017.8월 (숙성 2년 4개월 경과시점)</li> </ul> </li> </ul>	구분	분석 주기별 샘플링				총 소요	주기	월	분기	반기	년	10년	횟수 (년)	12 (1)	8 (2)	6 (3)	4 (4)	30번 (10)
구분	분석 주기별 샘플링				총 소요																	
주기	월	분기	반기	년	10년																	
횟수 (년)	12 (1)	8 (2)	6 (3)	4 (4)	30번 (10)																	






(2) 재료 및 방법

1) 재료

① 숙성재료 및 숙성환경

4차년도는 3차년도 과제 진행 결과로 제조된 대용량 증류주의 나무, 옹기, 스텐의 3개 숙성재료와 향온과 실온(상온)의 2개 숙성환경의 조건을 부여하여 총 6개의 숙성 증류주 실험구의 특성 변화 연구를 추적 분석하게 준비 하였다. (표2, 표3)

표2. 숙성재료 및 숙성환경

숙성재		숙성실 (상: 실온실, 하: 향온실@18±2℃)	
	<b>Capacity (ℓ)</b> 20 <b>Height (cm)</b> 46 <b>Width (cm)</b> 30 <b>Weight (kg)</b> 6.1±0.5		
	<b>Capacity (ℓ)</b> 20 <b>Height (cm)</b> 50 <b>Width (cm)</b> 30 <b>Weight (kg)</b> 10.9±0.5		
	<b>Capacity (ℓ)</b> 20 <b>Height (cm)</b> 40 <b>Width (cm)</b> 35 <b>Weight (kg)</b> 3.3±0.1		

② 숙성증류주 실험구 6종

표3. 숙성증류주 실험구 6종

숙성환경		숙성소재	나무 (O)	옹기 (P)	스테인리스 (S)
			· 화이트 오크 · Toasting (중)	· 옹기토	· SUS304 · 0.8T (0.8mm)
향온 (CT)	온도조절 16~18℃		CT-O	CT-P	CT-S
실온 (RT)	-		RT-O	RT-P	RT-S

2) 실험 방법

① 숙성증류주 분석 항목 종합

숙성 조건에 따른 증류주의 변화 연구를 위해 스카치위스키, 아메리칸위스키, 브랜디, 증류식소주, 보드카 등의 증류주 문헌과 논문에 적용한 주류 분석 방법 및 기업체 연구소 현 산업 활용 분석법 등 다양한 분석 기법을 검토하고 확립하였다. (표4)

일반분석, 광학분석, 성분분석, 구조분석으로 나누어 총 16항목 34가지로 숙성증류주 분석을 실시하였다.

표4. 숙성증류주 분석 항목

구분	항목 (16) / 분석 (34)		단위	비고	분석주기
일반분석	숙성실	온도	℃	Log Data	3시간단위
		상대습도	%RH		
	알코올		%v/v	@15℃	
	pH		-		
	산도		ml	0.01N NaOH 적정	
광학분석	전기전도도		μs	미네랄용출	월단위(1년) 분기단위(2년) 반기단위(3년) 년단위(4년)
	색차	L	-	lightness	
		a		+red, -green	
		b		+yellowness, -blueness	
	흡광도	OD 275,420,430,760 nm	-	OD (Optical Density)	
탁도	NTU	-	Turbidity		
성분분석	유기산	Acetic acid	ppm	정량 (LC)	분기단위(3년) 반기단위(3년) 년단위(4년)
		Lactic acid			
	당	Glucose			
	향기	RT 0~20/20~30/30~50	% Area	상대비교 (GCMS)	
		탄소수 C2~C7 / C7<			
	Fusel A/B		ratio	정량 (GC/FID)	
	미네랄	K	ppm	정량 (ICP)	
		Na			
		Ca			
		Mg			
		Fe			
		Cu			
		Mn			
Zn					
중금속	Si	ppm	정량 (ICP)		
	Cd				
	Pb				
구조분석	NMR-O <sup>17</sup>	Half peak width size	Hz	600MHz @20℃	
	흡열량	-60~0℃	kJ	정량 (DSC)	

## ② 일반분석

항온 조건과 실온 조건의 숙성실 온도 및 상대습도를 누적온습도계를 이용항 3시간 단위로 일 8회 측정하여 DATA를 축적하였다. 알코올은 Density Meter를 이용하여 오차범위 0.1% 이내로 측정하였다. pH 및 전기전도도는 Probe형 Electrode로 측정을 시행하였고, 산도는 중화적정의 방법으로 0.01N의 NaOH 소비량(ml)으로 표현하였다.

## ③ 광학분석

광학분석은 L,a,b 색차분석을 통해 숙성증류주의 밝기와 색의 변화를 측정하였고, 특정 파장 영역에서의 흡광도 측정을 통해 숙성으로 변화하는 숙성주의 광학밀도(Optical Density)를 측정하였다. , 그리고 NTU 탁도를 측정하여 숙성증류주의 산란정도의 변화를 측정하였다.

## ④ 성분분석

숙성에 의해 변화되는 향미 기여 성분의 동향을 분석하기 위해 액체크로마토그래피(LC)를 이용하여 유기산 및 당 성분을 측정하였고, 가스크로마토그래피(GC/MS, GC/FID)를 이용하여 Fusel 성분을 정량하고, 주요 물질인 i-amayl alcohol과 i-butanol을 정량하여 A/B Ratio 값을 확인 하였고, Ester 및 기타 고급알코올류, 고급지방산 성분들을 분석하여 Area% 값으로 숙성증류주의 성분 변화를 확인 하였다. 숙성증류주의 향미기여 성분들은 GC/MS 분석 RT(Retention Time)에 따라 초기(0~20분) 검출 성분 그룹, 중기(20~30분)검출 성분 그룹, 후기(30~50분) 검출 성분 그룹으로 나누어 상대적으로 비교하였고, 탄소수에 따른 저분자(C2~C7) 그룹과 C7 초과 그룹으로 나누어 상대 비교 하였다. 추가적으로 유도결합플라즈마(ICP) 기기를 이용하여 숙성증류주의 미네랄 및 중금속 등의 무기물질 함량 분석을 실시하였다.

## ⑤ 구조분석

숙성의 화학적인 변화와 더불어 숙성증류주의 분자레벨에서의 물리적인 변화를 확인하기 위해 O-17 핵자기공명기(NMR Nuclear Magnetic Resonance) 및 시차주사열량기(DSC Differential Scanning Calorimetry)를 이용하여 물-알코올의 분자 구조 변화를 간접적으로 확인하였다.

(3) 결과 및 고찰

1) 숙성 환경의 변화 기록

① 숙성실 온도 및 습도의 변화

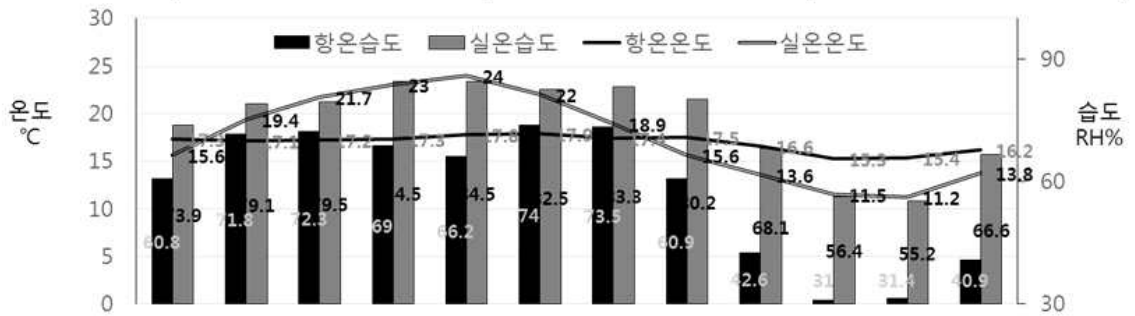
2015년 4월 증류주의 대용량 제조 후 숙성 실험을 시작한 이 후 일단위 숙성실(향온실, 실온실)의 온도 및 상대습도를 일 3시간 간격으로 8회 측정 하였다. 기록은 지속적으로 실시하고 있고, 아래 1년간의 온도 및 상대습도 변화를 그래프와 표로 나타내었다. (표5)

한국식품연구원 시제동에 구축한 증류주 숙성실은 온도를 일정하게 유지 하게 향온장치를 설치한 향온실과 별도의 온도 조절 장치 없이 동일 조건의 실온실로서 두개의 숙성 환경을 비교한 결과, 향온실은 계절과 관계없이 연중 16.9±0.9℃의 온도를 유지한 반면, 실온실의 경우 17.5±4.6℃로서 향온실보다 온도변화가 크게 관찰되었다. 월평균 온도는 여름철에 향온실 21.2℃, 실온실 26.0℃로 월평균 최고온도를 기록하였고, 겨울철에 향온실 13.4℃, 실온실 9.2℃로 월평균 최저온도를 기록하였다.

숙성실의 연중 월평균 상대습도(RH Relative Humidity)는 향온실이 연중 57.7±16.8%, 실온실이 74.3±10.6%로서 실온실의 경우가 향온실보다 상대습도가 높게 유지 되었다.

표5. 숙성실 온도 및 상대습도 변화

모니터링 시작	측정주기	항목	대상
2015.4.7 ~	3시간 단위 (1일 8회)	온도, 상대습도	향온실, 실온실



	숙성기간		1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	9개월	10개월	11개월	12개월	년통계
	월통계	2015.04	2015.05	2015.06	2015.07	2015.08	2015.09	2015.10	2015.11	2015.12	2016.01	2016.02	2016.03		
온도	향온실 Set 18℃	평균	17.3	17.1	17.2	17.3	17.8	17.9	17.4	17.5	16.6	15.3	15.4	16.2	16.9
		편차	1.2	0.2	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.8	0.4	0.6	0.8	0.7	0.9
		최고	19.7	18.5	20.9	21.2	18.4	18.8	17.8	18.2	17.4	16.9	20.7	17.3	21.9
		최저	13.4	16.1	15.7	16.6	16.6	16.7	16.4	15.7	15.6	13.8	13.5	13.7	13.4
	실온실	평균	15.6	19.4	21.7	23.0	24.0	22.0	18.9	15.6	13.6	11.5	11.2	13.8	17.5
		편차	1.8	0.9	0.6	0.7	0.7	0.7	0.9	1.3	0.6	0.8	1.1	1.2	4.6
습도	향온실	평균	60.8	71.8	72.3	69.0	66.2	74.0	73.5	60.9	42.6	31.0	31.4	40.9	57.7
		편차	7.5	6.1	7.5	6.8	6.4	5.7	6.5	9.8	6.6	7.9	7.4	6.3	16.8
		최고	81.5	85.6	87.3	84.0	80.0	83.7	85.4	74.6	56.4	52.3	58.2	58.1	87.3
	실온실	평균	73.9	79.1	79.5	84.5	84.5	82.5	83.3	80.2	68.1	56.4	55.2	66.6	74.3
		편차	5.8	5.0	3.9	3.9	1.9	3.4	3.3	6.7	5.7	8.5	4.6	5.0	10.6
		최고	82.8	88.7	87.7	91.4	89.6	90.9	88.9	89.6	76.9	75.4	65.4	79.3	91.4
최저	51.9	64.0	67.3	72.6	79.2	72.7	73.0	63.6	55.3	35.9	36.1	52.9	35.9		



## 2) 숙성증류주의 일반분석

### ① 숙성기간에 따른 숙성증류주 소실량

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 수량 변화를 관찰 하였다. (표6)

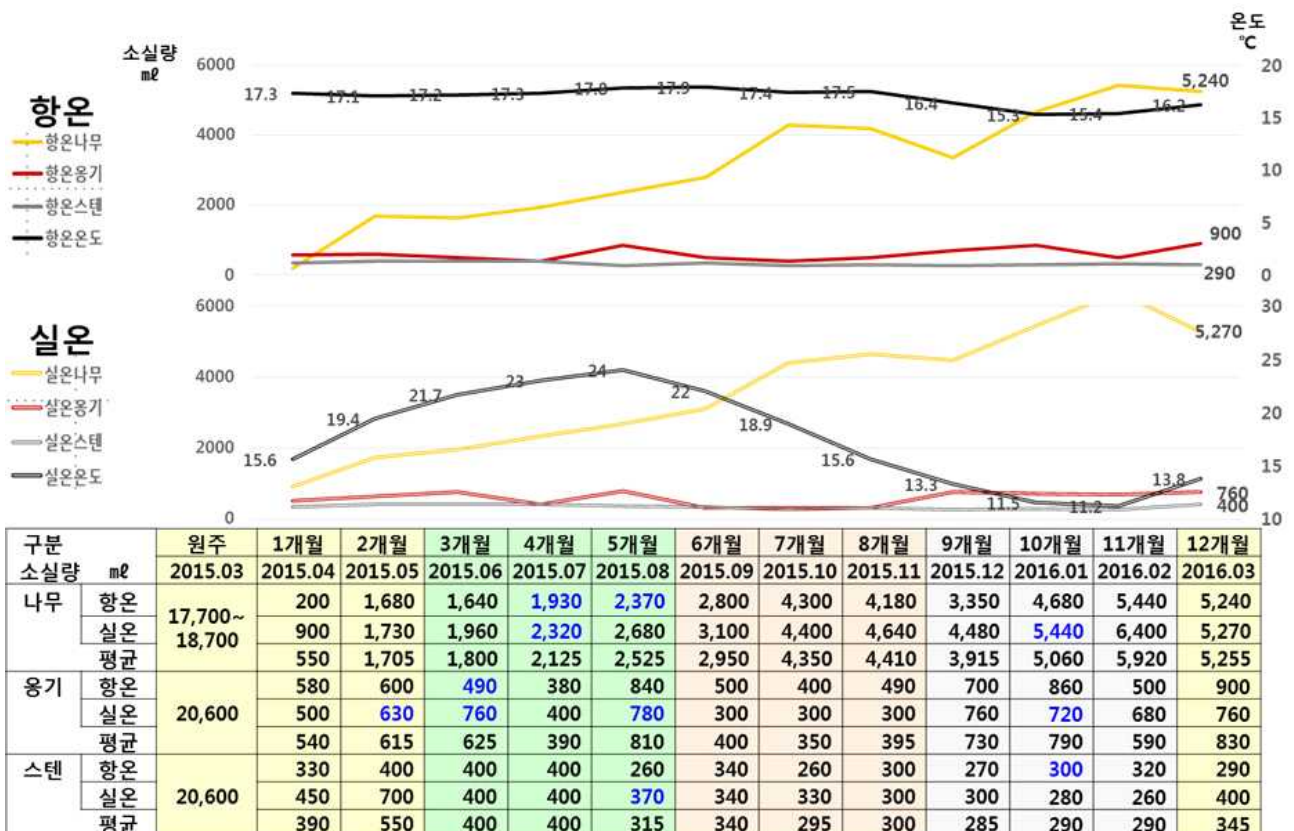
숙성 12개월 경과 시점에서 숙성소재별로는 나무의 경우가 29% 수량 감소를 보여 가장 소실이 크게 나타났으며, 옹기는 3~4%, 스테인리스의 경우는 1~2% 수량 감소를 보였다. 숙성환경에 따른 향온조건과 실온조건을 비교시 소실량은 큰 차이를 나타내지 않았다.

소실량이 숙성소재별로 큰 차이를 보이는 것은 숙성소재가 가진 특성으로서, 나무의 경우 통내부의 증류주가 접촉된 표면을 통해 외부로 비교적 자유롭게 증발될 수 있는 구조로 되어 있기 때문으로 생각된다. 옹기의 경우 나무보다는 매우 적은 소실을 보였으나, 스테인리스 소재의 숙성옹기 보다는 소실량이 크게 관찰 되었는데, 이는 옹기를 이루는 흙 알갱이 입자의 분포로 인한 공극과 관련이 있으며, 이를 성질을 이용하여 소성시 소결정도에 의해 증발량을 조절 가능 할 것으로 생각된다. 스테인리스의 경우는 숙성증류주가 옹기내부 표면으로 통과에 의한 소실이 아닌, 옹기 상부에 설치한 압력변화에 의한 옹기의 파손을 방지하기 위해 설치한 미세 Vent를 통해 소실 된 것으로 생각된다.

표6. 숙성기간에 따른 숙성증류주 소실량 변화

#### ● 12개월 숙성 소실(%)

나무(실온29.3>향온29.1) >> 옹기(향온4.4>실온3.7) > 스테인리스(실온1.9>향온1.4)



② 숙성기간에 따른 숙성증류주 알코올함량 변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 알코올함량 변화를 관찰 하였다. (표7)

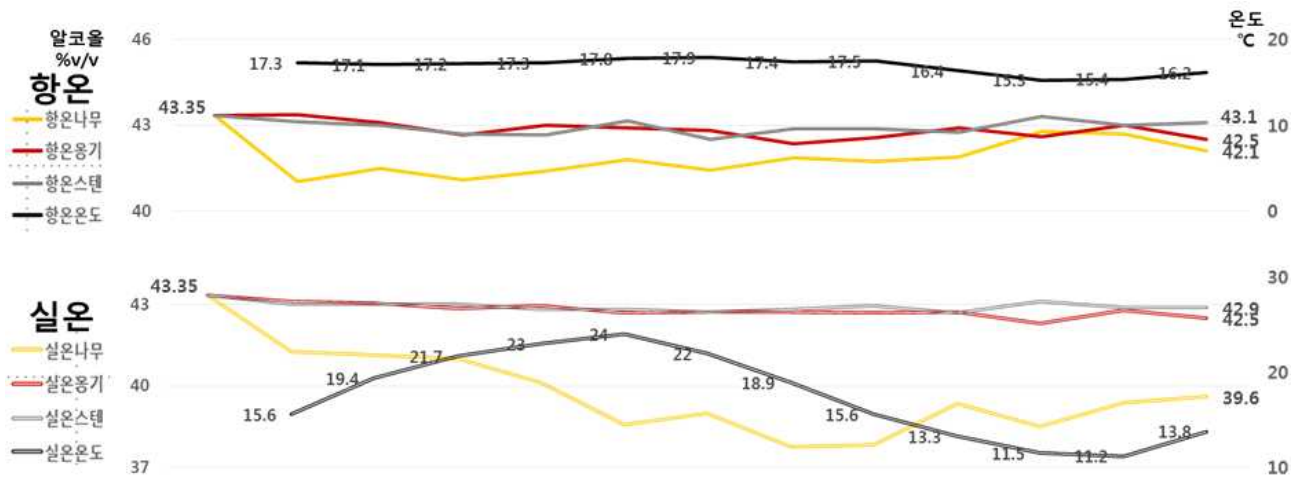
숙성 12개월 경과 시점에서 숙성소재별로는 나무의 경우가 알코올 감소폭이 1.6~3.9%로 가장 크게 나타났으며, 옹기는 0.5~0.6%, 스테인리스의 경우는 0.4~0.5%의 알코올함량 감소를 보였다. 숙성환경에 따라서는 실온의 경우가 향온의 경우보다 알코올함량 감소폭이 크게 나타났다. 실온나무 3.9%, 향온나무1.6%, 실온옹기 0.6%, 향온옹기 0.5%, 실온스테인리스 0.5%, 향온스테인리스 0.4%의 순으로 숙성기간 12개월 경과시점에서 알코올함량 감소를 보였다.

알코올함량 감소폭이 숙성소재별, 숙성환경별 다소 차이를 보이는 것은 숙성소재의 특성과 숙성환경의 온도와 습도의 영향으로 생각되어 지며, 특히 숙성환경에 의한 차이는 실온조건의 환경이 변화의 편차가 크기 때문에 그로 인한 알코올함량의 감소가 향온조건의 환경보다 크게 나타난 것으로 생각된다.

표7. 숙성기간에 따른 숙성증류주 알코올함량 변화

● 12개월 숙성증류주 알코올함량 감소(%)

나무(실온3.9>향온1.6) >> 옹기(실온0.6≥향온0.5) ≥ 스테인리스(실온0.5≥향온0.4)



구분	원주	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	9개월	10개월	11개월	12개월	
알코올 %v/v	2015.03	2015.04	2015.05	2015.06	2015.07	2015.08	2015.09	2015.10	2015.11	2015.12	2016.01	2016.02	2016.03	
나무	향온	43.35	41.0	41.5	41.1	41.4	41.8	41.5	41.9	41.8	41.9	42.8	42.7	42.1
	실온	43.35	41.3	41.1	41.0	40.1	38.6	39.0	37.8	37.8	39.3	38.5	39.4	39.6
	평균	43.35	41.2	41.3	41.0	40.8	40.2	40.2	39.8	39.8	40.6	40.6	41.0	41.4
옹기	향온	43.35	43.4	43.1	42.7	43.0	42.9	42.8	42.4	42.6	42.9	42.6	43.0	42.5
	실온	43.35	43.1	43.0	42.9	42.9	42.7	42.7	42.7	42.7	42.7	42.3	42.8	42.5
	평균	43.35	43.2	43.1	42.8	43.0	42.8	42.8	42.5	42.6	42.8	42.5	42.9	42.5
스텐	향온	43.35	43.1	43.0	42.7	42.7	43.2	42.5	42.9	42.9	42.8	43.3	43.0	43.1
	실온	43.35	43.0	43.0	43.0	42.8	42.8	42.7	42.8	42.9	42.7	43.1	42.9	42.9
	평균	43.35	43.1	43.0	42.9	42.8	43.0	42.6	42.8	42.9	42.7	43.2	43.0	43.0

③ 숙성기간에 따른 숙성증류주 pH 변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 pH 변화를 관찰 하였다. (표8)

증류주 숙성 12개월 경과시점에서 pH 변화는 숙성소재별로 차이를 나타내었는데, 나무의 경우 pH 감소경향이 뚜렷하게 나타났고, 옹기의 경우 약간의 증가 경향을 보였다. 스테인리스의 경우는 pH 변화 없이 유지 되었다. 숙성환경에 대한 차이는 크게 나타나지 않았으나, 실온 조건의 경우가 향온 조건의 경우보다 경향성이 보다 크게 나타났다.

나무 숙성증류주의 경우 pH 감소는 목통으로부터 유출되는 성분들의 영향과, 증류주 성분들의 산화반응 등에 기인한 것으로 생각되며, 옹기 숙성증류주의 경우 pH 증가는 흡에서 유래되는 Ca, Mg, K, Na 등의 알칼리 토금속류, 무기질 등의 영향으로 생각된다. 스테인리스의 경우는 산화 반응이 일어날 요소가 가장 제한적으로서, 그 결과 pH 변화가 가장 적은 것으로 생각된다.

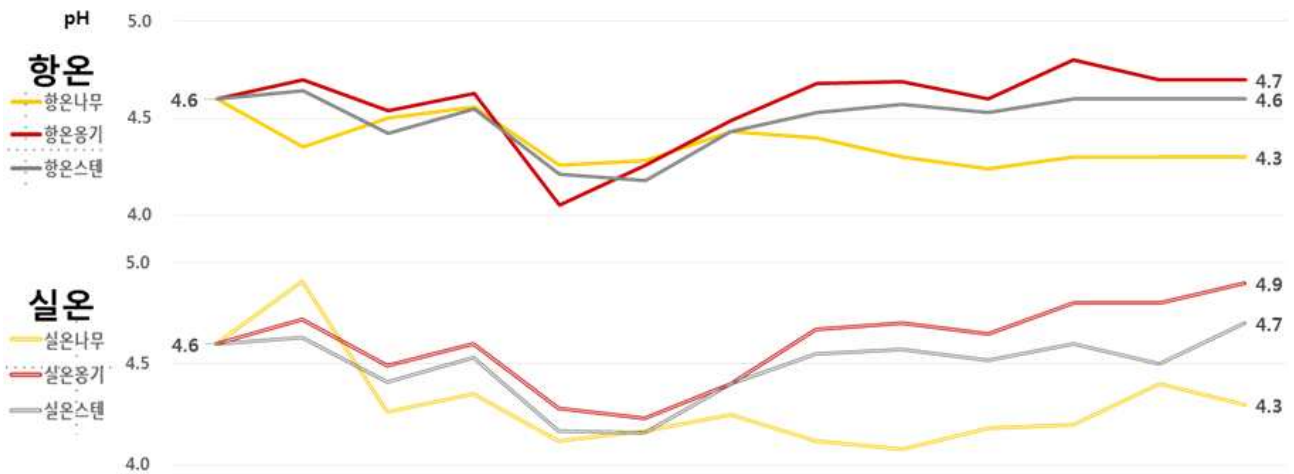
표8. 숙성기간에 따른 숙성증류주 pH 변화

● 12개월 숙성증류주 pH 변화

나무의 경우 pH 감소경향 ↓

옹기의 경우 약간의 증가↑

스테인리스의 경우 변화폭이 가장 작음=



구분 pH		원주	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	9개월	10개월	11개월	12개월
		2015.03	2015.04	2015.05	2015.06	2015.07	2015.08	2015.09	2015.10	2015.11	2015.12	2016.01	2016.02	2016.03
나무	향온	4.6	4.4	4.5	4.6	4.3	4.3	4.4	4.4	4.3	4.2	4.3	4.3	4.3
	실온	4.6	4.9	4.3	4.4	4.1	4.2	4.3	4.1	4.1	4.2	4.2	4.4	4.3
	평균	4.6	4.6	4.4	4.5	4.2	4.2	4.3	4.3	4.2	4.2	4.3	4.4	4.3
옹기	향온	4.6	4.7	4.5	4.6	4.1	4.3	4.5	4.7	4.7	4.6	4.8	4.7	4.7
	실온	4.6	4.7	4.5	4.6	4.3	4.2	4.4	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9
	평균	4.6	4.7	4.5	4.6	4.2	4.2	4.4	4.7	4.7	4.6	4.8	4.7	4.8
스텐	향온	4.6	4.6	4.4	4.6	4.2	4.2	4.4	4.5	4.6	4.5	4.6	4.6	4.6
	실온	4.6	4.6	4.4	4.5	4.2	4.2	4.4	4.6	4.6	4.5	4.6	4.5	4.7
	평균	4.6	4.6	4.4	4.5	4.2	4.2	4.4	4.5	4.6	4.5	4.6	4.5	4.6

④ 숙성기간에 따른 숙성증류주 산도 변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 산도 변화를 관찰 하였다. (표9)

증류주 숙성 12개월 경과시점에서 산도 변화는 숙성소재별로 차이를 보였는데, 나무 숙성증류주의 경우 산도 증가가 두드러졌으며, 특히 실온의 조건이 항온보다 산도 증가가 크게 나타났다. 옹기 및 스테인리스는 산도의 변화가 거의 나타나지 않았으나, 옹기의 경우 미세한 산도 감소가 관찰 되었다.

앞서 관찰된 pH 변화의 원인으로 산도 변화의 원인을 설명할 수 있을 것으로 생각되며, 변화 경향 역시 유사하게 관찰 되었다.

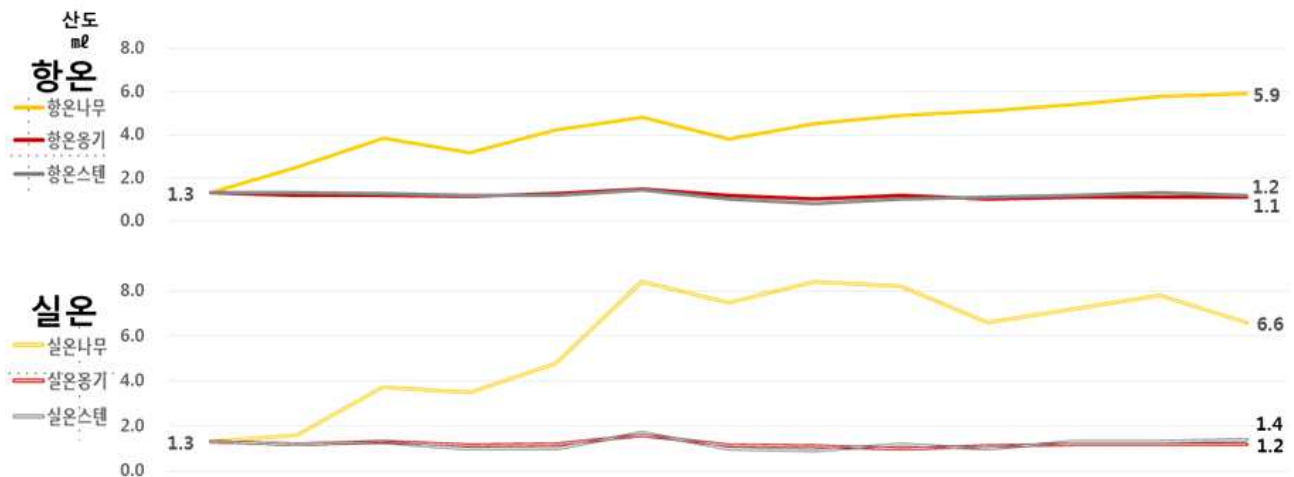
추가적으로 나무 실온의 산도가 가장 크게 증가한 시점이 여름철 온도가 크게 증가한 시점과 맞물려 있는데, 여름철 높은 온도의 영향으로 산화 반응이 가속된 것으로 생각된다.

표9. 숙성기간에 따른 숙성증류주 산도 변화

● 12개월 숙성증류주 산도 변화

나무 숙성주의 산도 증가가 가장 크게 나타남 (나무실온 > 나무항온)

스테인리스와 옹기의 경우 산도 변화가 거의 없음 (옹기의 경우 미세한 감소)



구분	산도	적정mℓ	원주	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	9개월	10개월	11개월	12개월	
			2015.03	2015.04	2015.05	2015.06	2015.07	2015.08	2015.09	2015.10	2015.11	2015.12	2016.01	2016.02	2016.03	
나무	항온	1.3		2.5	3.9	3.2	4.2	4.8	3.8	4.5	4.9	5.1	5.4	5.8	5.9	
	실온		1.6	3.8	3.5	4.8	8.4	7.5	8.4	8.2	6.6	7.2	7.8	6.6		
	평균		2.1	3.8	3.3	4.5	6.6	5.7	6.5	6.6	5.9	6.3	6.8	6.2		
옹기	항온		1.2	1.2	1.2	1.3	1.5	1.2	1.0	1.2	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	실온		1.2	1.3	1.2	1.2	1.6	1.2	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
	평균		1.2	1.3	1.2	1.2	1.6	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1
스텐	항온		1.3	1.3	1.2	1.2	1.5	1.0	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2
	실온		1.2	1.3	1.0	1.0	1.7	1.0	0.9	1.2	1.0	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
	평균		1.3	1.3	1.1	1.1	1.6	1.0	0.9	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3

\*산도(적정) 0.01N NaOH(mℓ)

⑤ 숙성기간에 따른 숙성증류주 전기전도도 변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 전기전도도 변화를 관찰 하였다. (표10)

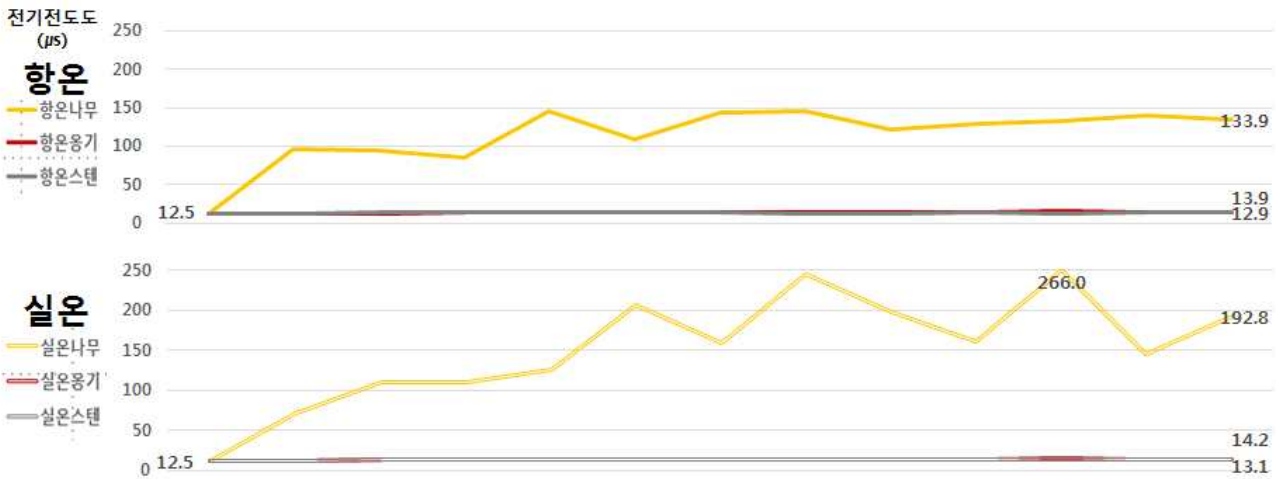
증류주 숙성기간에 따라 전기전도도는 증가 경향을 보였고, 나무, 옹기, 스테인리스 순으로 숙성소재별로 증가 경향의 차이를 보였다. 12개월 경과시점에서 나무 숙성증류주의 경우 증류원주 대비 10배 이상의 전기전도도 증가를 나타냈는데, 특히 나무 실온의 경우가 나무 향온보다도 전기전도도가 20배 가까운 증가를 보여 경향이 현저하였다.

나무 숙성증류주의 전기전도도 증가는 목통으로부터 용출된 나무 탄화 회분 물질(무기염류)등에 기인한 것으로 생각된다. 옹기의 경우는 나무 보다는 숙성증류주와 접촉표면으로 부터 유출되는 물질은 적어 전기전도도 값의 변화에 큰 영향은 없지만, 옹기의 흙 원료유래 미네랄 용출의 영향으로 전기전도도 값이 미약하게나마 상승한 것으로 생각된다. 스테인리스의 경우 앞서 기술한 나무 및 옹기 소재와는 다르게 숙성재로 부터 기인한 물질이 없어 전기전도도 값의 변화에 큰 영향을 미치지 않았다.

표10. 숙성기간에 따른 숙성증류주 전기전도도 변화

● 12개월 숙성증류주 전기전도도 변화

전기전도도는 숙성기간에 따라 증가하며, 나무>>옹기>스테인리스 순의 증가경향성 나무-실온의 경우가 향온의 경우보다 크게 나타남



구분	전도도	µS	원주	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	9개월	10개월	11개월	12개월
			2015.03	2015.04	2015.05	2015.06	2015.07	2015.08	2015.09	2015.10	2015.11	2015.12	2016.01	2016.02	2016.03
나무	향온	12.5	95.7	94.3	85.1	145.3	109.6	143.5	145.3	122.2	128.8	132.8	139.9	133.9	
	실온	12.5	72.1	110.4	110.6	125.6	207.0	159.4	245.0	198.3	161.0	266.0	144.5	192.8	
	평균	12.5	83.9	102.4	97.9	135.5	158.3	151.5	195.2	160.3	144.9	199.4	142.2	163.4	
옹기	향온	12.5	12.7	12.7	13.5	13.1	13.4	13.2	13.9	13.7	13.4	15.0	12.9	13.9	
	실온	12.5	12.1	12.9	13.1	13.1	13.8	12.8	13.3	13.2	13.8	14.9	13.2	14.4	
	평균	12.5	12.4	12.8	13.3	13.1	13.6	13.0	13.6	13.4	13.6	14.9	13.0	14.2	
스텐	향온	12.5	12.6	12.9	13.1	13.5	13.1	13.0	12.7	12.7	13.2	12.8	13.0	12.9	
	실온	12.5	12.7	12.7	12.9	13.3	13.2	12.9	12.8	12.7	13.4	12.7	13.1	13.1	
	평균	12.5	12.6	12.8	13.0	13.4	13.2	12.9	12.7	12.7	13.3	12.8	13.0	13.0	

### 3) 숙성증류주의 광학분석

#### ① 숙성기간에 따른 숙성증류주 색도 변화

증류원의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 색도 변화를 관찰 하였다. (표11)

증류주 숙성기간에 따라 나무 숙성재 실험구에서 색도의 큰 변화가 관찰되었다. 반면 옹기와 스테인리스 숙성재 실험구에서는 색도의 변화 경향성이 관찰 되지 않았다. 나무의 Lab 색도(색차) 변화는 숙성기간이 지남에 따라 L값(밝기, Lightness)의 감소를 보였고, a값이 양의 좌표로 약간 증가하여 Red 색의 증가가 관찰 되었으며, b값이 크게 증가하여 Yellow 색의 증가가 뚜렷하게 관찰 되었다.

나무의 색도 증가는 나무 숙성재에서 기인한 성분들의 증가로서 목통 제조시 Toasting의 내부 표면을 태우는 과정에서 생성되는 성분들 또한 색도 증가에 큰 기여를 하게 된다.

표11. 숙성기간에 따른 숙성증류주 색도 변화

#### ● 12개월 숙성증류주 색도 변화

색도의 변화는 나무숙성주의 경우 변화폭이 가장 크게 나타남 (실온 > 향온)  
 옹기와 스텐의 경우 색도의 변화가 거의 없음

구분			원주	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	9개월	10개월	11개월	12개월		
			2015.03	2015.04	2015.05	2015.06	2015.07	2015.08	2015.09	2015.10	2015.11	2015.12	2016.01	2016.02	2016.03		
L lightness	나무	향온	96.9	94.5	91.5	92.4	96.2	90.8	93.3	91.4	92.2	92.7	89.7	92.1	91.5		
		실온		94.9	91.3	91.0	94.1	85.2	89.7	90.4	87.5	90.3	90.3	90.6	91.2		
		평균		94.7	91.4	91.7	95.1	88.0	91.5	90.9	89.9	91.5	90.0	91.3	91.3		
	옹기	향온		96.9	96.5	96.5	100.3	96.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.1	100.0	100.1	100.1	100.1
		실온		96.9	96.5	96.5	100.2	96.3	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1
		평균		96.9	96.5	96.5	100.2	96.3	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1
	스텐	향온		96.9	96.5	96.4	100.2	96.3	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.0	99.6
		실온		96.9	96.5	96.5	100.3	96.3	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1
		평균		96.9	96.5	96.5	100.2	96.3	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	100.1	99.8
	a redness	나무		향온	-0.1	- 1.1	- 1.6	- 0.3	3.4	- 1.1	0.7	- 0.5	1.4	0.4	- 0.7	0.6	1.4
				실온		- 0.4	0.4	- 0.8	5.4	2.2	1.0	0.5	2.5	- 0.4	0.6	1.1	0.2
				평균		- 0.7	- 0.6	- 0.6	4.4	0.5	0.9	0.0	2.0	0.0	- 0.1	0.8	0.8
옹기		향온	- 0.1	- 0.2		- 0.2	0.0	- 0.1	-	-	-	- 0.0	-	- 0.0	0.0	0.0	
		실온	- 0.1	- 0.2		- 0.2	0.0	- 0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		평균	- 0.1	- 0.2		- 0.2	0.0	- 0.1	0.0	0.0	-	0.0	- 0.0	0.0	0.0		
스텐		향온	- 0.1	- 0.2		- 0.2	0.0	- 0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	
		실온	- 0.1	- 0.2		- 0.2	0.0	- 0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		평균	- 0.1	- 0.2		- 0.2	0.0	- 0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
B Yellow- Ness		나무	향온	0.2		9.7	18.4	14.3	19.7	20.0	21.6	29.1	22.4	24.0	35.7	25.3	25.8
			실온			6.8	16.3	19.6	24.1	30.5	32.0	29.9	32.7	36.7	30.1	30.0	30.2
			평균			8.2	17.3	16.9	21.9	25.2	26.8	29.5	27.5	30.3	32.9	27.6	28.0
	옹기	향온	0.2		1.0	1.0	0.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	
		실온	0.1		1.0	1.0	0.0	0.2	- 0.0	-	-	-	0.0	0.0	0.0	-	
		평균	0.1		1.0	1.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	
	스텐	향온	0.2		1.0	1.0	0.0	0.2	-	-	-	-	0.0	0.0	0.1	- 0.1	
		실온	0.2		1.0	1.1	0.0	0.2	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	- 0.0	
		평균	0.2		1.0	1.0	0.0	0.2	-	-	-	-	0.0	0.0	0.1	- 0.1	

② 숙성기간에 따른 숙성증류주 흡광도 변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 흡광도 변화를 관찰 하였다. (표12)

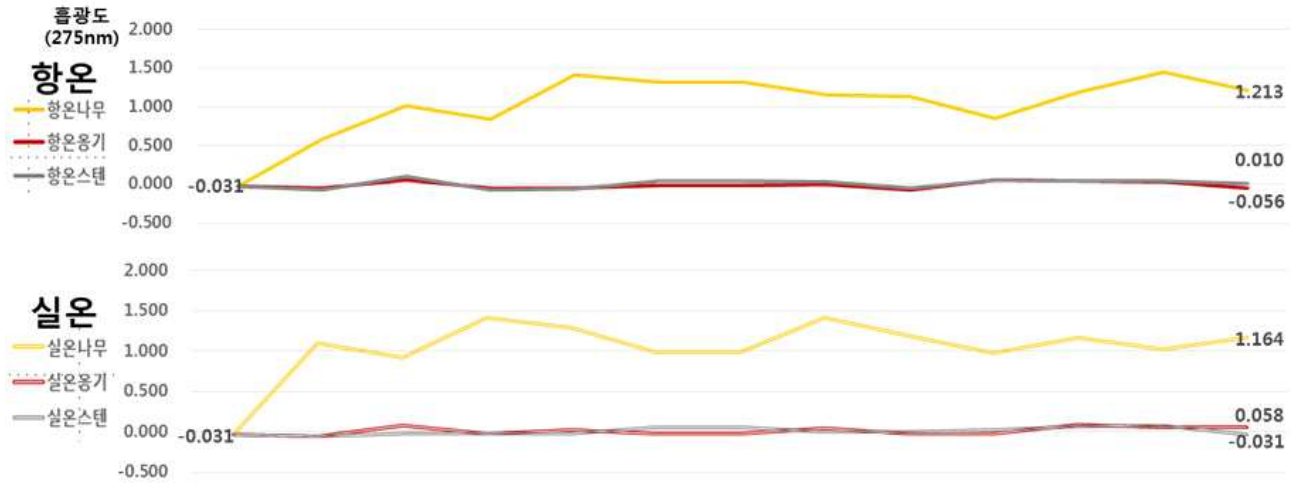
증류주 숙성기간에 따라 나무 숙성재 실험구에서 흡광도의 큰 변화가 관찰되었다. 반면 옹기와 스테인리스 숙성재 실험구에서는 흡광도의 변화 경향성이 관찰 되지 않았다. 나무의 흡광도 변화는 자외부 흡광영역(275nm)에서 크게 나타났다. 흡광과장 275nm는 증류주의 Furfural 함량의 간접지표로 활용된다. 나무의 숙성중에 용출되는 성분들이 흡광도 값의 변화를 유발한 것으로 생각된다.

옹기와 스테인리스의 경우 흡광도 변화가 거의 없었으며, 숙성환경에 따른 흡광도 변화 경향성도 차이가 없었다. 흡광과장 275nm외에도 420nm, 430nm, 760nm 영역에서의 흡광도 수치 역시 나무의 경우가 변화 경향성이 가장 크게 나타났으며, 과장이 길어질수록 변화의 폭은 감소하였다.

표12. 숙성기간에 따른 숙성증류주 흡광도 변화

● 12개월 숙성증류주 흡광도 변화

흡광도의 변화는 나무숙성주의 경우 변화폭이 가장 크게 나타남  
 자외부 흡광영역 (275nm)에서 나무숙성주 OD값이 큰 변화를 나타냄  
 옹기와 스테인리스의 경우 흡광도 변화가 거의 없음  
 숙성환경에 따른 흡광도 변화 경향성 차이 없음



구분	원주	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	9개월	10개월	11개월	12개월	
OD	275nm	2015.03	2015.04	2015.05	2015.06	2015.07	2015.08	2015.09	2015.10	2015.11	2015.12	2016.01	2016.02	2016.03
나무	향온	-0.031	0.575	1.013	0.833	1.413	1.317	1.317	1.158	1.126	0.843	1.185	1.444	1.213
	실온	-0.031	1.098	0.915	1.414	1.283	0.982	0.982	1.412	1.188	0.974	1.163	1.017	1.164
	평균	-0.031	0.836	0.964	1.123	1.348	1.150	1.150	1.285	1.157	0.908	1.174	1.230	1.189
옹기	향온	-0.031	-0.057	0.053	-0.054	-0.050	-0.019	-0.019	-0.008	-0.073	0.049	0.038	0.023	-0.056
	실온	-0.031	-0.057	0.073	-0.022	0.023	-0.028	-0.028	0.047	-0.029	-0.026	0.085	0.052	-0.058
	평균	-0.031	-0.057	0.063	-0.038	-0.013	-0.023	-0.023	0.019	-0.051	0.011	0.061	0.037	-0.057
스텐	향온	-0.031	-0.081	0.093	-0.082	-0.070	0.036	0.036	0.024	-0.052	0.046	0.036	0.040	0.010
	실온	-0.031	-0.063	-0.023	-0.026	-0.029	0.059	0.059	-0.004	-0.006	0.017	0.065	0.081	-0.031
	평균	-0.031	-0.072	0.035	-0.054	-0.049	0.048	0.048	0.010	-0.029	0.032	0.051	0.061	-0.010

\*275nm 자외부 흡광영역

③ 숙성기간에 따른 숙성증류주 탁도 변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 탁도 변화를 관찰 하였다. (표13)

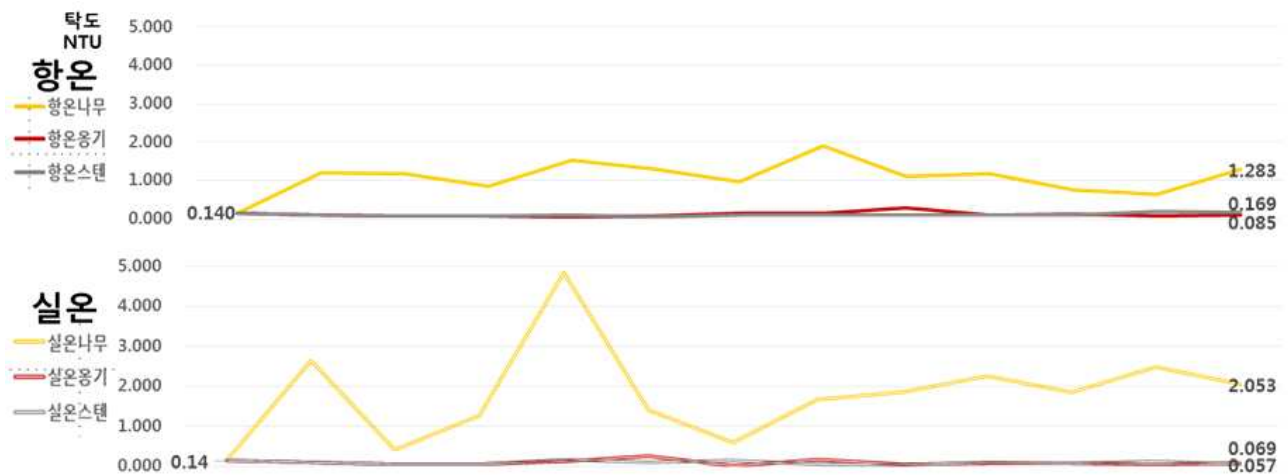
증류주 숙성기간에 따라 탁도(NTU turbidity)역시 다른 광학분석의 결과와 마찬가지로 나무 숙성재 실험구에서 변화가 뚜렷하게 나타났다. 숙성환경에서는 나무 실온의 경우가 향온보다 탁도 변화가 크게 관찰 되었다.

광학분석 결과 나무 숙성의 경우가 큰 변화를 나타냈는데, 이는 증류주와 숙성 소재와의 추출반응(Extractive Reaction)이 나무의 경우가 다른 숙성재 보다 현저하기 때문으로 생각된다.

표13. 숙성기간에 따른 숙성증류주 탁도 변화

● 12개월 숙성증류주 탁도 변화

나무 숙성주의 경우 기간에 따른 탁도증가 경향이 가장 뚜렷함 (실온 > 향온)



구분	NTU	원주	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	9개월	10개월	11개월	12개월
		2015.03	2015.04	2015.05	2015.06	2015.07	2015.08	2015.09	2015.10	2015.11	2015.12	2016.01	2016.02	2016.03
나무	향온	0.140	1.200	1.180	0.842	1.520	1.300	0.961	1.910	1.100	1.180	0.751	0.625	1.283
	실온	0.140	2.640	0.409	1.270	4.830	1.390	0.592	1.680	1.850	2.250	1.840	2.470	2.053
	평균	0.140	1.920	0.795	1.056	3.175	1.345	0.777	1.795	1.475	1.715	1.296	1.548	1.668
응기	향온	0.140	0.089	0.080	0.072	0.060	0.072	0.134	0.142	0.278	0.102	0.108	0.079	0.085
	실온	0.140	0.089	0.056	0.054	0.122	0.265	0.013	0.167	0.057	0.071	0.080	0.062	0.069
	평균	0.140	0.089	0.068	0.063	0.091	0.169	0.074	0.155	0.168	0.087	0.094	0.071	0.077
스텐	향온	0.140	0.093	0.080	0.079	0.093	0.059	0.096	0.089	0.090	0.102	0.099	0.194	0.169
	실온	0.140	0.089	0.049	0.061	0.168	0.093	0.151	0.061	0.025	0.092	0.085	0.125	0.057
	평균	0.140	0.091	0.065	0.070	0.131	0.076	0.124	0.075	0.058	0.097	0.092	0.160	0.113

\*Nephelometric Turbidity Unit



4) 숙성증류주의 성분분석

① 숙성기간에 따른 숙성증류주 유기산(Acetic acid) 변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 유기산 변화를 3개월 주기로 관찰 하였다. (표14)

증류주의 숙성기간에 따라 나무 숙성재의 경우 Acetic acid의 뚜렷한 증가가 관찰 되었고, 실온 숙성 환경 조건이 항온 조건보다 그 변화가 크게 나타났다.

증류주의 Acetic acid(초산)는 Lactic acid(젖산)와 함께 증류과정에서 유출되는 대표 유기산이며, 증류주의 숙성이 진행됨에 따라서도 알코올의 산화반응(Oxidative Reaction) 최종 산화물로서 증가 경향을 나타낸다.

표14. 숙성기간에 따른 숙성증류주 유기산(Acetic acid) 변화

● 12개월 숙성증류주 Acetic acid 유기산 변화  
 나무의 경우 증가 경향이 뚜렷하며, 실온이 항온보다 증가 경향 뚜렷  
 용기, 스텐의 경우 Acetic acid가 다소 증가 하였으나 경향성은 뚜렷하지 않음

구분	원주	1개월	3개월	6개월	9개월	12개월	
		2015.03	2015.04	2015.06	2015.09	2015.12	2016.03
나무	항온	10±2	12±1	15±3	26±17	38±5	67±18
	실온		22±9	12±2	49±19	49±7	95±5
	평균		17	14	38	44	81
용기	항온		13±1	14±2	13±1	18±2	21±3
	실온		20±1	12±1	22±4	13±0	24±2
	평균		17	13	17	16	23
스텐	항온		20±2	17±2	15±1	15±4	20±3
	실온		13±0	15±1	13±1	19±5	19±2
	평균		17	16	14	17	19

② 숙성기간에 따른 숙성증류주 당(Glucose) 변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 Glucose 변화를 3개월 주기로 관찰 하였다. (표15)

증류주의 숙성기간에 따라 나무 숙성재의 경우 Glucose 함량증가가 뚜렷하게 관찰 되었다. 용기 및 스텐인리스의 경우는 Glucose는 검출 되지 않았다.

나무 숙성 증류주에 포함된 당 성분의 증가는 숙성이 진행됨에 따라 나무의 리그닌 분해 성분들(Lignin degradation compounds)이 추출반응(Extractive Reaction)에 의한 것으로 숙성 기간이 길수록, 신규 목통을 사용할수록, 내부 Toasting 강도가 강할수록 증가 경향이 뚜렷하게 나타난다고

알려져 있다.

표15. 숙성기간에 따른 숙성증류주 당(Glucose) 변화

● 12개월 숙성증류주 Glucose 변화  
 나무의 경우 증가 경향이 뚜렷  
 증류원주 및 용기, 스테인리스 숙성증류주의 경우 검출 되지 않음

구분	원주	1개월	3개월	6개월	9개월	12개월	
		2015.03	2015.04	2015.06	2015.09	2015.12	2016.03
나무	향온		0.38±0.22	0.48±0.15	1.42±0.21	1.90±0.33	2.65±0.13
	실온		trace	0.25±0.07	1.87±0.35	1.60±0.03	2.28±0.02
	평균		0.19	0.37	1.65	1.75	2.47
용기	향온	-	-	-	-	-	
	실온	-	-	-	-	-	
	평균	-	-	-	-	-	
스텐	향온	-	-	-	-	-	
	실온	-	-	-	-	-	
	평균	-	-	-	-	-	

③ 숙성기간에 따른 숙성증류주 Flavours (C2~C7, C8~C20)변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 Flavours 성분들의 탄소수에 따른 그룹별 변화를 관찰 하였다. (표16)

증류주의 향미 기여 성분들을 GC-MS로 분석하여 %Area 값을 상대적으로 비교하였다. 방향성 Esters, Higher alcohols 등으로 구성된 탄소개수가 C2~C7 그룹과, Long chain fatty acids 등으로 구성된 C8~C20 그룹으로 나누어 숙성에 따른 변화 동향을 관찰 하였다.

숙성 기간에 따라 모든 실험구가 증가 경향을 나타냈으며, 이는 C8~C20그룹의 증가로 이해 될 수 있다. 숙성 증류주의 화학적인 변화는 증류주의 산화반응(Oxidative Reaction), 숙성재의 첨가반응(Additive Reaction), 추출반응(Extractive Reaction), 증류주와 숙성재 성분 간의 결합반응 등에 의해 일어나게 되는데, C8~C20 성분 그룹의 증가는 물질 간 결합반응에 기인한 것으로 생각된다. C2~C7 성분 그룹의 총량 변화는 미미하게 보이나, 산화반응이 일어나 성분의 프로파일은 변화 되는 것으로 생각된다.

표16. 숙성기간에 따른 숙성증류주 Flavours 그룹 변화

● 12개월 숙성증류주 Flavours 그룹 변화

숙성 기간에 따라 성분 총량이 증가 경향을 나타냄

C7 이하 성분들의 총량 변화 미미함. C8~C20 성분들의 증가 경향 나타냄

향은, 실온에 따른 변화 경향성 없음

※ 증류주 샘플 알코올 20%v/v 일괄 회석 후 분석. RT 50분 까지 총 57종 검출 (C2~C20)

성분들의 %Area 알코올 기준으로 나누어 상대 비교 (알코올의 %area = 1)

구분	원주			1개월			3개월			6개월			9개월			12개월		
	2015.03			2015.04			2015.07			2015.10			2015.12			2016.03		
탄소수그룹	≤C7	C8~C20	Total	≤C7	C8~C20	Total	≤C7	C8~C20	Total	≤C7	C8~C20	Total	≤C7	C8~C20	Total	≤C7	C8~C20	Total
알코올대비 %Area (검출성분수)	(13)	(44)	(57)	(13)	(44)	(57)	(13)	(44)	(57)	(13)	(44)	(57)	(13)	(44)	(57)	(13)	(44)	(57)
나무	1.387	0.071	1.459	1.296	0.068	1.364	1.232	0.089	1.322	1.268	0.111	1.378	1.305	0.137	1.443	1.299	0.453	1.752
실온				1.303	0.080	1.383	1.284	0.096	1.381	1.287	0.149	1.436	1.403	0.175	1.578	1.369	0.383	1.751
평균				1.300	0.074	1.374	1.258	0.093	1.351	1.277	0.130	1.407	1.354	0.156	1.510	1.334	0.418	1.752
용기	1.387	0.071	1.459	1.293	0.084	1.376	1.241	0.108	1.349	1.291	0.142	1.433	1.456	0.187	1.643	1.372	0.559	1.932
실온				1.249	0.066	1.315	1.259	0.113	1.372	1.277	0.153	1.429	1.302	0.134	1.436	1.298	0.394	1.691
평균				1.271	0.075	1.345	1.250	0.111	1.361	1.284	0.147	1.431	1.379	0.161	1.539	1.335	0.477	1.812
스텐	1.387	0.071	1.459	1.298	0.108	1.406	1.268	0.130	1.397	1.262	0.121	1.383	1.255	0.086	1.341	1.350	0.469	1.819
실온				1.298	0.079	1.377	1.253	0.115	1.368	1.260	0.128	1.389	1.264	0.139	1.403	1.278	0.355	1.633
평균				1.298	0.093	1.392	1.260	0.123	1.383	1.261	0.125	1.386	1.260	0.112	1.372	1.314	0.412	1.726

④ 숙성기간에 따른 Fusels (i-amylalcohol, i-butanol)변화

증류주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 Fusels 변화를 관찰 하였다. (표17)

증류주의 숙성기간에 따라, 증류주의 주요 고급알코올인 i-amylalcohol과 i-butanol 함량 변화를 관찰 하였다. 나무의 경우 Fusel 함량의 증가와 더불어 A/B Ratio 증가가 다른 숙성재의 경우보다 크게 나타났다. 용기 및 스테인리스의 경우 Fusel의 함량 및 A/B Ratio의 변화 경향은 뚜렷하지 않았다.

증류주의 A/B Ratio 값은 증류주의 원료에 따른 특성이기도 하나, 값이 증가할수록 관능적으로는 무거운 Sensory 특성을 보인다고 알려져 있다.

표17. 숙성기간에 따른 숙성증류주 Fusels 및 A/B Ratio 변화

● 12개월 숙성증류주 Fusel A/B Ratio 변화

시간경과에 따라 미세 증가 경향

나무의 경우 용기, 스테인리스 보다 증가 경향성

구분	원주			1개월			3개월			6개월			9개월			12개월		
	2015.03			2015.04			2015.06			2015.09			2015.12			2016.03		
ppm	i-amol	i-buol	a/b	i-amol	i-buol	a/b	i-amol	i-buol	a/b	i-amol	i-buol	a/b	i-amol	i-buol	a/b	i-amol	i-buol	a/b
나무	262.8	119.2	2.2	293.9	127.0	2.3	268.1	113.4	2.4	298.1	129.1	2.3	312.5	128.8	2.4	322.1	136.6	2.4
실온				289.1	125.9	2.3	282.2	123.1	2.3	315.6	130.4	2.4	319.2	135.9	2.3	338.5	141.4	2.4
평균				291.5	126.5	2.3	275.2	118.2	2.3	306.8	129.8	2.4	315.9	132.4	2.4	330.3	139.0	2.4
용기	262.8	119.2	2.2	274.8	121.9	2.3	272.7	118.0	2.3	297.4	131.7	2.3	297.0	127.1	2.3	293.7	129.5	2.3
실온				265.5	116.5	2.3	271.3	118.4	2.3	278.3	119.1	2.3	292.6	125.8	2.3	287.0	126.7	2.3
평균				270.2	119.2	2.3	272.0	118.2	2.3	287.9	125.4	2.3	294.8	126.5	2.3	290.3	128.1	2.3
스텐	262.8	119.2	2.2	270.9	117.9	2.3	238.8	103.8	2.3	269.8	117.3	2.3	277.8	120.2	2.3	289.2	127.7	2.3
실온				274.6	122.6	2.2	245.6	109.4	2.2	285.6	127.2	2.2	273.0	117.7	2.3	274.7	119.4	2.3
평균				272.7	120.3	2.3	242.2	106.6	2.3	277.7	122.3	2.3	275.4	118.9	2.3	282.0	123.5	2.3

⑤ 숙성기간에 따른 숙성증류주 미네랄 변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 미네랄 변화를 관찰 하였다. (표18)

증류주의 숙성기간에 따라 스테인리스를 제외하고 나무 및 옹기에서 미네랄 증가 경향이 관찰 되었다. 나무의 경우 미네랄 증가 경향이 뚜렷하였는데, 이는 목통의 Toasting 과정에서 생성된 회분 성분의 증가와 관련이 있다고 생각된다.

옹기 숙성재의 경우에도 Ca 및 Mg 등의 초기 증류원주에는 없던 미네랄이 숙성기간이 지남에 따라 검출 되었는데, 이는 옹기의 재질에서 유래된 알칼리 토금속 미네랄이 증가된 것으로 해석된다. 알칼리성 미네랄의 함량 증가는 pH 증가에 기여하는 성분들로서, 앞서 일반분석시 옹기 숙성 증류주의 pH 증가 경향을 설명해 준다. 초기 원주의 Na과 Ca은 증류 후 알코올 43.5%로 희석시 블렌딩한 제조용수와 관련이 있다.

표18에 나타낸 미네랄 외에도 철(Fe), 구리(Cu), 망간(Mn), 아연(Zn), 규소(Si)를 포함하여 카드뮴(Cd), 납(Pb), 비소(As) 등의 중금속도 분석을 하였으나 모든 실험구에서 검출 되지 않았다.

표18. 숙성기간에 따른 숙성증류주 미네랄 변화

● 숙성증류주 Mineral 변화

나무 및 옹기 숙성재 미네랄 함량 증가 경향

나무의 경우 증가 경향이 뚜렷

스테인리스 경우 초기 증류원주의 미네랄 함량 유지

구분	원주					1개월					3개월					6개월					9개월					12개월				
	Na	K	Ca	Mg	합계	Na	K	Ca	Mg	합계	Na	K	Ca	Mg	합계	Na	K	Ca	Mg	합계	Na	K	Ca	Mg	합계	Na	K	Ca	Mg	합계
나무향은						27.4	21.6	3.3	1.3	53.6	24.4	20.3	11.4	2.3	58.4	20.9	32.0	10.4	<0.10	63.3	24.5	36.7	5.6	0.1	66.8	65.6	45.5	9.0	3.2	123.2
실온						25.3	12.8	5.0	1.1	44.2	24.3	24.3	10.0	1.8	60.3	20.3	40.6	13.6	<0.10	74.5	23.9	48.5	6.2	0.1	78.7	75.4	63.5	12.2	3.9	155.0
평균						26.3	17.2	4.1	1.2	48.9	24.4	22.3	10.7	2.0	59.4	20.6	36.3	12.0	<0.10	68.9	24.2	42.6	5.9	0.1	72.8	70.5	54.5	10.6	3.5	139.1
옹기향은						16.8	-	3.2	-	19.9	16.5	<0.02	3.1	0.4	20.0	18.1	<0.02	<0.07	<0.10	18.1	22.6	0.02	0.1	0.1	22.7	46.8	<0.02	2.8	0.1	49.7
실온	15.8	-	1.9	-	17.6	18.8	-	7.4	-	26.2	16.0	<0.02	5.1	0.5	21.5	17.8	<0.02	<0.07	<0.10	17.8	22.0	0.02	0.1	0.1	22.2	49.2	<0.02	2.8	<0.1	52.0
평균						17.8	-	5.3	-	23.1	16.3	<0.02	4.1	0.4	20.8	17.9	<0.02	<0.07	<0.10	17.9	22.3	0.02	0.1	0.1	22.5	48.0	<0.02	2.8	<0.1	50.1
스텐향은						16.8	-	-	-	16.8	14.8	-	-	-	14.8	15.0	-	-	-	15.0	18.7	-	-	-	18.7	32.3	-	1.8	-	34.1
실온						16.5	-	-	-	16.5	15.7	-	-	-	15.7	13.6	-	-	-	13.6	17.2	-	-	-	17.2	40.6	-	1.6	-	42.2
평균						16.6	-	-	-	16.6	15.3	-	-	-	15.3	14.3	-	-	-	14.3	17.9	-	-	-	17.9	36.5	-	1.7	-	38.2

5) 숙성증류주의 구조분석

① 숙성기간에 따른 숙성증류주 NMR 선폭 변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 O-17 NMR의 피크폭 사이즈 변화를 3개월 주기로 관찰 하였다. (표19)

증류주의 숙성기간에 따라 물과 알코올의 회합정도를 간접적으로 확인 할 수 있는 NMR 선폭이 전 실험구에서 감소 경향을 나타내었다. 또한 숙성 환경에 따라 실온의 실험구가 향온의 실험구보다 선폭 감소 경향성이 크게 관찰 되었다.

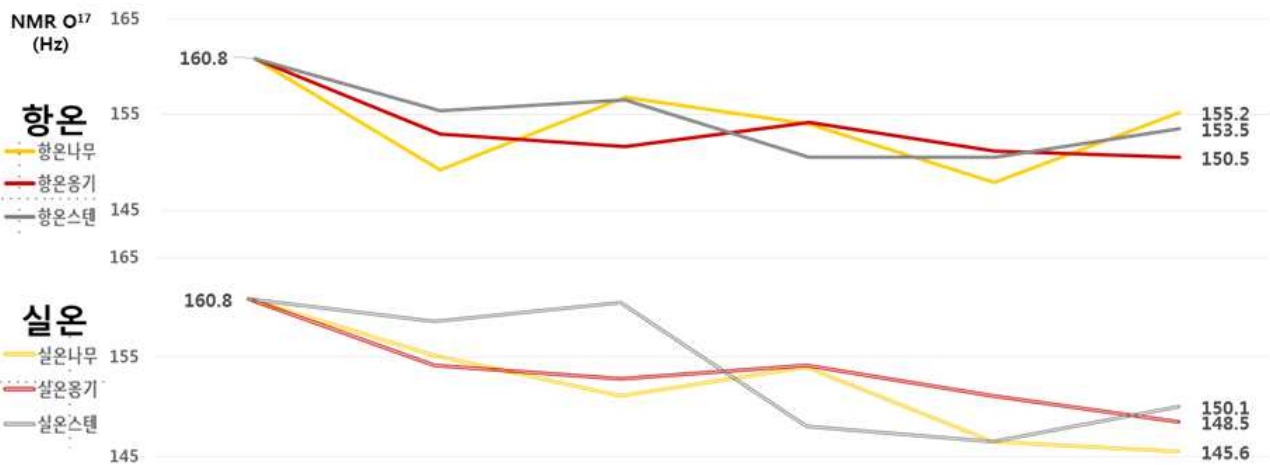
술을 구성하고 있는 입자의 구조가 숙성 시간이 부여됨에 따라 치밀해 지고 안정적으로 모아진다고 표현을 하기도 하는데, 그래픽 적으로 액체 상태의 구조를 표현하기는 현대 과학으로는 한계가 있기 때문에 NMR 같은 간접적인 지표로 확인 할 수 있다.

표19. 숙성기간에 따른 숙성증류주 O-17 NMR Half peak width size 변화

● 숙성증류주 NMR 선폭 변화

숙성기간에 따라 모든 실험구에서 선폭의 감소 경향

숙성 환경에 따라 실온의 경우가 향온보다 감소 경향성이 큼



구분 NMR	Hz	원주	1개월		3개월		6개월		9개월		12개월	
		2015.03	2015.04	감소	2015.06	감소	2015.09	감소	2015.12	감소	2016.03	감소
나무	향온	160.8	149.2	11.7	156.8	4.0	154.0	6.8	147.9	12.9	155.2	5.7
	실온		155.1	5.7	151.2	9.7	154.0	6.8	146.5	14.3	145.6	15.3
	평균		152.2	8.7	154.0	6.8	154.0	6.8	147.2	13.6	150.4	10.5
옹기	향온		152.9	7.9	151.7	9.2	154.2	6.7	151.2	9.7	150.5	10.3
	실온		154.2	6.7	152.8	8.0	154.2	6.7	151.1	9.7	148.5	12.3
	평균		153.6	7.3	152.2	8.6	154.2	6.7	151.1	9.7	149.5	11.3
스텐	향온		155.4	5.4	156.5	4.3	150.5	10.3	150.5	10.3	153.5	7.3
	실온		158.6	2.3	160.5	0.3	148.1	12.7	146.6	14.3	150.1	10.7
	평균		157.0	3.8	158.5	2.3	149.3	11.5	148.6	12.3	151.8	9.0

② 숙성기간에 따른 숙성증류주 용해열 변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 용해열의 변화를 3개월 주기로 관찰 하였다.  
(표20)

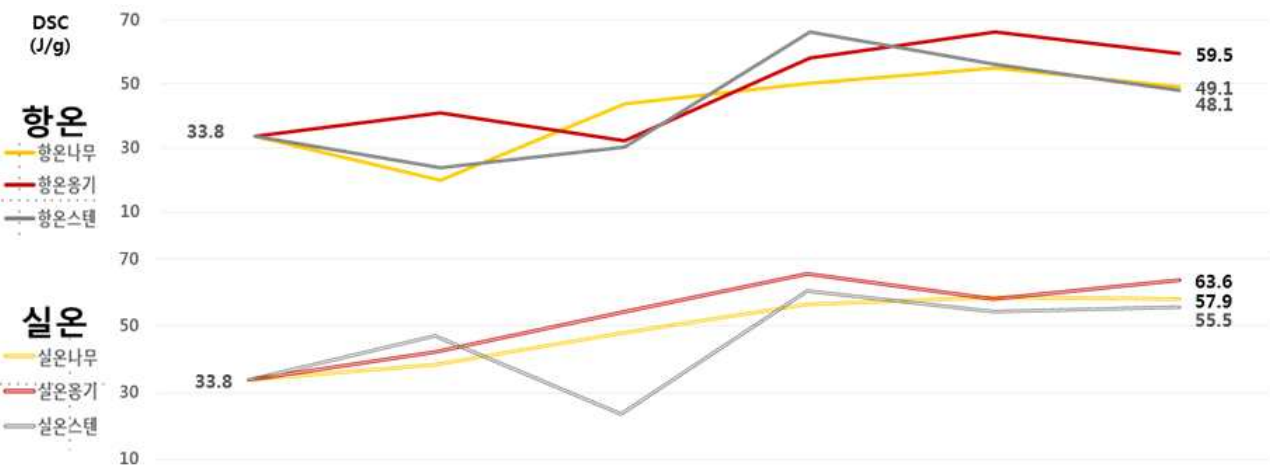
증류주의 숙성기간에 따라 물과 알코올의 분자간 회합(결합)정도를 시차주사열량계(DSC)를 통해 용해열을 측정하여 확인 한 결과, 흡수되는 열량이 증가 경향을 나타내었다. 이는 앞서 설명한 NMR 결과와도 동일하게 해석 될 수 있다.

표에는 나타나지 않았으나, 숙성증류주의 숙성기간이 증가함에 따라 흡열피크의 면적 증가와 함께, 용해가 시작되는 온도 또한 저온 영역으로 편향 되는 것을 관찰 하였다.

표20. 숙성기간에 따른 증류주의 DSC 용해흡수열 변화

● 숙성증류주 DSC 용해흡수열 변화

숙성기간에 따라 모든 실험구에서 용해흡수열 증가 경향  
흡열피크 온도 영역 확대 및 저온으로 편향 관찰됨



구분	DSC	J/g	원주	1개월		3개월		6개월		9개월		12개월	
			2015.03	2015.04	증가	2015.06	증가	2015.09	증가	2015.12	증가	2016.3	증가
나무	향온		33.8	20.0	-13.8	43.7	10.0	50.2	16.5	55.0	21.2	49.1	15.4
	실온		33.8	38.4	4.6	47.9	14.1	56.5	22.7	58.6	24.8	57.9	24.2
	평균		33.8	29.2	-4.6	45.8	12.0	53.3	19.6	56.8	23.0	53.5	19.8
용기	향온		33.8	40.8	7.1	32.4	-1.4	58.1	24.3	66.3	32.5	59.5	25.8
	실온		33.8	42.2	8.4	54.0	20.2	65.6	31.9	58.0	24.3	63.6	29.9
	평균		33.8	41.5	7.8	43.2	9.4	61.9	28.1	62.2	28.4	61.6	27.8
스텐	향온		33.8	23.7	-10.1	30.2	-3.6	66.2	32.5	56.2	22.4	48.1	14.3
	실온		33.8	46.9	13.2	23.5	-10.3	60.4	26.6	54.3	20.5	55.5	21.8
	평균		33.8	35.3	1.6	26.8	-6.9	66.2	32.4	55.2	21.5	51.8	18.0

## 6) 4차년도 과제 결과 고찰

증류주의 대용량 제조 후 동일 증류원주의 20ℓ 용량으로 제작된 숙성소재(나무, 옹기, 스테인리스) 및 숙성환경(항온, 상온)별 6종의 실험구를 다양한 분석방법을 적용하여 주기적으로 관찰 하였다.

쌀 증류주의 1년 숙성 진행 결과 숙성소재별로는 나무의 경우가 증류주 원주 대비 숙성 변화가 가장 크게 나타났다.

숙성에 의해 변화된 분석 값들을 지표화 하여 상관계수(숙성 기여도)와 함께 수식으로 나타내면 ‘숙성 변화도’로 표현 해 보면, 나무의 숙성 변화도는 5.4로 옹기 숙성변화도 1.5 와 스테인리스 숙성 변화도 0.9에 비해 숙성시 큰 변화를 보이는 것을 수치화 하여 표현 가능하다.

( \* 변화도 0 = 숙성 전 증류원주, 변화도 =  $\sum$  원주변화수치 $\times$ 상관계수,  $\sum$  상관계수 = 1)

증류주의 입자 구조를 NMR 및 DSC 분석을 통해 숙성기간에 따라 간접적으로 변화되는 것을 확인 하였다. 이는 숙성증류주의 숙성연한이 오래될수록 맛이 부드러워지는 숙성에 대한 이화학적인 증거가 될 수 있을 것으로 생각된다.

1년간 숙성소재별 수량 소실 및 알코올 감소 DATA는 숙성 증류주의 산업화시 숙성연한에 따른 결감량의 참고 자료로 활용 할 수 있을 것으로 생각되며, 증류주 숙성에 따른 다양한 분석 DATA는 향후 관련 연구 및 후속 연구를 위한 방향 설정에 유효 할 것으로 생각된다.

이 후 숙성증류주의 추적 분석은 5차년도 과제 종료 시점, 즉 2년간의 숙성증류주 변화를 분석 하였다. (5차년도 세부과제 결과 참고)

## [제1세부] 5차년도 증류주의 제조 및 숙성

### (1) 5차년도 과제 요약

5차년도는 앞서 보고한 4차년도의 실험결과에 이어 숙성소재(나무, 옹기, 스테인리스)별, 숙성환경(항온, 실온)별 조건 시료를 3개월 주기로 샘플링 하여 일반분석, 광학분석, 성분분석, 구조분석을 연속하여 실시하였다. 본 보고서에 제시하는 숙성에 의한 증류주의 특성 변화는 2년(24개월)간의 추적 분석 결과이며 과제 종료 후에도 숙성증류주 실험구가 소진 될 때 까지 추적 분석을 진행 할 예정이다. (4차년도 표1)

### (2) 재료 및 방법

#### 1) 재료

5차년도는 4차년도에 이어 나무, 옹기, 스테인리스의 3개 숙성재료와 항온과 실온(상온)의 2개 숙성환경의 조건을 부여하여 총 6개의 숙성 증류주 실험구의 특성 변화 연구를 추적 분석하였다. (4차년도 표2, 표3)

#### 2) 실험 방법

숙성증류주의 변화 추적 연구를 위해 총 16항목 34가지 분석 항목을 망라하여 주기적으로 분석을 실시 하였다. (4차년도 표4)

##### ① 일반분석

4차년도와 마찬가지로 숙성기간 내내 항온 조건과 실온(상온) 조건의 숙성실 온도 및 상대습도를 누적습도계를 이용하여 3시간 단위로 일 8회 측정하여 DATA를 축적하였다. 숙성에 의한 소실량은 초기 용기에 투입한량과 샘플링 시점의 잔여량을 뺀 용량으로 하였고, 알코올은 Anton Parr Density Meter DMA 4500을 이용하여 오차범위 0.1% 이내로 측정하였다. pH 및 전기전도도는 Probe형 Electrode로 측정을 시행하였고, 산도는 중화적정의 방법으로 0.01N의 NaOH 소비량(ml)으로 표현하였다.

##### ② 광학분석

광학분석은 Minolta L, a, b 색차계(투과방식) 분석을 통해 숙성증류주의 밝기와 색의 변화를 측정하였고, 특정 파장 영역에서의 흡광도 측정을 통해 숙성으로 변화하는 숙성주의 광밀도(Optical Density)를 측정하였다. 그리고 NTU 탁도를 측정하여 숙성증류주의 투과성 및 산란정도의 변화를 측정하였다.

##### ③ 성분분석

숙성에 의해 변화되는 향미 기여 성분의 동향을 분석하기 위해 액체크로마토그래피(LC)를 이용하여 유기산(Acetic acid) 및 당(Glucose) 성분을 측정하였고, 가스크로마토그래피(GC/MS, GC/FID)를 이용하여 Fusel 성분을 정량하고, 주요 물질인 i-amylalcohol과 i-butanol을 정량하여 A/B Ratio 값을 확인 하였고, Ester 및 기타 고급알코올류, 고급지방산 성분들을 분석하여 Area% 값으로 숙성증류주의



성분 변화를 확인 하였다. 숙성증류주의 향미기여 성분들은 GC/MS 분석을 바탕으로 탄소수에 따른 저분자(C2~C7) 그룹과 C7 초과 그룹으로 나누어 상대 비교 하였다. 추가적으로 유도결합플라즈마(ICP) 기기를 이용하여 숙성증류주의 1가 및 2가 알칼리 토금속 미네랄(Na, Ca, K, Mg) 함량을 분석하였다. 추가적으로 Si, 금속류(Fe, Cu, Mn, Zn,), 중금속(Cd, Pb, As)을 분석하였으나, 모든 실험구에서 불검출 되어 보고서에는 반영하지 않았다.

#### ④ 구조분석

숙성의 화학적인 변화와 더불어 숙성증류주의 분자레벨에서의 물리적인 변화를 확인하기 위해 O-17 핵자기공명기(NMR Nuclear Magnetic Resonance) 및 시차주사열량기(DSC Differential Scanning Calorimetry)를 이용하여 물-알코올의 분자 구조 변화(분자 결합력)를 간접적으로 확인하였다.

### (3) 결과 및 고찰

#### 1) 숙성 환경 온습도 기록 및 숙성증류주의 일반분석

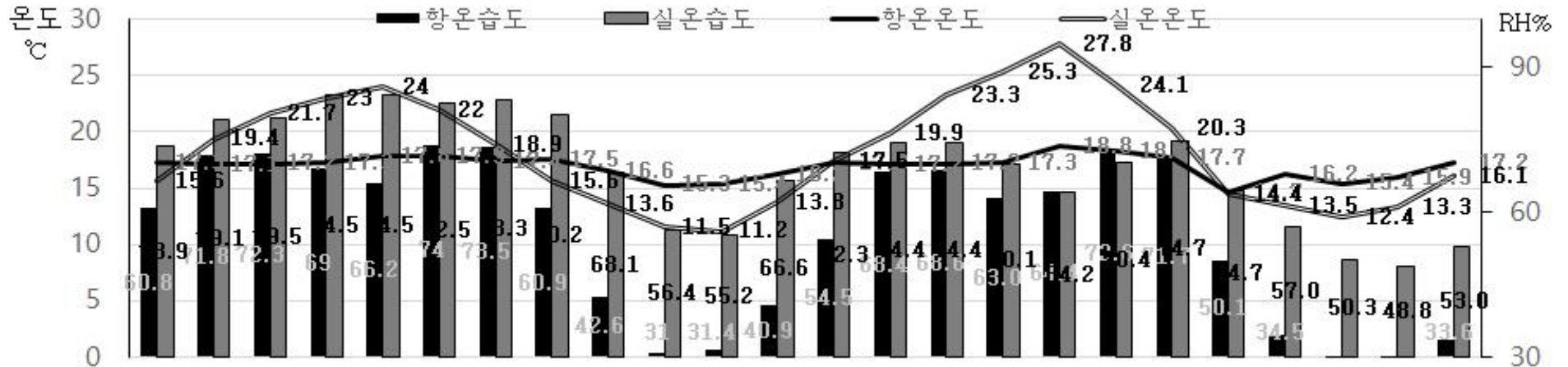
##### ① 숙성실 온도 및 습도(상대습도 Relative Humidity) 변화

2015년 4월부터 2017년 3월까지 2년간 향온실 및 실온실의 온도 및 상대습도를 일 3시간 간격으로 8회 측정 하여 기록하였다. 2년간의 온도 및 상대습도 변화를 확인하였다. (표1)

향온실의 경우 연중 월평균 온도를 16~18℃로 일정하게 유지하기 위해 냉난방이 겸용으로 가능한 장치를 설치하여 온도를 유지 하였다. 이는 지하 혹은 동굴숙성을 하는 경우와 유사하게 숙성 환경 조건을 구현한 것이며, 별도의 온도 조절 장치를 구비하지 않은 실온실의 경우는 산업체에서 흔히 적용하는 실내 유계 저장 공간을 구현한 것으로 조건을 구분 하였다. 두 개의 숙성 환경을 비교한 결과, 향온실의 월평균 온도는 연중 16.9±1.0℃를 유지하였지만, 실온실의 경우는 19.0±4.9℃ 로서 온도변화가 크게 관찰 되었다. 2년간의 여름철(6~8월) 혹서기 월평균 온도는 향온실이 17.6℃, 실온실이 24.2℃를 기록하였고, 겨울철(12~2월) 혹한기 향온실이 15.8℃, 실온실이 12.5℃를 기록하였다. 향온실의 경우 여름철과 겨울철의 평균 온도차가 1.8℃로서 거의 차이가 없는 반면, 실온실의 경우 계절에 따라 온도에 크게 영향을 받아 여름철에 더 덥고, 겨울철에 더 추운 숙성 조건의 환경으로서 여름철과 겨울철의 평균 온도차가 11.7℃ 이상을 나타내었다.

숙성실의 상대습도를 관찰한 결과, 2년간의 향온 숙성실 평균 상대습도는 RH 55.5±17.0%, 실온 숙성실은 평균 RH 69.4±11.2%를 기록하였다. 고온다습한 여름철(6~8월)의 향온실 상대습도는 월평균 RH 67.2% 였고, 실온실 상대습도는 월평균 RH 76.2% 였다. 한랭건조한 겨울철(12~2월)의 향온실 상대습도는 월평균 RH 32.5%, 실온실 상대습도는 월평균 RH 55.7%를 기록하였다. 상대습도는 2016년 8월과 9월 장마가 지속되었던 시기를 제외하고는 연중 지속적으로 실온실의 경우가 향온실의 상대습도보다 높게 유지 되었다. 향온실과 실온실의 상대습도 차이는 겨울철 한랭건조한 시기에 그 차이가 크게 나타나 상대습도 RH 23% 차이를 보였다. 여름철 고온다습한 기후의 시기에는 향온실과 실온실의 상대습도 차이가 RH 8% 정도 차이를 보였다.

표1. 숙성실 온도 및 상대습도(RH%) 변화



구분	숙성 기간	2015년																								2016년			2017			2년 통계
		월통계																														
		4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월							
온도 ℃	항온실	평균	17.3	17.1	17.2	17.3	17.8	17.9	17.4	17.5	16.4	15.3	15.4	16.2	17.3	17.2	17.2	17.3	18.8	18.4	17.7	14.7	16.2	15.4	15.9	17.2	16.9					
		편차	1.2	0.2	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6	0.3	0.3	0.4	0.6	0.2	0.4	1.3	0.9	0.9	0.8	0.6	1.0					
		최고	19.7	18.5	20.9	21.2	18.4	18.8	17.8	18.2	21.9	16.9	20.7	17.3	18.6	19.3	18.3	18.2	19.8	19.6	18.3	17.1	17.7	17.4	17.7	19.4	21.9					
		최저	13.4	16.1	15.7	16.6	16.6	16.7	16.4	15.7	14.6	13.8	13.5	13.7	16.3	16.1	16.4	16.2	17.0	17.9	16.3	11.8	13.9	13.5	14.2	16.3	11.8					
습도 %	항온실	평균	60.8	71.8	72.3	69.0	66.2	74.0	73.5	60.9	40.9	31.0	31.4	40.9	54.5	68.4	68.6	63.0	64.4	72.6	71.7	50.1	34.5	28.7	28.4	33.6	55.5					
		편차	7.5	6.1	7.5	6.8	6.4	5.7	6.5	9.8	7.2	7.9	7.4	6.3	7.3	6.9	7.3	6.8	6.4	2.5	7.9	10.5	7.9	7.5	5.1	5.1	17.0					
		최고	81.5	85.6	87.3	84.0	80.0	83.7	85.4	74.6	56.4	52.3	58.2	58.1	73.7	81.1	82.7	81.6	78.8	79.7	83.7	71.2	57.7	45.3	44.5	47.8	87.3					
		최저	46.2	55.1	53.2	55.5	55.2	54.9	53.8	35.0	25.3	16.7	21.9	27.9	39.8	51.4	52.3	53.6	50.3	63.0	47.7	30.5	20.2	15.5	18.7	22.8	15.5					
습도 %	실온실	평균	73.9	79.1	79.5	84.5	84.5	82.5	83.3	80.2	66.5	56.4	55.2	66.6	72.3	74.4	74.4	70.1	64.2	70.4	74.7	64.7	57.0	50.3	48.8	53.0	69.4					
		편차	5.8	5.0	3.9	3.9	1.9	3.4	3.3	6.7	6.1	8.5	4.6	5.0	4.5	3.6	3.6	3.1	2.3	1.7	3.7	7.5	5.8	6.9	3.5	3.8	11.2					
		최고	82.8	88.7	87.7	91.4	89.6	90.9	88.9	89.6	76.9	75.4	65.4	79.3	80.5	82.4	82.4	78.6	72.9	74.7	80.0	77.5	70.9	63.6	57.9	62.8	91.4					
		최저	51.9	64.0	67.3	72.6	79.2	72.7	73.0	63.6	44.9	35.9	36.1	52.9	58.5	64.2	64.2	64.7	59.7	66.0	62.6	49.0	44.7	38.3	41.3	32.8	32.8					

## ② 숙성기간에 따른 숙성증류주 소실량

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 소실량 변화를 2년간 관찰 하였다. 전년도에 이어 5차년도 과제시 3개월 단위 숙성 소실량 변화를 관찰 하였으며, 관찰 결과는 전년도의 측정값과 함께 3개월 단위 동일한 주기로 표현하였다. (표2)

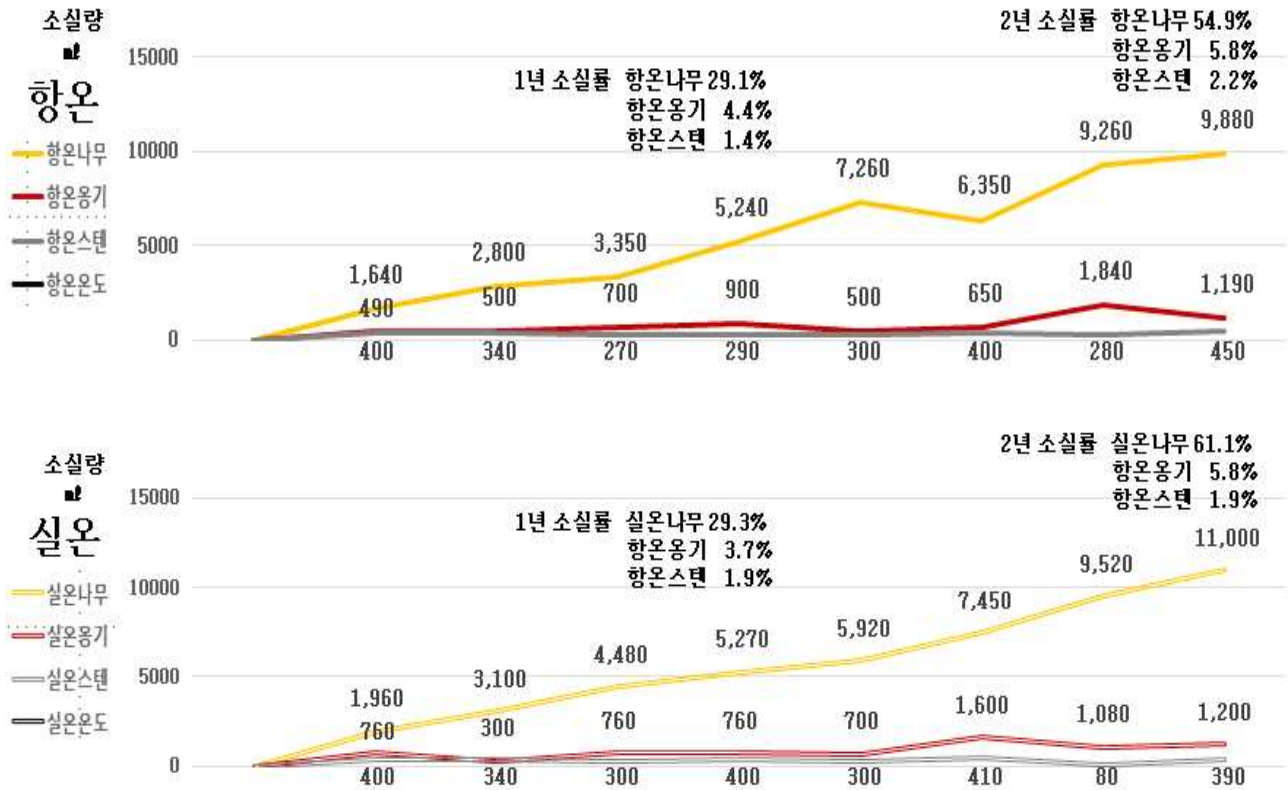
숙성 24개월 경과 시점에서 숙성 소재별로 나무의 경우 원주 투입량 대비 반 이상이 감소하여 향은 나무가 54.9%, 실은나무가 61.1% 의 소실률을 기록하였다. 용기는 최초 수량 대비 향은, 실은 모두 5.8% 감소하였고, 스테인리스의 경우 감소폭이 가장 작은 향은 2.2%, 실은 1.9%를 기록하였다. 숙성 소재별로 나무, 용기, 스테인리스 순으로 숙성이 진행됨에 따라 원주가 감소되는 것을 관찰 할 수 있었다. 소실량이 숙성 소재별로 큰 차이를 나타냈는데, 이는 용기의 재질 특성으로 설명 될 수 있다. 나무의 경우 통내부의 증류주가 접촉된 표면을 통해 외부로 비교적 자유롭게 증발 될 수 있는 구조로 되어 있기 때문에 사료된다. 용기 재질의 숙성 소재 역시 흠 알갱이 입자의 분포로 인한 공극과 관련이 있어 스테인리스 용기의 내외부가 완벽히 차단된 구조보다는 숙성중의 소실이 보다 더 관찰 되었다.

숙성 환경에 있어서는 나무의 경우가 다른 숙성 소재보다 영향을 더 받아, 향은보다 실은의 경우가 소실량이 더 크게 나타났다. 이는 앞서 설명한 실은 환경의 숙성실이 계절에 의한 온도차가 커서 계절에 의한 나무의 팽창과 수축이 더욱 크게 일어 나, 연관된 숙성 증류주의 증발로 인한 소실이 더욱 크게 일어 난 것으로 생각된다. 용기 재질과 스테인리스 재질의 경우 숙성 환경에 의한 소실량(소실률)의 큰 차이는 관찰 되지 않았다.

일반적으로 스카치 위스키의 경우 나무(오크) 숙성시 1년에 2~5% 정도의 수량 감소를 보인다고 한다. 이와 비교시 위 제시된 실험 DATA는 소실량이 매우 크게 나타났는데, 이유는 두 가지 정도로 생각 할 수 있을 것이다. 첫째로 스코틀랜드의 연중 온도 편차가 그리 크지 않고 연중 습윤한 기후로 인한 소실량이 크지 않은 것과, 두 번째, 숙성 실험에 사용된 오크통의 크기가 작기 때문이다.

숙성 통의 크기와 소실량은 큰 관계가 있다. 통의 용량이 커 질수록 투입 액체의 용량 대비 접촉 표면적은 감소하게 된다. 그 만 큼 용량이 큰 오크통을 사용하게 되면 외부로의 증발 표면적이 적어 지는 효과로 인해 소실량이 줄어 들게 된다. 200~230리터 크기의 오크 캐스크(cask)인 호그스헤드(Hogshead)를 스카치 위스키 숙성시 범용으로 사용하며, 미국 버번의 경우 180~200리터 크기의 오크 캐스크(cask)인 아메리칸 스탠더드 바렐(American Standard Barrel)을 사용하는 것이 일반적이다. (3차년도 과제보고서 표9)

표2. 숙성기간에 따른 숙성증류주 소실량 변화



구분	소실량 ml	원주 (투입량)	3개월	6개월	9개월	12개월	15개월	18개월	21개월	24개월
		2015.03	2015.06	2015.09	2015.12	2016.03	2016.06	2016.09	2016.12	2017.03
나무	향온	17,700 ~ 18,700	1,640	2,800	3,350	5,240	7,260	6,350	9,260	9,880
	실온		1,960	3,100	4,480	5,270	5,920	7,450	9,520	11,000
	평균		1,800	2,950	3,915	5,255	6,590	6,900	9,390	10,440
옹기	향온	20,600	490	500	700	900	500	650	1,840	1,190
	실온		760	300	760	760	700	1,600	1,080	1,200
	평균		625	400	730	830	600	1,125	1,460	1,195
스텐	향온	20,600	400	340	270	290	300	400	280	450
	실온		400	340	300	400	300	410	80	390
	평균		400	340	285	345	300	405	180	420

### ③ 숙성기간에 따른 숙성증류주 알코올함량 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 알코올함량 변화를 2년간 관찰 하였다. (표3)

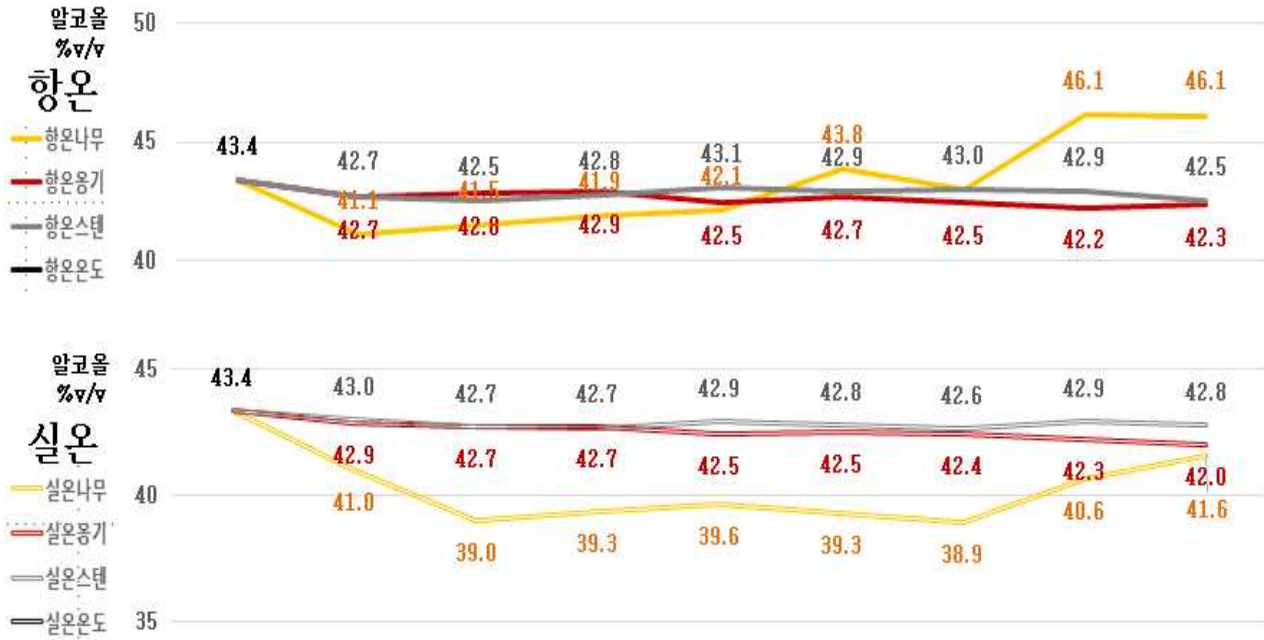
숙성 초기 1년간은 모든 실험구에서 다소 차이는 있으나 전체적으로 알코올의 감소가 목격 되었으나, 숙성 15개월 시점부터 향온나무 숙성의 실험구가 초기 원주의 알코올함량 보다 높게 측정된 이 후 지속적으로 알코올 함량이 증가하였다. 숙성 24개월째에는 향온나무 실험구 원주의 알코올함량이 46.1%v/v로서 초기 원주의 알코올 43.4%v/v 보다 2.7%v/v 가량 증가한 것으로 나타났다.

이는 향온실 환경에서 연중 상대습도가 낮게 관찰된 연유에 의한 것으로 사료된다. 즉, 상대습도가 낮은 환경에서는 나무통 내부 포화된 증기압에서 캐필러리 효과에 의한 분자량이 작은 물분자가 알코올분자 보다 통과 속도가 빠르게 되고, 나무 외표면에 도달한 물분자의 증발량이 알코올분자들의 증발량 보다 상대적으로 많게 되어 결국 통속에 남아 있는 액체의 알코올 도수가 높아지게 되는데, 이는 기후대가 연중 건조한 미국의 켄터키 지역의 버번의 숙성시에도 위와 유사한 효과가 관찰 되는 것으로 알려져 있다.

실온나무 숙성의 실험구에서도 숙성 18개월까지는 지속적인 알코올함량의 감소를 보이다가 21개월째 부터는 알코올함량이 상승하기 시작하여 24개월째에도 알코올함량의 상승을 이어가는 것이 관찰 되었다. 전체적으로는 초기 원주의 알코올함량보다는 낮은 수준이나, 앞으로 알코올함량의 변화가 지속적 상승방향으로 변화할지, 아니면 다시 감소를 하게 될지 흥미롭다.

향온나무 숙성의 실험구를 제외한 나머지 실험구 에서는 전체적으로 알코올함량의 감소가 관찰되었고, 숙성 소재별로는 실온나무가 1.8%v/v 감소하여 가장 큰 감소폭을 보였고, 다음으로 실온용기 1.3%v/v, 향온용기 1.0%v/v 순으로 감소를 타나내었다. 스테인리스의 경우 향온조건 실온조건 모두 알코올함량 1%v/v 미만의 감소를 보여 거의 변화가 없었다.

표3. 숙성기간에 따른 숙성증류주의 알코올함량 변화



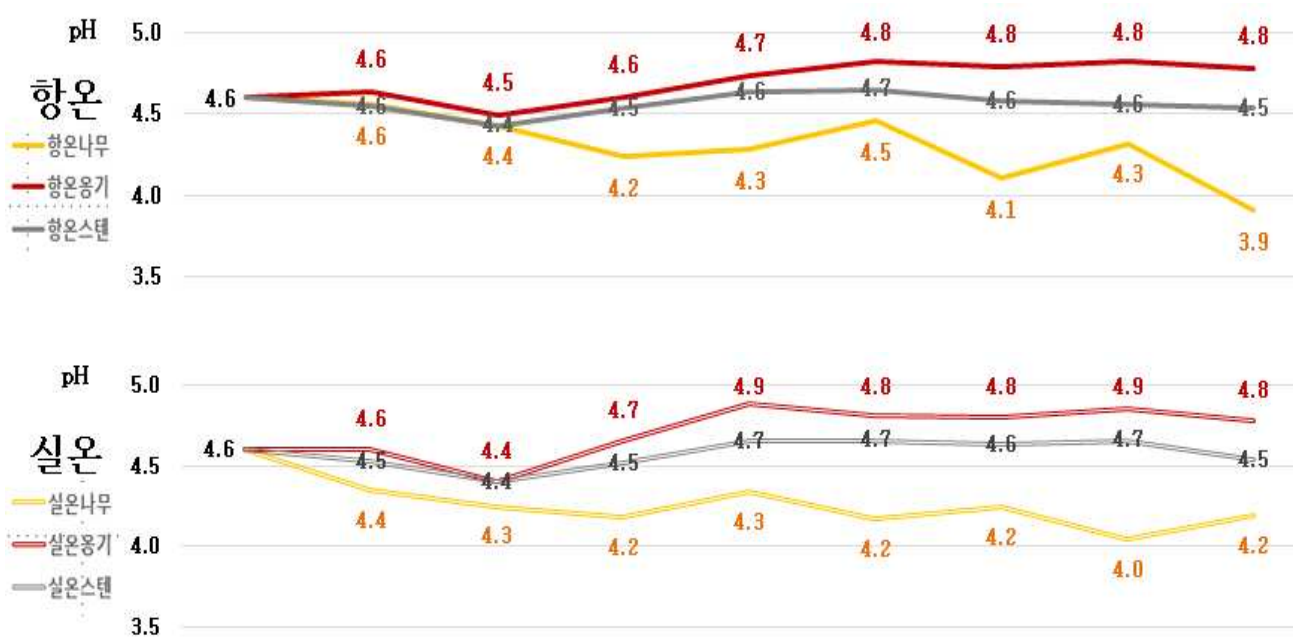
구분	알코올 %v/v	원주	3개월	6개월	9개월	12개월	15개월	18개월	21개월	24개월
		2015.03	2015.06	2015.09	2015.12	2016.03	2016.06	2016.09	2016.12	2017.03
나무	향온	43.4	41.1	41.5	41.9	42.1	43.8	43.0	46.1	46.1
	실온		41.0	39.0	39.3	39.6	39.3	38.9	40.6	41.6
	평균		41.0	40.2	40.6	40.9	41.6	41.0	43.4	43.8
용기	향온		42.7	42.8	42.9	42.5	42.7	42.5	42.2	42.3
	실온		42.9	42.7	42.7	42.5	42.5	42.4	42.3	42.0
	평균		42.8	42.8	42.8	42.5	42.6	42.4	42.2	42.2
스텐	향온		42.7	42.5	42.8	43.1	42.9	43.0	42.9	42.5
	실온		43.0	42.7	42.7	42.9	42.8	42.6	42.9	42.8
	평균		42.9	42.6	42.7	43.0	42.9	42.8	42.9	42.6

④ 숙성기간에 따른 숙성증류주 pH 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 pH 변화를 2년간 관찰 하였다. (표4)

증류주 숙성기간에 따라 pH 변화는 숙성소재별로 차이를 나타내었는데, 나무의 경우 pH 감소경향이 뚜렷하였고, 이와는 반대로 옹기의 경우 pH 증가 경향을 보였는데, 이는 옹기의 재질에서 미량 용출되는 알칼리 토금속 미네랄의 증가로 인한 것으로 생각된다. 스테인리스의 경우는 숙성기간에 따른 pH 변화는 거의 나타나지 않았다.

표4. 숙성기간에 따른 숙성증류주 pH 변화



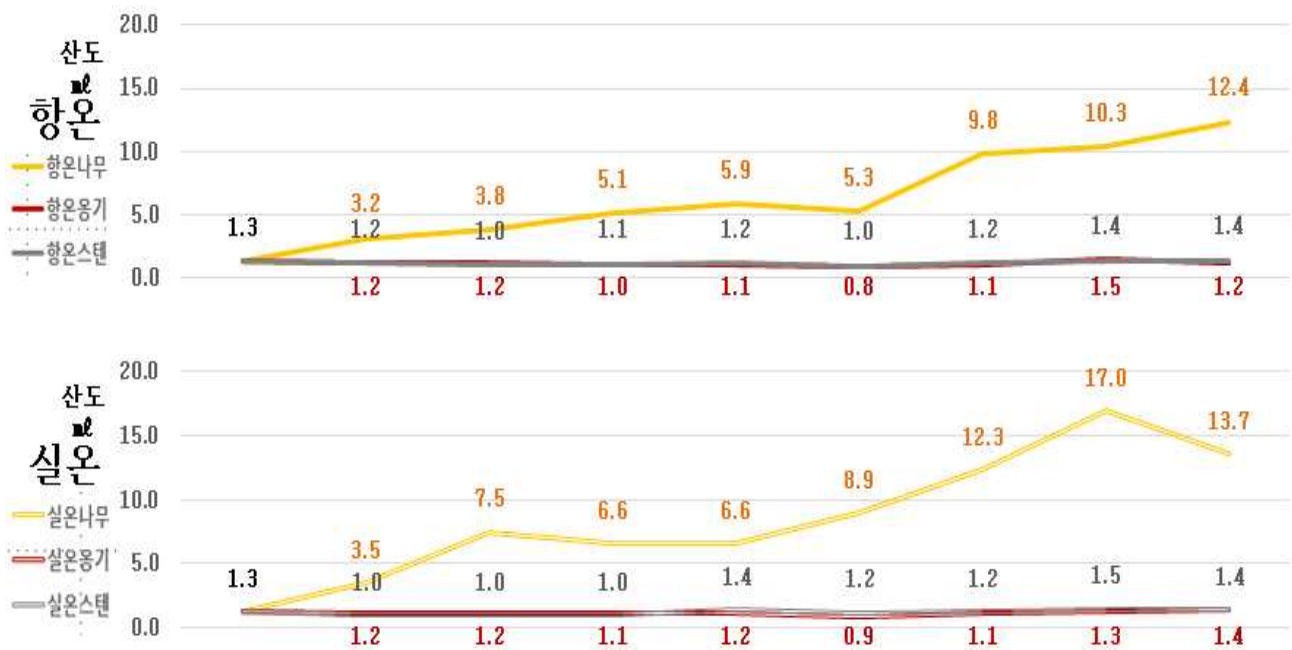
구분	pH	원주	3개월	6개월	9개월	12개월	15개월	18개월	21개월	24개월	
		2015.03	2015.06	2015.09	2015.12	2016.03	2016.06	2016.09	2016.12	2017.03	
나무	향은	4.6	4.6	4.4	4.2	4.3	4.5	4.1	4.3	3.9	
	실은		4.4	4.3	4.2	4.3	4.2	4.2	4.0	4.2	
	평균		4.5	4.3	4.2	4.3	4.3	4.2	4.2	4.1	
옹기	향은		4.6	4.5	4.6	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	
	실은		4.6	4.4	4.7	4.9	4.8	4.8	4.8	4.9	4.8
	평균		4.6	4.4	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	
스텐	향은		4.6	4.4	4.5	4.6	4.7	4.6	4.6	4.5	
	실은		4.5	4.4	4.5	4.7	4.7	4.6	4.7	4.5	
	평균		4.5	4.4	4.5	4.6	4.7	4.6	4.6	4.5	

⑤ 숙성기간에 따른 숙성증류주 산도 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 산도 변화를 2년간 관찰 하였다. (표5)

증류주 숙성 24개월 동안 산도 변화는 숙성소재별로 차이를 보였는데, 나무 숙성증류주의 경우 산도 증가가 뚜렷하였다. 특히, 실온의 경우 산도의 증가가 향온조건 보다 크게 나타났다. 나무숙성 증류주를 제외한 용기 및 스테인리스의 경우 산도 변화는 유의성 있게 관찰 되지 않았다.

표5. 숙성기간에 따른 숙성증류주 산도 변화



\* 0.01N NaOH 중화 소비 적정ml

구분	원주	3개월	6개월	9개월	12개월	15개월	18개월	21개월	24개월	
산도	적정ml	2015.03	2015.06	2015.09	2015.12	2016.03	2016.06	2016.09	2016.12	2017.03
나무	향온	1.3	3.2	3.8	5.1	5.9	5.3	9.8	10.3	12.4
	실온		3.5	7.5	6.6	6.6	8.9	12.3	17.0	13.7
	평균		3.3	5.7	5.9	6.2	7.1	11.1	13.7	13.0
용기	향온		1.2	1.2	1.0	1.1	0.8	1.1	1.5	1.2
	실온		1.2	1.2	1.1	1.2	0.9	1.1	1.3	1.4
	평균		1.2	1.2	1.1	1.1	0.9	1.1	1.4	1.3
스텐	향온		1.2	1.0	1.1	1.2	1.0	1.2	1.4	1.4
	실온		1.0	1.0	1.0	1.4	1.2	1.2	1.5	1.4
	평균		1.1	1.0	1.1	1.3	1.1	1.2	1.4	1.4

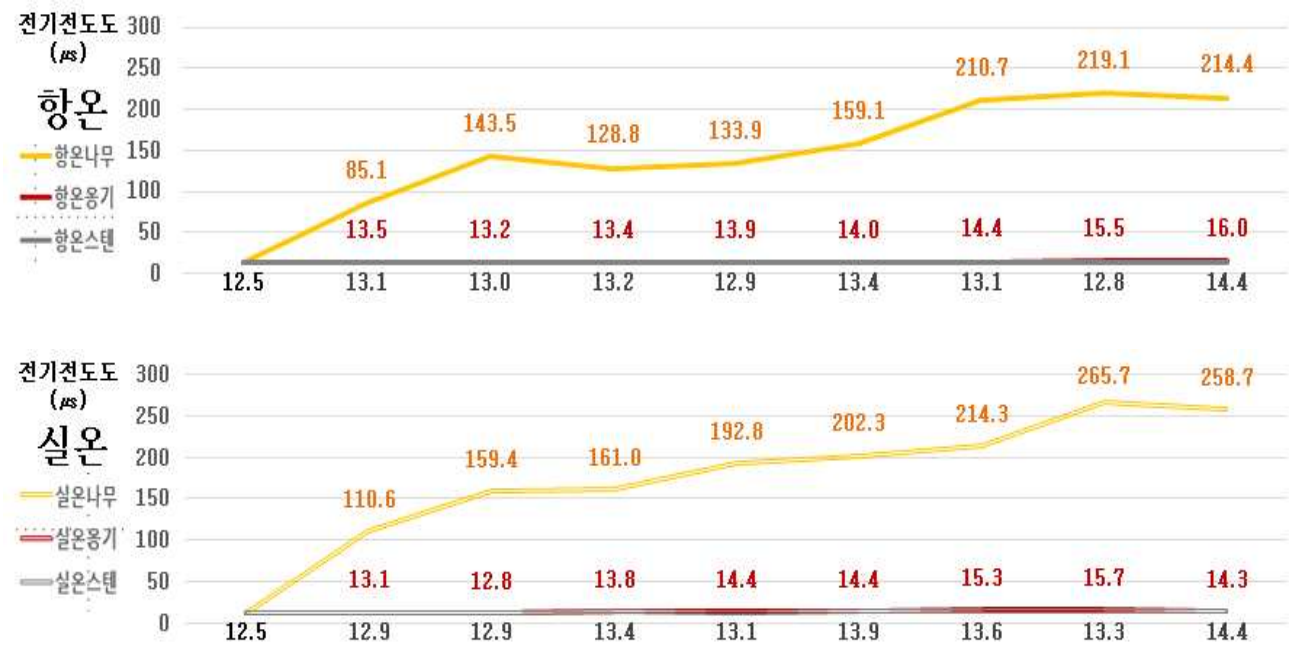


⑥ 숙성기간에 따른 숙성증류주 전기전도도 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 전기전도도 변화를 2년간 관찰 하였다. (표6)

증류주의 숙성기간에 따라 전기전도도는 모든 실험구에서 증가 경향이 관찰되었고, 나무, 용기, 스테인리스 순으로 증가 정도의 차이가 확인되었다. 나무숙성 증류주의 경우 다른 소재보다 전기전도도 증가가 현저하였고, 특히 실온의 경우가 향온의 경우보다 전기전도도 증가가 현저하였다.

표6. 숙성기간에 따른 숙성증류주의 전기전도도 변화



구분	전도도 $\mu s$	원주	3개월	6개월	9개월	12개월	15개월	18개월	21개월	24개월
		2015.03	2015.06	2015.09	2015.12	2016.03	2016.06	2016.09	2016.12	2017.03
나무	향온	12.5	85.1	143.5	128.8	133.9	159.1	210.7	219.1	214.4
	실온		110.6	159.4	161.0	192.8	202.3	214.3	265.7	258.7
	평균		97.9	151.5	144.9	163.4	180.7	212.5	242.4	236.5
용기	향온		13.5	13.2	13.4	13.9	14.0	14.4	15.5	16.0
	실온		13.1	12.8	13.8	14.4	14.4	15.3	15.7	14.3
	평균		13.3	13.0	13.6	14.2	14.2	14.8	15.6	15.1
스테인	향온		13.1	13.0	13.2	12.9	13.4	13.1	12.8	14.4
	실온		12.9	12.9	13.4	13.1	13.9	13.6	13.3	14.4
	평균		13.0	12.9	13.3	13.0	13.6	13.3	13.0	14.4

## 2) 숙성증류주의 광학분석

### ① 숙성기간에 따른 숙성증류주 색도 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 색도 변화를 2년간 관찰 하였다. (표7)

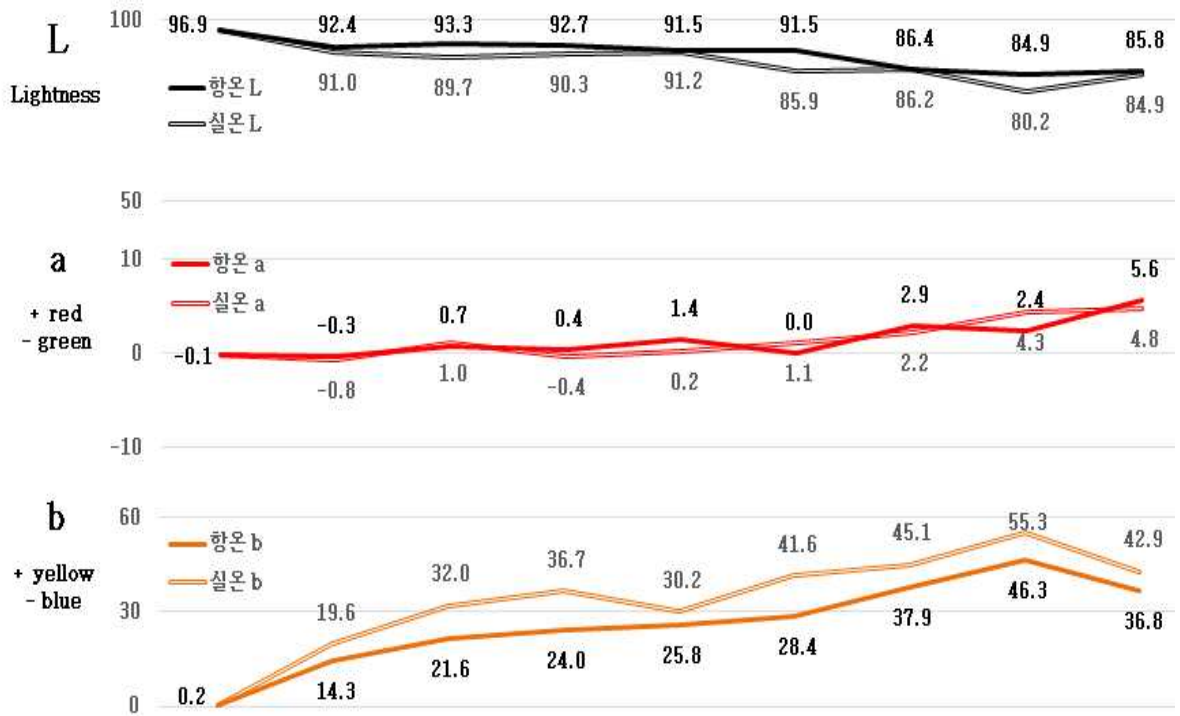
증류주의 숙성기간에 따라 색도의 변화는 나무숙성 증류주 실험구에서 크게 관찰 되었다. 반면 옹기와 스테인리스 숙성재 실험구는 초기 증류원주와 색도 실험결과 값이 동일하거나 색도의 변화가 거의 없고 변화 경향성이 관찰 되지 않았다. 색도의 추적 DATA는 나무숙성 증류주 실험구만을 표7에 표기 하였다.

나무 숙성증류주는 숙성기간이 경과함에 따라 L값(밝기, Lightness)의 감소를 보였고, a 값(+ red, - green)과 b값(+ yellow, - blue)이 양의 좌표 방향으로 증가가 관찰 되었다. b 값의 경우 증가 변화폭이 크게 나타났으며, 육안으로도 황색으로의 색변화가 뚜렷하였다.

나무 숙성증류주의 숙성 환경에 따른 차이는 실온의 경우가 항온의 경우보다 어두워 지는 경향이 빠르고, 붉은색 계열로의 변화는 항온의 경우가 실온의 경우보다 조금 빠르게 나타났다. 황색 계열로의 변화는 두 숙성 환경조건 모두 빠른 변화를 보여 주었으나, 실온의 경우가 보다 변화가 크게 나타났다.

나무의 색도 증가는 나무 숙성재에서 기인한 성분들이 원주와의 반응을 통해 용출되는 효과로서, 색과 풍미에 기여한다고 알려져 있다. 목통 제조시 내부 표면에 열을 가하여 표면을 태우는 과정이 있는데, 이를 Toasting 또는 Charring이라고 하며, 이 때 생성되는 나무의 주성분인 Lignin 이 열분해 또는 열화학반응 으로 생성되는 물질들이 숙성원주의 색도 변화에 큰 기여를 하는 것으로 알려져 있다.

표7. 숙성기간에 따른 나무 숙성증류주 색도 변화



구분			원주	3개월	6개월	9개월	12개월	15개월	18개월	21개월	24개월
색도			2015.03	2015.06	2015.09	2015.12	2016.03	2016.06	2016.09	2016.12	2017.03
L	+ light -dark	향온	96.9	92.4	93.3	92.7	91.5	91.5	86.4	84.9	85.8
		실온		91.0	89.7	90.3	91.2	85.9	86.2	80.2	84.9
	평균	91.7		91.5	91.5	91.3	88.7	86.3	82.5	85.3	
a	+ red -green	향온	-0.1	-0.3	0.7	0.4	1.4	0.0	2.9	2.4	5.6
		실온		-0.8	1.0	-0.4	0.2	1.1	2.2	4.3	4.8
	평균	-0.6		0.9	0.0	0.8	0.6	2.6	3.4	5.2	
b	+ yellow -blue	향온	0.2	14.3	21.6	24.0	25.8	28.4	37.9	46.3	36.8
		실온		19.6	32.0	36.7	30.2	41.6	45.1	55.3	42.9
	평균	16.9		26.8	30.3	28.0	35.0	41.5	50.8	39.8	

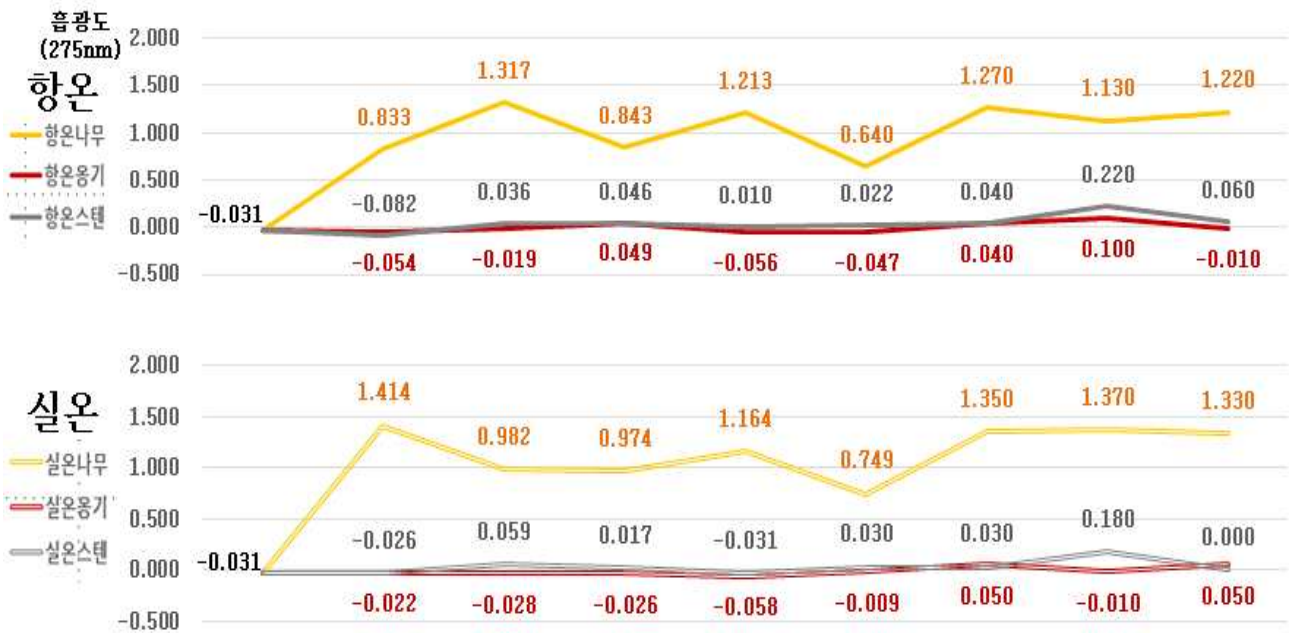
② 숙성기간에 따른 숙성증류주 흡광도 (OD 275nm) 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 흡광도 변화를 2년간 관찰 하였다. (표8)

증류주의 숙성기간에 따라 흡광도의 변화는 나무숙성 증류주 실험구에서 크게 관찰 되었다. 반면 용기와 스테인리스 숙성재 실험구에서는 흡광도의 변화 경향성이 나타나지 않았다. 유의적인 차이는 없으나, 용기의 경우가 스테인리스의 경우보다 전반적으로 작은 흡광도 값을 나타내었다.

흡광도 측정 파장 275nm는 자외부 영역의 흡광영역으로서 Furfural 함량의 간접지표로도 활용된다. 나무의 숙성중에 용출되는 성분들이 흡광도 수치에 변화를 유발한 것으로 생각된다.

표8. 숙성기간에 따른 숙성증류주 275nm 흡광도 변화



\*OD: Optical Density

구분	원주	3개월	6개월	9개월	12개월	15개월	18개월	21개월	24개월
OD275nm	2015.03	2015.06	2015.09	2015.12	2016.03	2016.06	2016.09	2016.12	2017.03
나무	향온	0.833	1.317	0.843	1.213	0.640	1.270	1.130	1.220
	실온	1.414	0.982	0.974	1.164	0.749	1.350	1.370	1.330
	평균	1.123	1.150	0.908	1.189	0.695	1.310	-0.065	1.110
용기	향온	-0.054	-0.019	0.049	-0.056	-0.047	0.040	0.100	-0.010
	실온	-0.031	-0.022	-0.028	-0.026	-0.058	-0.009	0.050	-0.010
	평균	-0.038	-0.023	0.011	-0.057	-0.028	0.045	0.045	0.020
스텐	향온	-0.082	0.036	0.046	0.010	0.022	0.040	0.220	0.060
	실온	-0.026	0.059	0.017	-0.031	0.030	0.030	0.180	0.000
	평균	-0.054	0.048	0.032	-0.010	0.026	0.035	0.200	0.030

③ 숙성기간에 따른 숙성증류주 NTU 탁도 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 NTU 탁도 변화를 2년간 관찰 하였다. (표9)

증류주의 숙성기간에 따라 NTU 탁도의 변화는 나무숙성 증류주 실험구에서 크게 관찰 되었다. 옹기와 스테인리스 숙성재 실험구의 경우 초기 원주 탁도값에서 큰 변화는 관찰되지 않았으나, 스테인리스의 경우가 옹기보다 탁도가 전반적으로 높게 관찰 되었다.

숙성환경에 따라서 나무 숙성재의 경우 실온의 조건이 향온의 조건보다 탁도 변화폭이 더 크게 관찰되었다. 옹기와 스테인리스 숙성재의 경우 숙성환경에 의한 유의적인 변화는 관찰되지 않았다.

표9. 숙성기간에 따른 숙성증류주 NTU 탁도 변화



\* NTU: Nephelometric Turbidity Unit

구분	원주	3개월	6개월	9개월	12개월	15개월	18개월	21개월	24개월	
NTU	2015.03	2015.06	2015.09	2015.12	2016.03	2016.06	2016.09	2016.12	2017.03	
나무	향온	0.140	0.842	0.961	1.180	1.283	2.080	0.910	1.230	1.111
	실온	0.140	1.270	0.592	2.250	2.053	1.550	0.870	2.470	2.141
	평균	0.140	1.056	0.777	1.715	1.668	1.815	0.890	1.850	1.626
옹기	향온	0.140	0.072	0.134	0.102	0.085	0.110	0.190	0.240	0.079
	실온	0.140	0.054	0.013	0.071	0.069	0.110	0.140	0.140	0.097
	평균	0.140	0.063	0.074	0.087	0.077	0.110	0.165	0.190	0.088
스텐	향온	0.140	0.079	0.096	0.102	0.169	0.170	0.080	0.090	0.243
	실온	0.140	0.061	0.151	0.092	0.057	0.110	0.340	0.140	0.140
	평균	0.140	0.070	0.124	0.097	0.113	0.140	0.210	0.115	0.192

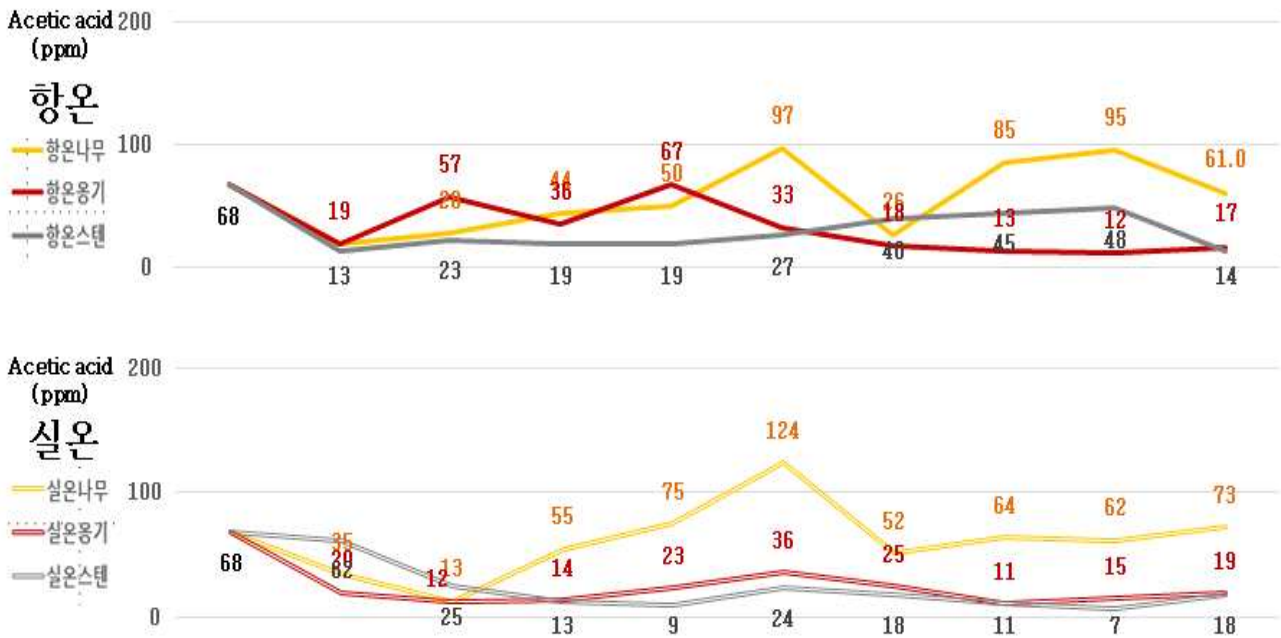
### 3) 숙성증류주의 성분분석

#### ① 숙성기간에 따른 숙성증류주 유기산 (Acetic acid) 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 아세트산 변화를 2년간 관찰 하였다. (표10)

증류주의 숙성기간에 따라 나무 숙성재의 경우 아세트산의 증가가 관찰 되었으며, 실온환경에서 그 증가 경향이 더 뚜렷하였다. 아세트산은 증류과정에서 유출되는 대표 유기산이며, 증류주의 숙성이 진행됨에 따라 알코올의 최종산화물로서 증가 경향을 나타내는 것으로 알려져 있다. 용기와 스테인리스의 실험구에서는 변화 경향성이 뚜렷하지 않았다.

표10. 숙성기간에 따른 숙성증류주 유기산 (Acetic acid) 변화



구분	원주	1개월	3개월	6개월	9개월	12개월	15개월	18개월	21개월	24개월	
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
나무	향온	68±13	19±4	28±4	44±5	50±12	97±15	26±1	85±2	95±0	61±5
	실온	68±13	35±5	13±3	55±4	75±17	124±17	52±8	64±2	62±1	73±3
	평균	68±13	27	21	50	63	111	39	75	79	67
용기	향온	68±13	19±4	57±10	36±9	67±4	33±4	18±2	13±1	12±0	17±2
	실온	68±13	20±2	12±1	14±5	23±1	36±3	25±2	11±1	15±2	19±3
	평균	68±13	20	35	25	45	35	22	12	14	18
스텐	향온	68±13	13±1	23±5	19±0	19±7	27±3	40±4	45±1	48±2	14±1
	실온	68±13	62±14	25±4	13±4	9±2	24±5	18±3	11±1	7±1	18±6
	평균	68±13	38	24	16	14	26	29	28	28	16

② 숙성기간에 따른 숙성증류주 당 (Glucose) 변화

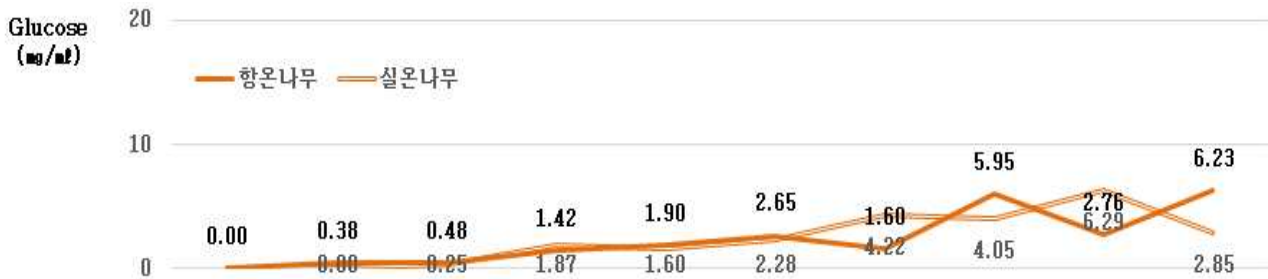
2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 당(Glucose) 변화를 2년간 관찰 하였다. (표11)

증류주의 숙성기간이 경과함에 따라 나무 숙성재의 경우 Glucose 함량증가가 뚜렷하게 관찰 되었다. 옹기 및 스테인리스의 경우 Glucose는 검출 되지 않았다.

나무 숙성증류주에 포함된 당 성분의 증가는 숙성이 진행됨에 따라 나무의 리그닌 분해 성분들(Lignin degradation compounds)이 증류주 액과의 추출반응(Extractive reaction)효과에 의한 것으로 숙성 기간이 길수록, 신규 목통 사용할수록, 목통 제조시 내부 열처리의 강도가 강할수록 그 효과는 증가하는 것으로 알려져 있다. 목통으로부터 용출된 리그닌 분해 당은 여러 가지 종류의 당 형태로 존재하며, 당의 종류와 함량에 의해 숙성증류주의 풍미에 영향을 주게 된다.

항온과 실온의 숙성환경으로 인한 Glucose의 증가는 큰 차이를 보이지 않았다.

표11. 숙성기간에 따른 나무 숙성증류주 당(Glucose) 변화



구분	원주										
	1개월	3개월	6개월	9개월	12개월	15개월	18개월	21개월	24개월		
mg/mL		2015.03	2015.04	2015.06	2015.09	2015.12	2016.03	2016.06	2016.09	2016.12	2017.03
나무	항온	0.38 ±0.22	0.48 ±0.15	1.42 ±0.21	1.90 ±0.33	2.65 ±0.13	1.60 ±0.05	5.95 ±0.09	2.76 ±0.10	6.23 ±0.03	
	실온	trace	0.25 ±0.07	1.87 ±0.35	1.60 ±0.03	2.28 ±0.02	4.22 ±0.09	4.05 ±0.10	6.29 ±0.13	2.85 ±0.08	
	평균	0.19	0.37	1.65	1.75	2.47	2.91	5.00	4.53	4.54	
옹기	항온	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	실온	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	평균	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
스텐	항온	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	실온	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	평균	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

### ③ 숙성기간에 따른 숙성증류주 휘발성 향기성분 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 휘발성 향기성분(volatile flavour compounds)과 탄소수에 따른 향기성분 그룹의 변화를 2년간 관찰하였다.

증류주의 향미 기여 성분들을 GC-MS로 분석하여 %Area 값을 비교하였고 (표12), 방향성 Esters, Higher alcohols 등으로 구성된 탄소개수 C2~C7 그룹과, Long chain fatty acids 등으로 구성된 C8 이상의 그룹으로 나누어 숙성에 따른 변화를 확인 하였다. (표13)

#### i) 초기 원주와 24개월 숙성증류주 향기성분 비교

초기 증류주원주와 24개월 숙성증류주의 향기성분을 비교하였다.(표12) 총 검출대상 34개 성분중 초기 증류주원주에서는 17종이 검출 되었고, 24개월 숙성증류주는 숙성소재 및 숙성환경 별로 나무 향은 28종, 나무 실은 29종, 옹기 향은 24종, 옹기 실은 23종, 스테인리스 향은 22종, 스테인리스 실은 20종이 검출 되었다. 숙성 중 증류주 원주는 다양한 이화학 반응을 거쳐 신규 생성 향기성분 들이 증가 하는 것으로 관찰 되었다.

초기 증류주원주에는 없던 향기성분중 Oaklactone과 cis-Oaklactone 은 나무에서 유래되는 나무 숙성 증류주의 지표가 되는 물질로서 나무 숙성 실험구에서 검출 되었고, 실온 조건이 향 온 조건보다 상대적으로 더 검출 되었다.

Furfural 성분은 증류주의 관능에서 ‘탄내’ 내지는 ‘토피향’ 등으로 표현되는 물질로서 초기 증류주 원주에는 없었으나, 목통 숙성의 과정을 통해 숙성증류주에서 검출 되었다. 옹기 및 스테인리스 숙성재의 실험구에서는 검출 되지 않았다.

Phenylethyl alcohol 은 장미꽃향 등으로 표현되는 향기성분 으로서 숙성이 진행됨에 따라 증가하는 것으로 관찰 되었다. 상대비교 수치는 큰 차이가 없었으나, 스테인리스 실온 숙성 조건이 가장 큰 증가를 보였고, 스테인리스 향온, 나무 향온, 옹기 향온, 옹기 실온, 나무 향온의 순으로 증가를 보였다.

iso-Amyl acetate는 증류주의 바닐라향으로 표현되는 향기성분 으로서 숙성이 진행됨에 따라 역시 증가 경향을 보였다. 숙성 소재별로 옹기 숙성의 경우가 가장 큰 증가를 보였고, 스테인리스 나무 순의 증가를 보였다. 숙성 환경별로는 각 숙성소재 실험구의 향온 조건이 실온 조건보다 더 큰 증가를 보인 것으로 관찰 되었다.

Ethyl caprylate는 청주와 막걸리 등에 함유되어 ‘음양향’으로 표현 되는 향기성분중 하나로서 초기 증류주 원주에는 비교적 많이 검출 되었으나, 숙성이 진행되면서 모든 실험구에서 감소 경향을 보였다. 숙성소재 및 숙성환경에 따른 감소 경향의 차이는 크지 않았다.



표12. 초기 원주와 24개월 숙성증류주 향기성분 비교

시료를 알코올 20%v/v 일괄희석 GC-MS 분석 후 Ethyl alcohol을 제외한 %Area 값					증류주	24개월 숙성후					
				나무		용기		스테인리스			
No.	RT	RI	탄소수	Compound	원주	향온	실온	향온	실온	향온	실온
2	4.4	943.59465	C2	Ethyl alcohol	-	-	-	-	-	-	-
20	21.6	1454.2857	C2	Aceticacid		0.72	0.99	0.51	0.24	0.32	0.37
5	7.0	1043.7294	C3	1-Propanol	0.24	1.21	1.06	1.00	1.17	1.12	1.26
7	9.1	1106.8396	C3	Isobutanol	0.67	4.18	3.60	3.46	4.19	3.77	3.63
9	11.3	1163.391	C3	1-Butanol		0.05	0.23	0.15	0.14	0.11	0.24
1	3.3	<900	C4	Ethyl acetate	2.03	9.80	8.52	7.36	9.51	9.58	6.83
12	13.3	1215.2717	C5	Isoamylalcohol	8.18	38.70	39.54	39.90	41.85	40.78	42.30
22	22.1	1471.5856	C5	<b>Furfural</b>		<b>0.66</b>	<b>0.94</b>				
3	6.0	1015.1152	C6	Isobutyl acetate	0.10	0.25	0.18	0.25	0.30	0.26	0.27
4	6.8	1036.5759	C6	Ethyl butanoate	0.11	0.32	0.28	0.22	0.35	0.26	0.15
17	18.1	1349.2787	C6	1-Hexanol		0.26	0.25		0.02		
6	7.7	1064.7112	C7	Ethyl 3-methylbutyrate		0.25	0.24	0.05		0.09	
8	9.5	1116.1426	C7	<b>Isoamyl acetate</b>	<b>2.00</b>	<b>4.50</b>	<b>1.88</b>	<b>8.61</b>	<b>6.95</b>	<b>6.02</b>	<b>5.34</b>
23	24.1	1535.6646	C7	Benzaldehyde		1.99	2.46				
10	11.7	1174.3973	C8	Isoamyl propionate		0.11	0.12				
13	13.5	1221.6033	C8	Ethylhexanoate			3.86	3.54	3.11	1.90	2.26
15	15.1	1264.8641	C8	Hexyl acetate							
25	28.4	1683.4085	C8	Diethyl succinate	0.16	2.93	2.10	0.60	0.52	0.75	0.62
26	31.3	1787.7818	C8	Methyl 2-hydroxy benzoate	0.10	0.69	0.65	0.15	0.17	0.65	0.24
31	34.6	1911.1732	C8	<b>Phenylethyl alcohol</b>	<b>1.53</b>	<b>9.78</b>	<b>13.01</b>	<b>11.67</b>	<b>11.49</b>	<b>12.15</b>	<b>14.23</b>
14	14.7	1254.5652	C9	Isoamyl butyrate							
16	17.1	1322.0138	C9	Ethyl heptanoate		0.00	0.12	0.05	0.03	0.00	0.07
30	34.2	1897.4115	C9	<b>cis-Oaklactone</b>		<b>0.03</b>	<b>0.07</b>				
32	36.0	1966.6401	C9	<b>Oaklactone</b>		<b>0.10</b>	<b>0.10</b>				
11	11.8	1177.8564	C10	D-Limonene				0.78	0.11		
19	20.6	1425.3375	C10	Ethylcaprylate	24.52	15.51	13.61	11.57	10.30	10.77	10.35
27	32.2	1820.8603	C10	2-Phenethyl acetate	1.43	2.34	0.50	8.30	8.06	9.47	10.13
28	32.6	1837.1907	C10	4-Propylbenzaldehyde		0.29	0.29	0.32	0.31	0.36	0.35
21	21.7	1458.0534	C12	Fenchyl acetate							
24	27.2	1642.1034	C12	Ethyldecanoate	42.64	3.80	3.12	1.18	1.04	1.38	1.22
18	20.2	1410.989	C14	1,3-Ditertiarybutylbenzene							
29	32.9	1848.8009	C14	Ethyl laurate	11.75	0.25	0.38	0.06			
33	38.1	2055.8323	C16	Ethyl myristate	4.36	0.12	0.17	0.02	0.02	0.03	
34	42.8	2259.4327	C18	Ethylpalmitate	0.19	1.17	1.74	0.24	0.14	0.23	0.16
합					100	100	100	100	100	100	100
검출성분수					17	28	29	24	23	22	20

ii) 숙성기간에 따른 숙성증류주 Flavour 그룹 변화

증류원주의 제조 후 숙성소재별 숙성기간에 따른 Flavour 성분들의 탄소수에 따른 그룹별 변화를 6개월 단위로 2년간 관찰하였다. (표13)

Flavour 그룹별로 분자량이 작고 방향성이 상대적으로 강한 향기성분들(C2~C7)의 숙성기간에 따라 큰 변화는 없었으나 전체적으로 약간의 증가 경향을 나타내었다. 숙성소재 및 숙성환경에 따른 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 분자량이 큰 성분들(C8~C18)은 숙성기간에 따라 전반적으로 감소경향을 나타내었으나 역시 숙성소재 및 숙성환경에 따른 변화차이는 관찰되지 않았다.

표13. 숙성기간에 따른 숙성증류주 향기성분 탄소수에 따른 Flavour 그룹 변화

※ 증류주 샘플 알코올 20%v/v 일괄 희석 후 분석. RT 43분 까지 총 34종 검출 (C2~C18)

성분들의 %Area 알코올 기준으로 나누어 상대 비교 (알코올의 %Area = 1)

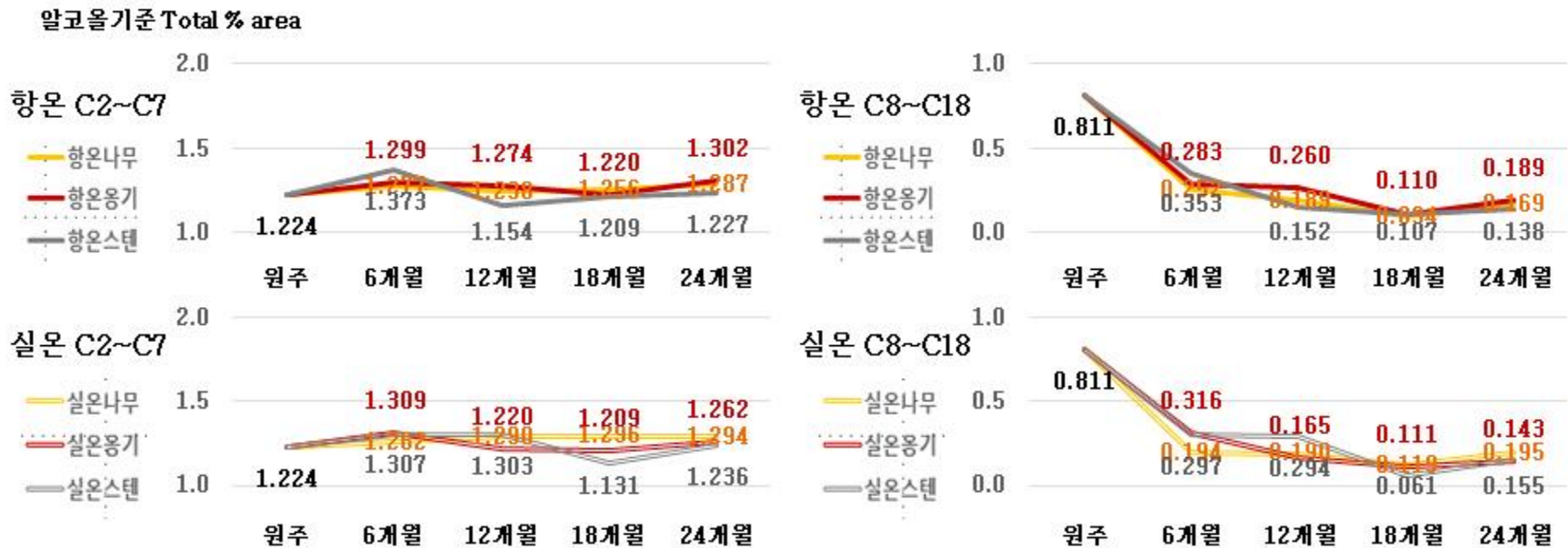


표13. 숙성기간에 따른 숙성증류주 향기성분 탄소수에 따른 Flavour 그룹 변화

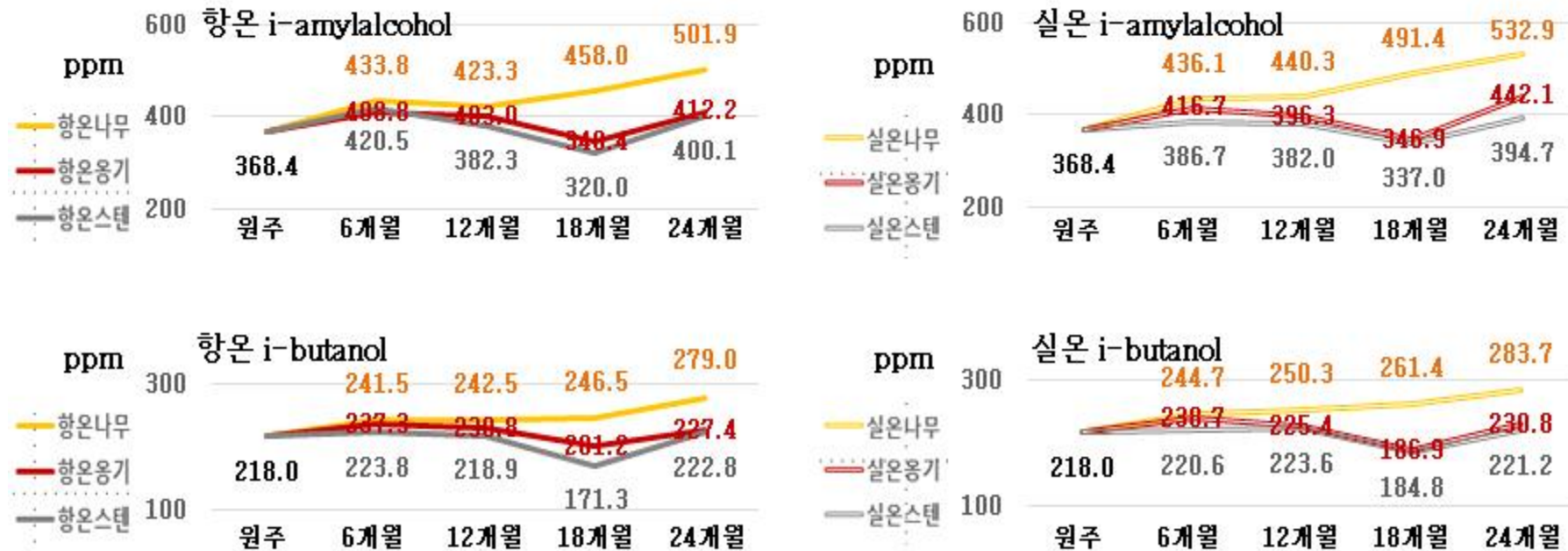
구분	원주			6개월			12개월			18개월			24개월			
	2015.03			2015.10			2016.03			2016.09			2017.03			
탄소수그룹 알코올대비 %Area	≤C7	C8~C18	Total	≤C7	C8~C18	Total	≤C7	C8~C18	Total	≤C7	C8~C18	Total	≤C7	C8~C18	Total	
(검출성분수)	(14)	(20)	(34)	(14)	(20)	(34)	(14)	(20)	(34)	(14)	(20)	(34)	(14)	(20)	(34)	
나무	향온	1.224	0.811	2.035	1.277	0.252	1.529	1.238	0.189	1.427	1.256	0.094	1.350	1.287	0.169	1.456
	실온				1.262	0.194	1.456	1.290	0.190	1.480	1.296	0.119	1.415	1.294	0.195	1.489
	평균				1.270	0.223	1.493	1.264	0.190	1.454	1.276	0.107	1.383	1.291	0.182	1.473
용기	향온				1.299	0.283	1.582	1.274	0.260	1.534	1.220	0.110	1.330	1.302	0.189	1.491
	실온				1.309	0.316	1.625	1.220	0.165	1.385	1.209	0.111	1.320	1.262	0.143	1.405
	평균				1.304	0.300	1.604	1.247	0.213	1.460	1.215	0.111	1.325	1.282	0.166	1.448
스텐	향온				1.373	0.353	1.726	1.154	0.152	1.306	1.209	0.107	1.316	1.227	0.138	1.365
	실온				1.307	0.297	1.604	1.303	0.294	1.597	1.131	0.061	1.192	1.236	0.155	1.391
	평균				1.340	0.325	1.665	1.229	0.223	1.452	1.170	0.084	1.254	1.232	0.147	1.378

④ 숙성기간에 따른 숙성증류주 Fusels (i-amylalcohol, i-butanol) 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 Fusels 변화를 2년간 관찰 하였다. (표14)

증류주의 숙성기간에 따라, 증류주의 주요 고급알코올인 i-amylalcohol과 i-butanol의 함량 변화를 관찰 하였다. 나무의 경우 Fusel 함량의 증가 변화가 다른 실험구보다 크게 나타났으며, 나무 향온보다 실온조건에서 더 큰 증가를 보였다. 옹기 및 스테인리스 에서는 증가 경향성이 작게 관찰 되었다. 모든 실험구가 전반적으로 증가 경향을 보였다. A/B ratio는 i-amylalcohol 과 i-butanol 함량의 비(ratio)로서 수치 증가시 관능적으로 무거운 Sensory 특성을 보인다고 알려져 있다. 모든 실험구에서 초기 증류주원주보다 숙성경과시 약간의 증가값을 보였다. 이는 i-amylalcohol 의 함량증가가 i-butanol 함량증가보다 빠르게 진행 되었기 때문인 것으로 생각된다.

표14. 숙성기간에 따른 숙성증류주의 Fusels (i-amylalcohol, i-butanol) 변화



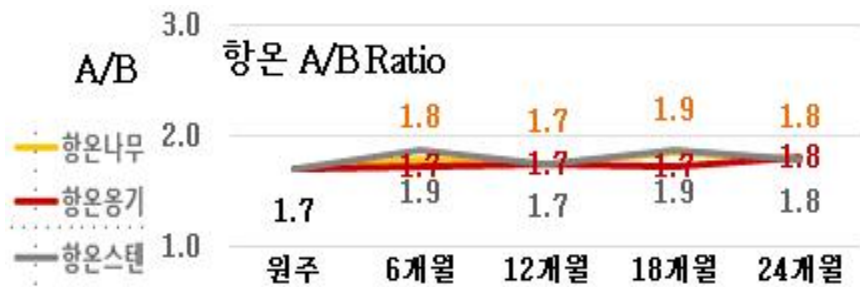


표14. 숙성기간에 따른 숙성증류주의 Fusels (i-amylalcohol, i-butanol) 변화

구분	원주			6개월			12개월			18개월			24개월			
	2015.03			2015.09			2016.03			2016.09			2017.03			
	ppm	i-amol	i-buol	a/b	i-amol	i-buol	a/b	i-amol	i-buol	a/b	i-amol	i-buol	a/b	i-amol	i-buol	a/b
나무	향온	368.4	218.0	1.7	433.8	241.5	1.8	423.3	242.5	1.7	458.0	246.5	1.9	501.9	279.0	1.8
	실온				436.1	244.7	1.8	440.3	250.3	1.8	491.4	261.4	1.9	532.9	283.7	1.9
	평균				435.0	243.1	1.8	431.8	246.4	1.8	474.7	253.9	1.9	517.4	281.4	1.8
용기	향온				408.8	237.3	1.7	403.0	230.8	1.7	348.4	201.2	1.7	412.2	227.4	1.8
	실온				416.7	238.7	1.7	396.3	225.4	1.8	346.9	186.9	1.9	442.1	230.8	1.9
	평균				412.8	238.0	1.7	399.6	228.1	1.8	347.7	194.0	1.8	427.1	229.1	1.9
스텐	향온				420.5	223.8	1.9	382.3	218.9	1.7	320.0	171.3	1.9	400.1	222.8	1.8
	실온				386.7	220.6	1.8	382.0	223.6	1.7	337.0	184.8	1.8	394.7	221.2	1.8
	평균				403.6	222.2	1.8	382.1	221.3	1.7	328.5	178.1	1.8	397.4	222.0	1.8

⑤ 숙성기간에 따른 숙성증류주 Mineral 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 Mineral 변화를 2년간 관찰 하였다. (표15)

증류주의 숙성기간에 따라, 스테인리스 실험구를 제외하고 나무 및 옹기에서 미네랄 증가 경향이 관찰 되었다. 나무 숙성증류주의 경우 미네랄의 증가 경향성이 뚜렷하였다. 이는 목통 제작시 열처리 과정에서 생성된 회분 성분의 증가와 관련이 있다고 생각되며, 특히, K의 증가는 숯 제조 같은 목통 열처리 과정이 있는 경우에서 용출되는 것으로 알려져 있다. 숙성환경에 의한 미네랄 함량의 변화 경향은 뚜렷하지 않았다.

표15. 숙성기간에 따른 숙성증류주 미네랄 변화

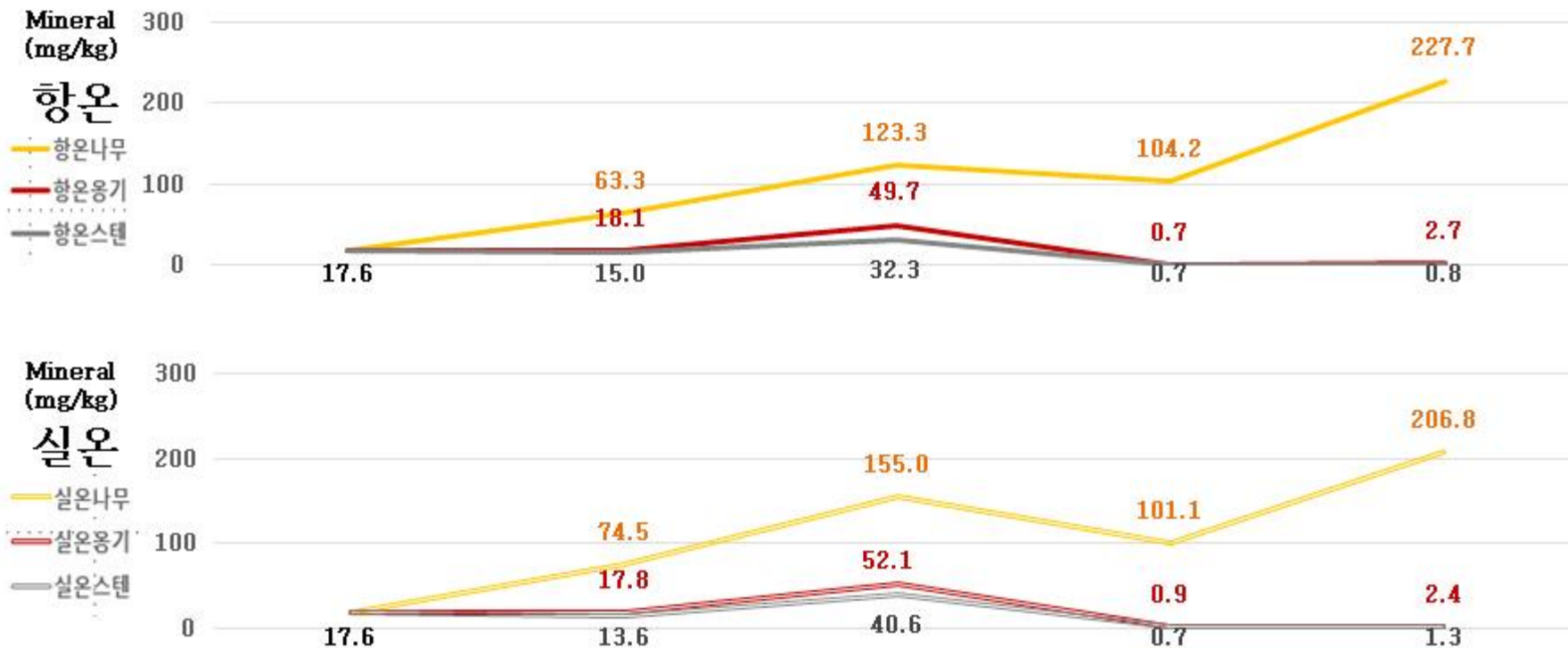


표15. 숙성기간에 따른 숙성증류주 미네랄 변화

구분	원주					6개월					12개월					18개월					24개월															
	mg/kg	Na	K	Ca	Mg	합계	Na	K	Ca	Mg	합계	Na	K	Ca	Mg	합계	Na	K	Ca	Mg	합계	Na	K	Ca	Mg	합계										
나무	향은	15.8	-	1.9	-	17.6	20.9	32.0	10.4	<0.10	63.3	65.6	45.5	9.0	3.2	123.3	33.2	57.7	7.6	5.6	104.2	103.9	102.3	9.8	11.7	227.7										
	실은						20.3	40.6	13.6	<0.10	74.5	75.4	63.5	12.2	3.9	155.0	25.0	59.9	11.2	5.0	101.1	122.2	59.6	17.7	7.4	206.8										
	평균						20.6	36.3	12.0	<0.10	68.9	70.5	54.5	10.6	3.6	139.2	29.1	58.8	9.4	5.3	102.7	113.1	80.9	13.7	9.5	217.2										
용기	향은						15.8	-	1.9	-	17.6	18.1	<0.02	<0.07	<0.10	18.1	46.8	0.02	2.8	0.1	49.7	-	-	0.7	-	0.7	1.7	-	1.0	-	2.7					
	실은											17.8	<0.02	<0.07	<0.10	17.8	49.2	0.02	2.8	0.1	52.1	-	-	0.9	-	0.9	1.5	-	0.9	-	0.9	-	2.4			
	평균											17.9	<0.02	<0.07	<0.10	17.9	48.0	0.02	2.8	0.1	50.9	-	-	0.8	-	0.8	1.6	-	1.0	-	2.5					
스텐	향은											15.8	-	1.9	-	17.6	15.0	-	-	-	15.0	32.3	-	-	-	32.3	-	-	0.7	-	0.7	0.6	-	0.1	-	0.8
	실은																13.6	-	-	-	13.6	40.6	-	-	-	40.6	-	-	0.7	-	0.7	0.9	-	0.4	-	1.3
	평균																14.3	-	-	-	14.3	36.5	-	-	-	36.5	-	-	0.7	-	0.7	0.8	-	0.3	-	1.0

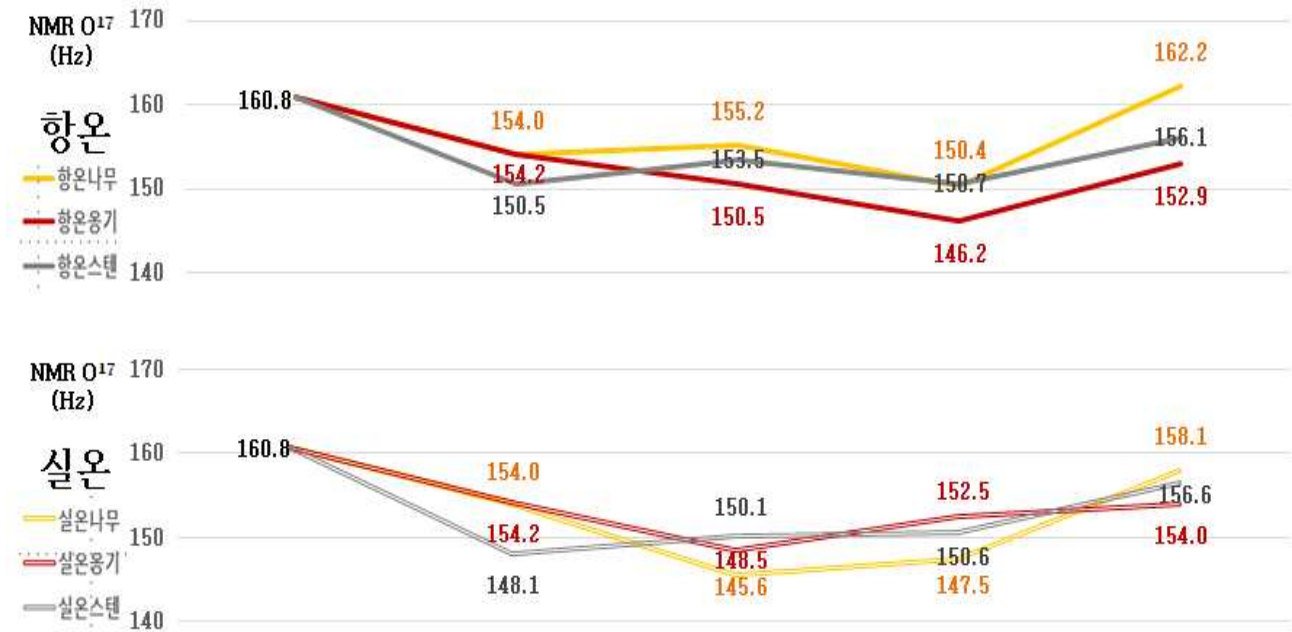
#### 4) 숙성증류주의 구조분석

##### ① 숙성기간에 따른 숙성증류주 NMR 선폭 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 NMR 선폭 변화를 2년간 관찰 하였다. (표16)

증류주의 숙성기간에 따라 물과 알코올의 회합정도를 간접적으로 확인 할 수 있는 NMR 선폭이 전반적으로 모든 실험구에서 감소 경향을 나타내었다. 술 구성 입자의 구조가 숙성시간 경과에 따라 치밀해져서 안정적으로 모아지는 구조가 된다고 보고된바 있는데, 액체 상태의 구조표현에는 한계가 있기 때문에 NMR 선폭이 간접적인 지표로 확인 가능하다고 보고된바 있다. 실험구중 향온 용기숙성 증류주의 경우 NMR 선폭의 감소가 가장 크게 나타났다.

표16. 숙성기간에 따른 숙성증류주 O-17 NMR 선폭(Half peak width size) 변화



구분	원주	6개월		12개월		18개월		24개월		
		2015.03	2015.09	감소	2016.03	감소	2016.09	감소	2017.03	감소
나무	향온	160.8	154.0	6.8	155.2	5.7	150.4	10.4	162.2	-1.3
	실온		154.0	6.8	145.6	15.3	147.5	13.4	158.1	2.8
	평균		154.0	6.8	150.4	10.5	149.0	11.9	160.1	0.7
용기	향온		154.2	6.7	150.5	10.3	146.2	14.7	152.9	7.9
	실온		154.2	6.7	148.5	12.3	152.5	8.4	154.0	6.8
	평균		154.2	6.7	149.5	11.3	149.3	11.5	153.5	7.4
스텐	향온		150.5	10.3	153.5	7.3	150.7	10.2	156.1	4.8
	실온		148.1	12.7	150.1	10.7	150.6	10.3	156.6	4.3
	평균		149.3	11.5	151.8	9.0	150.6	10.2	156.3	4.5

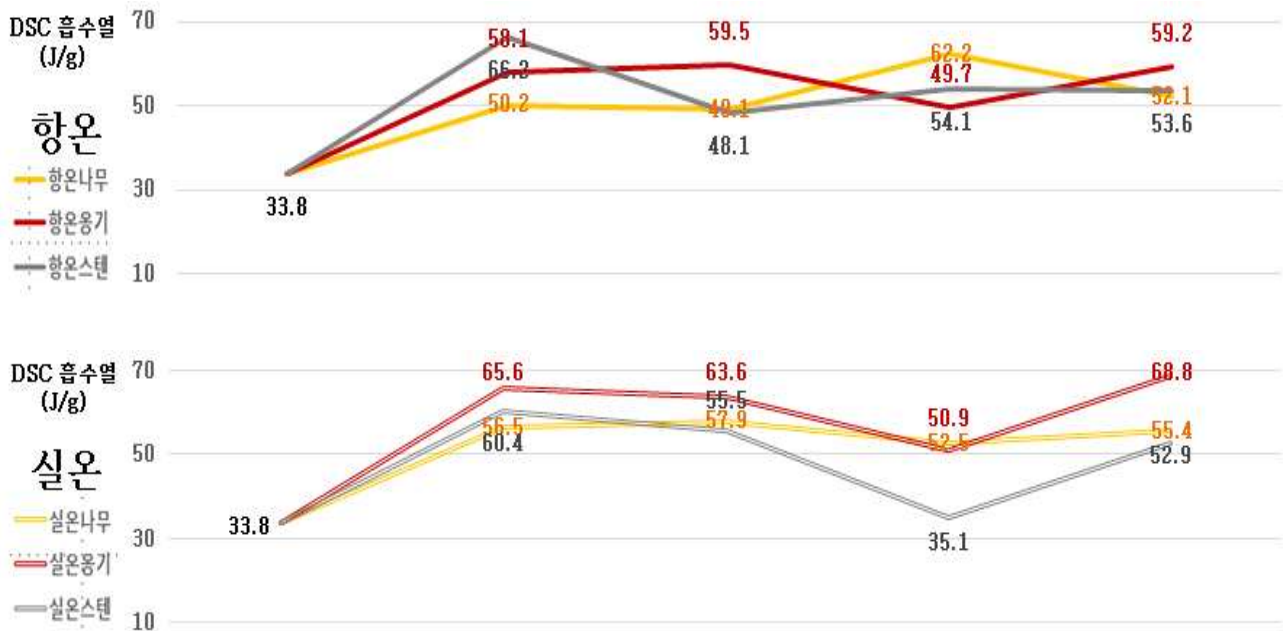


② 숙성기간에 따른 숙성증류주 용해 흡수열 변화

2015년 4월 대용량 제조한 증류 원주를 숙성소재별 숙성환경별로 숙성기간에 따른 숙성증류주의 DSC 용해열 변화를 2년간 관찰 하였다. (표17)

증류주의 숙성기간에 따라 물과 알코올 분가간 회합(결합) 정도를 시차주사열량계(DSC)를 통해 용해열을 측정하여 확인 한 결과, 모든 실험구에서 흡수되는 열량이 증가 경향을 나타내었다. 이는 앞서 설명한 NMR 분석 결과와도 동일하게 해석 될 수 있다. 용해 흡수열은 용기 실험구에서 증가 경향이 가장 크게 관찰되었으며, 실온의 경우가 향온 보다 증가 경향이 더 크게 나타났다.

표17. 숙성기간에 따른 숙성증류주 DSC 용해 흡수열 변화



구분	원주	6개월		12개월		18개월		24개월		
DSC J/g	2015.03	2015.09	증가	2016.03	증가	2016.09	증가	2017.03	증가	
나무	33.8	향온	50.2	16.5	49.1	15.4	62.2	28.5	52.1	18.3
		실온	56.5	22.7	57.9	24.2	52.5	18.7	55.4	21.7
		평균	53.3	19.6	53.5	19.8	57.4	23.6	53.8	20.0
용기	33.8	향온	58.1	24.3	59.5	25.8	49.7	16.0	59.2	25.5
		실온	65.6	31.9	63.6	29.9	50.9	17.1	68.8	35.1
		평균	61.9	28.1	61.6	27.8	50.3	16.6	64.0	30.3
스텐	33.8	향온	66.2	32.5	48.1	14.3	54.1	20.3	53.6	19.8
		실온	60.4	26.6	55.5	21.8	35.1	1.3	52.9	19.1
		평균	63.3	29.5	51.8	18.0	44.6	10.8	53.2	19.5

## 5) 5차년도 과제 결과 고찰

증류주의 대용량 제조 후 동일 증류원주를 20리터 용량의 숙성소재(나무, 옹기, 스테인리스) 및 숙성환경(항온, 실온)별 6종의 실험구를 다양한 분석방법(일반분석, 광학분석, 성분분석, 구조분석)을 적용하여 2년동안 주기적으로 추적 분석을 진행 하였다.

쌀 증류주의 2년 숙성 진행 결과 숙성소재별로는 나무의 경우가 증류주 원주 대비 숙성 변화가 가장 크게 나타났다. 특히, 광학분석에서의 색상변화가 다른 실험구(옹기, 스테인리스)와 큰 차이를 나타내었고, 나무의 특성상 재료가 가지고 있는 목질유래 성분들(당, 회분)의 증가 또한 확연한 차이를 보였다.

옹기의 숙성경과에 따라 광학적인 분석결과는 증류주 원주와 크게 다르지 않았으나, 구조분석(NMR, DSC) 결과 변화가 크게 관찰 되었다. 증류주의 입자 구조를 NMR 및 DSC 분석을 통해 숙성연한이 오래될수록 맛이 부드러워지는 관능 숙성을 이화학적으로 설명 할 수 있는 근거가 되리라 생각된다.

스테인리스 숙성의 경우는 숙성경과에 의한 변화가 가장 적었다. 이는 최초 원주를 변화 없이 저장하는 목적으로 사용하면 좋은 소재로 사료된다.

숙성소재별 수량감소(소실량) 및 알코올 감소 추적 DATA는 숙성 증류주 산업화시 소재별 숙성연한에 따른 결감량의 참고 자료로 활용 가능 할 것으로 생각되며, 그 밖에 다양한 분석 DATA는 향후 관련 연구 및 후속 연구를 위한 기초 자료로 활용 가능할 것으로 사료된다.

후속 연구과제로, 각 숙성소재별 다양한 목재가 주는 숙성증류주의 차이, 옹기의 흙(입자분포, 성분조성)과 제조방법(소결온도, 모양, 두께) 에 의한 숙성증류주의 변화 연구 등, 깊이 있는 연구가 진행 될 수 있을 것으로 생각된다.

[제1협동]

스텐 증류기를 활용한 증류주의 특성 구명 및 증류조건의 최적화  
(1~2차년도)

## [제1협동] 1차년도 스텐 증류기를 활용한 증류주의 특성 구명 및 증류조건 최적화

### (1) 재료 및 방법

#### 1) 재료 및 사용균주

본 실험에 사용한 소주 제조용 원료미는 추청(경기도농업기술원 재배, 2012)을 사용하였다. 발효제 입국(sp 150)은 동산에서(Dongsan, yongin, Korea) 구입하여 사용하였고, 누룩은 상주곡자(sp 300)를 사용하였으며 증자용 조효소(sp 1800)는 한국효소(주)(Korea Enzyme Co. Ltd., Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 정제효소는 데코자임제품(glucoamylase 92%,  $\alpha$ -amylase 8%, 역가 30,000sp)을 사용하였으며 주모 제조를 위한 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* (Laparisienne, Netherlands)를 사용하였다. 일반 분석용 시약은 특급을 사용하였다.

#### 2) 실험 방법

##### ① 덧술 제조

조효소제(개량누룩)과 입국을 혼합한 제조방법은 배 등의 제조방법을 변형하여 제조하였다. 1단 담금으로 쌀 10 kg, 조효소제 100 g, 물 14 L, 효모 10 g을 넣고 2일간 20℃에서 발효 하였다. 이후 1단 담금 한곳에 쌀 16 kg, 입국 400 g, 정제효소 20 g, 물 30 L를 넣고 8일간 20℃에서 발효 시켰다.

누룩을 이용한 술덧 제조는 논문에 제시되어 있는 안동소주 제조방법을 변형하여 제조하였다. 백미 25 kg을 세미, 침지, 증자, 냉각한 후, 물 60 L와 효모 50 g을 혼합한 후 누룩 14.25 kg을 첨가하여 20℃에서 15일 동안 발효시켜 소주 제조에 필요한 술덧을 제조하였다.

입국을 이용한 술덧 제조는 국세청제조방법을 변형하여 제조하였다. 밀술용기에 입국 15 kg과 물 2.25 L, 구연산 60 g, 효모 10 g을 첨가하여 20℃에서 4일 동안 발효시켜 밀술을 제조하였다. 1단 담금은 용기에 20 L가수 후 밀술을 넣고 입국 13.5 kg을 술덧에 넣어 2일 동안 발효시켰다. 2단 담금은 증자한 쌀 34 kg, 정제효소 50 g, 물 52.5 L을 넣고 25℃에서 12일간 발효시켰다.

##### ② 증류

제조 방법을 달리하여 제조한 각각의 술들을 제성을 통해 술지게미를 제거한 후 감압 증류법은 각각 압력 -50 cmHg, -60 cmHg의 조건에서 술덧 온도 60℃에서 진행하였으며 상압 증류법은 초기온도를 각각 80℃와 90℃로 시작하여 초류가 나올때를 기준으로 95℃로 상승시켜 증류식소주를 제조하였다. 증류 분획은 초류는 전체 술덧의 3%를 채취하였으며 본류는 30%를 채취하였다. 이후 알코올 함량은 40%가 되도록 조정하여 숙성 시험에 사용하였다.

##### ③ 숙성

용기 재질 및 숙성기간에 따른 증류주의 주질 변화를 비교하기 위하여 온도 20℃에서 항

아리와 스테인레스로 용기를 사용하여 숙성 0일, 10일, 20일, 30일, 60일, 90일, 120일, 150일 그리고 180일 까지의 증류주 주질 특성을 분석하여 숙성 변화를 분석하였다.

#### ④ 술덧 주류분석

술덧의 물리화학적 성질에서 에탄올 함량은 원심분리한 각각의 발효액을 수증기 증류한 다음 주정계로 측정하였다. pH는 pH meter(781pH/Ion meter, metrohm merisau, Switzerland)로 측정하였으며 총산은 시료 10 mL에 naphthalene을 2-3방울 가하여 0.1 N NaOH용액으로 담녹색이 나타날 때까지 중화 적정하여 그때까지 소비된 NaOH의 양을 succinic acid로 환산하여 표시하였다.

당도(brix)는 당도계(APAGO, RX-5000a)로 측정하였고 환원당 함량은 DNS가 환원되어 생성된 3-amino-5-nitrosalicylicacid의 흡광도를 UV/VIS spectrophotometer(Diod-Array) HP 8453(Hewlett Packard, Palo-alto, USA)으로 550nm에서 측정하였다. 별도로 포도당 15-300 µg을 함유하는 표준용액의 검량선을 작성하여, 검체중의 환원당량(mg/mL)을 구하였다.

#### ⑤ 증류주의 주류 분석

증류주의 주류분석 중 에탄올 함량은 저장 중인 증류주를 떠서 주정계로 측정하였다. pH는 pH meter(781pH/Ion meter, metrohm merisau, Switzerland)로 측정하였으며 휘발산은 시료 10 mL에 naphthalene을 2-3방울 가하여 0.01 N NaOH용액으로 담녹색이 나타날 때까지 중화 적정하여 그때까지 소비된 NaOH의 양을 acetic acid로 환산하여 표시하였다. Furfural 및 착색도 관련 흡광도는 UV/VIS spectrophotometer(Diod-Array) HP 8453(Hewlett Packard, Palo-alto, USA)으로 275 nm, 440 nm, 480 nm에서 측정하였다.

#### ⑥ 유기산 및 유리당 함량

유기산과 유리당은 시료를 0.45µm membrane filter를 사용하여 여과한 후 HPLC(Agilent 1100 series UV/VIS detector, Folsom, USA)로 분석하였다. 유기산의 분석용 column으로는 Aminex Hpx-87H (Bio-rad:Hercules, CA, USA)를 사용하였으며 detection wave-length/window 210 nm을 사용하여 분석하였다. Oven의 온도는 35°C였으며 flow rate 0.6 mL/min였다.

유리당은 분석용 column으로 Carbohydrat25cm×3.0mm film thickness: Sigma-Aldrich Co., LLC, MO, USA)를 사용하여 RI detector(RI-930, jasco, Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다. Oven의 온도는 35°C였으며 사용된 용매는 acetonitrile:water=85:15였고 flow rate는 0.43 mL/min이었다.

#### ⑦ 휘발성 향기성분 분석

휘발성 향기성분은 시료 20mL을 50mL 유리 vial에 담아 알루미늄 캡을 이용하여 capping 후 SPME(solid phase microextraction) 방법을 이용하여 분석하였다. 시료를 70℃에서 20분간 평형시킨 후 100 $\mu$ m polydimethylsiloxane이 코팅된 fiber를 이용하여 20분간 향을 포집하여 Stabilwax DA column(30m length  $\times$  I.d  $\times$ 0.25 $\mu$ m film thickness: Restek CORP., Bellefonte, PA, USA)이 장착된 mass selective detector(MSD)를 이용하여 분석하였다. 사용된 GC의 oven 온도는 40℃에서 2분간 유지 후 200℃까지 5℃/min의 속도로 상승시켰으며 200℃에서 5분간 유지시켰다. Injector 온도는 250℃, carrier gas로 helium을 사용하였다. MSD 조건은 capillary direct interface temperature 250℃, ion source temperature 230℃, EI ionization voltage 70eV, mass range 45-550 a.m.u, 그리고 scan rate 2.2scan/sec였고 휘발성 화합물 동정은 retention indices(RI), mass spectra와 aroma properties를 비교하여 확인하였다.

#### ⑧ 증류주 관능검사

증류주의 관능검사는 술품질인증제에 사용된 관능표를 이용해서 농업기술원의 훈련된 관능 평가원들로 하여금 1-9의 강도로 표시하게 한 후 그 평균값을 구하여 표로 나타내었고 향과 맛을 고려한 전체적인 기호도는 가장 싫다 1, 가장 좋다 9의 점수로 표시하여 그 결과를 SPSS 12.0(SPSS Inc.)을 사용하여 Duncan의 다중비교법으로 분석하였다.

#### ⑨ 통계처리

모든 분석 항목은 3회 반복 시험하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

<증류주 관능평가표>

항 목	세부항목	채 점 기 준	점수
시각적 평가	1) 투명도	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 매우 양호한 것은 9점으로 한다.</li> <li>○ 양호한 것은 7점으로 한다.</li> <li>○ 양호하지도 나쁘지도 않은 것은 5점으로 한다.</li> <li>○ 나쁜 것은 3점으로 한다.</li> <li>○ 매우 나쁜 것은 1점으로 한다.</li> </ul>	
후각적 평가	2) 알코올향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 매우 양호한 것은 9점으로 한다.</li> <li>○ 양호한 것은 7점으로 한다.</li> <li>○ 양호하지도 나쁘지도 않은 것은 5점으로 한다.</li> <li>○ 나쁜 것은 3점으로 한다.</li> <li>○ 매우 나쁜 것은 1점으로 한다.</li> </ul>	
	3) 복합향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고유의 향을 아주 뚜렷이 가지고 이취가 없는 것은 9점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 향을 뚜렷이 가지고 이취가 없는 것은 7점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 향을 가지고 이취가 없는 것은 5점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 향을 약간 가지고 이취가 약간 있는 것은 3점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 향을 가지고 있지 않고 이취를 뚜렷이 가지고 있는 것은 1점으로 한다.</li> </ul>	
미각적 평가	4) 복합미	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고유의 맛을 아주 뚜렷이 가지고 있고 이미가 없는 것은 9점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 맛을 뚜렷이 가지고 있고 이미가 없는 것은 7점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 맛을 가지고 있고 이미가 없는 것은 5점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 맛을 약간 가지고 있고 이미가 약간 있는 것은 3점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 맛을 가지고 있지 않고 이미지를 뚜렷이 가지고 있는 것은 1점으로 한다.</li> </ul>	
	5) 입안감촉	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 매우 양호한 것은 9점으로 한다.</li> <li>○ 양호한 것은 7점으로 한다.</li> <li>○ 양호하지도 나쁘지도 않은 것은 5점으로 한다.</li> <li>○ 나쁜 것은 3점으로 한다.</li> <li>○ 매우 나쁜 것은 1점으로 한다.</li> </ul>	
6) 종합적 평가		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 매우 양호한 것은 9점으로 한다.</li> <li>○ 양호한 것은 7점으로 한다.</li> <li>○ 양호하지도 나쁘지도 않은 것은 5점으로 한다.</li> <li>○ 나쁜 것은 3점으로 한다.</li> <li>○ 매우 나쁜 것은 1점으로 한다.</li> </ul>	
총 점			

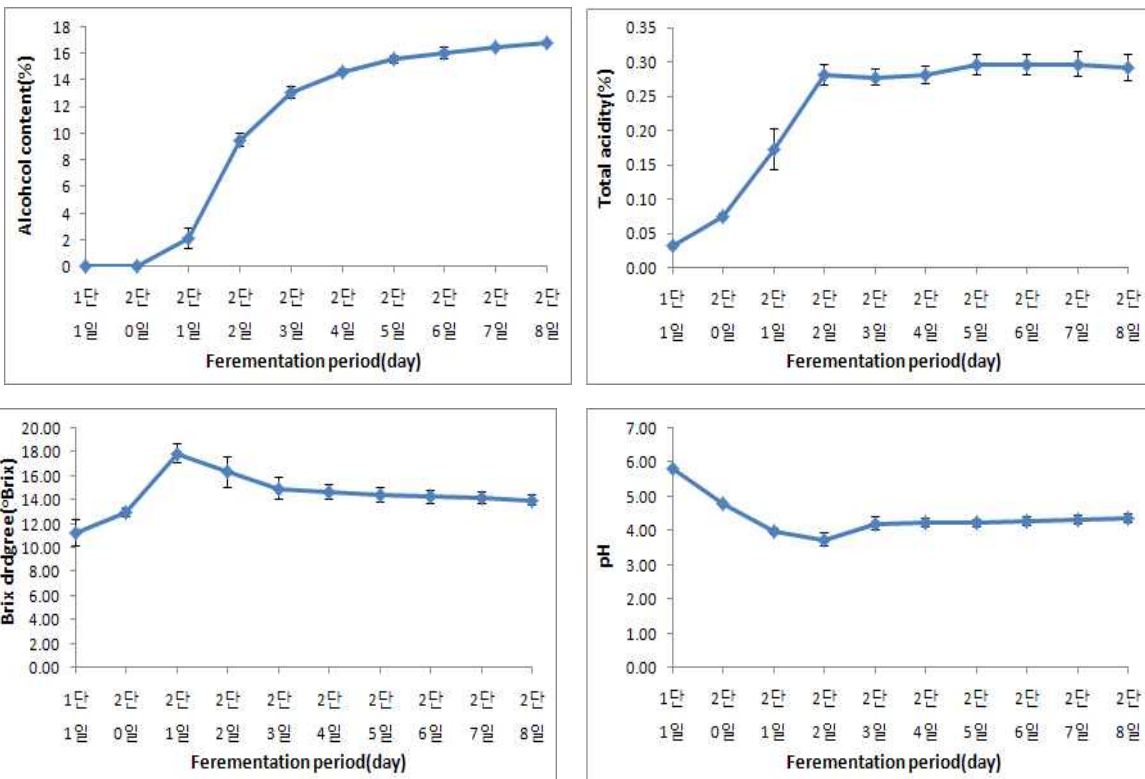
(2) 결과 및 고찰

1) 증류주용 술덧 발효 및 분석

증류주 제조를 위해 3가지 발효 방법을 이용하여 술덧을 제조하여 실험을 진행하였다.

① 조효소제(개량누룩)과 입국을 이용한 술덧 담금

제일 먼저 조효소제(개량누룩)과 입국을 이용한 술덧 담금 결과는 그림 1과 같다. 알코올은 2단 담금 후 2일 후에 2.1±0.8%에서 9.5±0.5%로 약 7%의 알코올이 상승했으며 최종 발효시 16.8±0.1%가 측정되었다. 총산은 발효 2단부터 지속적으로 상승하여 2단 2일까지 0.28±0.01%로 상승 한 후 이후에는 큰 변화 없이 유지되면서 최종 발효시 0.29±0.02%로 측정되었다. 이밖에도 Brix, pH 그리고 휘발산도 모두 발효 종료시에 각각 13.94±0.42, 4.36±0.14, 0.11±0.01%로 측정되었다. 환원당의 경우 2단 발효 0일시 10.33±0.71 mg/mL 이었으나 2단 1일에는 22.09±2.75 mg/mL로 급격히 상승하였으며 이것은 유리당 분석에서 glucose의 304.51±42.63 g/L에서 1030.13±8.16 g/L로 상승한 것과 비슷한 분석 결과를 나타내었다. 다음으로 발효중의 유기산 변화는 다음과 같다. Succinic acid는 2단 담금을 한 이후로 지속적으로 상승하기 시작하여 최종 발효시 가장 높은 4,989.95±316.96 ppm을 나타냈으며 다음으로 citric acid, acetic acid 순으로 586.86±117.80 ppm과 40.69±24.95 ppm을 나타내었다. Malic acid는 가장 적은 28.94±13.78 ppm을 나타내었다.





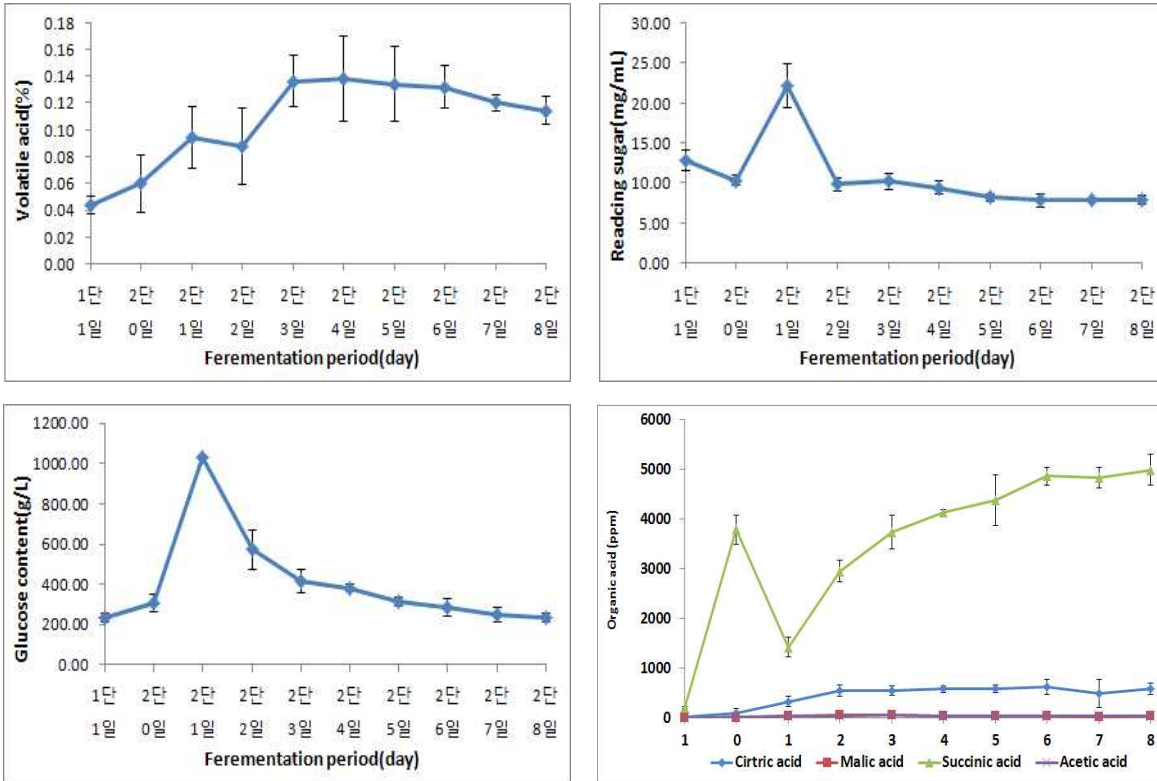


그림 1. 조효소제와 입국을 이용한 술덧의 발효 분석

## ② 전통 누룩을 이용한 술덧 담금

다음으로 전통 누룩을 이용한 술덧 담금 결과는 그림 2와 같다. 전통 누룩을 이용한 술덧에서는 담금 직후 1일부터 알코올이  $1.9 \pm 1.6\%$ 로 아주 적게 생성되었으나 2-3일을 지나면서  $6.9 \pm 2.6\%$ 에서  $11.3 \pm 0.5\%$ 로 급상승하였다. 최종 발효시에는  $14.3 \pm 1.7\%$ 의 알코올이 생성되었다. 총산은 알코올 상승과 비슷하게 발효 1-3일차에 급격히 상승하여  $0.06 \pm 0.01\%$ 에서  $0.15 \pm 0.02\%$ 로 상승하였으며 이후에는 비슷한 상태를 유지하다가 최종 발효시에는  $0.16 \pm 0.01\%$ 를 생성하였다.

Brix, pH는 발효 1일이 가장 높았으며 이후 감소하여 3일 부터는 큰 변화 없이 최종 발효일까지 지속되었다. Brix의 경우 발효 1일 차에  $9.41 \pm 1.96$ 에서 시작하여 최종 발효시에  $8.87 \pm 0.59$ 로 큰 차이가 없었으며 pH의 경우도 발효 1일 차에  $5.78 \pm 0.21$ 에서 최종 발효시에  $4.73 \pm 0.14$ 로 큰 차이가 나지 않았다. 휘발산도의 경우 발효 1일에  $0.01 \pm 0.01\%$ 에서 3일  $0.04 \pm 0.01\%$ 로 상승한 이후에는 최종 발효시까지 비슷한 경향을 나타내었으며 최종 발효시에는  $0.04 \pm 0.0\%$ 를 생성하였다. 환원당의 경우 역시 1일차에 가장 높은  $10.24 \pm 0.19$  mg/mL을 나타내었으며 이후 지속적으로 감소하여 최종 발효시에는  $1.43 \pm 0.22$  mg/mL을 나타내었다. 유리당 분석에서 glucose의 변화는 1일차에  $189.13 \pm 0.7$  g/L에서 2일차  $79.68 \pm 11.96$  g/L로 감소한 것과 Brix의 변화와 비슷하였으며 최종적으로 glucose는  $6.50 \pm 2.45$ 의 결과를 나타내었다. 다음으로 발효중의 유기산 변화를 살펴본 결과는 다음과 같다. 전통 누룩을 이용한 술덧에서는 succinic acid가 가장 많이 생성되었으며 발효 초기부터 지속적으로 상승하여 최종

발효시 가장 높은 5,945.79±726.30 ppm을 나타냈으며 다음으로 malic acid, citric acid 순으로 88.17±20.50과 51.12±11.33 ppm을 나타내었다. Acetic acid는 가장 적은 3.37±1.97 ppm을 나타내었다.

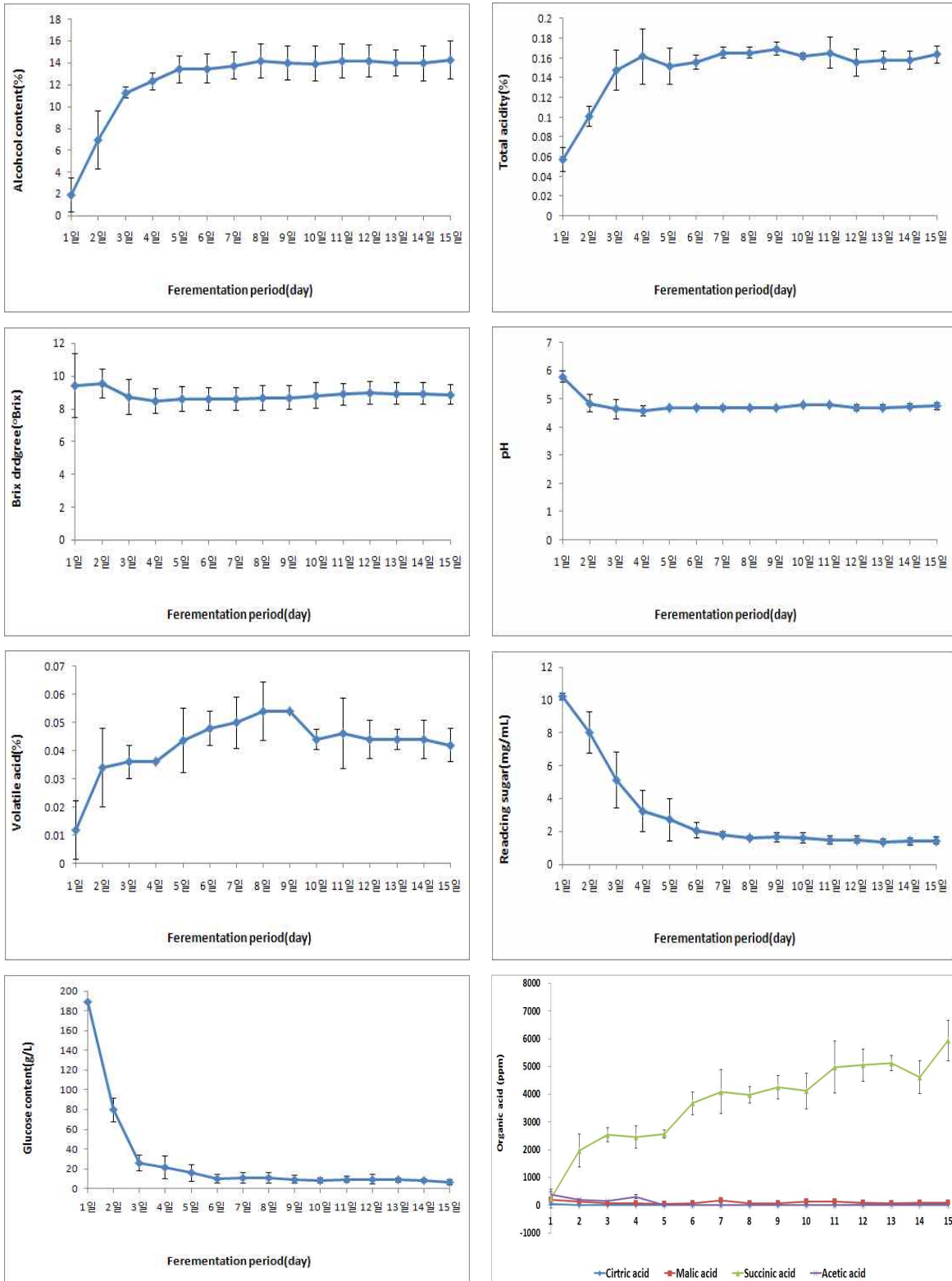


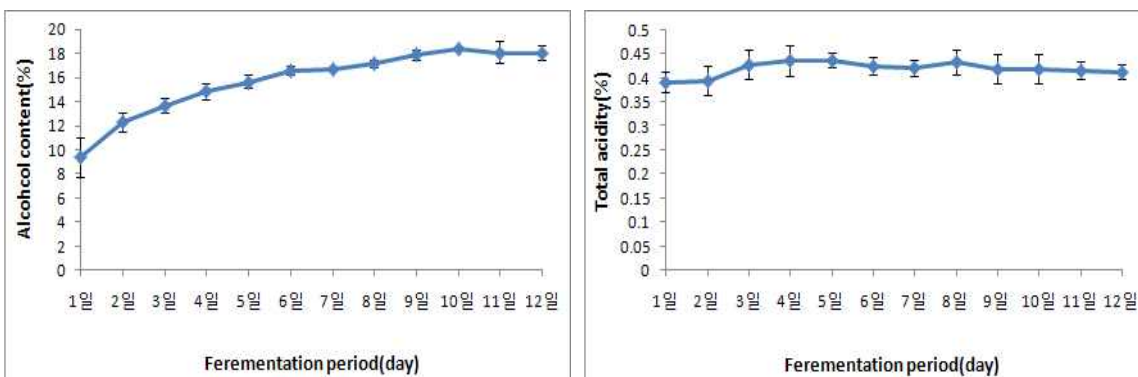
그림 2. 전통 누룩을 이용한 술덧의 발효 분석

### ③ 입국을 이용한 술덧 담금

입국을 이용한 술덧 담금 결과는 그림 3과 같다. 입국을 이용한 술덧에서는 2단 담금 직후부터  $9.3\pm 1.7\%$ 로 높은 알코올이 생성되었는데 이것은 밀술 및 1단 담금 과정 중에 생성된 에탄올의 영향으로 담금 직후 높은 알코올이 생성된 것으로 생각되며 이후에는 서서히 증가하여 최종 발효시에는  $18.0\pm 0.6\%$ 의 높은 알코올이 생성되었다. 총산은 알코올과 비슷하게 발효 초기부터 높게 생성되었는데 이것은 입국에서 유래되어 나온 각종 유기산들(1)에 의해서 조효소제나 전통누룩으로 제조된 술들에 비해 높은 총산이 측정된 것으로 생각된다. 총산은 발효 1일에  $0.39\pm 0.02\%$ 에서 시작하여 이후에는 비슷한 상태를 유지하다가 최종 발효 12일에는  $0.41\pm 0.01\%$ 로 약 0.02%의 상승만 했다.

Brix는 발효 1일에 가장 높은  $15.19\pm 3.42$ 를 나타내었으며 조금씩 감소하여 최종 발효시에는  $12.83\pm 2.03$ 을 나타내었다. pH는 발효 1일이 가장 낮은  $3.77\pm 0.02$ 를 나타낸 후 발효가 진행됨에 따라 조금씩 상승하여 최종 발효시에는  $4.37\pm 0.10$ 을 나타내었다. 휘발산도의 경우 발효 1일에  $0.10\pm 0.01\%$ 로 가장 낮게 측정되었으며 발효시에 조금씩 상승하여 최종 발효일에는  $0.13\pm 0.02\%$ 를 생성하였다. 이때 휘발산도는 다른 조효소제나 전통누룩으로 제조된 술들에 비해 높게 측정되었는데 이것 역시 입국에서 유래되어 나온 다양한 유기산들에 의해 휘발산도에도 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 환원당의 경우 1일차에 가장 높은  $9.17\pm 0.35$  mg/mL을 나타내었으며 이후 서서히 감소하여 최종 발효시에는  $2.65\pm 0.32$  mg/mL을 나타내었다. 유리당 분석 역시 glucose가 발효 1일차에 가장 높은  $769.36\pm 50.03$  g/L에서 최종 발효일에는  $28.92\pm 14.14$  g/L로 감소하였으며 입국으로 만든 술덧이 다른 조효소제나 전통누룩으로 제조된 술들에 비해 가장 낮은 glucose 함량을 나타낸 것으로 보아 완전 발효가 되었다 할 수 있다.

다음으로 발효중의 유기산 변화를 살펴본 결과는 다음과 같다. Succinic acid가 최종 발효시 가장 높은  $7,685.33\pm 304.97$  ppm을 나타냈으며 다음으로 citric acid, acetic acid 순으로  $2,105.20\pm 482.43$  ppm과  $90.39\pm 15.36$  ppm을 나타내었다. 다른 술덧에서는 적었던 citric acid가 높게 생성된 것은 입국을 만들 때 사용하는 균주인 *Asp. luchuensis* 균주가 citric acid를 높게 생성되는 것으로 보고(2)되고 있으며 술덧 제조시에 입국을 첨가함으로써 citric acid가 높게 측정된 것으로 생각된다. Malic acid는 가장 적은  $40.83\pm 22.57$  ppm을 나타내었다.



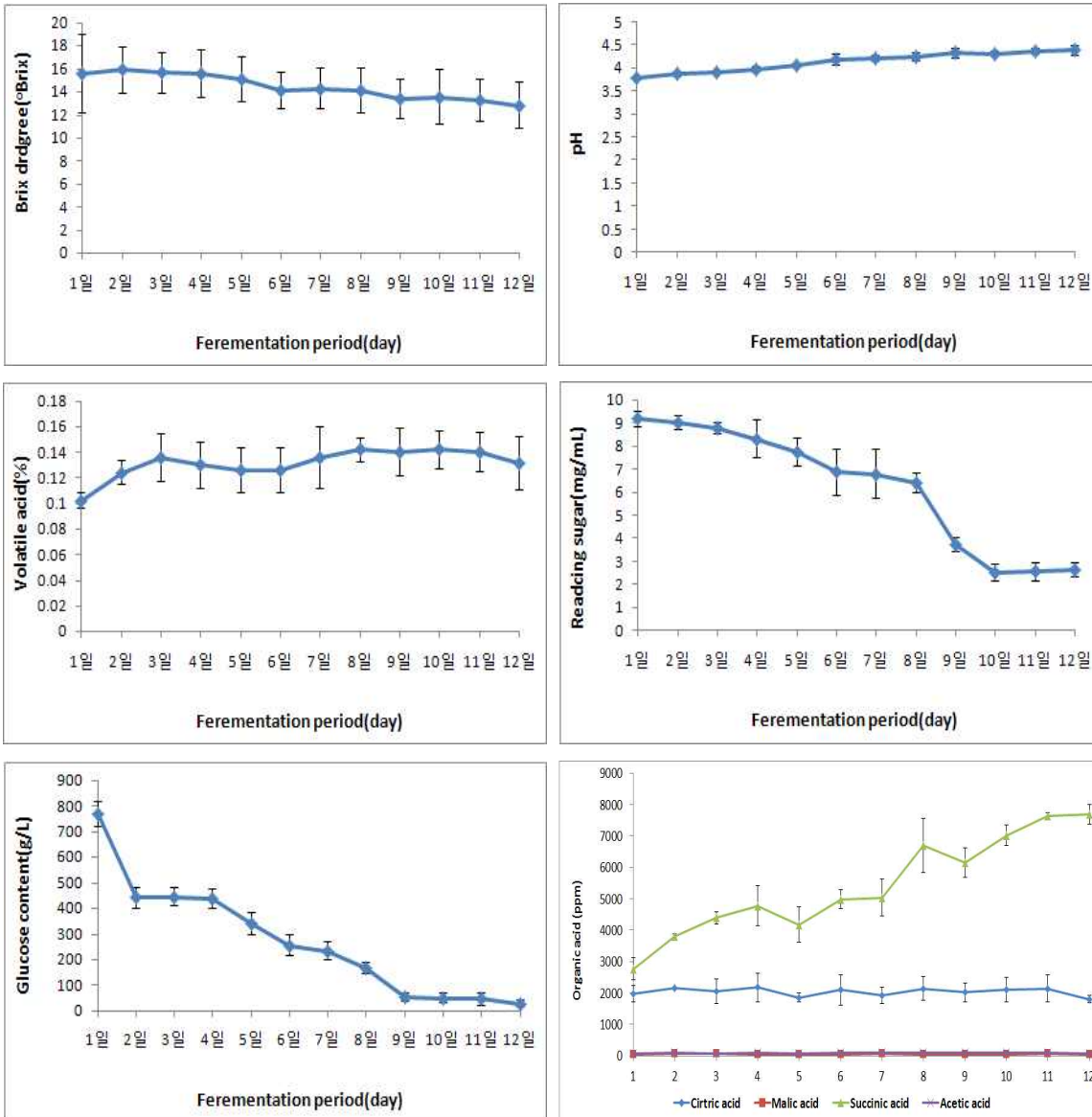


그림 3. 입국을 이용한 술덧의 발효 분석

## 2) 술덧 종류 및 숙성 기간별 분석

제조 방법을 달리하여 제조한 각각의 감압 증류법은 술덧 온도 60°C에서 압력 -50, -60 cmHg의 조건으로 감압 증류를 했으며 술덧량을 기준으로 초류 3%, 본류 30%를 받아서 실험에 사용하였다. 상압 증류법은 초기온도를 각각 80°C와 90°C로 시작하여 초류가 나오기 시작할 때 95°C로 상승시켜 증류식 소주를 제조하였으며 술덧량을 기준으로 초류 3%, 본류 30%를 받아서 실험에 사용하였다. 이후 알코올 함량은 40%로 맞추어 증류주 5L씩을 6L 항아리와 스테인레스 용기에 담아 20°C 암실에 보관하면서 숙성 기간별로 샘플을 채취하여 분석하였다.

### ① 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간별 일반성분 분석

먼저 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 알코올, 휘발산도, pH, 유기산(acetic

acid) 분석결과는 표 1와 같다. 알코올 분석 결과(A) 초기 알코올을 40%로 시작했을 때 숙성 기간 180일 까지에 따른 항아리와 스테인레스 용기에 따른 알코올은 조금 감소하였는데 이것은 자연적인 알코올 휘발과 함께 분석을 위해 샘플 채취시에 의한 것으로(8) 그 차이가 크지 않았다. 휘발산도의 변화를 살펴본 결과(B) 증류 0일차 감압과 상압 조건에 따른 휘발산도는 0.04-0.06%로 차이는 없었으며 이후 180일까지 용기 및 숙성기간에 따른 휘발산도의 변화는 보이지를 않았다. 다음으로 숙성 기간에 따른 pH의 변화를 살펴본 결과(C) 감압 증류에서는 -50 cmHg, -60 cmHg의 pH가 4.86, 4.56였으나 상압증류 80℃, 90℃에서는 5.22, 5.27으로 전체적으로 감압보다 상압의 pH가 높았다. 이후 숙성이 진행되면서 항아리와 스테인레스 용기 모두 pH가 조금 증가하는 경향을 보였다. 이것은 일본 증류주의 용기 숙성과정 중의 pH 증가 결과와 유사한 결과였다. 증류조건에 따른 acetic acid의 함량은 상압 80℃, 90℃에서 4.63±1.17, 5.37±1.40 ppm으로 감압조건의 7.65±2.47, 6.83±0.41 ppm에 비해 낮은 함량을 보였으며 숙성기간이 증가함에 따라 조금씩 상승하는 경향을 보였으며 항아리 숙성 180일의 경우에도 상압 80℃, 90℃에서 7.32±1.25, 6.90±1.72 ppm으로 감압조건의 11.02±1.38, 7.91±1.06 ppm 보다 낮았으며 이것은 스테인레스 용기 숙성에서도 비슷했으며 이 결과는 국세청 기술연구소의 유기산 연구 결과와 유사하였다.

표 1. 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 알코올 (A), 휘발산도(B), pH(C), 유기산 (D) 분석

(A) 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 알코올 변화 (%)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
0	40.8±2.5	40.9±1.8	41.1±2.1	42.5±1.1	40.8±2.5	40.9±1.8	41.1±2.1	42.5±1.1
10	40.7±2.8	40.6±2.3	40.9±2.2	42.9±0.7	40.7±2.2	40.9±2.7	41.4±2.1	42.57±2.0
20	39.9±2.5	40.5±2.7	40.9±2.0	43.0±0.4	40.4±3.2	40.8±2.6	41.6±2.4	43.53±0.1
30	39.7±2.9	39.9±3.2	40.4±2.3	42.7±0.7	39.4±3.5	40.7±2.8	41.4±2.4	42.67±1.3
60	39.3±2.7	39.1±2.3	39.5±2.9	41.0±1.0	39.6±2.1	39.7±2.6	40.6±2.0	41.60±1.2
90	38.7±2.7	39.1±2.9	39.5±2.2	39.1±1.8	39.2±2.1	39.4±2.6	39.2±0.7	41.07±1.9
120	38.1±2.4	38.6±2.7	39.8±1.7	39.6±2.2	39.4±2.2	39.3±0.6	39.7±0.3	40.07±1.1
150	38.2±2.6	38.2±2.6	39.9±2.6	39.8±0.1	39.9±2.3	39.6±0.8	40.0±2.9	39.07±1.7
180	38.4±2.5	38.2±2.5	39.1±2.2	39.8±1.3	39.6±2.0	39.6±0.9	39.1±2.9	39.67±1.6

<sup>a</sup> RP : 감압 증류, AP : 상압 증류 ※ 3반복 실험 결과

(B) 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 휘발산도 변화 (%)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup>	RP	AP	AP	RP	RP	AP	AP
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
0	0.06±0.01	0.05±0.00	0.04±0.02	0.04±0.03	0.06±0.01	0.05±0.00	0.04±0.02	0.04±0.03
10	0.07±0.02	0.06±0.02	0.04±0.02	0.04±0.03	0.07±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01	0.05±0.03
20	0.07±0.02	0.06±0.00	0.04±0.02	0.04±0.03	0.06±0.01	0.06±0.01	0.05±0.00	0.05±0.02
30	0.07±0.01	0.06±0.00	0.05±0.01	0.05±0.03	0.07±0.01	0.06±0.01	0.05±0.01	0.05±0.02
60	0.07±0.02	0.07±0.01	0.05±0.02	0.05±0.03	0.07±0.02	0.06±0.01	0.04±0.03	0.05±0.03
90	0.07±0.03	0.06±0.03	0.06±0.03	0.06±0.04	0.08±0.02	0.07±0.01	0.06±0.02	0.06±0.04
120	0.08±0.02	0.08±0.02	0.05±0.03	0.05±0.04	0.08±0.02	0.07±0.01	0.06±0.03	0.06±0.04
150	0.09±0.02	0.09±0.01	0.06±0.03	0.06±0.05	0.08±0.02	0.08±0.01	0.06±0.04	0.06±0.04
180	0.08±0.01	0.07±0.02	0.03±0.01	0.04±0.04	0.07±0.01	0.06±0.01	0.04±0.01	0.04±0.03

(C) 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 pH 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup>	RP	AP	AP	RP	RP	AP	AP
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
0	4.86±0.03	4.56±0.76	5.22±0.24	5.27±0.32	4.86±0.03	4.56±0.76	5.22±0.24	5.27±0.32
10	4.80±0.10	4.81±0.15	4.88±0.63	5.28±0.92	4.76±0.36	4.84±0.25	5.68±0.67	5.28±0.56
20	4.82±0.23	4.98±0.07	5.11±0.46	5.36±0.89	4.79±0.09	4.98±0.14	5.43±0.68	5.22±0.48
30	4.99±0.06	5.00±0.05	5.20±0.40	5.39±0.71	5.04±0.21	4.98±0.14	5.40±0.80	5.30±0.57
60	4.84±0.33	4.85±0.25	5.26±0.68	5.11±0.95	4.82±0.35	4.90±0.22	5.25±0.79	5.09±0.66
90	4.87±0.43	4.93±0.37	5.23±0.67	5.28±1.00	4.93±0.46	5.92±1.68	5.35±1.16	5.17±0.73
120	4.91±0.27	4.93±0.31	5.33±0.40	5.39±0.67	4.96±0.47	4.97±0.26	5.31±0.71	5.45±1.07
150	4.89±0.11	4.87±0.03	5.38±0.53	5.31±0.99	4.90±0.16	4.96±0.07	5.19±0.45	5.38±0.79
180	4.98±0.07	4.99±0.03	5.38±0.34	5.54±0.99	5.03±0.33	5.05±0.07	5.39±0.44	5.54±0.71

(D) 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 유기산(acetic acid) 변화 (ppm)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup>	RP	AP	AP	RP	RP	AP	AP
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
0	7.65±2.47	6.83±0.41	4.63±1.17	5.37±1.40	7.65±2.47	6.83±0.41	4.63±1.17	5.37±1.40
10	8.37±1.29	7.42±0.17	5.05±1.12	5.90±2.71	8.38±1.00	7.16±0.14	5.03±0.64	8.27±1.45
20	8.72±1.10	7.13±0.12	5.11±0.92	6.77±1.48	8.22±1.53	7.13±0.11	4.92±1.12	7.29±0.79
30	8.07±2.03	7.65±0.44	5.04±1.35	7.29±1.85	8.64±1.19	7.26±0.19	5.08±1.32	7.43±0.46
60	8.74±1.31	7.61±0.52	6.06±1.13	6.35±3.58	7.18±3.80	6.21±2.38	5.03±2.85	7.17±1.91
90	8.58±1.53	7.74±0.34	6.26±1.93	7.31±4.62	7.81±3.78	5.93±1.75	4.93±2.63	6.40±1.57
120	8.83±0.93	8.18±0.57	5.30±1.81	7.35±1.76	6.84±1.82	6.67±0.97	6.63±1.70	7.60±2.30
150	9.21±1.05	8.37±0.94	5.83±1.40	7.54±3.20	8.59±0.81	7.67±1.29	5.36±1.30	6.49±2.55
180	11.02±1.38	7.91±1.06	7.32±1.25	6.90±1.72	8.41±0.68	8.31±0.84	6.98±1.04	7.67±1.47

다음으로 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm UV 480nm)(C) 분석결과는 표 2와 같다. TBA 값은 증류주의 저장 관리의 지표로 사용되는 값으로 증류식 소주에 함유되어 있는 불포화지방산의 에틸에스테르가 저장 중에 산화되어 유취가 발생됨에 따라 산화도를 나타내는 지표(3)다. 참고로 국내에서 제품으로 출시되어 있는 증류주 시판 제품의 TBA(2-thiobarbituric acid)값은 다음과 같다.

시판 제품	A	B	C	D	E	F
TBA	5.38	45.81	212.14	565.29	192.05	752.10

숙성기간(A)에 따른 TBA는 0일에 감압 증류에 비해 상압 증류가 약간 높은 값을 나타내었으며 향아리 숙성에서는 감압 증류 50cmHg의 경우 숙성 0일에서 180일로 숙성 기간이 증가할수록 7.23±3.25에서 116.21±10.45로 -60 cmHg의 경우 10.25±2.84에서 31.45±1.33로 증가하였다. 또한 상압증류 80℃의 경우 0일에서 180일로 숙성 기간이 증가함에 따라 20.48±3.78에서 153.70±5.12로 증가하였으며 90℃의 경우도 25.17±4.25에서 122.96±15.13로 감압증류보다 상승폭이 큰 경향을 보였다. 스테인레스 용기의 경우 감압과 상압에 상관없이 전체적으로 TBA 값이 조금 증가하는 경향을 보였다. 이것은 배 등(10)의 증류식 제조기술에 서술한 바와 같이 지방산 16가지 성분 중에 8가지 성분이 용기에 의한 숙성 과정 중에 증가한다는 실험 결과와 같이 숙성 과정 중 지방산 증가에 의해 TBA 값이 증가한 것으로 생각된다. 하지만 본 시험 증류주들은 시판 제품에 비해서는 높은 TBA 분석치를 보였는데 이것은 본 실험 증류주들이 제품화 공정을 거치지 않았기에 제품화를 위해 지방산 제거 공정을 거치면 낮은 TBA 값을 가질 것으로 생각된다.

표 2. 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm, 480nm)(C) 분석

(A) 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid) 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	향아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
0	7.23±3.25	10.25±2.84	20.48±3.78	25.17±4.25	7.23±3.25	10.25±2.84	20.48±3.78	25.17±4.25
10	59.02±7.59	61.36±18.86	23.67±2.68	27.25±3.20	20.30±7.88	36.22±8.92	37.80±3.82	48.12±6.02
20	70.96±14.85	68.23±16.51	140.81±11.10	173.51±10.19	39.85±7.31	23.59±6.35	64.41±10.86	22.76±2.56
30	105.58±18.16	51.78±4.92	100.99±17.04	198.14±23.39	37.44±8.78	27.61±5.36	19.37±7.08	10.89±6.71
60	121.43±19.97	66.04±21.30	184.39±26.25	120.05±22.37	28.61±9.20	28.80±7.69	19.80±6.82	39.21±3.88
90	125.80±14.68	63.96±35.63	129.47±23.84	124.61±29.04	42.56±4.96	80.93±2.33	56.83±3.94	24.93±3.97
120	129.75±31.99	55.47±231.08	134.81±25.46	104.05±23.75	32.16±3.95	50.20±3.36	57.43±5.52	34.66±9.53
150	125.02±15.78	30.44±14.95	132.45±12.35	110.96±18.98	38.21±6.04	72.16±7.78	49.70±8.65	37.09±9.76
180	116.21±10.45	31.45±1.33	153.70±5.12	122.96±15.13	16.45±3.65	52.35±17.82	38.22±5.54	29.32±6.79

증류식 소주의 탄 냄새를 나타내는 지표성분으로 사용되고 있는 furfural은 자외선(275 nm부근)에서 흡수되고 이를 측정하면 탄 냄새의 정도를 쉽게 알 수 있다.

일반적으로 증류주에서 furfural 1 ppm은 약 0.03, 10 ppm은 약 0.28, 100 ppm은 3.73의 흡광도를 나타낸다. 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 분석 결과(B) 감압 증류시 0.05±0.01, 0.13±0.04의 측정 결과가 나온 반면 상압 증류에서는 0.21±0.01, 0.26±0.03의 감압에 비해 높은 분석 값이 나왔다. 숙성일수 경과에 따른 변화는 크지 않았는데 이 결과 역시 배 등의 연구 결과와 비슷하였으며 또한 일반적으로 furfural은 술덧 중 탄수화물의 가열분해에 의해 생성되는데 감압에 비해 상압 증류주에서 높은 수치를 나타낸다는 결과와도 일치하였다.

(B) 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 furfural(UV 275nm) 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
	0	0.05±0.01	0.13±0.04	0.21±0.01	0.26±0.03	0.05±0.01	0.13±0.04	0.21±0.01
10	0.04±0.01	0.14±0.08	0.16±0.05	0.25±0.04	0.04±0.00	0.08±0.01	0.19±0.00	0.23±0.03
20	0.08±0.01	0.16±0.11	0.19±0.07	0.31±0.06	0.08±0.02	0.09±0.02	0.19±0.00	0.26±0.05
30	0.07±0.01	0.14±0.10	0.21±0.14	0.26±0.10	0.08±0.01	0.07±0.01	0.21±0.07	0.23±0.06
60	0.07±0.02	0.14±0.10	0.17±0.06	0.34±0.13	0.07±0.02	0.09±0.03	0.19±0.05	0.26±0.08
90	0.06±0.00	0.10±0.07	0.14±0.06	0.29±0.10	0.07±0.02	0.07±0.02	0.19±0.03	0.27±0.08
120	0.03±0.02	0.08±0.05	0.14±0.09	0.26±0.04	0.06±0.02	0.05±0.02	0.18±0.02	0.27±0.04
150	0.08±0.02	0.13±0.06	0.19±0.10	0.29±0.02	0.09±0.00	0.11±0.02	0.24±0.04	0.30±0.04
180	0.06±0.02	0.12±0.05	0.16±0.09	0.26±0.03	0.08±0.01	0.08±0.02	0.23±0.04	0.28±0.07

다음으로 일본의 경우 참나무통 등에 저장한 경우나 착색료를 첨가한 경우 소주의 착색도를 430nm 및 480nm에서 측정하여 착색의 정도를 확인한다. 증류 직후나 용기, 탱크에 저장한 것은 착색이 거의 없지만 시간이 흐를수록 항아리나 스테인레스 용기에서 용출되어 착색도가 변화하는지를 살펴보았다. 그 결과 0일의 경우 감압에 비해 상압의 착색도가 약간 높았으나 그 차이가 크지 않았으며 항아리나 스테인레스 용기 모두 숙성기간이 증감함에 따라 착색도의 변화는 없었다.



(C) 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 착색도(UV 430nm, 480nm)(C)변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기				
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	
430 nm	0	0.03±0.00	0.03±0.01	0.08±0.05	0.07±0.02	0.03±0.00	0.03±0.01	0.11±0.01	0.09±0.02
	10	0.06±0.22	0.08±0.03	0.10±0.07	0.08±0.04	0.04±0.00	0.05±0.02	0.07±0.01	0.06±0.02
	20	0.04±0.01	0.08±0.03	0.12±0.08	0.12±0.06	0.04±0.01	0.04±0.03	0.04±0.02	0.03±0.00
	30	0.03±0.02	0.07±0.04	0.11±0.06	0.10±0.08	0.05±0.02	0.04±0.01	0.04±0.01	0.05±0.01
	60	0.02±0.00	0.06±0.01	0.05±0.02	0.12±0.07	0.07±0.07	0.05±0.01	0.04±0.00	0.03±0.00
	90	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.07±0.05	0.03±0.00	0.02±0.01	0.03±0.02	0.04±0.01
	120	0.01±0.01	0.01±0.01	0.03±0.04	0.05±0.02	0.01±0.02	0.01±0.01	0.02±0.03	0.04±0.05
	150	0.01±0.01	0.03±0.02	0.06±0.04	0.07±0.03	0.04±0.00	0.05±0.03	0.04±0.02	0.05±0.03
	180	0.00±0.00	0.02±0.01	0.01±0.01	0.04±0.04	0.02±0.01	0.01±0.01	0.02±0.00	0.01±0.00
480 nm	0	0.04±0.00	0.10±0.03	0.10±0.04	0.06±0.03	0.04±0.00	0.10±0.03	0.13±0.02	0.08±0.00
	10	0.05±0.00	0.10±0.04	0.09±0.06	0.08±0.04	0.04±0.01	0.06±0.02	0.06±0.02	0.07±0.02
	20	0.04±0.01	0.08±0.03	0.14±0.09	0.12±0.07	0.05±0.01	0.05±0.03	0.04±0.02	0.04±0.00
	30	0.04±0.02	0.08±0.04	0.12±0.06	0.11±0.08	0.05±0.02	0.05±0.01	0.05±0.01	0.06±0.01
	60	0.02±0.00	0.07±0.02	0.07±0.02	0.14±0.09	0.03±0.01	0.05±0.01	0.04±0.00	0.04±0.00
	90	0.02±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01	0.08±0.06	0.04±0.00	0.03±0.01	0.03±0.02	0.04±0.01
	120	0.01±0.01	0.02±0.01	0.02±0.03	0.07±0.03	0.02±0.02	0.01±0.01	0.03±0.04	0.05±0.06
	150	0.01±0.01	0.04±0.02	0.07±0.04	0.08±0.03	0.05±0.00	0.06±0.03	0.05±0.01	0.05±0.03
	180	0.00±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.00	0.02±0.00

## ② 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성 기간별 일반성분 분석

전통누룩을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 알코올, 휘발산도, pH, 유기산(acetic acid) 분석결과는 표 3와 같다. 알코올 분석 결과(A) 초기 알코올을 40%로 시작했을 때 숙성 기간이 증가함에 따라 항아리와 스테인레스 용기에 따른 알코올 변화는 조금씩 감소하는 경향을 나타내었다. 휘발산도의 변화를 살펴본 결과(B) 초기 증류시 감압과 상압 조건에 따른 휘발산도는 0.02-0.04%로 차이는 없었으며 이후 180일까지 분석한 결과 감압 증류 후 항아리 및 스테인레스 용기 숙성한 휘발산도가 약간 상승하였으나 그 차이는 크지 않았으며 상압증류의 경우 휘발산도의 변화는 보이지를 않았다. 다음으로 숙성 기간에 따른 pH의 변화를 살펴본 결과(C) 감압 증류에서는 -50 cmHg, -60 cmHg의 pH가 5.35, 4.89였으며 상압증류 80℃, 90℃에서는 5.16, 5.21으로 전체적으로 감압과 상압의 pH가 비슷하였다. 이후 숙성 기간이 증가하면서 항아리와 스테인레스 용기 모두 감압 -50 cmHg의 pH는 증가하지 않았으나 나머지 조건의 증류주들은 pH가 상승하는 경향을 보였다. 이것은 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성 중 pH 변화와 유사한 결과이다. 증류조건에 따른 acetic acid의 함량은 상압 80℃, 90℃에서 3.08±1.79,

4.19±1.98 ppm으로 감압조건 5.18±1.28, 4.38±1.69 ppm과 비슷한 함량을 보였으며 숙성기간이 증가함에 따라 상승하는 경향을 보이지는 않았다. 또한 전통 누룩을 이용한 증류주의 유기산 함량이 조효소제와 입국을 이용한 증류주나 입국을 이용한 증류주 보다 낮았는데 이것은 술덧 자체의 유기산 함량이 조효소제와 입국을 이용한 술덧보다 낮아서 증류시주에 넘어온 유기산 량도 적은 것으로 생각한다.

표 3. 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 알코올 (A), 휘발산도(B), pH(C), 유기산(D) 분석  
(A) 전통누룩을 이용한 숙성기간에 따른 알코올 변화 (%)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
	0	39.3±0.5	39.9±0.4	39.7±0.1	40.4±0.7	39.3±0.5	39.9±0.4	39.7±0.1
10	38.8±0.3	39.5±0.5	39.5±0.2	40.0±0.3	39.7±0.3	39.77±0.4	39.9±0.2	39.8±0.5
20	38.2±0.3	39.2±0.6	39.1±0.2	39.2±0.3	39.6±0.3	39.37±0.4	39.2±0.7	39.7±0.3
30	38.0±0.7	38.8±0.2	38.2±1.0	39.3±0.1	38.5±0.6	39.30±0.3	38.4±1.3	39.2±0.7
60	38.9±1.1	38.9±0.1	38.7±0.5	39.4±0.6	38.3±1.6	38.73±0.5	38.6±0.8	38.4±1.0
90	38.1±0.5	38.9±1.7	39.1±1.0	39.1±0.8	38.2±1.1	38.97±0.6	38.9±1.1	38.0±1.4
120	38.6±0.1	38.3±1.2	38.1±1.1	39.9±1.1	38.4±1.2	38.37±1.1	38.8±1.1	38.6±1.5
150	38.5±1.0	39.8±1.4	38.1±0.7	38.4±1.3	38.1±1.4	38.27±1.3	38.3±1.6	38.3±1.2
180	38.5±1.3	38.2±1.6	38.0±1.0	38.1±1.0	38.2±1.2	38.87±1.4	38.1±1.5	38.9±1.2

<sup>a</sup> RP : 감압 증류, AP : 상압 증류

(B) 전통누룩을 이용한 숙성기간에 따른 휘발산도 변화 (%)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
	0	0.02±0.01	0.02±0.00	0.02±0.01	0.04±0.02	0.02±0.01	0.02±0.00	0.02±0.01
10	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.03±0.02
20	0.02±0.01	0.03±0.01	0.03±0.02	0.04±0.03	0.03±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.04±0.02
30	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.05±0.02	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.02	0.04±0.02
60	0.02±0.01	0.03±0.01	0.02±0.02	0.04±0.03	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.02	0.03±0.02
90	0.03±0.01	0.03±0.01	0.02±0.02	0.04±0.03	0.03±0.01	0.03±0.01	0.02±0.03	0.05±0.03
120	0.04±0.01	0.04±0.01	0.02±0.03	0.05±0.04	0.04±0.01	0.04±0.01	0.02±0.03	0.05±0.04
150	0.05±0.01	0.05±0.02	0.02±0.03	0.05±0.04	0.05±0.02	0.05±0.01	0.02±0.03	0.05±0.04
180	0.04±0.01	0.05±0.01	0.02±0.03	0.04±0.03	0.05±0.01	0.04±0.01	0.02±0.03	0.04±0.04

(C) 전통누룩을 이용한 숙성기간에 따른 pH 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
0	5.35±0.10	4.89±0.20	5.16±0.11	5.21±0.14	5.35±0.10	4.89±0.20	5.16±0.11	5.21±0.14
10	5.48±0.16	5.34±0.12	5.28±0.10	5.27±0.26	5.32±0.30	5.00±0.03	5.10±0.04	4.80±0.15
20	5.99±0.85	5.39±0.26	5.01±0.20	4.93±0.19	5.28±0.15	5.16±0.05	5.14±0.03	5.14±0.10
30	5.26±0.05	5.32±0.16	5.23±0.26	5.29±0.21	5.26±0.14	5.14±0.07	5.25±0.26	5.11±0.05
60	5.43±0.09	5.38±0.11	5.43±0.39	5.47±0.48	5.38±0.22	5.37±0.12	5.36±0.15	5.40±0.13
90	5.39±0.20	5.34±0.17	5.81±0.38	5.38±0.87	5.39±0.05	5.24±0.11	5.62±0.17	5.42±0.79
120	5.28±0.20	5.07±0.26	5.88±0.47	5.52±0.19	5.32±0.11	5.17±0.15	5.63±0.19	5.37±0.75
150	5.31±0.02	5.19±0.22	5.55±0.54	5.58±0.15	5.28±0.09	5.12±0.06	5.58±0.13	5.31±0.51
180	5.38±0.12	5.33±0.33	5.70±0.53	5.72±0.18	5.26±0.22	5.30±0.04	5.70±0.25	5.44±0.57

(D) 전통누룩을 이용한 숙성기간에 따른 유기산(acetic acid) 변화 (ppm)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
0	3.08±1.79	4.19±1.98	5.18±1.28	4.38±1.69	3.08±1.79	4.19±1.98	5.18±1.28	4.38±1.69
10	4.06±2.05	3.45±1.86	2.91±0.88	3.31±1.84	2.54±1.63	4.28±2.52	4.58±0.72	4.99±1.57
20	5.47±0.23	3.48±2.06	2.92±0.88	3.75±1.17	3.77±1.69	3.05±1.27	3.39±1.27	4.88±1.62
30	4.23±0.66	3.89±2.43	3.23±1.02	3.53±1.51	3.78±1.88	2.99±1.22	3.36±0.38	3.83±1.51
60	3.59±0.58	3.05±0.46	4.37±0.22	4.39±1.06	3.57±0.57	3.70±0.58	3.07±0.75	3.60±2.20
90	3.14±1.07	3.17±1.28	5.51±1.92	3.37±1.59	3.87±1.90	3.45±1.48	3.79±1.09	3.66±1.69
120	2.87±0.78	3.46±0.92	4.51±3.05	3.55±1.71	3.43±0.99	3.29±1.66	4.05±1.22	3.58±1.57
150	2.62±1.08	3.07±0.24	4.25±1.13	3.05±1.48	3.78±1.35	2.24±1.88	4.91±1.31	4.02±1.43
180	3.91±0.92	3.90±0.73	4.68±1.45	4.00±1.65	3.82±1.70	4.13±0.81	4.53±1.58	4.15±1.91

다음으로 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm UV 480nm)(C) 분석결과는 표 4와 같다. 숙성 기간에 따른 TBA(A)는 0일에 감압 증류가 낮았으며 상압 증류는 높았다. 이것은 국세청 기술연구소의 현장주질관리기술 책자에서 이야기 한 TBA값 또는 유취의 전구물질인 불포화 지방산은 상압증류에서 많이 유출된 것과 유사하였다. 조효소제와 입국 증류주 보다 TBA 값이 높았으며 이것은 대부분의 불포화지방산은 원료에서 유래하며, 대부분은 팔미틴산, 올레인산 및 리놀레인산의 에스테르이며 이들은 원료중의 고급 지방산이 술덧 중에서 에틸알코올과 결합해서 생성된다고 알려져 있는데 전통누룩에 포함되어 있는 밀기울과 밀 성분에서 많은 에스테르 성분이 추출(9)되어서라고 생각된다. 또한 숙성기간이 증가할수록 TBA값이 상승하지 않고 비슷하게 유지되는 결과를 나타내었다.

표 4. 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm, 480nm)(C) 분석

(A) 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid) 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
0	36.82±0.58	20.21±3.61	72.79±10.00	47.14±2.87	36.82±0.58	20.21±3.61	72.79±10.00	47.14±2.87
10	45.96±5.30	17.60±4.62	62.68±10.00	47.26±7.64	35.13±2.31	112.26±0.16	83.42±3.05	72.55±1.90
20	39.15±8.05	14.91±1.15	79.77±14.89	69.35±7.11	32.77±5.68	133.16±4.35	88.92±7.58	76.78±0.07
30	33.79±9.51	14.68±5.77	86.17±4.62	42.26±5.77	37.30±3.51	89.57±3.78	111.96±2.82	71.99±6.76
60	36.07±10.54	11.19±1.20	68.77±9.02	43.84±9.31	39.48±6.76	65.32±4.49	79.12±5.82	42.66±5.87
90	45.57±14.28	18.54±3.12	64.70±3.25	38.87±7.32	38.03±3.23	35.93±6.24	82.02±4.54	39.49±3.76
120	54.25±6.00	15.95±1.31	65.87±2.49	39.31±4.66	36.26±3.68	33.27±3.73	83.91±6.83	43.63±8.48
150	47.26±5.88	14.65±5.35	63.45±2.72	40.50±3.72	36.70±6.57	38.49±3.30	79.51±8.32	41.49±5.72
180	39.09±2.78	14.72±6.89	65.38±3.66	48.57±3.98	34.59±7.96	19.38±2.10	77.05±2.78	42.43±4.89

전통누룩을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 furfural 분석 결과(B) 감압 증류 -50 cmHg, -60 cmHg의 경우 0.15±0.01, 0.05±0.01로 상압 증류 80℃, 90℃의 0.48±0.03, 0.31±0.01보다 낮게 분석되었다. 특히 감압 증류시에도 압력이 높은 -60 cmHg 분석 값이 낮았는데 이것은 압력이 높을수록 낮은 온도에서 증류가 되기 때문에 탄수화물의 가열분해가 적게 일어났기 때문에 furfural이 적게 생산된 것으로 생각된다. 또한 숙성 기간의 경과에 따른 변화는 없었다.

(B) 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 furfural(UV 275nm) 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
0	0.15±0.01	0.05±0.01	0.48±0.03	0.31±0.01	0.15±0.01	0.05±0.01	0.48±0.03	0.31±0.01
10	0.12±0.02	0.05±0.01	0.48±0.03	0.35±0.03	0.13±0.03	0.06±0.01	0.44±0.01	0.33±0.01
20	0.12±0.02	0.04±0.01	0.41±0.02	0.32±0.01	0.13±0.01	0.05±0.01	0.41±0.01	0.35±0.02
30	0.13±0.01	0.04±0.00	0.43±0.03	0.33±0.02	0.15±0.03	0.05±0.01	0.42±0.01	0.34±0.02
60	0.17±0.04	0.06±0.01	0.46±0.07	0.35±0.03	0.15±0.01	0.07±0.00	0.44±0.02	0.26±0.01
90	0.13±0.01	0.09±0.04	0.44±0.02	0.34±0.01	0.13±0.04	0.10±0.05	0.41±0.06	0.34±0.02
120	0.12±0.03	0.08±0.04	0.42±0.01	0.32±0.01	0.13±0.04	0.08±0.04	0.36±0.03	0.29±0.10
150	0.11±0.02	0.05±0.01	0.41±0.09	0.30±0.01	0.12±0.02	0.07±0.06	0.40±0.01	0.32±0.02
180	0.13±0.05	0.07±0.01	0.38±0.08	0.29±0.05	0.14±0.02	0.09±0.05	0.44±0.02	0.28±0.09

다음으로 착색도(C)를 살펴본 결과 0일의 경우 감압과 상압에서 착색도의 큰 차이는 나지 않았으며 항아리나 스테인레스 용기 모두 숙성기간이 증감함에 따라 착색도의 변화는 없었다.

(C) 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 착색도(UV 430nm, 480nm)(C)변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기				
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	
430 nm	0	0.06±0.02	0.03±0.00	0.05±0.00	0.05±0.00	0.06±0.02	0.03±0.00	0.05±0.00	0.05±0.00
	10	0.03±0.00	0.05±0.01	0.06±0.00	0.06±0.01	0.04±0.00	0.04±0.01	0.06±0.01	0.03±0.01
	20	0.04±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	0.06±0.00	0.04±0.01	0.04±0.00	0.04±0.02	0.06±0.00
	30	0.05±0.01	0.05±0.01	0.07±0.00	0.07±0.02	0.06±0.00	0.05±0.01	0.06±0.01	0.05±0.01
	60	0.05±0.05	0.03±0.01	0.07±0.03	0.05±0.03	0.03±0.01	0.04±0.00	0.04±0.00	0.05±0.02
	90	0.03±0.03	0.05±0.04	0.09±0.03	0.11±0.02	0.03±0.01	0.05±0.01	0.04±0.01	0.06±0.01
	120	0.04±0.03	0.03±0.03	0.08±0.03	0.08±0.01	0.02±0.00	0.04±0.01	0.05±0.01	0.02±0.00
	150	0.03±0.03	0.01±0.02	0.06±0.02	0.08±0.03	0.01±0.01	0.03±0.01	0.02±0.01	0.03±0.00
	180	0.04±0.01	0.02±0.02	0.05±0.01	0.06±0.01	0.05±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01	0.03±0.02
480 nm	0	0.08±0.00	0.04±0.00	0.05±0.02	0.05±0.01	0.08±0.00	0.04±0.00	0.05±0.02	0.05±0.01
	10	0.07±0.01	0.05±0.01	0.06±0.02	0.07±0.01	0.04±0.00	0.05±0.01	0.06±0.01	0.03±0.01
	20	0.07±0.00	0.05±0.01	0.05±0.01	0.07±0.01	0.04±0.00	0.05±0.00	0.05±0.02	0.07±0.00
	30	0.06±0.00	0.06±0.01	0.08±0.00	0.08±0.02	0.06±0.00	0.05±0.01	0.07±0.01	0.05±0.01
	60	0.05±0.01	0.04±0.01	0.07±0.03	0.05±0.03	0.04±0.02	0.04±0.01	0.03±0.01	0.06±0.02
	90	0.05±0.01	0.05±0.01	0.08±0.03	0.10±0.01	0.06±0.01	0.06±0.02	0.04±0.03	0.06±0.01
	120	0.06±0.03	0.03±0.01	0.08±0.03	0.07±0.02	0.05±0.01	0.03±0.01	0.04±0.02	0.02±0.00
	150	0.06±0.03	0.03±0.01	0.05±0.01	0.07±0.03	0.06±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01
	180	0.07±0.00	0.03±0.01	0.05±0.01	0.06±0.09	0.06±0.01	0.03±0.00	0.04±0.01	0.04±0.02

### ③ 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간별 일반성분 분석

다음으로 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 알코올, 휘발산도, pH, 유기산(acetic acid) 분석결과는 표 5와 같다. 알코올 분석 결과(A) 초기 알코올을 40%로 시작했을 때 숙성 기간에 따른 항아리와 스테인레스 용기 모두 조금 감소하였으나 그 차이는 크지 않았다. 휘발산도의 변화를 살펴본 결과(B) 초기 증류시 감압과 상압 조건에 따른 휘발산도는 0.04-0.06%로 차이는 없었으며 이후 180일까지 용기 및 숙성기간에 따른 휘발산도의 변화도 보이지 않았다. 다음으로 숙성 기간에 따른 pH의 변화를 살펴본 결과(C) 감압, 감압 증류

후 0일에서는 비슷한 pH가 분석되었으며 이후 숙성 기간 동안에도 큰 변화는 없었다. 증류 조건에 따른 acetic acid의 함량은 상압, 감압조건에서 모두 큰 차이 없이 5.02~6.45 ppm 사이에서 분석되었다. 이후 숙성 180일에도 항아리 및 스테인레스 용기에 따른 차이나 숙성 기간에 따른 차이는 보이지를 않았다.

표 5. 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 알코올 (A), 휘발산도(B), pH(C), 유기산(D) 분석

(A) 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 알코올 변화 (%)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
0	39.8±0.5	39.9±0.1	40.9±0.9	40.6±0.9	39.8±0.5	39.9±0.1	40.9±0.9	40.6±0.9
10	39.6±0.2	39.7±0.3	39.7±0.5	40.6±0.6	39.8±0.0	39.9±0.3	39.8±0.7	40.7±0.5
20	39.4±0.1	39.4±0.10	39.5±0.5	40.4±0.7	39.8±0.1	39.6±0.4	39.7±0.4	40.5±0.9
30	39.2±0.2	39.1±0.4	39.1±0.3	39.9±1.0	39.7±0.3	39.5±0.4	39.4±0.3	40.2±0.7
60	38.5±0.2	38.7±0.9	38.9±1.1	38.9±1.0	39.6±0.4	39.4±0.4	39.6±0.2	40.1±0.8
90	38.8±0.5	38.3±1.1	38.5±1.0	38.5±1.0	39.0±0.5	39.2±0.6	38.5±1.5	39.9±0.9
120	38.5±0.5	38.7±1.4	38.2±1.0	38.1±1.5	38.9±0.4	38.9±0.8	38.9±1.5	39.8±0.6
150	38.7±0.5	38.3±1.2	38.4±1.3	38.5±1.3	38.6±0.5	38.8±0.7	38.4±1.1	39.7±0.9
180	38.3±0.5	38.8±1.2	38.0±1.2	38.9±1.4	38.4±0.6	38.7±0.6	38.1±1.9	39.7±1.0

<sup>a</sup> RP : 감압 증류, AP : 상압 증류

(B) 입국을 이용한 증류주의숙성기간에 따른 휘발산도 변화 (%)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
0	0.04±0.01	0.04±0.00	0.05±0.00	0.06±0.01	0.04±0.01	0.04±0.00	0.05±0.00	0.06±0.01
10	0.04±0.00	0.05±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01	0.04±0.00	0.05±0.01	0.05±0.01	0.06±0.01
20	0.05±0.00	0.05±0.01	0.05±0.00	0.05±0.01	0.05±0.00	0.05±0.01	0.05±0.01	0.06±0.01
30	0.05±0.01	0.06±0.00	0.05±0.00	0.06±0.00	0.04±0.01	0.05±0.01	0.06±0.00	0.06±0.00
60	0.05±0.00	0.06±0.00	0.06±0.01	0.06±0.01	0.06±0.00	0.06±0.00	0.06±0.01	0.06±0.00
90	0.06±0.01	0.06±0.01	0.06±0.01	0.07±0.01	0.06±0.00	0.06±0.00	0.07±0.01	0.07±0.01
120	0.05±0.01	0.06±0.01	0.06±0.00	0.06±0.01	0.06±0.00	0.06±0.00	0.07±0.00	0.06±0.00
150	0.04±0.01	0.05±0.00	0.04±0.01	0.03±0.02	0.03±0.01	0.04±0.00	0.05±0.00	0.05±0.01
180	0.05±0.01	0.05±0.02	0.05±0.02	0.05±0.02	0.05±0.01	0.05±0.01	0.05±0.02	0.05±0.02

(C) 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 pH 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80°C	AP 90°C	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80°C	AP 90°C
0	5.01±0.47	5.05±0.06	4.98±0.06	5.03±0.09	5.01±0.47	5.05±0.06	4.98±0.06	5.03±0.09
10	4.85±0.25	4.96±0.10	4.94±0.19	4.82±0.27	5.10±0.05	4.94±0.24	4.93±0.26	4.80±0.14
20	5.02±0.16	4.94±0.19	4.91±0.23	4.91±0.30	5.01±0.11	4.85±0.26	4.94±0.22	4.88±0.30
30	5.01±0.04	5.02±0.05	4.90±0.09	4.91±0.08	5.10±0.20	4.95±0.14	4.82±0.09	4.85±0.10
60	5.17±0.25	4.93±0.11	4.86±0.05	4.75±0.12	4.89±0.10	4.75±0.08	4.72±0.10	4.71±0.14
90	5.04±0.03	5.08±0.16	4.87±0.22	4.92±0.10	5.07±0.17	4.86±0.09	4.83±0.05	4.82±0.07
120	5.27±0.34	5.04±0.07	5.00±0.11	4.92±0.05	5.13±0.15	5.04±0.11	4.88±0.03	4.96±0.09
150	4.83±0.27	5.03±0.20	4.96±0.16	4.97±0.17	5.13±0.04	4.90±0.09	5.00±0.25	4.90±0.13
180	4.96±0.10	5.01±0.15	4.88±0.11	4.99±0.16	5.07±0.20	4.97±0.14	4.87±0.16	4.85±0.12

(D) 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 유기산(acetic acid) 변화 (ppm)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80°C	AP 90°C	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80°C	AP 90°C
0	5.02±0.84	5.76±0.18	5.63±0.79	6.45±1.28	5.02±0.84	5.76±0.18	5.63±0.79	6.45±1.28
10	5.84±1.12	5.76±0.29	6.00±0.87	6.28±1.55	5.07±1.84	6.46±1.69	5.91±0.81	6.40±1.34
20	4.22±1.91	6.02±0.04	6.20±0.68	7.17±1.62	4.14±1.12	4.99±0.76	6.33±0.94	6.54±1.19
30	3.96±1.34	5.36±0.66	6.52±0.16	8.12±2.88	6.15±4.87	6.12±0.49	6.98±0.81	7.57±0.19
60	4.09±0.96	4.99±0.33	5.53±0.55	5.83±0.52	3.79±1.10	5.24±0.61	5.49±0.41	5.60±0.70
90	4.21±2.04	5.15±1.92	5.62±1.85	6.10±0.79	3.93±0.92	6.67±2.46	5.70±0.34	5.75±0.92
120	4.60±1.71	7.93±1.60	6.09±0.32	6.98±0.82	4.68±1.77	7.36±1.71	6.38±0.81	6.58±1.51
150	4.67±1.40	7.84±0.90	7.78±1.67	6.71±2.43	4.05±1.62	6.65±2.11	6.31±1.02	6.72±1.22
180	4.45±1.76	5.62±0.29	6.87±1.35	7.00±1.07	4.32±0.66	6.70±1.49	6.64±0.60	7.36±1.14

다음으로 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm UV 480nm)(C) 분석결과는 표 6와 같다. 숙성기간에 따른 TBA는 증류 후에 감압 -50 cmHg, -60 cmHg이 39.65±3.13과 60.34±8.26의 낮은 분석값을 보인 반면 상압 증류 80°C, 90°C에서는 278.20±6.06과 259.07±4.84의 높은 분석값을 보였다. 그 이유로는 입국을 이용한 증류주의 원료인 입국은 쌀에 *Asp. luchuensis*를 배양한 것으로 발효제의 역할도 하면서 전분 공급원으로도 존재한다. 또한 입국 제조법이 다른 제조법에 비해 쌀 함량이 많기 때문에 쌀에서 유래된 팔미틴산, 올레인산 및 리놀레인산의 에스테르가 많아서 불포화지방산이 많이 생성된 것으로 생각한다. 또한 소주 발효과정에서는 알코올 외에 퓨젤유(고급알코올)가 생성(4)되는데 이 퓨젤유 성분이 증류시에 증류주로 넘어

가면서 소주의 향기 및 산화에 관여한다고 알려져 있으며 또한 상압 증류시 감압 증류보다 많은 퓨젤유 성분들이 증류된다고 알려져(5) 있다. 이처럼 상압 증류시 많은 퓨젤유 성분들이 증류되어 높은 TBA 값을 나타낸 것으로 생각된다. 항아리와 스테인레스 용기 모두 숙성기간이 증가할수록 TBA값이 증가하였으며 항아리와 스테인레스 용기간의 차이는 크지 않았다.

표 6. 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도 (UV 430nm, 480nm)(C) 분석

(A) 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid) 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
0	39.65±3.13	60.34±8.26	278.20±6.06	259.07±4.84	39.65±3.13	60.34±8.26	278.20±6.06	259.07±4.84
10	77.31±8.26	73.37±2.77	225.53±12.39	293.29±13.61	127.82±13.06	118.24±14.32	229.39±13.37	214.51±16.01
20	50.93±12.16	54.44±17.90	207.01±37.01	347.39±15.90	215.74±18.03	134.29±14.21	232.10±15.29	388.60±6.25
30	45.32±10.11	73.17±2.81	286.77±15.30	325.79±5.60	166.72±14.00	161.74±15.04	307.32±22.99	305.64±7.72
60	102.29±6.78	83.59±8.07	249.53±17.90	333.04±9.25	199.23±14.83	128.78±29.70	375.57±21.90	345.42±26.46
90	129.33±5.80	82.69±6.61	305.72±16.96	337.67±14.10	177.49±19.04	120.45±18.24	330.42±14.37	390.19±12.30
120	104.17±9.48	88.52±6.05	324.81±11.96	321.27±6.39	147.63±11.76	118.86±24.60	360.17±14.49	347.32±9.16
150	110.61±1.40	101.60±6.50	318.59±23.54	307.70±7.11	104.27±21.86	82.44±21.73	327.89±16.80	406.69±6.28
180	111.45±6.13	105.43±5.94	301.31±13.65	393.49±9.21	103.14±15.16	105.48±16.83	361.66±11.53	365.98±11.43

입국을 이용한 증류주의 숙성 기간에 따른 furfural 분석 결과(B) 감압 증류 -50 cmHg, -60 cmHg의 경우 0.11±0.03, 0.15±0.07로 상압 증류 80℃, 90℃의 0.99±0.19, 0.62±0.27보다 낮게 분석되었다. 이것은 감압 증류가 상압증류보다 낮은 온도에서 증류가 되기 때문에 탄수화물의 가열분해가 적게 일어났기 때문으로 생각된다. 숙성기간에 따른 furfural의 변화의 거의 없었다.

(B) 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 furfural(UV 275nm) 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기			
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
0	0.11±0.03	0.15±0.07	0.99±0.19	0.62±0.27	0.11±0.03	0.15±0.07	0.99±0.19	0.62±0.27
10	0.08±0.07	0.11±0.05	1.09±0.17	0.73±0.24	0.09±0.06	0.09±0.02	0.66±0.50	0.72±0.12
20	0.09±0.01	0.15±0.07	1.03±0.28	0.66±0.30	0.09±0.00	0.12±0.05	0.92±0.27	0.63±0.24
30	0.08±0.01	0.10±0.04	1.00±0.25	0.66±0.17	0.09±0.02	0.09±0.01	0.92±0.28	0.68±0.21
60	0.06±0.01	0.13±0.04	0.97±0.29	0.63±0.17	0.09±0.01	0.08±0.03	0.91±0.29	0.61±0.29
90	0.05±0.03	0.12±0.03	0.93±0.19	0.59±0.20	0.06±0.03	0.06±0.00	0.91±0.27	0.62±0.26
120	0.07±0.02	0.11±0.02	0.93±0.21	0.58±0.29	0.08±0.01	0.08±0.00	0.93±0.17	0.62±0.28
150	0.08±0.00	0.12±0.04	0.92±0.24	0.58±0.11	0.08±0.01	0.08±0.01	0.59±0.19	0.61±0.10
180	0.07±0.01	0.12±0.04	0.91±0.24	0.57±0.10	0.08±0.01	0.09±0.02	0.96±0.21	0.62±0.11



착색도를 확인한 결과 증류직후 감압의 경우 430 nm에서 0.04±0.01, 0.09±0.05로 분석된 반면 상압은 0.15±0.03, 0.15±0.05로 상압의 착색도가 약간 높았으나 그 차이가 크지 않았다. 또한 숙성기간에 따른 항아리나 스테인레스 용기의 차이는 없었다.

(C) 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 착색도(UV 430nm, 480nm)(C)변화

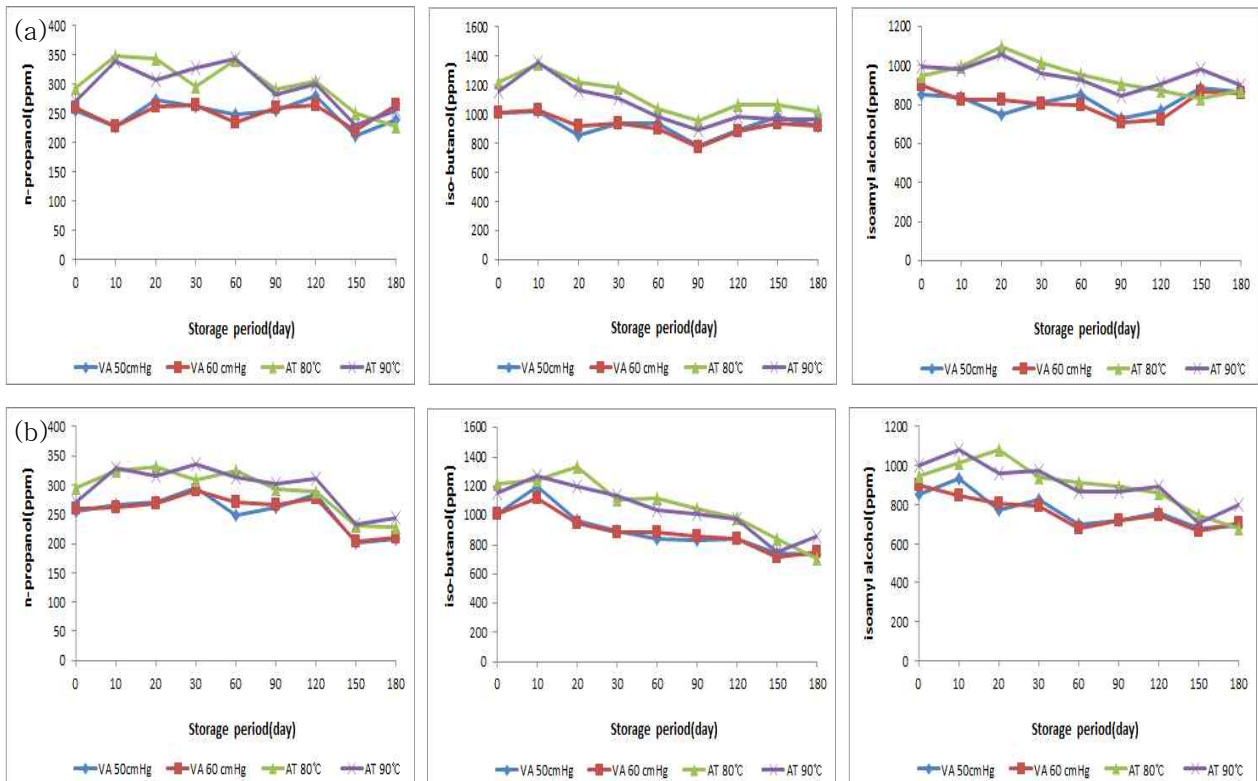
증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인레스 용기				
	RP <sup>a</sup> -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	
430 nm	0	0.04±0.01	0.09±0.05	0.15±0.03	0.15±0.05	0.04±0.01	0.09±0.05	0.15±0.03	0.15±0.05
	10	0.02±0.03	0.05±0.02	0.23±0.03	0.17±0.02	0.08±0.01	0.04±0.01	0.14±0.11	0.16±0.02
	20	0.02±0.02	0.08±0.03	0.25±0.03	0.17±0.01	0.04±0.02	0.06±0.02	0.17±0.05	0.22±0.03
	30	0.02±0.02	0.03±0.01	0.19±0.05	0.16±0.05	0.03±0.02	0.07±0.02	0.16±0.02	0.11±0.02
	60	0.02±0.00	0.06±0.02	0.18±0.02	0.12±0.02	0.03±0.00	0.08±0.01	0.12±0.01	0.13±0.01
	90	0.02±0.03	0.06±0.01	0.14±0.03	0.18±0.02	0.01±0.02	0.07±0.01	0.11±0.02	0.14±0.01
	120	0.02±0.01	0.05±0.02	0.13±0.02	0.16±0.02	0.02±0.01	0.07±0.02	0.13±0.01	0.12±0.01
	150	0.03±0.02	0.06±0.02	0.11±0.03	0.15±0.03	0.02±0.01	0.08±0.01	0.11±0.01	0.12±0.01
	180	0.02±0.01	0.05±0.02	0.19±0.02	0.13±0.02	0.02±0.00	0.09±0.01	0.13±0.01	0.12±0.00
480 nm	0	0.04±0.00	0.09±0.04	0.14±0.04	0.15±0.04	0.04±0.00	0.09±0.04	0.14±0.04	0.15±0.04
	10	0.02±0.01	0.05±0.02	0.22±0.02	0.25±0.04	0.03±0.04	0.05±0.01	0.14±0.02	0.15±0.02
	20	0.02±0.01	0.05±0.03	0.25±0.02	0.18±0.01	0.04±0.02	0.07±0.02	0.18±0.02	0.10±0.01
	30	-2±0.01	0.04±0.00	0.18±0.05	0.17±0.03	0.03±0.02	0.08±0.01	0.16±0.02	0.11±0.02
	60	0.02±0.00	0.06±0.02	0.19±0.02	0.14±0.02	0.04±0.01	0.07±0.01	0.12±0.01	0.13±0.01
	90	0.02±0.03	0.05±0.01	0.15±0.03	0.19±0.02	0.02±0.02	0.07±0.01	0.11±0.02	0.13±0.01
	120	0.04±0.01	0.05±0.02	0.14±0.03	0.17±0.02	0.02±0.01	0.08±0.02	0.13±0.01	0.12±0.01
	150	0.03±0.01	0.06±0.01	0.12±0.02	0.15±0.03	0.02±0.01	0.08±0.01	0.11±0.01	0.12±0.01
	180	0.02±0.01	0.05±0.01	0.19±0.03	0.13±0.01	0.02±0.00	0.09±0.01	0.13±0.01	0.12±0.01

### 3) 숙성 기간별 fusel alcohol 분석

술의 향기성분은 본질적으로는 누룩미생물이나 효모에 의해서 생성되지만 소주원료에 의해서도 크게 좌우된다. 특히 양조효모가 생성하는 주된 향기성분은 알코올, 카르보닐 화합물, 유기산, 에스테르, 함황화합물, 아민 등이다. 이중 대부분의 증류식 소주에 함유되어 있는 주요한 성분은 에스테르류(예: 초산과 알코올이 결합한 초산에스테르류)와 지방산 에스테르 들이며 소주 발효과정에서는 알코올 외에 퓨젤유(고급알코올)가 생성된다. 이 퓨젤유 성분은 미량만으로도 소주의 풍미를 좌우하는 중요한 성분으로 이러한 성분들이 소주의 향기에 가장 큰 역할을 한다. 특히 n-propanol(P), isobutanol(B), isoamyl alcohol(A)이 향기 성분에 있어 중요한 역할을 한다.

① 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간별 fusel alcohol 분석

먼저 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 증류 직후 n-propanol 분석 결과는 압력 -50, -60 cmHg에서 254.95±12.76, 259.12±7.36 ppm이 상압 80, 90℃에서는 294.31±14.71, 271.25±34.69 ppm의 분석 결과가 나왔다. Iso-butanol 분석 결과는 압력 -50, -60 cmHg에서 1007.44±42.74, 1010.12±2.37 ppm이 상압 80, 90℃에서는 1218.03±4.74, 1154.10±79.98 ppm의 분석 결과가 나왔다. Iso-amylalcohol 분석 결과는 압력 50, -60 cmHg에서 849.33±56.65, 896.83±111.97 ppm이 상압 80, 90℃에서는 947.22±66.50, 998.08±100.43 ppm의 분석 결과가 나왔다. 모든 분석 결과에서 증류 0일에는 상압 증류에서 n-propanol, iso-butanol, iso-amylalcohol이 감압 증류보다 높은 분석 값을 나타냈었으나 그 차이가 크지 않았다. 이것은 국제청 기술연구소의 연구 결과인 저비점 fusel oil은 상압과 감압 증류가 비슷하다라는 연구 결과와 비슷한 결과였다. 이후 향아리(a) 및 스테인레스(b) 보관시 숙성기간에 따른 증류주의 n-propanol, iso-butanol, iso-amylalcohol 분석결과는 그림 4와 같다. 향아리 및 스테인레스의 n-propanol은 숙성 기간이 지나면서 조금 감소하여 180일에는 압력 50, -60 cmHg에서 239.55±10.22, 223.22±15.35 ppm이 상압 80, 90℃에서는 227.62±19.52, 255.16±25.87 ppm의 분석 결과가 나왔다. 다음으로 iso-butanol 역시 숙성 기간이 지나면서 감소하였으며 iso-amylalcohol 역시 감소하였으나 그 감소 폭은 크지 않았다.



※ RP(VA) : 감압 증류, AP(AT) : 상압 증류 ※ (a) 향아리, (b) 스테인레스 용기

그림 4. 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 변화

다음으로 소주의 향미는 ethyl caproate, n-propanol, isoamyl alcohol 등 특징적인 향기 성분의 양적인 구성 외에 n-propanol(P), isobutanol(B), isoamyl alcohol(A)의 함유비율도 제품의 특징을 결정짓는데 중요한 역할을 한다. 이들 3가지 성분의 비율은 소주의 종류별로 서로 다르다(A/P비, A/B비, B/P비). A/P비는 사탕수수, 감자 등의 과피를 가지는 원료에서 높게 나타나는 반면 도정한 곡물을 원료로 한 제품에서는 낮게 나타나며 A/B비는 누룩사용이 적은 소주(태국 등의 인디카형쌀 사용)에서 비교적 낮은 값을 나타내는 반면 황곡을 사용하여 누룩사용량이 많은 것, 또는 발효물의 급수비율이 적은 소주에서 일반적으로 높게 나타난다. 쌀소주는 위스키에 비해 P가 많고 B가 매우적기 때문에 B/P비는 양주에 비해 낮은 특성이 있다고 알려져 있다(4).

먼저 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율은 표 7과 같다. 향아리의 경우(A) 술덧을 증류한 직후 0일 차에는 A/B의 비율은 감압, 상압에서 모두 비슷한 0.78-0.89 사이의 비율을 나타내었으며 숙성 기간이 지나도 큰 변화는 없었다. 이것은 누룩사용이 적은 소주에서 비교적 낮은 값을 나타내는 것과 유사한 것으로 조효소제를 사용함으로써 매우 낮게 나타난 것으로 생각된다. 다음으로 A/P의 비율은 0일 차에 감압, 상압에서 큰 차이가 없는 3.22-3.68로 이것은 쌀로 만든 증류주의 1.9-4.6 비율과 비슷한 결과였으며 시간이 지날수록 감압, 상압 증류주 모두 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 B/P의 경우 역시 증류 0일차에는 3.90-4.25로 일반적인 쌀 증류주의 0.9-2.7보다는 높았으며 숙성 시간에 따른 변화는 없어서 180일에는 3.79-4.11의 비율 값을 나타내었다. 이것은 원료는 쌀이지만 조효소제의 밀기울과 입국의 성분들로 인하여 기존과 다른 실험 결과를 나타낸 것으로 생각된다.

또한 스테인레스 용기의 fusel alcohol 비율(B)도 향아리와 비슷한 경향을 보였으며 경우 0일 차 감압, 상압 A/B, A/P, B/P의 비율이 숙성 완료 시점인 180일 까지 큰 변화를 보이지는 않았다.

표 7. 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화  
(A) 향아리에서의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화

비율	숙성 기간 증류 조건	0	10	20	30	60	90	120	150	180
		A/B <sup>a</sup>	RP -50 cmHg	0.84	0.82	0.89	0.87	0.91	0.93	0.87
	RP -60 cmHg	0.89	0.80	0.89	0.85	0.89	0.91	0.82	0.93	0.93
	AP 80°C	0.78	0.74	0.90	0.86	0.92	0.96	0.82	0.78	0.85
	AP 90°C	0.86	0.72	0.91	0.87	0.95	0.94	0.92	1.02	0.93
A/P	RP -50 cmHg	3.33	3.67	2.76	3.11	3.44	2.86	2.76	4.22	3.60
	RP -60 cmHg	3.46	3.63	3.16	3.05	3.39	2.73	2.73	3.93	3.84

	AP 80℃	3.22	2.87	3.19	3.44	2.81	3.14	2.88	3.33	3.83
	AP 90℃	3.68	2.89	3.44	2.93	2.70	2.99	3.01	4.30	3.52
B/P	RP -50 cmHg	3.95	4.47	3.12	3.59	3.80	3.06	3.19	4.64	3.82
	RP -60 cmHg	3.90	4.53	3.53	3.57	3.82	2.99	3.34	4.24	4.11
	AP 80℃	4.14	3.88	3.55	4.02	3.06	3.28	3.50	4.26	4.49
	AP 90℃	4.25	4.01	3.78	3.38	2.86	3.17	3.27	4.23	3.79

<sup>a</sup>n - propanol(P), isobutyl alcohol(B), isoamyl alcohol(A)

(B) 스테인레스 용기에서의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화

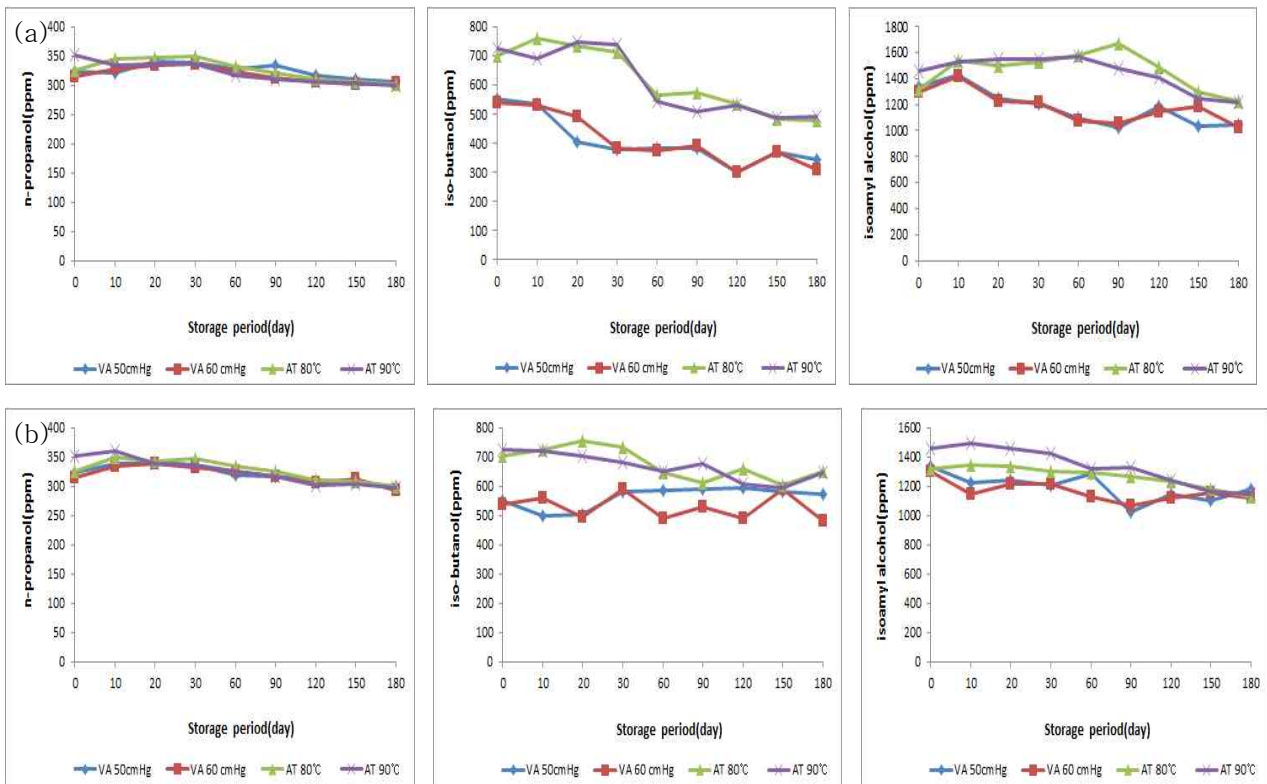
비율	증류 조건	숙성 기간								
		0	10	20	30	60	90	120	150	180
A/B <sup>a</sup>	RP -50 cmHg	0.84	0.78	0.80	0.92	0.83	0.86	0.90	0.91	0.95
	RP -60 cmHg	0.89	0.75	0.85	0.90	0.76	0.83	0.88	0.93	0.94
	AP 80℃	0.78	0.97	0.81	0.84	0.81	0.85	0.88	0.89	0.96
	AP 90℃	0.86	0.92	0.80	0.86	0.83	0.85	0.91	0.94	0.93
A/P	RP -50 cmHg	3.33	3.50	2.85	2.79	2.80	2.74	2.68	3.34	3.31
	RP -60 cmHg	3.46	3.23	3.00	2.73	2.52	2.68	2.67	3.28	3.37
	AP 80℃	3.22	3.74	3.26	3.06	2.81	3.03	2.98	3.23	2.97
	AP 90℃	3.68	3.59	3.04	2.89	2.76	2.87	2.88	3.03	3.27
B/P	RP -50 cmHg	3.95	4.50	3.56	3.03	3.39	3.17	2.98	3.68	3.50
	RP -60 cmHg	3.90	4.29	3.52	3.04	3.29	3.22	3.04	3.53	3.59
	AP 80℃	4.14	3.85	4.03	3.62	3.45	3.56	3.39	3.63	3.09
	AP 90℃	4.25	3.89	3.80	3.37	3.33	3.36	3.16	3.22	3.51

## ② 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성 기간별 fusel alcohol 분석

다음으로 전통누룩을 이용한 증류주의 증류 직후 n-propanol 분석 결과는 압력 -50, -60 cmHg에서 322.64±8.26, 313.83±6.45ppm이 상압 80, 90℃에서는 325.78±41.29, 352.41±37.08 ppm의 분석 결과가 나왔다. Iso-butanol 분석 결과는 압력 -50, -60 cmHg에서 552.52±59.70, 538.16±80.37 ppm이 상압 80, 90℃에서는 700.90±43.92, 723.43±36.35 ppm의 분석 결과가 나왔다. Iso-amylalcohol 분석 결과는 압력 -50, -60 cmHg에서 1,334.93±83.22, 1,300.38±45.66 ppm이 상압 80, 90℃에서는 1,322.46±55.16, 1,454.70±97.23 ppm의 분석 결과가 나왔다. 모든 분석 결과에서 상압 증류와 감압증류의 n-propanol, iso-butanol, iso-amylalcohol은 그 차이는 크지 않았으며 이것은 국제청 기술연구소의 연구 결과인 저비

점 fusel oil은 상압과 감압 증류가 비슷하다라는 연구 결과와 비슷한 결과였다(10).

이후 향아리(a) 및 스테인레스(b) 보관시 숙성기간에 따른 증류주의 n-propanol, iso-butanol, iso-amylalcohol 분석결과는 그림 5와 같다. 향아리 및 스테인레스의 n-propanol은 증류 직후 0일에는 그 차이가 크게 나타났으나 숙성 기간이 지날수록 큰 차이를 보이지 않았으며 크게 감소하거나 상승하지 않았다. Iso-butanol의 경우에는 0일차 감압 측정 값이 552.52, 538.16 ppm으로 상압 700.90, 723.43 ppm보다 낮게 측정되었으며 숙성 기간 180일을 지나면서 향아리의 감압 증류 -50 cmHg는 345.36 ppm으로 -60 cmHg는 310.03 ppm으로 감소하였으며 상압 80℃는 477.19 ppm, 90℃에서는 491.90 ppm으로 감소하였다. 반면 스테인레스 용기는 큰 변화가 없었다. 또한 iso-amylalcohol은 0일차에 감압, 상압의 차이가 크지 않았으며 숙성 기간 동안 조금씩 감소하여 180일은 0일차 보다 감소한 값을 나타내었다.



※ RP(VA) : 감압 증류, AP(AT) : 상압 증류 ※ (a) 향아리, (b) 스테인레스 용기

※ 3반복 실험 결과

그림 5. 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 변화

다음으로 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율은 표 8과 같다. 향아리의 경우(A) 술덧을 증류한 직후 0일 차에는 A/B의 비율은 감압이 2.42으로 상압 1.89, 2.01 비율보다 높았으며 숙성 기간이 경과함에 따라 비율이 상승하였다. 다음으로 A/P의 비율은 0일 차에 감압, 상압에서 큰 차이가 없는 4.06-4.14였으나 조효소제와 입국을 이

용한 증류주의 3.22-3.68보다는 높은 비율이었다. 이것은 iso-amylalcohol(A)이 전통 누룩으로 제조한 소주에서 많이 함유되어 있기 때문인데 일반적으로 iso-amylalcohol 은 개량 누룩을 사용하여 술덧을 만들었을 때 입국을 사용하여 술덧을 만들었을 때보다 다소 많이 검출 되는걸 로 알려져 있다(7). 이것으로 보아 전통 누룩을 사용하여 제조한 증류주에서 iso-amylalcohol이 높게 나오는 걸로 유추할 수 있다. 또한 In 등(1)의 실험 결과의 A/P 비율과도 비슷한 결과였다. 다음으로 B/P의 경우 역시 증류 0일차에는 감압이 상압보다 낮게 측정되었으며 숙성기간이 지날수록 감압, 상압 증류주는 B/P의 비율은 조금씩 감소하였다.

스테인레스 용기의 경우 0일 차에는 A/B의 비율은 감압이 2.42으로 상압 1.89, 2.01에서 숙성 180일차에는 감압 -50, -60 cmHg는 2.06, 2.32, 상압 80, 90℃는 1.73, 1.77로 큰 변화가 없었다. 나머지 A/P와 B/P 역시 숙성에 따른 큰 변화는 없었다.

표 8. 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화

(A) 항아리에서의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화

비율	증류 조건 \ 숙성 기간	숙성 기간									
		0	10	20	30	60	90	120	150	180	
A/B <sup>a</sup>	RP -50 cmHg	2.42	2.66	3.09	3.20	2.86	2.68	3.94	2.81	3.03	
	RP -60 cmHg	2.42	2.67	2.49	3.19	2.88	2.68	3.81	3.21	3.31	
	AP 80℃	1.89	2.03	2.04	2.14	2.80	2.91	2.79	2.69	2.58	
	AP 90℃	2.01	2.22	2.08	2.10	2.89	2.91	2.65	2.55	2.48	
A/P	RP -50 cmHg	4.14	4.42	3.67	3.56	3.35	3.08	3.73	3.33	3.43	
	RP -60 cmHg	4.14	4.33	3.67	3.63	3.34	3.36	3.74	3.94	3.37	
	AP 80℃	4.06	4.46	4.33	4.37	4.74	5.17	4.81	4.24	4.08	
	AP 90℃	4.13	4.57	4.63	4.60	4.94	4.76	4.60	4.09	4.06	
B/P	RP -50 cmHg	1.71	1.66	1.19	1.11	1.17	1.15	0.95	1.18	1.13	
	RP -60 cmHg	1.71	1.62	1.47	1.14	1.16	1.26	0.98	1.23	1.02	
	AP 80℃	2.15	2.20	2.12	2.04	1.69	1.78	1.72	1.58	1.58	
	AP 90℃	2.05	2.06	2.22	2.19	1.71	1.63	1.74	1.61	1.64	

<sup>a</sup>n - propanol(P), isobutyl alcohol(B), isoamyl alcohol(A)

(B) 스테인레스 용기에서의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화

비율	증류 조건 \ 숙성 기간	숙성 기간									
		0	10	20	30	60	90	120	150	180	
A/B <sup>a</sup>	RP -50 cmHg	2.42	2.45	2.46	2.08	2.19	1.74	1.92	1.90	2.06	
	RP	2.42	2.05	2.47	2.06	2.32	2.02	2.29	1.97	2.32	

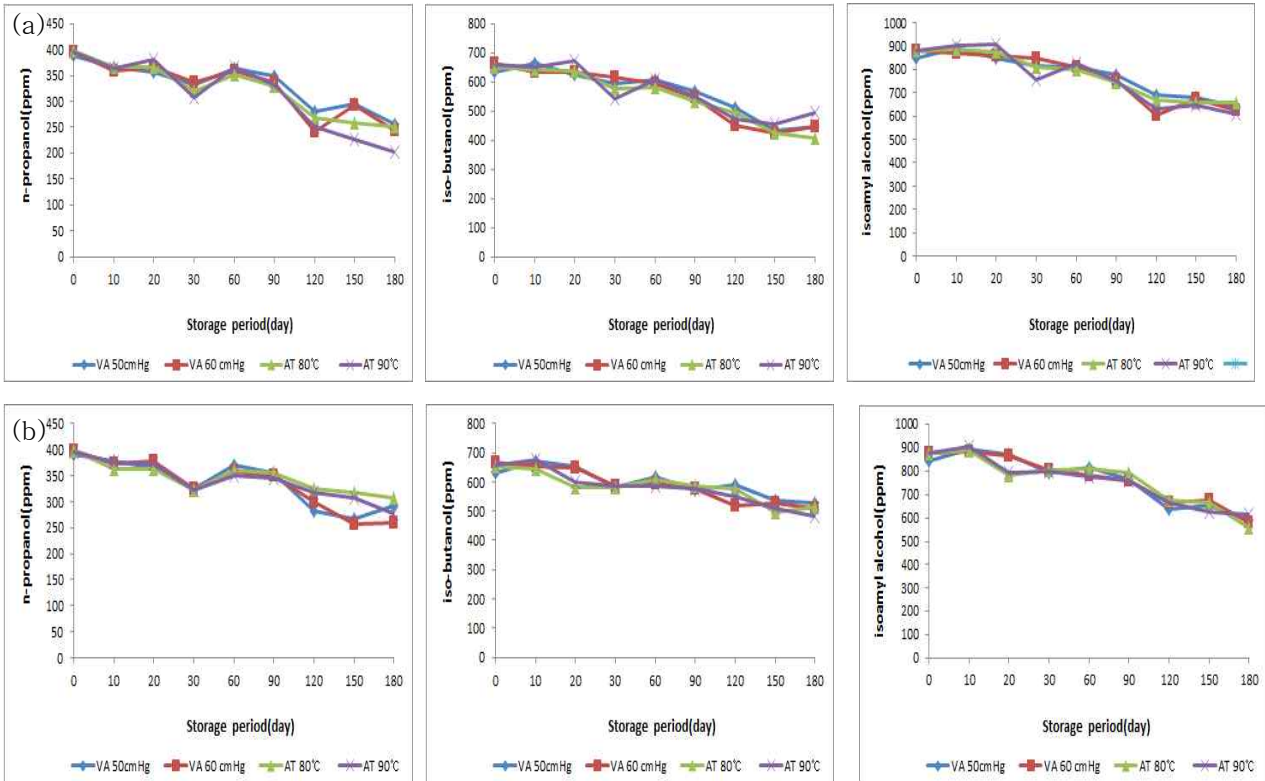
	-60 cmHg									
	AP 80°C	1.89	1.86	1.77	1.78	2.01	2.08	1.87	1.95	1.73
	AP 90°C	2.01	2.07	2.07	2.09	2.02	1.95	2.03	1.95	1.77
A/P	RP -50 cmHg	4.14	3.62	3.64	3.59	4.03	3.23	3.69	3.57	3.95
	RP -60 cmHg	4.14	3.44	3.58	3.64	3.47	3.37	3.65	3.71	3.83
	AP 80°C	4.06	3.86	3.92	3.77	3.88	3.89	3.97	3.84	3.76
	AP 90°C	4.13	4.14	4.30	4.24	4.05	4.19	4.10	3.83	3.88
	RP -50 cmHg	1.71	1.48	1.48	1.73	1.84	1.86	1.92	1.88	1.92
B/P	RP -60 cmHg	1.71	1.68	1.45	1.77	1.50	1.67	1.60	1.89	1.65
	AP 80°C	2.15	2.08	2.21	2.12	1.93	1.87	2.12	1.96	2.17
	AP 90°C	2.05	2.00	2.08	2.03	2.01	2.15	2.02	1.96	2.19

<sup>a</sup>n - propanol(P), isobutyl alcohol(B), isoamyl alcohol(A)

### ③ 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간별 fusel alcohol 분석

입국을 이용한 증류주의 증류 직후 n-propanol 분석 결과는 압력 50, -60 cmHg에서  $389.10 \pm 36.98$ ,  $396.63 \pm 24.40$  ppm이 상압 80, 90°C에서는  $397.27 \pm 32.64$ ,  $394.99 \pm 30.58$  ppm의 분석 결과가 나왔다. Iso-butanol 분석 결과는 압력 -50, -60 cmHg에서  $631.34 \pm 88.45$ ,  $664.89 \pm 129.39$  ppm이 상압 80, 90°C에서는  $651.76 \pm 109.42$ ,  $659.29 \pm 124.25$  ppm의 분석 결과가 나왔다. Iso-amylalcohol 분석 결과는 압력 -50, -60 cmHg에서  $844.73 \pm 47.80$ ,  $877.73 \pm 90.93$  ppm이 상압 80, 90°C에서는  $878.30 \pm 74.11$ ,  $877.13 \pm 86.89$  ppm의 분석 결과가 나왔다.

모든 분석 결과에서 n-propanol, iso-butanol, iso-amylalcohol이 다른 제조방법과 다르게 상압, 감압 증류가 차이가 없이 비슷한 분석 값을 나타냈다. 이후 향아리(a) 및 스테인레스(b) 보관시 숙성기간에 따른 증류주의 n-propanol, iso-butanol, iso-amylalcohol 분석결과는 그림 6와 같다. 향아리 및 스테인레스의 n-propanol, iso-butanol, iso-amylalcohol은 증류 직후 0일에는 그 차이가 크게 나타나지 않았는데 이것은 국세청 기술연구소의 연구 결과인 저비점 fusel oil은 상압과 감압 증류가 비슷하다라는 연구 결과와 비슷한 결과였다. 이후 숙성 시간이 지나면서 전체적으로 향아리, 스테인레스 용기 숙성 모두 감소하는 결과를 나타내었다.



※ RP(VA) : 감압 증류, AP(AT) : 상압 증류 ※ (a) 항아리, (b) 스테인레스 용기

※ 3반복 실험 결과

그림 6. 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 변화

다음으로 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율은 표 9과 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. 이것은 누룩사용이 적은 소주에서 비교적 낮은 값을 나타내는 것과 유사한 것(4)으로 입국만을 사용함으로써 매우 낮게 나타난 것으로 생각된다. 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 없었다. 다음으로 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 숙성기간에 따른 차이는 없었으나 상압 90°C는 증가하는 경향을 나타내었다(6). 스테인레스 용기 숙성의 경우 도 항아리 숙성과 비슷하였으며 전체적으로 숙성 기간이 증가함에 따른 큰 변화는 없었다.

표 9. 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화

(A) 항아리에서의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화

비율	숙성기간									
	증류조건	0	10	20	30	60	90	120	150	180



A/B <sup>a</sup>	RP -50 cmHg	1.34	1.34	1.36	1.37	1.34	1.37	1.35	1.57	1.44
	RP -60 cmHg	1.32	1.37	1.36	1.38	1.36	1.38	1.34	1.59	1.40
	AP 80°C	1.35	1.38	1.37	1.39	1.38	1.40	1.35	1.54	1.61
	AP 90°C	1.33	1.38	1.35	1.39	1.35	1.36	1.33	1.41	1.23
A/P	RP -50 cmHg	2.17	2.44	2.38	2.46	2.23	2.23	2.47	2.31	2.51
	RP -60 cmHg	2.21	2.43	2.35	2.52	2.25	2.24	2.51	2.30	2.55
	AP 80°C	2.21	2.43	2.39	2.53	2.28	2.27	2.49	2.55	2.60
	AP 90°C	2.22	2.47	2.37	2.44	2.25	2.27	2.52	2.84	3.01
B/P	RP -50 cmHg	1.62	1.82	1.76	1.79	1.67	1.63	1.82	1.47	1.75
	RP -60 cmHg	1.68	1.78	1.73	1.83	1.65	1.62	1.87	1.45	1.82
	AP 80°C	1.64	1.75	1.74	1.81	1.65	1.62	1.84	1.66	1.62
	AP 90°C	1.67	1.79	1.76	1.76	1.66	1.67	1.88	2.02	2.44

<sup>a</sup>n - propanol(P), isobutyl alcohol(B), isoamyl alcohol(A)

(B) 스테인레스 용기에서의 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화

비율	증류 조건	숙성 기간								
		0	10	20	30	60	90	120	150	180
A/B <sup>a</sup>	RP -50 cmHg	1.34	1.34	1.34	1.37	1.32	1.34	1.08	1.23	1.12
	RP -60 cmHg	1.32	1.35	1.34	1.38	1.32	1.32	1.28	1.29	1.14
	AP 80°C	1.35	1.37	1.34	1.39	1.34	1.36	1.18	1.34	1.09
	AP 90°C	1.33	1.35	1.33	1.37	1.33	1.32	1.21	1.23	1.28
A/P	RP -50 cmHg	2.17	2.37	2.39	2.44	2.21	2.16	2.26	2.46	2.03
	RP -60 cmHg	2.21	2.37	2.30	2.47	2.20	2.18	2.22	2.64	2.25
	AP 80°C	2.21	2.45	2.16	2.50	2.26	2.24	2.09	2.11	1.82
	AP 90°C	2.22	2.43	2.13	2.48	2.23	2.22	2.10	2.04	2.22
B/P	RP -50 cmHg	1.62	1.77	1.79	1.79	1.67	1.61	2.10	2.00	1.81
	RP -60 cmHg	1.68	1.75	1.71	1.79	1.66	1.65	1.73	2.05	1.97
	AP 80°C	1.64	1.79	1.61	1.81	1.69	1.65	1.77	1.58	1.67
	AP 90°C	1.67	1.80	1.61	1.81	1.67	1.68	1.73	1.67	1.73

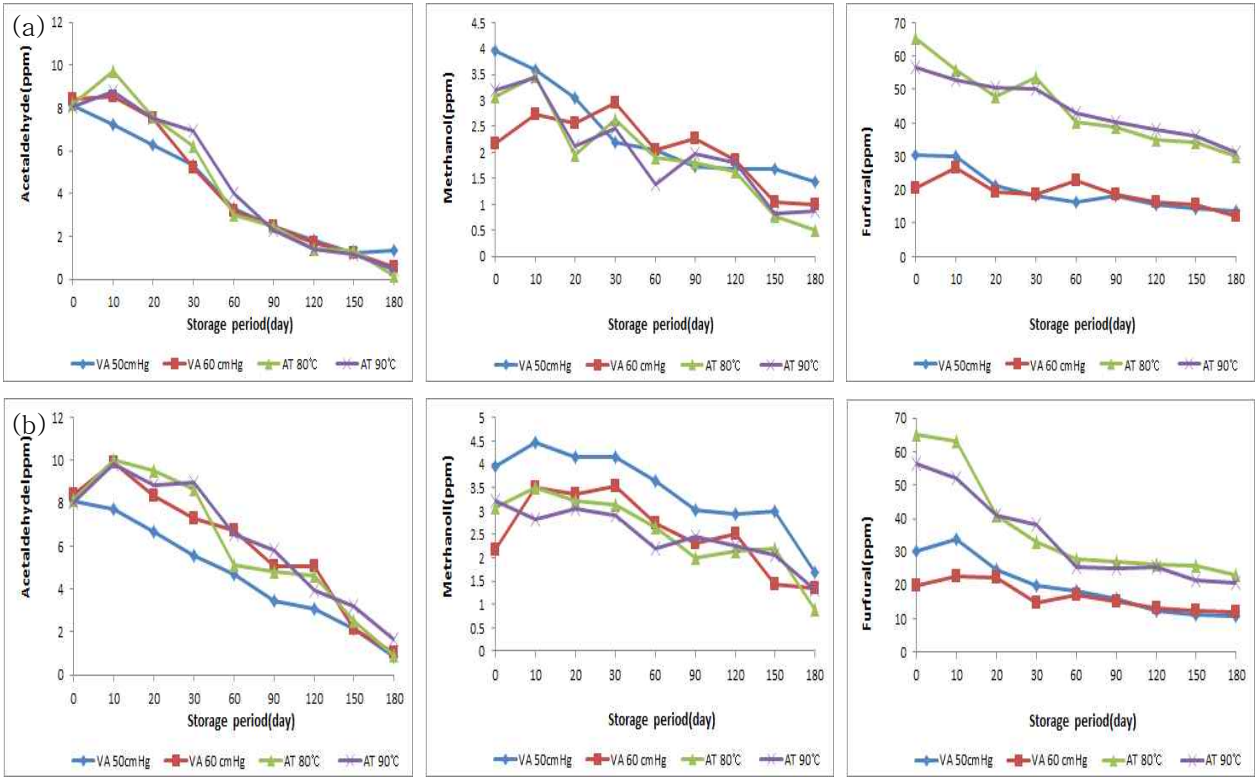
#### 4) 숙성 기간별 증류주 유해물질 분석

증류주에 있어서 유해물질은 중 acetaldehyde는 알코올 발효의 부산물로서 미량으로 생성되는 자극취의 휘발성분이며 증류할 때 가열에 의해 술덧 중 아미노산과 당분이 반응하여 2

차적으로 acetaldehyde나 iso-valeraldehyde 등 여러 종류의 알데히드가 생성된다. 보통 술지게미를 증류한 증류식소주에는 비교적 많은 양이 함유 되며 나무통 저장을 하는 경우 나무통의 산화작용에 의해 알코올 일부가 산화되어 acetaldehyde가 증가 되는 것으로 알려져 있다. 다음으로 methanol은 원료의 펙틴질에서 유래하는 것으로 알려져 있으며, 통상적으로 고구마 또는 과실을 원료로 하는 주류에 많이 함유 되어 있다. 곡류를 원료로 한 경우 거의 검출되지 않거나 미량이 검출 된다. Furfural은 술지게미 중에 탄수화물(전분, 당분, 펜토산 등)의 가열 분해시 산과 가열에 의해서 생성되며 열을 많이 받는 증류말기에 증가한다. 보통은 증류할 때 술덧을 여과하지 않고 증류하거나 증류 끝 부분(후류)에 증류로 인해 술덧의 양이 줄어들면서 탄 냄새가 나고 furfural 성분이 많아져 자극취를 유발하므로 소주에 바람직하지 않다.

### ① 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간별 유해물질 분석

먼저 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 증류 직후 및 숙성기간에 따른 acetaldehyde, methanol, furfural 3가지 유해 물질에 대한 분석 결과는 그림 7과 같다. Acetaldehyde 증류 직후 0일차 분석에서는 감압 증류 -50, -60 cmHg이 8.18, 8.06 ppm을 생성하였고 상압 증류 80, 90℃는 8.11, 8.43 ppm을 생성하였다. 이후 숙성기간 중에는 항아리(a)와 스테인레스 용기(b) 모두 감압, 상압 증류주에서 서서히 감소하는 경향을 보였다. Methanol은 감압, 상압 증류주 모두에서 2.16-3.96 ppm이 측정되었으며 이것은 국세청에서 제시하고 있는 500 ppm에 비해 매우 낮은 수치임을 알 수 있다. 숙성기간 중에는 항아리(a)와 스테인레스 용기(b) 모두 methanol이 조금씩 감소하는 경향을 보였으나 그 감소 폭은 크지 않았다. 다음으로 furfural은 증류 직후 감압 증류 -50, -60 cmHg이 30.25, 20.21 ppm을 생성한 것에 비해 상압 증류 80, 90℃는 이보다 높은 65.23, 56.74 ppm을 생성하였는데 이것은 술지게미 중에 탄수화물 중 전분과 당분이 아직 남아 있어서 증류시에 생성된 것이 증류주로 넘어 온 것으로 생각되며 상압 증류의 높은 온도로 인해 상압 증류주에 많이 생성된 것으로 생각된다. 숙성기간 중에는 항아리(a), 스테인레스 용기(b)는 감압 증류 및 상압 증류 모두 서서히 감소하는 경향을 보였으며 항아리(a)의 경우 최종 180일에는 감압 증류 -50, -60 cmHg이 13.50, 12.00 ppm, 상압 증류 80, 90℃는 이보다 높은 30.25, 31.41 ppm을 나타내었다. 이것은 초기(0-6개월) 소주의 숙성과정에서 가스향 성분의 변화와 함께 자극취 감소를 함으로써 탄향 성분인 furfural도 감소 하는 것을 알려져 있다.



※ RP(VA) : 감압 증류, AP(AT) : 상압 증류 ※ (a) 향아리, (b) 스테인레스 용기

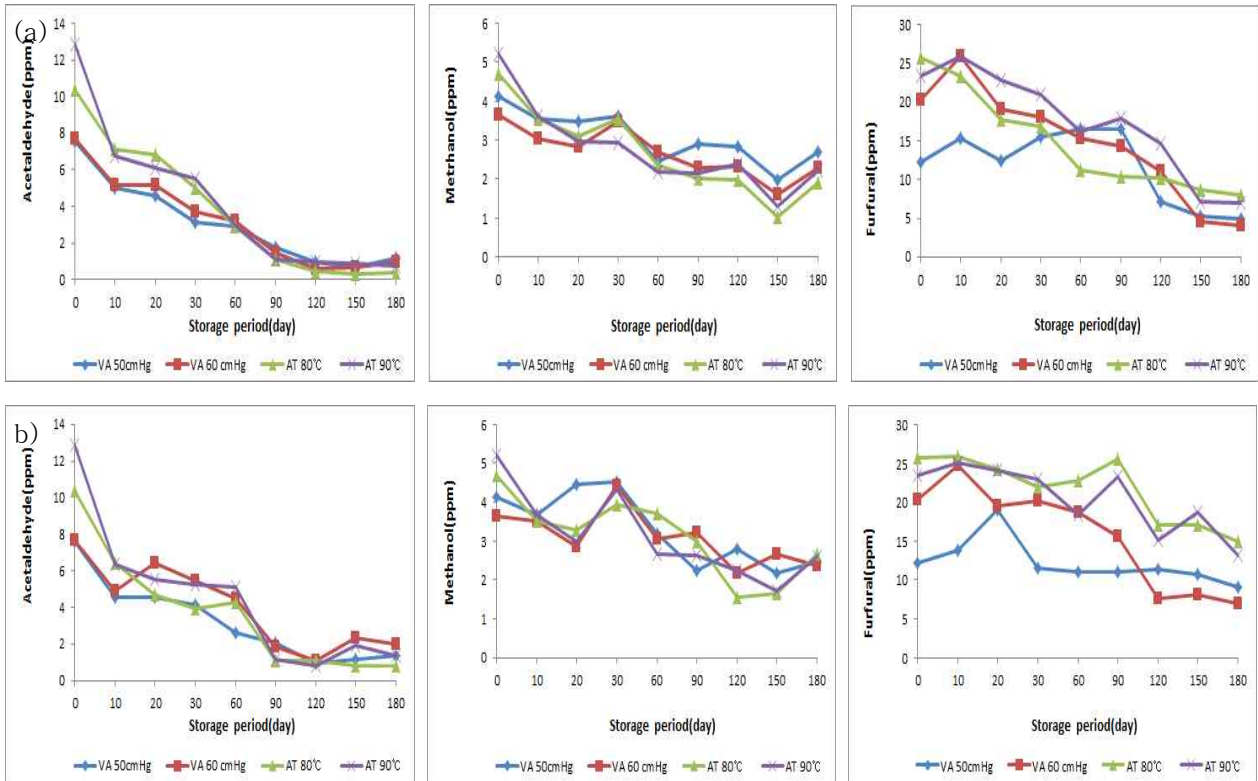
※ 3반복 실험 결과

그림 7. 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 유해물질 변화

## ② 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성 기간별 유해물질 분석

전통누룩을 이용한 증류주의 증류 직후 및 숙성기간에 따른 acetaldehyde, methanol, furfural 3 가지 유해 물질에 대한 분석 결과는 그림 8과 같다. 증류 직후 0일차 분석에서는 감압 증류 -50, -60 cmHg이 7.57, 7.68 ppm을 생성한거에 비해 상압 증류 80, 90°C는 이보다 높은 10.39, 12.86 ppm을 생성하였다. 이것은 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 acetaldehyde보다 높은 것으로 전통 누룩이 쌀량 대비 약 50% 들어가는 제조방법으로 인해 술덧 중 누룩 밑에서 유래되어 나온 아미노산과 쌀 전분 및 당분이 남은 상황에서 상압 증류의 높은 온도로 인해 acetaldehyde가 많이 생성된 것으로 생각한다. Acetaldehyde 숙성기간 중에는 향아리(a)와 스테인레스 용기(b) 모두 숙성 180일 동안 지속적으로 감소하는 경향을 보였으며 methanol은 감압, 상압 증류주 모두에서 3.65-5.21 ppm이 측정되었으며 숙성기간 중에는 향아리(a)와 스테인레스 용기(b) 모두 methanol이 조금씩 감소하는 경향을 보였으나 그 감소 폭은 크지 않았다. 다음으로 furfural은 증류 직후 감압 증류 -50, -60 cmHg이 12.23, 20.25 ppm을 생성한 거에 비해 상압 증류 80, 90°C는 이보다 약간 높은 25.74, 23.41 ppm을 생성하였다. 이중 상압증류의 furfural은 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 furfural에 비해 낮았는데 이것은 전통누룩으로 제조한 술지게미의 glucose가 대부분 소비되어(그림 2) 당분의 가열 분해시 산과 가열에 의해서 생성되어지는 furfural이 조효소제와 입국보다 낮게 생성된

것으로 생각된다. 이후 숙성기간에 따라 furfural은 항아리와, 스테인레스 용기 모두 감소하는 경향을 보였다.



※ RP(VA) : 감압 증류, AP(AT) : 상압 증류 ※ (a) 항아리, (b) 스테인레스 용기

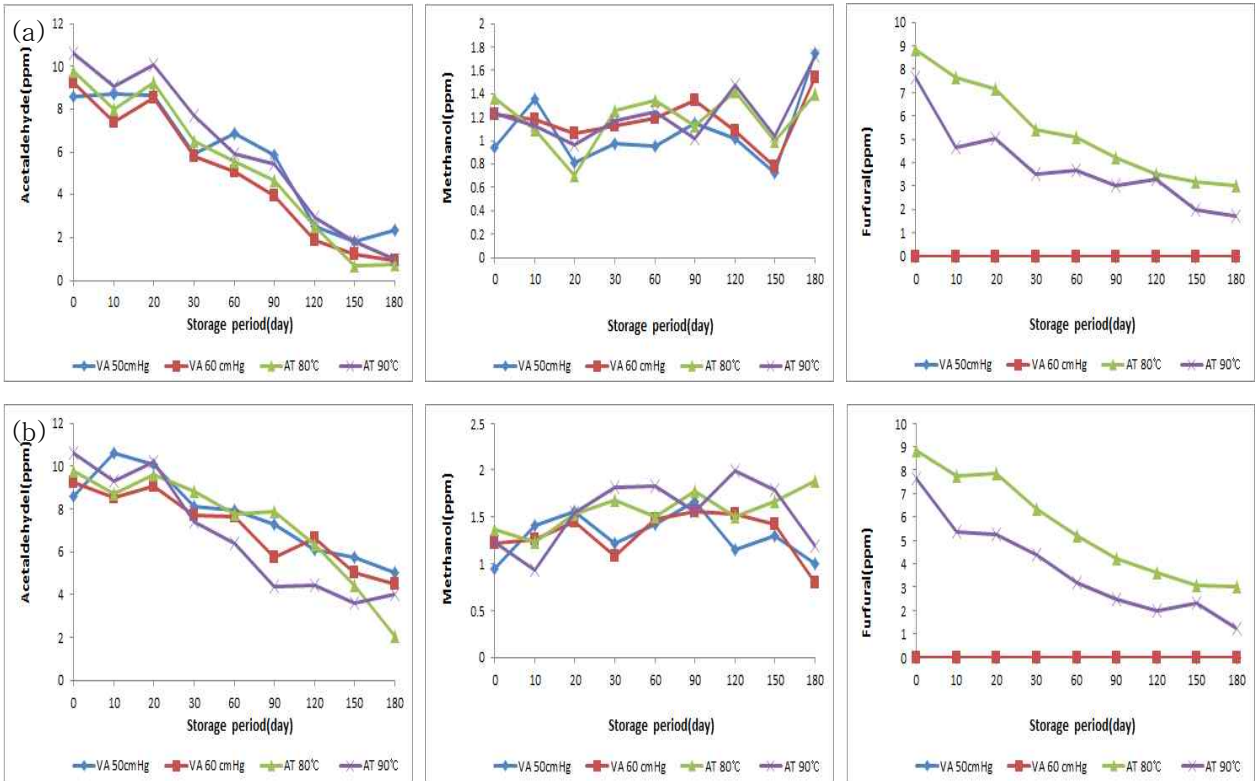
※ 3반복 실험 결과

그림 8. 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 유해물질 변화

### ③ 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간별 유해물질 분석

입국을 이용한 증류주의 증류 직후 및 숙성기간에 따른 acetaldehyde, methanol, furfural 3가지 유해 물질에 대한 분석 결과는 그림 9와 같다. 증류 직후 acetaldehyde 0일차 분석에서는 감압 증류 -50, -60 cmHg이 8.59, 9.27 ppm을 상압 증류 80, 90°C는 9.80, 10.63 ppm으로 분석 되어 증류 방법에 따른 acetaldehyde 차이는 없었다. Methanol은 감압, 상압 증류주 모두에서 0.95-1.36 ppm으로 아주 소량이 측정되었다. 다음으로 furfural은 증류 직후 감압 증류 -50, -60 cmHg 모두 검출이 되지 않았으며 상압 증류 80, 90°C는 8.82, 7.64 ppm이 생성하였다. 이것은 입국을 이용한 증류주의 술지게미에서 발효에 의해 glucose가 대부분 소비되었으며 또한 감압 증류를 통해 낮은 온도 증류에 의해 furfural이 생성이 안 된 것으로 생각된다.

Acetaldehyde는 항아리(a)와 스테인레스 용기(b) 모두 숙성기간이 증가함에 따라 지속적으로 감소하였으며 이것은 배 등이 이야기한 용기에 의한 숙성에서 알데이드가 감소하는 결과와 일치하였다. Methanol은 증류 직후 acetaldehyde 0일차 분석에서는 감압 증류 -50, -60 cmHg이 8.59, 9.27 ppm을 상압 증류 80, 90°C는 9.80, 10.63 ppm으로 분석 되어 증류 방법에 따른 acetaldehyde 차이는 없었다. Methanol은 항아리(a)와 스테인레스 용기(b) 모두 0일차에 적게 생성이 되었으며 180일에도 큰 변화가 없었다. Furfural은 항아리(a)와 스테인레스 용기(b) 모두 숙성기간이 길어지면서 상압에서 조금씩 감소하였다.



※ RP(VA) : 감압 증류, AP(AT) : 상압 증류 ※ (a) 향아리, (b) 스테인레스 용기

※ 3반복 실험 결과

그림 9. 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 유해물질 변화

### 5) 숙성 기간별 증류주의 향기성분 분석

술의 향기성분은 본질적으로는 누룩미생물이나 효모에 의해서 생성 되지만 소주원료에 의해서도 크게 좌우된다. 양조효모가 생성하는 주된 향기성분은 알코올, 카르보닐 화합물, 유기산, 에스테르, 함황 화합물, 아민 등으로 이중 대부분의 소주에 함유되어 있는 주요한 성분은 에스테르류(예: 초산과 알코올이 결합한 초산에스테르류)와 지방산 에스테르, 초산 에스테르이다. 소주 발효과정에서는 알코올 외에 퓨젤유(고급알코올)가 생성되며 이 퓨젤유 성분은 미량만으로도 소주의 풍미를 좌우하는 중요한 성분이 된다. 특히 이러한 성분들이 소주의 향기에 가장 큰 역할을 하며 방향족 화합물들도 소주의 풍미에 큰 영향을 미친다. 특히 2-phenyl alcohol은 장미향을 가지고 있는 중간비점의 향기성분으로 소주의 향기에 중요한 역할을 하고 있으며 초산에스테르, 특히 isoamyl acetate은 중요한 향기성분이며 isoamyl alcohol의 생성농도에 의존적이다. 초산이소아밀은 바나나향을 가지는 방향성분입니다. 또 다른 향기 성분인 ethyl caproate은 isoamyl acetate의 화려한 향기에 비해 묵직하고 중후한 향을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 이처럼 증류주의 관능에 있어 중요한 향기 성분에 대한 조사를 저장 기간별로 측정하였다.

### ① 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간별 향기성분 분석

조효소제와 입국을 이용한 증류주의 휘발성 향기성분을 SPME를 이용해 포집한 후 gas chromatography/mass spectrometry 동정한 결과 공통적으로 23개의 휘발성분이 확인되었고 표 10에 나타내었다. 증류 0일차(a)의 경우 감압증류와 상압증류 모두에서 높은 분석 결과를 나타낸 것은 ethanol을 제외하고, n-propanol, isobutyl alcohol, isoamyl alcohol, decanoic acid, dodecanoic acid 등이다. 이 중 whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol은 증류 0일차에는 감압, 상압 증류에서 큰 차이를 보이지 않았으며 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid는 감압 -50, -60 cmHg가 1.32, 1.37%인 반면 상압 80, 90°C의 경우 1.97, 1.96%로 매우 높게 분석되었다. 이처럼 감압보다 상압에서 높은 분석 결과를 나타낸 것은 과일 향과 꽃잎 향 그리고 oil 향 특성을 나타내는 dodecanoic acid가 상압 80, 90°C에서 0.26, 0.14%였으며 감압 -50, -60 cmHg에서는 0.54, 0.06%였다. 또한 상압의 분석 결과가 높았던 것으로는 ethyl palmitate등이 있었다. 이밖에 꽃향기처럼 좋은 향을 내는 n-Propanol은 감압과 상압 모두에서 조금씩 검출되었다.

그 외에도 acetaldehyde는 발효과정 중 ethyl alcohol의 효모에 의한 산화나 아미노산으로부터 탈아미노, 탈카르복실기에 의하여 생성된다. Ether와 같은 강한 자극취를 나타내는 acetaldehyde는 청주, 맥주, 일본소주에서도 검출된 성분이나 특히 맥주의 미숙취로 알려져 있다. 본 실험에서는 모든 시험구에서 검출되었으며 바나나향을 나타내며 술덧중의 valine으로부터 생성된 isobutyl alcohol은 증류식소주 전체에서 검출되었으며 증류주의 향미 형성에 관여한 것으로 추측된다. Non-aroma ester인 ethyl lactate는 낮게 검출되었다. Pleasant fruit과 floral 향을 내는 ethyl octanoate는 감압 증류에서 높게 검출되었으며 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 octadodecanoic acid는 감압증류와 상압증류가 비슷하였다.

유기산 성분 중 acetic acid는 자극취를 나타내는 산미로 미생물에 의한 산화생성물이다. 본 실험에서 술덧과 증류식 소주에서 모두 검출되었으며 phenylethyl alcohol은 장미향으로 원료 중의 phenylalanine으로부터 유래되며, 맥주의 방향족 알콜성분 중 가장 중요한 향기성분으로 알려져 있는데, 본 실험에서는 상압과 감압에서 모두 비슷한 0.04-0.09%가 검출되었다.

표 10. 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 향기성분 분석

(a) 조효소제와 입국을 이용한 증류주 0일의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80°C	AP 90°C
1	2.1	Acetaldehyde	-	0.01	0.01	0.01
2	4.09	Ethanol	84.52	88.91	87.79	90.34
3	5.93	n-Propanol	0.25	0.11	0.13	0.20
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.40	1.05	1.11	0.90
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-
6	9.87	Isoamyl alcohol	3.48	3.22	3.26	2.74
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.01	0.02	0.01	0.01
8	13.43	Ethyl lactate	0.01	0.01	0.01	0.01
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	0.01	0.01
10	15.65	Ethyl octanoate	0.16	0.35	0.11	0.13
11	20.66	Decanoic acid, ethyl ester	1.32	1.37	1.97	1.96
12	21.1	Octanoic acid	0.36	0.04	0.06	0.06
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.03	0.02	0.02	-
14	23.26	Iso buthyl decanoate	0.03	0.03	0.04	0.02
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.16	0.10	0.14	0.13
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.26	0.14	0.54	0.06
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	0.34	-	0.45
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.09	0.08	0.07	0.04
19	29.33	Ethyl myristate	0.08	0.08	0.11	0.04
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	0.12	-	0.18
21	33.18	Ethyl palmitate	0.01	-	0.28	0.35
22	37.36	Octadecanoic acid, ethyl ester	0.02	0.20	0.01	0.06
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.10	0.01	0.04	-
		others	7.71	0.02	4.28	0.07
		total	100	100	100	100

다음으로 조효소제와 입국을 이용한 증류주 중 감압증류 -50 cmHg의 향아리 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 10의(b)와 같다. 꽃향기처럼 좋은 향을 내는 n-propanol은 숙성 기간이 길어질수록 감소하여 120일에는 0%가 되었다. 0일부터 180일 증류주 숙성 기간 동안 바나나향을 나타내는 isobutyl alcohol은 큰 변화가 없었으며 및 whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol(12)과 pleasant fruit과 floral 향을 내는 ethyl octanoate은 지속적으로 감소하였다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid(11)는 지속적으로 감소하였으며 Octanoic acid도 감소하였다. 유기산 성분 중 acetic acid은 숙성 중 감소하였으며 맥주의 방향족 알콜성분 중 가장 중요한 향기성분인 phenylethyl alcohol은 조금씩 증가하는 경향을

나타내었다. 그밖에 octadodecanoic acid는 숙성 기간 중 변화가 많았으며 최종적으로는 감소하였다. Ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate는 숙성 기간이 지날수록 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 향기성분 분석에서 가장 중요한 것은 향기의 비율 보다는 향기의 강도이기 때문에 여기에서 높은 %를 차지했다고 해서 주요 향기 성분으로 볼 수는 없다.

(b) 감압 -50 cmHg 조건 증류주 숙성중 향아리 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	compound	숙성 일수 (일)								
			0	10	20	30	60	90	120	150	180
1	2.1	Acetaldehyde	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-
2	4.09	Ethanol	84.52	90.71	93.82	91.56	85.20	93.21	93.49	91.61	95.43
3	5.93	n-Propanol	0.25	0.24	0.13	0.20	0.07	0.05	-	-	-
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.40	1.67	0.73	0.87	0.68	1.18	1.10	1.32	1.25
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	-	0.02	0.03	0.04	0.03
6	9.87	Isoamyl alcohol	3.48	3.39	2.14	2.46	2.70	2.16	2.17	2.82	2.37
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-
8	13.43	Ethyl lactate	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-
10	15.65	Ethyl octanoate	0.16	0.20	0.14	0.11	0.31	0.14	0.11	0.04	0.02
11	20.66	Decanoic acid, ethyl ester	1.32	0.92	0.74	0.94	2.05	0.68	0.71	0.02	0.03
12	21.1	Octanoic acid	0.36	0.05	0.01	0.02	0.06	0.02	0.01	-	-
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.03	0.02	-	-	0.02	-	-	-	-
14	23.26	Iso buthyl decanoate	0.03	0.05	0.01	0.01	0.03	-	-	-	-
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.16	0.12	0.08	0.10	0.20	0.06	0.07	0.08	0.07
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.26	0.15	0.12	0.18	0.68	0.16	0.15	-	-
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.09	0.09	0.22	0.09	0.17	0.10	0.12	0.11	0.08
19	29.33	Ethyl myristate	0.08	0.05	0.05	0.17	0.94	0.14	0.17	-	0.02
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-
21	33.18	Ethyl palmitate	0.01	0.10	0.22	1.10	1.01	1.02	0.74	0.74	1.5
22	37.36	Octadecanoic acid, ethyl ester	0.02	0.01	-	0.03	0.26	0.01	0.01	-	-
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.10	0.01	0.02	0.07	1.41	0.03	0.05	-	-
		others	7.71	2.18	1.55	2.04	4.16	0.99	1.04	3.90	3.70
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100



조효소제와 입국을 이용한 증류주 중 감압증류 -60 cmHg의 향아리 숙성 기간 중 휘발성 향기 성분결과는 표 10의(c)와 같다. n-Propanol, isoamyl alcohol 모두 숙성기간이 길어질수록 감소하였으며 pleasant fruit과 floral 향을 내는 ethyl octanoate 역시 감소하였다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid는 지속적으로 감소하였으며 이것은 -50 cmHg와 비슷한 경향이었다. 또한 octanoic acid과 유기산 성분 중 acetic acid는 지속적으로 감소하였다.

그밖에 octadodecanoic acid 역시 지속적으로 감소하였으며 ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate는 숙성 시간이 지날수록 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 대부분의 향기 성분들은 대체로 감소 하였는데 이것은 초기 증류주의 숙성의 목적이 자극적 향미를 제거하고 방향을 증가하기 위한 것으로 가스취 성분인 휘발성 알데하이드류와 유황 화합물이 없어지고 에스테르류가 생성되면서 나타나는 변화이며 이러한 변화는 공기와 접촉되면서 활발히 일어난다.

(c) 감압 -60 cmHg 조건 증류주의 숙성중 향아리 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	
2	4.09	Ethanol	88.91	88.61	93.89	92.52	86.22	92.46	93.64	95.48	95.70	
3	5.93	n-Propanol	0.11	0.26	0.14	0.19	0.09	0.07	-	-	-	
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.05	1.63	1.10	1.18	1.04	1.09	1.10	1.08	1.16	
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	-	-	0.03	0.03	0.03	
6	9.87	Isoamyl alcohol	3.22	2.66	2.05	1.74	2.52	2.07	2.11	2.14	2.09	
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	-	-	-	-	
8	13.43	Ethyl lactate	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	
10	15.65	Ethyl octanoate	0.35	0.36	0.21	0.18	0.30	0.13	0.16	0.03	0.02	
11	20.66	Decanoic acid, ethyl ester	1.37	1.19	0.73	0.56	1.66	0.50	0.80	0.02	0.01	
12	21.1	Octanoic acid	0.04	0.05	0.02	0.02	0.04	-	0.01	-	-	
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.02	0.05	-	-	0.01	-	-	-	-	
14	23.26	Iso buthyl decanoate	0.03	0.03	0.01	0.01	0.03	-	-	-	-	
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.10	0.23	0.06	0.16	0.38	0.05	0.07	-	0.06	
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.14	0.22	0.01	0.13	0.62	0.15	0.16	0.06	-	
17	25.37	Pentadecanoic acid	0.34	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.08	0.11	0.25	0.12	0.14	0.10	0.10	0.08	0.08	
19	29.33	Ethyl myristate	0.08	0.10	0.07	0.18	1.36	0.21	0.18	0.01	-	
20	31.27	Pentadecanoic acidethyl ester	0.12	0.01	-	0.01	0.04	-	-	-	-	
21	33.18	Ethyl palmitate	-	0.51	0.31	0.57	1.31	1.62	1.70	1.19	1.05	
22	37.36	Octadecanoic acid, ethyl ester	0.20	0.01	0.06	0.16	0.31	0.03	0.01	-	-	
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.01	0.01	0.02	0.45	1.93	0.05	0.03	-	-	
		others	0.02	3.92	1.04	1.79	3.99	1.46	0.89	0.88	0.81	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

조효소제와 입국을 이용한 증류주 중 상압증류 80℃의 향아리 숙성 기간 중 휘발성 향기성분 결과는 표 10의(d)와 같다. n-Propanol, isoamyl alcohol 모두 숙성기간이 길어질수록 감소하였으며 pleasant fruit과 floral 향을 내는 ethyl octanoate도 감소하였다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid는 숙성 중 감소하였으며 또한 Octanoic acid 역시 지속적으로 감소하였다.

그밖에 octadodecanoic acid은 30일차에 조금 상승한 후 이후 숙성기간에는 감소하였으며 ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate는 숙성 20일 이후에 증가하였으나 이후 숙성 기간이 지나며 다시 감소하였다.

(d) 상압 80℃ 조건 증류주의 숙성중 향아리 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	
2	4.09	Ethanol	88.79	91.58	94.20	87.00	86.59	92.90	91.27	94.34	94.79	
3	5.93	n-Propanol	0.13	0.21	0.05	0.15	-	-	-	-	-	
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.11	1.59	0.63	1.31	1.03	1.33	1.32	1.70	1.43	
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	0.02	-	0.03	0.03	0.04	
6	9.87	Isoamyl alcohol	2.26	2.90	2.43	2.29	2.20	2.59	2.54	2.93	2.54	
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.01	0.02	-	0.01	-	-	-	-	-	
8	13.43	Ethyl lactate	0.01	-	0.10	0.01	-	-	-	-	-	
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	
10	15.65	Ethyl octanoate	0.11	0.12	0.08	0.14	0.20	0.12	0.12	0.03	0.02	
11	20.66	Decanoic acid, ethyl ester	1.97	0.91	1.32	1.11	2.95	1.05	1.60	0.11	0.06	
12	21.1	Octanoic acid	0.06	0.06	0.03	0.03	0.09	0.02	0.04	-	-	
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.02	0.02	-	-	-	-	-	-	-	
14	23.26	Iso buthyl decanoate	0.04	0.02	0.01	0.02	0.07	-	0.02	-	-	
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.14	0.04	0.07	0.07	-	0.05	0.06	-	0.07	
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.54	0.19	-	0.37	1.76	0.30	0.49	0.01	-	
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	0.11	0.01	0.02	-	-	
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.07	0.05	0.10	0.07	0.04	0.06	0.06	0.04	0.07	
19	29.33	Ethyl myristate	0.11	0.06	0.11	0.74	0.40	0.14	0.34	-	-	
20	31.27	Pentadecanoic acidethyl ester	-	0.01	-	0.02	0.09	-	-	-	-	
21	33.18	Ethyl palmitate	0.28	0.10	0.34	2.30	0.32	0.48	1.03	0.02	0.24	
22	37.36	Octadecanoic acid, ethyl ester	0.01	-	0.01	0.22	0.41	0.01	0.02	-	-	
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.04	0.02	0.09	1.74	1.09	0.03	0.09	-	-	
		others	4.28	2.06	0.40	2.38	2.63	0.91	0.95	0.79	0.75	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

조효소제와 입국을 이용한 증류주 중 상압증류 90℃의 향아리 숙성 기간 중 휘발성 향기성분 결과는 표 10의(e)와 같다. 제일먼저 n-Propanol과 isoamyl alcohol은 숙성기간이 길어지면 서 감소하였으며 Pleasant fruit과 floral 향을 내는 ethyl octanoate과 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid 역시 서서히 감소하였다. 또한 octanoic acid도 감소 하였 으며 유기산 성분 중 acetic acid는 큰 변화가 없었다. Phenylethyl alcohol과 ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate는 숙성 기간 중 증가하는 것으로 나타났다.

(e) 상압 90℃ 조건 증류주의 숙성중 향아리 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	compound	숙성 일수 (일)								
			0	10	20	30	60	90	120	150	180
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-
2	4.09	Ethanol	90.34	91.48	88.01	93.59	89.88	85.66	84.73	89.07	95.21
3	5.93	n-Propanol	0.20	0.13	0.22	0.04	0.19	0.06	-	-	-
4	7.29	Isobutyl alcohol	0.90	0.91	0.43	1.02	0.64	0.93	1.08	0.89	0.71
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	-	-	0.03	0.02	0.03
6	9.87	Isoamyl alcohol	2.74	2.75	2.55	2.07	2.02	1.97	1.95	1.64	2.43
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.01	0.01	0.02	-	-	-	-	-	-
8	13.43	Ethyl lactate	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-
10	15.65	Ethyl octanoate	0.13	0.11	0.16	0.11	0.07	0.14	0.17	0.18	0.04
11	20.66	Decanoic acid, ethyl ester	1.96	1.56	1.55	1.15	1.30	2.10	1.84	1.92	0.15
12	21.1	Octanoic acid	0.06	0.04	0.19	0.03	0.04	0.09	-	-	-
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	-	0.01	0.09	-	0.01	0.02	-	-	-
14	23.26	Iso buthyl decanoate	0.02	0.02	0.09	0.01	0.03	0.05	-	-	-
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.13	0.04	0.21	0.05	0.08	0.05	0.05	0.05	0.06
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.06	0.46	0.50	0.39	0.53	1.34	1.03	1.19	0.02
17	25.37	Pentadecanoic acid	0.45	-	-	-	-	-	0.06	0.07	-
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.04	0.04	0.12	0.18	0.06	0.10	0.07	0.07	0.07
19	29.33	Ethyl myristate	0.04	0.18	0.15	0.20	1.17	3.80	1.38	2.39	0.02
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	0.18	-	-	-	0.03	0.07	0.02	0.05	-
21	33.18	Ethyl palmitate	0.35	0.11	0.07	0.12	0.48	0.42	0.51	0.37	0.57
22	37.36	Octadecanoic acid, ethyl ester	0.06	0.01	0.01	-	0.37	0.36	0.18	0.52	0.03
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	-	0.09	0.06	0.19	0.86	0.60	0.17	0.64	-
		others	0.07	2.03	5.54	0.81	2.22	2.20	1.64	0.95	0.64
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

조효소제와 입국을 이용한 증류주 중 감압 -50 cmHg의 스테인레스 용기 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 10의(f)와 같다. Acetaldehyde는 숙성기간 동안 큰 변화가 없었으며 꽃향기처럼 좋은 향을 내는 n-Propanol은 지속적으로 감소하였다. 바나나향을 나타내는 isobutyl alcohol은 숙성 중 지속적으로 감소하였으며 whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol, pleasant fruit과 floral 향을 내는 ethyl octanoate은 서서히 감소하였다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid는 지속적으로 감소하였으며 유기산 성분 중 acetic acid도 감소하였다. 맥주의 방향족 알콜 성분 중 가장 중요한 향기성분인 phenylethyl alcohol은 조금씩 증가하는 경향을 나타내었다. 그밖에 octadodecanoic acid는 감소하였으며 ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate는 증가하는 것으로 나타났다.

(f) 감압 -50 cmHg 조건 증류주 숙성중 스테인레스 용기의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	2.1	Acetaldehyde	-	0.02	0.01	0.01	-	-	-	-	-	
2	4.09	Ethanol	84.12	91.15	93.99	90.40	89.56	94.39	93.73	94.52	95.19	
3	5.93	n-Propanol	0.25	0.05	0.08	0.14	0.14	-	-	-	-	
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.40	0.76	0.86	1.34	1.26	1.11	1.35	1.26	1.35	
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	
6	9.87	Isoamyl alcohol	3.48	1.95	2.36	2.13	2.94	2.13	2.19	2.12	1.59	
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.01	0.02	0.01	0.01	-	-	-	-	-	
8	13.43	Ethyl lactate	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	
10	15.65	Ethyl octanoate	0.16	0.25	0.12	0.12	0.08	0.02	0.05	-	-	
11	20.66	Decanoic acid, ethyl ester	1.32	0.99	0.77	0.59	1.02	0.16	0.22	0.01	0.01	
12	21.1	Octanoic acid	0.36	0.04	0.01	0.26	0.02	-	-	-	-	
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.03	0.01	-	0.02	0.01	-	-	-	-	
14	23.26	Iso buthyl decanoate	0.03	0.01	-	0.01	0.01	-	-	-	-	
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.16	0.27	0.07	0.11	0.16	0.05	0.07	-	-	
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.26	0.13	0.12	0.11	0.42	0.07	0.14	0.06	-	
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.09	0.21	0.22	0.19	0.22	0.11	0.12	0.12	0.16	
19	29.33	Ethyl myristate	0.08	0.05	0.03	0.14	0.39	0.04	0.15	0.12	-	
20	31.27	Pentadecanoic acidethyl ester	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	
21	33.18	Ethyl palmitate	0.41	0.35	0.05	1.34	1.85	1.15	0.53	0.75	0.94	
22	37.36	Octadecanoic acid, ethyl ester	0.02	0.02	-	0.05	0.05	-	0.01	-	-	
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.10	0.03	0.01	0.16	0.27	-	0.06	-	-	
		others	7.71	3.66	1.26	2.84	1.57	0.77	1.22	1.14	0.76	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

조효소제와 입국을 이용한 증류주 중 감압증류 -60 cmHg의 스테인레스 용기 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 10의(g)와 같다. n-propanol은 숙성 중 감소하였으며 pleasant fruit 과 floral 향을 내는 ethyl octanoate도 서서히 감소하였다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid, octanoic acid 역시 지속적으로 감소하였다. 유기산 성분 중 acetic acid는 서서히 감소하였으며 맥주의 방향족 알콜 성분인 phenylethyl alcohol은 증가하였다.

(g) 감압 -60 cmHg 조건 증류주 숙성중 스테인레스 용기의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	compound	숙성 일수 (일)								
			0	10	20	30	60	90	120	150	180
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	0.02	-	0.01	-	-	-	-	-
2	4.09	Ethanol	87.99	90.47	91.88	92.43	87.05	93.32	92.26	94.44	95.80
3	5.93	n-Propanol	0.13	0.23	0.11	0.09	-	0.02	-	-	-
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.11	1.77	0.78	1.75	1.56	1.68	1.30	1.27	0.85
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02
6	9.87	Isoamyl alcohol	3.26	3.47	2.41	2.52	2.87	2.88	2.25	1.93	2.01
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.01	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-
8	13.43	Ethyl lactate	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-
10	15.65	Ethyl octanoate	0.11	0.17	0.10	0.09	0.18	0.05	0.06	0.02	0.01
11	20.66	Decanoic acid, ethyl ester	1.97	1.75	1.56	0.96	2.62	0.67	1.18	0.26	0.26
12	21.1	Octanoic acid	0.06	0.04	0.03	0.03	0.06	0.02	0.03	0.01	-
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
14	23.26	Iso buthyl decanoate	0.04	0.02	0.02	0.01	0.04	0.01	0.02	-	-
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.14	0.06	0.10	0.05	0.10	0.03	0.04	0.04	0.03
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.54	0.38	0.41	0.27	1.27	0.29	0.71	0.07	0.15
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	0.01	0.03	-	-
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.07	0.09	0.15	0.15	0.16	0.15	0.14	0.15	0.12
19	29.33	Ethyl myristate	0.11	0.09	0.18	0.11	0.88	0.14	0.43	0.04	0.07
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-
21	33.18	Ethyl palmitate	0.08	0.08	0.05	0.23	1.56	0.10	0.55	0.12	0.20
22	37.36	Octadecanoic acid, ethyl ester	0.01	-	-	0.02	0.01	-	-	-	-
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.04	0.03	0.04	0.03	0.35	0.01	0.04	-	-
		others	4.28	1.28	2.13	1.22	1.36	0.55	0.93	1.62	0.47
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

조효소제와 입국을 이용한 증류주 중 상압증류 80℃의 항아리 숙성 기간 중 휘발성 향기성분 결과는 표 10의(h)와 같다. n-Propanol, isoamyl alcohol, ethyl octanoate, decanoic acid 모두 숙성기간이 길어질수록 감소하였다. 또한 Octanoic acid 역시 지속적으로 감소하였으며 맥주의 방향족 알콜 성분인 phenylethyl alcohol도 감소하였다. 그밖에 ethyl palmitate는 숙성 중 증가하는 결과를 나타내었다.

(h) 상압 80℃ 조건 증류주 숙성중 스테인레스 용기의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	compound	숙성 일수 (일)								
			0	10	20	30	60	90	120	150	180
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	0.02	-	0.01	-	-	-	-	-
2	4.09	Ethanol	87.99	90.47	91.88	92.53	87.05	93.42	92.36	94.54	95.90
3	5.93	n-Propanol	0.13	0.23	0.11	0.09	-	0.02	-	-	-
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.11	1.77	0.78	1.75	1.56	1.68	1.30	1.27	0.85
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02
6	9.87	Isoamyl alcohol	3.26	3.47	2.41	2.52	2.87	2.88	2.25	1.93	2.01
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.01	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-
8	13.43	Ethyl lactate	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-
10	15.65	Ethyl octanoate	0.11	0.17	0.10	0.09	0.18	0.05	0.06	0.02	0.01
11	20.66	Decanoic acid, ethyl ester	1.97	1.75	1.56	0.96	2.62	0.67	1.18	0.26	0.26
12	21.1	Octanoic acid	0.06	0.04	0.03	0.03	0.06	0.02	0.03	0.01	-
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
14	23.26	Iso buthyl decanoate	0.04	0.02	0.02	0.01	0.04	0.01	0.02	-	-
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.14	0.06	0.10	0.05	0.10	0.03	0.04	0.04	0.03
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.54	0.38	0.41	0.27	1.27	0.29	0.71	0.07	0.15
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	0.01	0.03	-	-
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.07	0.09	0.15	0.05	0.06	0.05	0.04	0.05	0.02
19	29.33	Ethyl myristate	0.11	0.09	0.18	0.11	0.88	0.14	0.43	0.04	0.07
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-
21	33.18	Ethyl palmitate	0.08	0.08	0.05	0.23	1.56	0.10	0.55	0.12	0.20
22	37.36	Octadecanoic acid, ethyl ester	0.01	-	-	0.02	0.01	-	-	-	-
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.04	0.03	0.04	0.03	0.35	0.01	0.04	-	-
		others	4.28	1.28	2.13	1.22	1.36	0.55	0.93	1.62	0.47
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

조효소제와 입국을 이용한 증류주 중 상압증류 90℃의 향아리 숙성 기간 중 휘발성 향기성분 결과는 표 10의(i)와 같다. 제일먼저 n-propanol, isoamyl alcohol, ethyl octanoate과 decanoic acid는 감소하였다. 또한 Octanoic acid과 acetic acid는 큰 변화가 없었다. Phenylethyl alcohol은 숙성 중 증가하다 감소하였다. Ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate는 숙성 20일 이후에 증가하는 것으로 나타났다.

(i) 상압 90℃ 조건 증류주 숙성중 스테인레스 용기의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	compound	숙성 일수 (일)								
			0	10	20	30	60	90	120	150	180
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	-	-	0.03	-	-	-	-	-
2	4.09	Ethanol	91.52	91.40	92.47	89.66	91.30	94.01	92.95	94.48	95.56
3	5.93	n-Propanol	0.20	0.21	0.09	0.26	0.08	0.06	-	-	-
4	7.29	Isobutyl alcohol	0.90	1.26	0.59	0.95	1.15	1.35	1.16	1.22	0.93
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	-	-	0.03	0.03	0.04
6	9.87	Isoamyl alcohol	2.74	2.94	2.24	1.80	-	2.46	2.05	2.25	2.28
7	10.36	Hexanoicacid,ethylester	0.01	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-
8	13.43	Ethyl lactate	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-
10	15.65	Ethyl octanoate	0.13	0.12	0.13	0.04	0.09	0.05	0.05	0.02	0.01
11	20.66	Decanoic acid, ethyl ester	1.26	1.55	1.42	1.00	1.36	0.72	1.00	0.36	0.19
12	21.1	Octanoic acid	0.06	0.04	0.03	0.04	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-
14	23.26	Iso buthyl decanoate	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	-	-
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.06	0.11	0.06	0.06	0.06	0.03	0.04	0.04	0.03
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.45	0.46	0.48	0.37	0.71	0.32	0.67	0.24	0.15
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	0.01	0.03	0.01	-
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.04	0.07	0.18	0.06	0.11	0.08	0.06	0.07	0.04
19	29.33	Ethyl myristate	0.18	0.14	0.17	0.25	0.49	0.15	0.44	0.12	0.06
20	31.27	Pentadecanoic acidethyl ester	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-
21	33.18	Ethyl palmitate	0.06	0.05	0.03	1.59	0.78	0.14	0.50	0.12	0.17
22	37.36	Octadecanoic acid, ethyl ester	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.07	0.08	0.15	0.70	0.19	0.01	0.03	-	-
		others	2.26	1.49	1.92	3.08	3.59	0.58	0.94	1.02	0.50
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

전체적으로 최종 숙성 180일 차에 향아리 숙성이 스테인레스 용기 숙성보다 알코올 %가 낮았으며 다양한 향들이 증류주에서 검출되는 것으로 나타났다. 이것으로 보아 향아리 숙성이 스테인레스 용기 숙성 보다 좋은 향기 성분을 생성하는 것으로 생각할 수 있다.

② 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성 기간별 향기성분 분석

전통누룩을 이용한 증류주의 향기성분 분석결과는 표 11와 같다. 증류 0일차(a)의 경우 감압증류와 상압증류 모두에서 높은 분석 결과를 나타낸 것은 isobutyl alcohol, isoamyl alcohol, dodecanoic acid, phenylethyl alcohol 등이며 감압증류에서 높은 측정치를 나타낸것은 octadodecanoic acid이었으며 상압 증류에서 높은 값을 나타낸 것은 ethyl octanoate, decanoic acid, ethyl myristate, ethyl palmitate이었다. 이것은 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 향기성분과 약간 다른 것으로 특히 조효소제와 입국 증류주에서는 약간 불쾌취를 낼 수 있는 성분으로 알려진 Octanoic acid가 높았던 반면 전통누룩에서는 맥주의 방향족 알콜 성분 중 가장 중요한 향기성분인 phenylethyl alcohol이 감압증류에서 더 검출되었다.

이중 whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol로 증류 0일차에는 감압, 상압 증류에서 큰 차이를 보이지 않았으나 가장 높은 비율을 나타내었다. 또한 isobutyl alcohol도 감압증류에서 높은 비율을 나타내었으며 상압 증류 비율에서도 높은 비율을 나타내었다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid는 감압 증류보다 상압 증류에서 많이 측정되었다.

표 11. 전통누룩을 이용한 증류주의 향기성분 분석

(a) 전통누룩을 이용한 증류주 0일의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80°C	AP 90°C
1	4.09	Ethanol	91.54	88.90	92.97	93.34
2	5.93	n-Propanol	-	-	-	-
3	7.29	Isobutyl alcohol	0.88	0.85	0.92	1.11
4	8.18	1-Butanol	0.03	-	0.01	0.01
5	9.87	Isoamyl alcohol	2.90	2.75	2.95	3.01
6	15.65	Ethyl octanoate	-	-	0.04	0.03
7	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.05	0.05	0.31	0.23
8	21.1	Octanoic acid	0.10	-	0.01	0.01
9	21.59	Butanedioic acid,diethylester	0.01	0.01	-	-
10	25.18	DoDecanoic acid, ethylester	0.22	0.25	0.17	0.15
11	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-
12	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.56	0.18	0.02	0.02
13	29.33	Ethyl myristate	0.01	-	0.16	0.17
14	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	0.01	-	-	-
15	33.18	Ethyl palmitate	0.09	-	0.27	0.37
16	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.20	0.21	-	0.01
17	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.20	-	-	0.26
		others	3.90	4.65	2.05	1.29
		total	100	100	100	100



다음으로 전통누룩을 이용한 증류주 중 감압증류 -50 cmHg의 향아리 용기 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 11의(b)와 같다. 먼저 acetaldehyde는 검출이 되지 않았으며 꽃향기처럼 좋은 향을 내는 n-Propanol은 0일 이후에 검출되지 않았다. 바나나향을 나타내는 isobutyl alcohol과 pleasant fruit과 floral 향을 내는 ethyl octanoate은 숙성 기간이 증가할수록 감소하였으며 whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol과 맥주의 향기성분인 phenylethyl alcohol은 숙성에 따른 큰 변화가 없었다. 다음으로 ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate은 숙성 기간이 지날수록 감소하였으며 ethyl myristate는 증가하였다.

(b) 감압 -50 cmHg 조건 증류주 숙성중 향아리의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	4.09	Ethanol	91.54	94.89	93.82	94.23	89.28	88.54	86.22	82.83	85.06	
2	5.93	n-Propanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	7.29	Isobutyl alcohol	0.88	0.92	0.87	0.91	1.14	0.66	0.69	0.37	0.41	
4	8.18	1-Butanol	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	9.87	Isoamyl alcohol	2.90	2.70	3.22	3.33	4.31	2.70	2.98	2.06	2.39	
6	15.65	Ethyl octanoate	0.05	0.05	0.14	0.07	0.20	0.06	-	-	-	
7	20.66	Decanoic acid, ethylester	-	0.06	0.29	0.16	1.79	0.19	0.05	-	-	
8	21.1	Octanoic acid	0.10	-	0.01	-	0.08	-	-	-	-	
9	21.59	Butanedioic acid,diethylester	0.01	-	0.01	0.01	-	-	-	-	0.02	
10	25.18	DoDecanoic acid, ethylester	0.22	0.01	0.08	0.06	0.88	0.20	0.24	0.17	0.04	
11	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	0.05	0.02	0.04	0.04	-	
12	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.56	0.08	0.16	0.15	0.05	0.22	0.19	0.33	0.53	
13	29.33	Ethyl myristate	0.01	-	0.04	0.03	0.39	0.67	2.41	3.97	1.14	
14	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	0.01	-	-	-	-	0.05	0.14	0.27	0.09	
15	33.18	Ethyl palmitate	0.09	0.01	0.05	0.03	0.31	0.01	0.05	0.02	0.03	
16	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.20	-	-	-	-	0.38	0.43	0.67	0.96	
17	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.20	-	-	-	-	0.81	0.99	1.03	1.64	
		others	3.90	1.28	1.31	1.01	1.53	5.48	5.57	8.25	7.70	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

감압증류 -60 cmHg의 향아리 용기의 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 11의(c)와 같다. Acetaldehyde는 검출이 되지 않았으며 n-Propanol은 0일 이후에 검출되지 않았다. Isobutyl alcohol은 숙성 기간이 증가함에 따라 감소하였으며 isoamyl alcohol은 큰 변화가 없었다. 또한 octadodecanoic aci, octadodecanoic acid, ethyl myristate는 증가하였으며 맥주 향기성분 중 하나인 Phenylethyl Alcohol도 증가하였다.

(c) 감압 -60 cmHg 조건 증류주 숙성중 향아리의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	4.09	Ethanol	88.90	94.89	93.82	94.23	89.28	88.54	86.26	86.84	88.07	
2	5.93	n-Propanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	7.29	Isobutyl alcohol	0.85	0.92	0.87	0.91	1.14	0.66	0.69	0.37	0.41	
4	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	9.87	Isoamyl alcohol	2.75	2.70	3.22	3.33	4.31	2.70	2.98	2.06	2.39	
6	15.65	Ethyl octanoate	-	0.05	0.14	0.07	0.20	0.06	-	-	-	
7	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.05	0.06	0.29	0.16	1.79	0.19	0.05	-	-	
8	21.1	Octanoic acid	-	-	0.01	-	0.08	-	-	-	-	
9	21.59	Butanedioic acid,diethylester	0.01	-	0.01	0.01	-	-	-	-	0.02	
10	25.18	DoDecanoic acid, ethylester	0.25	0.01	0.08	0.06	0.88	0.20	0.24	0.17	0.04	
11	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	0.05	0.02	0.04	0.04	-	
12	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.18	0.08	0.16	0.15	0.05	0.22	0.19	0.33	0.53	
13	29.33	Ethyl myristate	-	-	0.04	0.03	0.39	0.67	2.41	2.97	1.14	
14	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	-	-	-	0.05	0.14	0.27	0.09	
15	33.18	Ethyl palmitate	-	0.01	0.05	0.03	0.31	0.01	0.01	0.01	0.02	
16	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.21	-	-	-	-	0.38	0.43	0.67	0.96	
17	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	-	-	-	-	-	0.81	0.99	1.03	1.64	
		others	4.65	1.28	1.31	1.01	1.53	5.48	5.57	5.25	4.70	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

다음으로 전통누룩을 이용한 증류주 중 상압증류 80℃의 항아리 용기의 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 11의(d)와 같다. 꽃향기처럼 좋은 향을 내는 n-Propanol은 검출되지 않았으며 바나나향을 나타내는 isobutyl alcohol과 whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol은 숙성 기간이 지나면서 증가하다 다시 감소하였다. pleasant fruit과 floral 향을 내는 ethyl octanoate은 항아리 용기에서 큰 변화가 없었다. 다음으로 ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate은 숙성 기간이 지날수록 증가하였다.

(d) 상압 80℃ 조건 증류주 숙성중 항아리의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	4.09	Ethanol	92.97	94.25	90.67	93.17	86.70	86.54	86.94	86.34	85.84	
2	5.93	n-Propanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	7.29	Isobutyl alcohol	0.92	0.89	1.17	1.17	0.50	0.89	0.54	0.32	0.28	
4	8.18	1-Butanol	0.01	-	-	-	1.99	-	-	-	-	
5	9.87	Isoamyl alcohol	2.95	2.99	4.06	4.39	3.98	3.35	2.46	2.13	2.01	
6	15.65	Ethyl octanoate	0.04	0.08	0.12	0.03	0.12	0.09	0.02	0.13	-	
7	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.31	0.29	0.59	0.22	1.10	0.74	0.51	-	-	
8	21.1	Octanoic acid	0.01	0.02	0.04	0.01	0.04	0.06	-	-	-	
9	21.59	Butanedioic acid,diethylester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	25.18	DoDecanoic acid, ethylester	0.17	0.07	0.21	0.11	-	0.79	0.56	4.36	1.60	
11	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	0.02	0.01	-	0.09	0.34	0.58	0.27	
12	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.02	0.05	0.05	0.08	0.27	0.05	0.07	0.13	0.17	
13	29.33	Ethyl myristate	0.16	0.03	0.11	0.07	0.01	0.66	0.99	0.50	0.04	
14	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	-	-	0.16	0.08	0.30	0.44	0.43	
15	33.18	Ethyl palmitate	0.27	0.11	0.11	0.07	0.19	0.92	0.42	0.27	0.51	
16	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	-	-	-	-	0.41	0.48	0.30	0.19	0.26	
17	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	-	-	-	-	0.03	0.18	0.46	0.26	0.13	
		others	2.05	1.25	2.85	0.68	4.77	5.06	5.07	4.35	8.45	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

다음으로 전통누룩을 이용한 증류주 중 상압증류 90℃의 항아리 용기의 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 11의(e)와 같다. 전체적으로 숙성기간이 증가할수록 사라지는 향기성분과 생성되는 향기성분을 확인할 수 있으며 특히 isobutyl alcohol, isoamyl alcohol은 감소하는 모습을 보였다. Dodecanoic acid, Phenylethyl Alcohol은 숙성 기간이 증가할수록 증가하는 경향을 나타낸다.

(e) 상압 90℃ 조건 증류주 숙성중 항아리의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)								
			0	10	20	30	60	90	120	150	180
1	4.09	Ethanol	93.34	93.14	92.25	92.47	91.09	89.72	91.13	90.11	90.24
2	5.93	n-Propanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	7.29	Isobutyl alcohol	1.11	1.16	1.12	1.20	1.13	0.61	0.14	0.35	0.30
4	8.18	1-Butanol	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
5	9.87	Isoamyl alcohol	3.01	4.24	4.14	4.32	4.25	2.68	2.62	2.13	2.11
6	15.65	Ethyl octanoate	0.03	0.07	0.10	0.07	0.11	0.03	0.48	-	-
7	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.23	0.31	0.63	0.45	1.21	0.47	-	-	-
8	21.1	Octanoic acid	0.01	0.02	0.03	0.02	0.05	-	-	-	-
9	21.59	Butanedioic acid,diethylester	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	25.18	DoDecanoic acid, ethylester	0.15	0.07	0.25	0.24	0.62	1.07	0.01	1.40	1.60
11	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	0.02	-	0.04	0.12	0.34	0.48	0.32
12	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.02	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.11	0.12
13	29.33	Ethyl myristate	0.17	0.03	0.14	0.13	0.28	0.53	0.46	0.67	0.67
14	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	-	-	-	0.17	0.26	0.43	0.57
15	33.18	Ethyl palmitate	0.37	0.09	0.11	0.10	0.22	0.73	0.86	0.73	0.63
16	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.01	-	-	-	-	0.61	0.42	0.30	0.34
17	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.26	-	-	-	0.04	0.26	0.90	0.93	0.44
		others	1.29	0.83	1.17	0.94	0.90	2.93	2.29	2.35	2.66
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

다음으로 전통누룩을 이용한 증류주 중 감압증류 -50 cmHg의 스테인레스 용기 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 11의(f)와 같다. whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol은 숙성 기간이 지날수록 증가하였으며 바나나향을 나타내는 isobutyl alcohol은 숙성 기간이 지날수록 감소하였으며 향기 성분 중 가장 높은 비율을 차지하였다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid는 증가하였으며 과일 향과 꽃잎 향 그리고 oil 향 특성을 나타내는 dodecanoic acid는 시간이 지남에 따라 조금 증가하였으며 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 octadodecanoic acid는 감소하였다. phenylethyl alcohol은 맥주의 방향족 알콜성분 중 가장 중요한 향기성분으로 알려져 있는데 숙성기간이 지남에 따라 감소하였다.

(f) 감압 -50 cmHg 조건 증류주 숙성중 스테인레스 용기의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)								
			0	10	20	30	60	90	120	150	180
1	4.09	Ethanol	91.54	94.66	93.25	94.35	93.32	94.32	92.35	92.87	92.98
2	5.93	n-Propanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	7.29	Isobutyl alcohol	0.88	0.77	0.98	0.93	0.87	0.70	0.81	0.80	0.86
4	8.18	1-Butanol	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-
5	9.87	Isoamyl alcohol	2.90	2.59	3.82	3.28	3.47	2.78	3.07	3.22	3.36
6	15.65	Ethyl octanoate	-	0.07	0.05	0.02	0.04	0.09	0.05	0.03	0.01
7	20.66	Decanoic acid, ethylester	-	0.12	0.20	0.21	0.53	0.62	0.47	0.29	0.26
8	21.1	Octanoic acid	0.10	-	0.01	-	0.03	0.02	0.02	0.01	-
9	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10	25.18	DoDecanoic acid, ethylester	0.22	0.01	0.07	0.08	0.38	0.21	0.26	0.18	0.26
11	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
12	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.56	0.16	0.01	0.16	0.21	0.11	0.15	0.18	0.17
13	29.33	Ethyl myristate	0.01	-	0.07	0.02	0.13	0.05	0.31	0.15	0.17
14	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	0.01	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01
15	33.18	Ethyl palmitate	0.09	0.02	0.37	0.02	0.05	0.05	0.98	0.69	0.65
16	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.20	-	-	-	-	-	0.03	0.02	0.02
17	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.20	-	-	-	0.02	-	0.11	0.18	0.14
		others	3.90	1.60	1.15	0.92	0.94	1.04	1.36	1.36	1.10
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

다음으로 전통누룩을 이용한 증류주 중 감압증류 -60 cmHg의 스테인레스 용기 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 11의(g)와 같다. whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol은 숙성 기간이 지날수록 증가하였으며 바나나향을 나타내는 isobutyl alcohol은 숙성 기간이 지나도 큰 변화가 없었으며 향기 성분 중 가장 높은 비율을 차지하였다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid는 증가하였으며 과일 향과 꽃잎 향 그리고 oil 향 특성을 나타내는 dodecanoic acid는 시간이 지남에 따라 조금 감소하였으며 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 octadodecanoic acid도 감소하였다. 맥주의 향기성분인 phenylethyl alcohol은 숙성기간이 지남에 따라 큰 변화는 없었다.

(g) 감압 -60 cmHg 조건 증류주 숙성중 스테인레스 용기의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	4.09	Ethanol	88.90	94.85	94.53	94.49	93.30	94.51	91.54	92.32	92.47	
2	5.93	n-Propanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	7.29	Isobutyl alcohol	0.85	0.79	0.84	0.93	0.86	0.97	0.79	0.89	0.86	
4	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	9.87	Isoamyl alcohol	2.75	2.56	3.20	3.23	3.19	3.35	2.96	3.44	3.16	
6	15.65	Ethyl octanoate	-	0.07	0.07	0.05	0.13	0.06	0.08	0.04	0.03	
7	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.05	0.08	0.15	0.11	0.62	0.19	0.37	0.22	0.19	
8	21.1	Octanoic acid	-	-	-	-	0.03	0.01	-	-	-	
9	21.59	Butanedioic acid,diethylester	0.01	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	
10	25.18	DoDecanoic acid, ethylester	0.25	0.01	0.04	0.05	0.24	0.05	0.16	0.12	0.16	
11	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	0.02	-	0.02	0.01	0.01	
12	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.18	0.16	0.13	0.14	0.14	0.08	0.17	0.13	0.20	
13	29.33	Ethyl myristate	-	-	0.03	0.02	0.10	0.04	0.25	0.14	0.15	
14	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	33.18	Ethyl palmitate	-	-	0.05	0.03	0.07	0.05	0.86	0.79	0.58	
16	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.21	-	-	-	-	-	0.03	0.02	0.02	
17	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	-	-	-	-	-	-	0.04	0.02	0.02	
		others	4.65	1.49	0.97	0.94	1.30	0.67	2.73	1.86	2.14	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

다음으로 전통누룩을 이용한 증류주 중 상압증류 80℃의 스테인레스 용기의 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 11의(h)와 같다. whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol은 숙성 기간이 지날수록 조금 감소하였으며 바나나향을 나타내는 isobutyl alcohol은 숙성 기간이 지나면서 상승했다 다시 감소하였다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid은 숙성 시간이 지나면서 감소하여 120일차에는 검출되지 않았으며 과일 향과 꽃잎 향 그리고 oil 향 특성을 나타내는 dodecanoic acid는 시간이 지남에 따라 큰 변화가 없었다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 octadodecanoic acid는 시간이 지나면서 증가하였으며 맥주의 향기성분인 phenylethyl alcohol 역시 숙성기간이 지남에 따라 소량 증가하였다.

(h) 상압 80℃ 조건 증류주 숙성중 스테인레스 용기의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)								
			0	10	20	30	60	90	120	150	180
1	4.09	Ethanol	92.97	94.63	92.74	92.96	89.89	91.70	91.16	91.27	91.00
2	5.93	n-Propanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	7.29	Isobutyl alcohol	0.92	0.88	1.25	1.07	2.77	1.24	1.01	0.52	0.59
4	8.18	1-Butanol	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
5	9.87	Isoamyl alcohol	2.95	2.85	4.49	3.88	3.16	2.18	2.04	2.24	2.45
6	15.65	Ethyl octanoate	0.04	0.06	0.04	0.04	0.02	0.02	-	-	-
7	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.31	0.20	0.29	0.21	0.19	0.21	-	-	-
8	21.1	Octanoic acid	0.01	0.02	0.02	0.01	0.39	-	-	-	-
9	21.59	Butanedioic acid,diethylester	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	25.18	DoDecanoic acid, ethylester	0.17	0.03	0.12	0.14	0.18	0.19	0.50	0.32	0.16
11	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	0.02	0.07	0.07	0.04
12	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.02	0.07	0.05	0.06	0.40	0.03	0.05	0.07	0.06
13	29.33	Ethyl myristate	0.16	0.01	0.08	0.12	-	0.36	0.72	0.84	0.68
14	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	-	-	-	0.01	0.12	0.02	0.14
15	33.18	Ethyl palmitate	0.27	0.01	0.09	0.20	-	1.47	1.97	1.55	1.56
16	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	-	-	-	-	0.16	0.13	0.26	0.71	0.73
17	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	-	-	-	0.03	-	0.20	0.53	0.73	0.65
		others	2.05	1.24	0.84	1.30	2.84	2.22	1.59	1.65	1.94
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

다음으로 전통누룩을 이용한 증류주 중 상압증류 90°C의 스테인레스 용기의 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 11의(i)와 같다. whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol은 숙성 기간이 지날수록 상승하였으며 바나나향을 나타내는 isobutyl alcohol은 숙성 기간이 지나면서 변화가 없었다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid과 과일 향과 꽃잎 향 그리고 oil 향 특성을 나타내는 dodecanoic acid는 숙성 시간이 지나면서 감소하였다. 맥주의 향기성분인 phenylethyl alcohol 역시 숙성기간이 지남에 따라 소량 증가하였으며 ethyl palmitate는 증가하였다.

(i) 상압 90°C 조건 증류주 숙성중 스테인레스 용기의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	4.09	Ethanol	93.34	94.24	92.75	93.04	91.82	92.76	88.82	92.35	92.10	
2	5.93	n-Propanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	7.29	Isobutyl alcohol	1.11	0.96	1.25	1.13	1.13	1.02	1.02	1.08	1.20	
4	8.18	1-Butanol	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	9.87	Isoamyl alcohol	3.01	3.23	4.32	4.15	3.94	4.02	4.46	4.62	4.24	
6	15.65	Ethyl octanoate	0.03	0.05	0.05	0.03	0.07	0.03	0.17	-	-	
7	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.23	0.16	0.27	0.21	0.94	0.33	0.17	0.05	0.05	
8	21.1	Octanoic acid	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	-	0.01	-	
9	21.59	Butanedioic acid, diethylester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	25.18	DoDecanoic acid, ethylester	0.15	0.03	0.10	0.11	0.53	0.19	0.15	0.06	0.07	
11	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	0.03	0.01	0.01	-	0.01	
12	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.02	0.06	0.05	0.05	0.08	0.06	0.05	0.10	0.06	
13	29.33	Ethyl myristate	0.17	0.01	0.03	0.04	0.22	0.10	0.42	0.06	0.09	
14	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	33.18	Ethyl palmitate	0.37	0.01	0.02	0.03	0.15	0.33	2.22	0.58	0.76	
16	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.01	-	-	-	-	0.01	0.06	-	0.03	
17	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.26	-	-	-	-	-	0.10	0.02	-	
		others	1.29	1.26	1.15	1.22	1.04	1.12	2.35	1.07	1.40	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	



### ③ 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간별 향기성분 분석

입국을 이용한 증류주의 향기성분 분석결과는 표 12와 같다. 증류 0일차(a)의 경우 감압증류에서 높은 검출 결과를 나타낸 것은 isoamyl alcohol > isobutyl alcohol > ethyl palmitate > decanoic acid > ethyl octanoate 순서 순이었다. 상압증류에서 높은 검출 순서를 나타낸 것은 isoamyl alcohol > decanoic acid > ethyl palmitate > isobutyl alcohol 순으로 검출되었다. 입국을 이용한 증류주의 향기성분 분석결과 중 감압 증류와 상압 증류의 가장 큰 차이는 이중에서 가장 큰 특징은 whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol이 감압증류가 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 50, -60 cmHg이 0.71%, 0.52%로 상압 80, 90℃의 1.98%, 2.95% 보다 낮게 검출되었다. 상압보다 감압에서 높게 검출된 것은 isobutyl alcohol이며 이와 반대로 상압에서 더 높았던 것은 ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate였다.

표 12. 입국을 이용한 증류주의 향기성분 분석

(a) 입국을 이용한 증류주 0일의 향기성분 분석결과

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	RP	RP	AP	AP
			-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	-	0.01	0.01
2	4.09	Ethanol	92.31	93.17	86.16	82.35
3	5.93	n-Propanol	0.05	0.01	0.08	0.12
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.17	1.91	1.21	1.35
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-
6	9.87	Isoamyl alcohol	2.84	2.61	3.25	3.77
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.03	0.01	0.03	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	0.10	0.52	0.97
11	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.71	0.52	1.98	2.95
12	21.1	Octanoic acid	0.01	0.02	0.04	0.06
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.01	-	0.01	0.01
14	23.03	Iso butyl decanoate	-	-	0.01	0.02
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.07	0.04	0.15	0.23
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.19	0.04	0.49	0.83
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.08	0.07	0.08	0.05
19	29.33	Ethyl myristate	0.21	0.06	0.56	0.86
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	0.01	0.03
21	33.18	Ethyl palmitate	1.09	1.28	1.56	1.71
22	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.02	-	0.35	0.42
23	39.29	9,12-Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.10	0.05	0.95	1.31
		others	0.72	0.09	2.55	2.94
		total	100	100	100	100

입국을 이용한 증류주 중 감압증류 -50 cmHg의 향아리 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 12의(b)와 같다. Acetaldehyde는 숙성기간이 길어져도 큰 변화가 없었다. 꽃향기처럼 좋은 향을 내는 n-Propanol은 숙성 시간이 지날수록 감소하였다. 바나나향을 나타내는 isobutyl alcohol, whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol, pleasant fruit과 floral 향을 내는 ethyl octanoate은 큰 변화가 없었다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid 증가하였으며 유기산 성분 중 acetic acid는 조금씩 증가하였으며 맥주의 방향족 알콜 성분 중 가장 중요한 향기성분인 phenylethyl alcohol은 변화가 없었다. 그밖에 octadodecanoic acid는 증가하였으며 ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate는 증가하는 것으로 나타났다.

(b) 감압 -50 cmHg 조건 증류주 숙성중 향아리 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	
2	4.09	Ethanol	92.31	87.15	81.87	87.28	89.25	87.13	91.50	88.31	87.56	
3	5.93	n-Propanol	0.05	0.15	0.02	0.09	-	-	-	-	-	
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.17	1.34	1.17	0.81	1.24	1.01	1.32	1.27	1.10	
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
6	9.87	Isoamyl alcohol	2.84	3.75	3.21	3.33	3.08	2.49	3.12	3.25	3.00	
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	-	0.01	-	
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	0.63	0.87	0.49	0.77	0.54	0.35	0.41	0.39	
11	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.71	1.36	1.99	1.23	1.39	1.15	0.75	0.83	1.68	
12	21.1	Octanoic acid	0.01	0.03	0.05	0.03	0.03	0.04	0.01	0.02	0.05	
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	
14	23.03	Iso butyl decanoate	-	0.01	0.02	0.01	-	-	-	0.01	0.03	
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.07	0.18	0.27	0.23	0.11	0.08	0.11	0.13	0.10	
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.19	0.40	0.64	0.36	0.30	0.46	0.26	0.26	0.90	
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	0.02	0.03	0.01	-	0.05	
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.08	0.08	0.06	0.08	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	
19	29.33	Ethyl myristate	0.21	0.55	0.93	0.46	0.43	0.76	0.33	0.60	0.58	
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.11	
21	33.18	Ethyl palmitate	1.09	2.91	5.30	2.68	1.76	3.82	1.33	1.95	2.11	
22	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.02	0.05	0.20	0.11	0.02	0.06	0.03	0.36	0.27	
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.10	0.18	0.67	0.37	0.05	0.18	0.15	0.57	0.88	
		others	0.72	1.17	2.64	2.36	1.44	2.14	0.63	1.94	1.11	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

입국을 이용한 증류주 중 감압증류 -60 cmHg의 향아리 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 12의(c)와 같다. Acetaldehyde는 숙성기간이 길어져도 큰 변화가 없었다. Isobutyl alcohol은 조금씩 감소하였으며 isoamyl alcohol, decanoic acid은 변화가 없었으며 ethyl octanoate는 증가하였다. Acetic acid는 조금씩 증가하였으며 맥주의 방향족 알콜성분 중 가장 중요한 향기성분인 phenylethyl alcohol은 큰 변화가 없었다. 그밖에 octadodecanoic acid는 증가하였으며 ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate는 숙성시 증가하는 것으로 나타났다.

(c) 감압 -60 cmHg 조건 증류주의 숙성중 향아리 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	2.1	Acetaldehyde	-	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	
2	4.09	Ethanol	93.17	92.08	87.85	88.56	92.98	88.97	90.37	88.89	89.39	
3	5.93	n-Propanol	0.01	0.14	0.14	0.13	-	-	-	-	-	
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.91	1.26	0.85	0.40	0.99	1.11	1.31	1.27	1.00	
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	0.01	-	-	-	0.01	
6	9.87	Isoamyl alcohol	2.61	3.26	4.45	3.99	2.70	2.77	3.01	3.35	2.76	
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.01	0.04	0.05	0.05	-	-	-	-	-	
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	0.10	0.36	0.61	0.58	0.37	0.47	0.37	0.25	0.23	
11	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.52	0.66	1.24	1.30	0.54	1.17	0.68	0.51	0.58	
12	21.1	Octanoic acid	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	-	0.01	-	-	
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	-	0.01	0.01	0.01	-	-	0.01	-	-	
14	23.03	Iso butyl decanoate	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.04	0.09	0.18	0.18	0.09	0.11	0.13	0.10	0.12	
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.04	0.16	0.40	0.43	0.11	0.49	0.20	0.18	0.75	
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	0.01	0.03	0.01	-	0.04	
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.07	0.10	0.06	0.08	0.06	0.05	0.08	0.08	0.06	
19	29.33	Ethyl myristate	0.06	0.17	0.42	0.46	0.12	0.73	0.35	0.44	0.50	
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	0.08	
21	33.18	Ethyl palmitate	1.28	0.75	1.65	1.49	0.88	1.22	1.69	1.91	1.82	
22	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	-	0.01	0.03	0.03	0.01	0.07	0.14	0.22	0.29	
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.05	0.04	0.10	0.12	0.04	0.17	0.35	0.39	0.07	
		others	0.09	0.81	1.89	2.14	1.07	2.64	1.29	2.40	2.09	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

입국을 이용한 증류주 중 상압증류 80℃의 향아리 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 12의(d)와 같다. n-Propanol은 숙성 중 변화가 없다가 120일 이후에 측정이 되지 않았으며 isobutyl alcohol, isoamyl alcohol은 숙성기간이 길어질수록 증가하였다. Ethyl octanoate, decanoic acid는 감소하였으며 ethyl myristate는 변화가 없었다. Ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate는 숙성기간 동안 감소가하는 것으로 나타났다.

(d) 상압 80℃ 조건 증류주의 숙성중 향아리 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)								
			0	10	20	30	60	90	120	150	180
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-
2	4.09	Ethanol	86.16	88.59	83.34	86.75	93.90	91.01	88.56	90.79	90.50
3	5.93	n-Propanol	0.08	0.09	0.14	0.08	0.06	0.08	-	-	-
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.21	1.28	0.98	0.77	1.09	1.05	2.17	1.99	1.62
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02
6	9.87	Isoamyl alcohol	3.25	3.49	3.26	3.47	2.64	2.70	5.57	3.48	3.65
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	-	-	-
8	13.43	Ethyl lactate	0.01	0.01	0.04	0.01	-	-	-	-	-
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	0.03	0.01	-	-	-	-	-
10	15.65	Ethyl octanoate	0.52	0.55	0.85	0.59	0.51	0.42	0.27	0.02	0.27
11	20.66	Decanoic acid, ethylester	1.98	1.79	2.42	2.20	0.77	1.56	0.82	0.20	0.02
12	21.1	Octanoic acid	0.04	0.03	0.06	0.05	0.02	0.03	0.01	-	0.05
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-
14	23.03	Iso butyl decanoate	0.01	0.13	0.01	0.01	-	0.01	-	-	-
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.15	0.33	0.20	0.11	0.03	0.07	0.09	0.04	0.09
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.49	0.33	0.58	0.57	0.11	0.49	0.43	0.33	0.62
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	0.02	-	-	0.05
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.08	0.06	0.07	0.10	0.02	0.05	0.05	0.03	0.04
19	29.33	Ethyl myristate	0.56	0.27	0.65	0.45	0.04	0.39	0.46	0.51	0.60
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	0.02
21	33.18	Ethyl palmitate	1.56	1.55	3.75	1.83	0.05	0.83	0.79	0.04	0.70
22	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.35	0.06	0.13	0.05	-	-	0.01	-	0.10
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.95	0.30	0.59	0.28	-	0.02	-	-	0.07
		others	2.55	1.07	2.85	2.59	0.73	1.23	0.74	2.53	1.57
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

입국을 이용한 증류주 중 상압증류 90℃의 향아리 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 12의(e)와 같다. 제일 먼저 n-Propanol, ethyl octanoate과 decanoic acid 모두 숙성기간이 길어질수록 감소하였으며 isoamyl alcohol은 큰 변화가 없었다. Octanoic acid는 변화가 없었으며 acetic acid는 소량 감소하였다. 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate는 감소하는 것으로 나타났으며 맥주 향을 나타내는 Phenylethyl Alcohol은 변화가 없었다.

(e) 상압 90℃ 조건 증류주의 숙성중 향아리 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	
2	4.09	Ethanol	82.35	88.97	87.20	87.42	91.68	90.78	90.67	92.73	88.25	
3	5.93	n-Propanol	0.12	0.15	0.13	0.07	0.12	0.08	-	-	-	
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.35	0.83	1.01	0.63	1.00	1.09	1.71	1.57	1.73	
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	
6	9.87	Isoamyl alcohol	3.77	3.49	2.89	3.37	3.91	2.62	4.12	3.21	3.84	
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.03	0.04	0.03	0.03	-	-	-	-	-	
8	13.43	Ethyl lactate	-	0.01	0.03	0.01	-	-	-	-	-	
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	0.04	0.04	-	-	-	-	-	
10	15.65	Ethyl octanoate	0.97	0.57	0.68	0.44	0.47	0.43	0.23	0.20	0.15	
11	20.66	Decanoic acid, ethylester	2.95	1.51	2.02	2.13	1.30	1.72	0.96	0.81	1.64	
12	21.1	Octanoic acid	0.06	0.03	0.05	0.07	0.02	0.04	0.01	0.01	0.05	
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.01	0.01	0.01	0.02	-	-	-	-	-	
14	23.03	Iso butyl decanoate	0.02	0.01	0.01	0.02	-	0.01	0.01	-	-	
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.23	0.09	0.17	0.21	-	0.07	0.09	0.06	0.08	
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.83	0.29	0.54	0.68	0.22	0.56	0.39	0.19	0.54	
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	0.01	0.02	0.01	0.01	0.05	
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.05	0.08	0.06	0.04	0.03	0.05	0.04	0.03	0.03	
19	29.33	Ethyl myristate	0.86	0.27	0.54	0.66	0.08	0.43	0.39	0.16	0.58	
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	0.03	-	0.03	0.03	-	-	-	-	0.02	
21	33.18	Ethyl palmitate	1.71	1.67	1.38	0.39	0.26	0.88	0.85	0.45	0.69	
22	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.42	0.06	0.40	0.76	-	-	0.01	-	0.14	
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	1.31	0.32	0.52	0.58	-	0.02	0.01	-	0.07	
		others	2.94	1.57	2.25	2.38	0.88	1.19	0.47	0.57	2.15	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

입국을 이용한 증류주 중 감압증류 -50 cmHg의 스테인레스 용기 숙성 기간 중 휘발성 향기 성분결과는 표 12의(f)와 같다. n-Propanol은 숙성 중 조금씩 감소하였으며 isobutyl alcohol과 isoamyl alcohol은 조금 증가하는 경향이었으며 ethyl octanoate은 감소하였다. 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid와 유기산 성분 중 acetic acid는 증가 하였다.

그밖에도 octadodecanoic acid는 변화가 없었으며 ethyl palmitate는 지속적으로 증가하는 것으로 나타났다.

(f) 감압 -50 cmHg 조건 증류주 숙성중 스테인레스 용기의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	
2	4.09	Ethanol	92.31	88.83	88.21	90.14	90.94	91.37	91.05	90.95	87.76	
3	5.93	n-Propanol	0.05	0.10	0.07	0.13	-	-	-	-	-	
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.17	0.65	0.81	0.80	1.10	1.07	1.46	1.60	1.58	
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	0.01	-	0.01	0.01	0.01	
6	9.87	Isoamyl alcohol	2.84	3.61	3.40	3.23	2.50	2.40	3.43	3.81	3.33	
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.03	0.04	0.03	0.04	0.02	0.01	-	-	-	
8	13.43	Ethyl lactate	-	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	
10	15.65	Ethyl octanoate	0.38	0.63	0.41	0.45	0.35	0.33	0.25	0.23	0.19	
11	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.71	1.35	1.05	1.14	0.67	0.91	0.72	0.72	1.10	
12	21.1	Octanoic acid	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.01	-	0.04	
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	
14	23.03	Iso butyl decanoate	-	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	-	-	
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.07	0.17	0.10	0.10	0.06	0.06	0.09	0.10	0.12	
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.19	0.34	0.37	0.35	0.13	0.34	0.35	0.24	0.86	
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	0.02	0.01	0.01	0.05	
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.08	0.09	0.11	0.10	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	
19	29.33	Ethyl myristate	0.21	0.33	0.53	0.34	0.08	0.37	0.41	0.37	0.89	
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0.03	
21	33.18	Ethyl palmitate	1.09	1.53	2.63	-	1.12	1.70	1.45	1.08	1.21	
22	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.02	0.04	0.07	0.03	-	-	-	-	0.02	
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.10	0.22	-	0.18	-	0.02	0.03	0.02	0.56	
		others	0.72	1.98	2.15	1.76	2.96	1.31	0.68	0.79	2.20	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

입국을 이용한 증류주 중 감압증류 -60 cmHg의 스테인레스 용기 숙성 기간 중 휘발성 향기 성분결과는 표 12의(g)와 같다. n-Propanol은 숙성기간 중 감소하다 60일차에는 측정되지 않았으며 isoamyl alcohol은 증가하였으며 isobutyl alcohol은 감소하는 경향이였다. Ethyl octanoate과 decanoic acid은 은 증가하였으며 acetic acid도 조금씩 증가하였다. Phenylethyl alcohol과 octadodecanoic acid는 변화가 없었으며 ethyl palmitate는 숙성 중 감소하는 것으로 나타났다.

(g) 감압 -60 cmHg 조건 증류주 숙성중 스테인레스 용기의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)								
			0	10	20	30	60	90	120	150	180
1	2.1	Acetaldehyde	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-
2	4.09	Ethanol	93.17	91.25	91.36	89.41	94.49	93.66	93.02	92.55	90.57
3	5.93	n-Propanol	0.01	0.11	0.04	0.03	-	-	-	-	-
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.91	0.66	0.80	0.85	1.06	0.99	1.46	1.61	1.54
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
6	9.87	Isoamyl alcohol	2.61	3.74	3.60	4.40	2.65	2.53	3.36	3.61	3.77
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.01	0.05	0.03	0.04	0.02	0.01	-	-	-
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	0.10	0.55	0.38	0.64	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23
11	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.52	0.92	0.74	0.49	0.45	0.64	0.42	0.37	0.76
12	21.1	Octanoic acid	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	-	0.01	0.02
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	0.01
14	23.03	Iso butyl decanoate	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.04	0.13	0.12	0.17	0.06	0.06	0.08	0.10	0.11
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.04	0.23	0.20	0.52	0.08	0.26	0.21	0.14	0.60
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	0.03
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.07	0.10	0.07	0.06	0.04	0.05	0.04	0.05	0.06
19	29.33	Ethyl myristate	0.06	0.16	0.20	0.45	0.05	0.22	0.25	0.20	0.32
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
21	33.18	Ethyl palmitate	1.28	0.46	0.80	1.05	0.07	0.38	0.29	0.56	0.40
22	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	-	0.01	0.02	0.01	-	-	-	-	0.04
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.05	0.05	0.07	0.09	-	0.02	-	0.02	0.33
		others	0.09	1.53	1.50	1.70	0.75	0.88	0.58	0.53	1.17
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

입국을 이용한 증류주 중 상압증류 80℃의 항아리 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 12의(h)와 같다. Acetaldehyde은 변화가 없었으며 n-Propanol은 조금씩 감소하였다. isoamyl alcohol은 숙성기간이 길어 지면서 증가하였으며 decanoic acid는 감소하였다. Ethyl palmitate는 숙성기간 동안 감소하는 것으로 나타났다.

(h) 상압 80℃ 조건 증류주 숙성중 스테인레스 용기의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)								
			0	10	20	30	60	90	120	150	180
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-
2	4.09	Ethanol	86.16	88.59	85.34	86.75	93.90	91.01	88.56	92.19	90.50
3	5.93	n-Propanol	0.08	0.09	0.14	0.08	0.06	0.08	-	-	-
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.21	1.28	0.98	0.77	1.09	1.05	2.17	1.99	1.62
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02
6	9.87	Isoamyl alcohol	3.25	3.49	3.26	3.47	2.64	2.70	5.57	4.48	4.65
7	10.36	Hexanoic acid, ethylester	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	-	-	-
8	13.43	Ethyl lactate	0.01	0.01	0.04	0.01	-	-	-	-	-
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	0.03	0.01	-	-	-	-	-
10	15.65	Ethyl octanoate	0.52	0.55	0.85	0.59	0.51	0.42	0.27	0.02	0.27
11	20.66	Decanoic acid, ethylester	1.98	1.79	2.42	2.20	0.77	1.56	0.82	0.20	0.02
12	21.1	Octanoic acid	0.04	0.03	0.06	0.05	0.02	0.03	0.01	-	0.05
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-
14	23.03	Iso butyl decanoate	0.01	0.13	0.01	0.01	-	0.01	-	-	-
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.15	0.33	0.20	0.11	0.03	0.07	0.09	0.04	0.09
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.49	0.33	0.58	0.57	0.11	0.49	0.43	0.33	0.62
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	0.02	-	-	0.05
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.08	0.06	0.07	0.10	0.02	0.05	0.05	0.03	0.04
19	29.33	Ethyl myristate	0.56	0.27	0.65	0.45	0.04	0.39	0.46	0.01	0.60
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	0.02
21	33.18	Ethyl palmitate	1.56	1.55	1.75	1.83	0.05	0.83	0.79	0.04	0.70
22	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.35	0.06	0.13	0.05	-	-	0.01	-	0.10
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	0.95	0.30	0.59	0.28	-	0.02	-	-	0.07
		others	2.55	1.07	2.85	2.59	0.73	1.23	0.74	2.53	1.57
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100



입국을 이용한 증류주 중 상압증류 90℃의 향아리 숙성 기간 중 휘발성 향기성분결과는 표 12의(i)와 같다. 제일먼저 acetaldehyde은 변화가 없었으며 n-Propanol은 조금씩 감소하여 120일에는 측정되지 않았다. Isoamyl alcohol 모두 숙성기간에 따른 변화는 크지 않았으며 isobutyl alcohol은 조금 증가하였다. Ethyl octanoate과 decanoic acid는 감소하는 경향을 나타내었으며 octanoic acid는 변화가 없었으며 acetic acid는 서서히 감소하였다. 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate는 감소하는 것으로 나타났으며 이것은 향아리의 숙성 경향과 비슷한 경향이였다. 맥주 향을 나타내는 Phenylethyl Alcohol은 변화가 없었다.

(i) 상압 90℃ 조건 증류주 숙성중 스테인레스 용기의 향기성분 분석결과 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	숙성 일수 (일)									
			0	10	20	30	60	90	120	150	180	
1	2.1	Acetaldehyde	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	
2	4.09	Ethanol	82.35	88.97	86.70	86.42	91.57	90.78	90.64	92.70	89.25	
3	5.93	n-Propanol	0.12	0.15	0.13	0.07	0.12	0.08	-	-	-	
4	7.29	Isobutyl alcohol	1.35	0.83	1.01	0.63	1.00	1.09	1.71	1.57	1.73	
5	8.18	1-Butanol	-	-	-	-	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	
6	9.87	Isoamyl alcohol	3.77	3.49	2.89	3.37	3.91	2.62	4.12	3.21	3.84	
7	10.36	Hexanoicacid,ethylester	0.03	0.04	0.03	0.03	-	-	-	-	-	
8	13.43	Ethyl lactate	-	0.01	0.03	0.01	-	-	-	-	-	
9	14.19	1-Propanol, 3-ethoxy-	0.01	0.01	0.04	0.04	-	-	-	-	-	
10	15.65	Ethyl octanoate	0.97	0.57	0.68	0.44	0.47	0.43	0.23	0.20	0.15	
11	20.66	Decanoic acid, ethylester	2.95	1.51	2.02	2.13	1.30	1.72	0.96	0.81	1.64	
12	21.1	Octanoic acid	0.06	0.03	0.05	0.07	0.02	0.04	0.04	0.04	0.05	
13	21.59	Butanedioic acid, diethylester	0.01	0.01	0.01	0.02	-	-	-	-	-	
14	23.03	Iso butyl decanoate	0.02	0.01	0.01	0.02	-	0.01	0.01	-	-	
15	24.72	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.23	0.09	0.17	0.21	0.11	0.07	0.09	0.06	0.08	
16	25.18	Dodecanoic acid, ethylester	0.83	0.29	0.54	0.68	0.22	0.56	0.39	0.19	0.54	
17	25.37	Pentadecanoic acid	-	-	-	-	0.01	0.02	0.01	0.01	0.05	
18	26.74	Phenylethyl Alcohol	0.05	0.08	0.06	0.04	0.03	0.05	0.04	0.03	0.03	
19	29.33	Ethyl myristate	0.86	0.27	0.54	0.56	0.08	0.43	0.39	0.16	0.58	
20	31.27	Pentadecanoic acid ethyl ester	0.03	-	0.03	0.03	-	-	-	-	0.02	
21	33.18	Ethyl palmitate	1.71	1.67	1.38	1.39	0.26	0.88	0.85	0.45	0.69	
22	37.36	Octadodecanoic acid, ethyl ester	0.42	0.06	0.40	0.76	-	-	0.01	-	0.14	
23	39.29	Octadecadienoic acid, ethyl ester	1.31	0.32	1.52	0.58	-	0.02	0.01	-	0.07	
		others	2.94	1.57	2.25	2.38	0.88	1.19	0.47	0.57	1.15	
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

## 6) 숙성 기간별 증류주의 관능평가

증류주에 있어 최종적인 평가는 관능검사는 통해 하고 있으며 주류의 외관과 풍미를 인간의 감각을 통해서 객관적으로 측정함으로써 그 신뢰를 높일 수 있다. 술 품질인증제에 사용된 관능표를 이용해서 농업기술원의 훈련된 관능 평가원들로 하여금 1-9의 강도로 표시하게 한 후 그 평균값을 구하여 표로 나타내었다.

### ① 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간별 관능평가 분석

조효소제와 입국을 이용한 증류주의 관능평가 결과는 표 13과 같다. 증류가 끝난 후의 알코올을 40%로 조정 후의 관능은 감압이 상압에 비해 좋은 관능 결과를 나타내었다. 이후 항아리와 스테인레스 용기에 증류주를 넣고 숙성 기간이 증가함에 따른 관능 결과 항아리에 숙성을 한 증류주의 경우 숙성 기간이 증가하면서 관능 점수가 상승하거나 유지하였으며 특히 감압 증류를 통해 만들어진 증류주의 경우에 관능 점수가 높았으며 컸다. 반면에 스테인레스 용기에 넣고 숙성을 한 증류주의 경우 관능 점수가 낮았다.

이것은 증류 직후의 증류주에서는 자극적인 냄새와 맛의 풍미가 거칠어서 음용하기가 어렵지만 항아리 숙성을 통해 향미성분의 산화적 조건하에서 자극적인 가스 취 성분인 휘발성의 알데히드류와 유황 화합물이 없어지고 에스테르류가 생성되면서 방향이 증가되기 때문이라고 생각하며 특히 항아리 숙성 과정 중 총산의 증가, pH의 상승, 총 에스테르 및 총 알데히드의 감소는 물이나 에탄올이 항아리 벽면에서 휘발에 따른 농축효과, 저비점 성분의 휘산, 알칼리 금속과 알칼리토금속의 오기로 부터의 용출, 에스테르류의 가수분해, 불포화지방산류의 산화분해 등에 기인하며, 지방산 종류가 증가하는 것은 지방산 에스테르가 가수 분해되어 지방산이 유리되거나, 물이나 에탄올이 증발하여 상대적으로 농축되기 때문이라고 생각하며 이러한 결과로 지방산이 증가 된다고 알려져 있다. 반면 스테인레스 용기에서 숙성과정 중의 총 에스테르의 감소는 acetic acid ethyl의 휘발, unsaturated fattyacid ethyl의 산화분해 등에 기인하며 long-chain unsaturated fattyacid ester가 산화분해에 의하여 감소되어 medium chain triglyceride이 증가된다. 항아리에 의한 숙성변화가 스테인레스 용기에 의한 숙성 보다 유기산 생성이나 숙성변화가 크다는 것을 알 수 있다.

### ② 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성 기간별 향기성분 분석

다음으로 전통누룩을 이용한 증류주의 관능평가 결과는 표 14과 같다. 증류가 끝난 후의 알코올을 40%로 조정 후의 관능은 감압이 상압에 비해 좋은 관능 결과를 나타내었다. 이것은 일반적으로 상압 증류의 경우 향미가 농후하고 감압 증류의 경우 향미가 담백한 특징이 있어서 관능적으로 전혀 다른 술이라 할 정도로 차이가 큰데서 기인한 것으로 생각된다. 하지만 다량의 누룩 첨가로 인해 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 비해 전체적으로 관능점수는 낮았다. 이후 항아리와 스테인레스 용기에 증류주를 숙성한 결과 항아리에 숙성한 증류주의 경우 숙성 기간이 지마면서 전체적인 기호도가 증가하였으며 특히 상압증류의 관능 점수가 많이 증가하였다. 반면 스테인레스 용기에 넣고 숙성을 시킨

증류주의 경우 감압 증류주에서는 관능 점수의 변화가 크지 않았으나 상압증류주에서는 관능점수가 상승하는 경향을 보였다. 이것은 전통 누룩에 의한 증류주가 산화에 의한 향미 변화가 큰 것으로 생각된다.

표 13. 조효소제와 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 관능 변화

(A) 조효소제와 입국을 이용한 향아리 증류주 관능변화

평가 내용	0일				10일			
	RP		AP		RP		AP	
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
투명도	8.00±0.87	7.83±1.04	7.67±0.76	7.00±0.87	8.17±0.29	8.17±0.29	7.50±0.00	7.67±1.53
알코올향	6.50±0.87	6.67±1.04	6.17±1.89	6.17±1.53	5.67±0.58	6.33±1.15	6.33±1.04	6.33±0.76
복합향	6.67±1.04	6.33±0.76	5.83±1.76	5.67±1.04	5.17±0.58	6.17±0.29	5.17±0.29	5.33±1.04
복합미	6.17±1.89	5.83±1.61	5.83±2.08	5.00±0.87	5.00±0.87	5.67±1.53	5.17±0.29	5.00±0.50
입안감촉	5.83±1.61	5.50±1.73	5.83±2.02	4.67±1.26	5.17±1.04	5.67±0.76	4.83±0.76	3.67±0.58
종합적 평가	6.00±1.73	5.83±1.61	5.33±1.76	4.50±1.00	5.67±0.58	6.17±0.29	4.83±0.76	4.33±0.58
평가 내용	20일				30일			
	RP		AP		RP		AP	
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
투명도	7.83±0.76	8.33±0.29	8.00±0.50	8.00±0.50	7.67±0.76	7.67±0.29	7.00±0.87	6.17±1.26
알코올향	5.50±0.87	5.33±0.58	5.08±0.63	5.50±1.00	5.75±0.75	5.67±0.29	5.67±1.61	5.50±0.00
복합향	5.50±0.87	5.67±1.04	5.50±1.50	5.17±1.26	6.42±0.72	5.33±0.29	5.50±1.32	5.50±0.50
복합미	4.83±1.15	5.50±1.00	4.33±0.76	4.00±0.87	5.33±0.29	5.33±1.04	5.00±1.73	4.50±0.87
입안감촉	5.33±1.76	5.00±1.32	4.50±0.87	3.83±0.76	5.08±0.14	5.33±0.76	5.50±1.32	4.50±1.00
종합적 평가	5.00±0.87	5.17±1.15	4.33±0.29	3.83±0.58	5.83±1.04	5.67±1.04	5.33±1.44	4.50±0.50
평가 내용	60일				90일			
	RP		AP		RP		AP	
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
투명도	7.83±0.76	8.33±0.29	8.00±0.50	8.00±0.50	8.13±0.18	7.88±0.18	7.38±0.18	7.88±0.18
알코올향	5.50±0.87	5.33±0.58	5.08±0.63	5.50±1.00	6.38±0.18	6.13±0.88	5.50±0.00	5.63±0.18
복합향	5.50±0.87	5.67±1.04	5.50±1.50	5.17±1.26	5.75±0.35	5.63±0.53	5.13±0.18	5.25±0.35
복합미	4.83±1.15	5.50±1.00	4.33±0.76	4.00±0.87	5.63±0.18	5.63±0.18	5.00±0.00	5.63±0.18
입안감촉	5.33±1.76	5.00±1.32	4.50±0.87	3.83±0.76	5.13±0.18	4.88±1.59	5.13±0.53	5.38±0.18
종합적 평가	5.50±0.87	5.17±1.15	4.33±0.29	3.83±0.58	5.75±0.35	6.00±0.00	5.13±0.53	5.13±0.88
평가 내용	120일				150일			
	RP		AP		RP		AP	
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
투명도	8.63±2.30	9.13±1.59	9.38±1.24	8.13±1.59	9.75±0.71	9.50±0.35	9.75±0.00	8.75±0.00
알코올향	7.38±0.53	6.88±1.24	5.88±1.94	5.88±1.24	7.25±0.71	6.25±0.71	5.25±1.41	6.25±0.71
복합향	6.13±0.18	5.88±1.24	5.38±1.94	4.13±1.59	4.75±0.71	5.00±1.06	5.50±0.35	4.25±0.71
복합미	6.13±0.53	5.38±0.53	4.63±2.30	3.88±1.24	4.50±0.35	4.50±1.77	4.00±0.35	4.25±0.71
입안감촉	5.38±0.18	5.13±2.30	5.13±2.30	3.63±2.30	5.00±1.06	4.75±2.12	5.25±2.12	4.75±1.41
종합적 평가	6.38±0.88	6.38±1.24	5.38±2.65	4.63±0.88	6.00±1.06	5.50±1.77	5.00±1.06	5.00±1.06
평가 내용	180일							
	RP		AP					
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃				
투명도	7.38±1.24	7.50±0.71	6.88±0.18	6.50±0.00				
알코올향	6.00±0.71	5.75±1.06	4.50±2.12	4.38±1.94				
복합향	5.75±0.35	5.63±0.88	4.75±0.35	4.75±0.35				
복합미	5.75±1.06	4.50±2.12	3.88±1.24	4.13±0.88				
입안감촉	5.00±0.00	5.50±0.71	4.50±0.71	4.50±0.71				
종합적 평가	5.25±0.35	5.50±0.71	4.50±0.71	4.25±1.06				

(B) 조효소제와 입국을 이용한 스테인레스 용기 증류주 관능변화

숙성 일수	0일				10일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	7.83±0.76	8.33±0.29	8.00±0.50	8.00±0.50	8.17±0.29	7.83±0.76	8.00±0.50	7.83±0.58
알코올향	5.50±0.87	5.33±0.58	5.08±0.63	5.50±1.00	5.67±1.15	5.50±0.00	5.67±0.29	5.50±0.87
복합향	5.50±0.87	5.67±1.04	5.50±1.50	5.17±1.26	5.17±0.76	5.00±1.32	4.83±1.44	4.33±0.58
복합미	4.83±1.15	5.50±1.00	4.33±0.76	4.00±0.87	4.67±0.76	4.67±0.76	4.17±1.04	3.67±1.04
입안감촉	5.33±1.76	5.00±1.32	4.50±0.87	3.83±0.76	4.83±1.04	4.67±0.76	4.17±1.04	4.17±1.53
종합적 평가	5.00±0.87	5.17±1.15	4.33±0.29	3.83±0.58	4.67±0.76	4.67±0.29	4.17±0.76	3.83±1.26

숙성 일수	20일				30일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	7.83±1.04	7.08±2.16	7.67±1.26	7.83±0.76	7.83±1.04	7.83±1.04	7.67±1.15	7.67±1.15
알코올향	5.33±1.04	5.17±1.76	5.17±1.04	4.83±1.15	5.50±1.32	4.67±1.15	4.67±0.76	4.83±0.76
복합향	5.33±1.53	4.33±0.76	4.33±1.04	4.50±0.50	4.67±1.61	4.50±0.87	4.83±0.58	4.33±0.76
복합미	5.00±1.73	4.50±1.00	4.00±1.00	4.00±0.50	4.25±0.90	3.33±0.29	3.50±0.50	3.50±0.50
입안감촉	5.00±1.80	4.00±0.87	3.00±0.50	3.50±0.87	4.00±1.50	3.83±0.29	3.33±0.76	3.00±0.50
종합적 평가	5.50±1.32	4.50±0.87	3.50±1.00	3.75±0.75	4.75±1.39	4.50±1.00	3.67±0.29	3.17±0.29

숙성 일수	60일				90일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	6.13±3.01	6.38±2.65	5.00±3.54	5.13±3.36	7.63±1.24	7.63±1.24	7.88±0.18	8.13±0.53
알코올향	5.25±2.47	4.63±1.94	4.25±1.41	3.88±1.94	4.75±0.35	4.75±0.35	4.75±1.06	4.13±1.59
복합향	5.25±2.47	4.50±2.12	4.25±2.12	4.13±1.94	4.75±1.06	4.38±1.24	4.63±1.59	4.25±1.77
복합미	5.25±2.47	5.00±2.83	3.38±1.24	3.00±0.71	5.00±1.41	4.00±1.41	4.25±1.77	4.38±1.94
입안감촉	5.50±2.12	5.00±2.12	3.50±0.71	3.13±0.53	4.63±0.88	4.00±1.41	4.00±1.41	3.88±1.24
종합적 평가	5.25±2.83	4.63±2.65	3.25±0.71	3.25±0.71	5.00±0.71	4.50±2.12	4.63±2.30	4.63±1.59

숙성 일수	120일				150일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	8.38±1.94	8.38±1.94	8.63±2.30	7.88±2.65	9.00±0.35	9.00±0.35	9.00±0.35	8.75±0.71
알코올향	6.13±1.59	5.38±2.65	4.88±2.65	4.88±2.65	5.75±0.71	4.75±0.71	5.00±0.35	6.00±0.35
복합향	5.63±3.01	4.63±1.59	4.63±2.30	4.13±2.30	4.00±0.35	4.25±0.71	4.50±0.35	5.00±0.35
복합미	5.63±3.01	4.63±2.30	4.38±2.65	3.38±2.65	3.75±1.41	3.50±2.47	4.00±0.35	3.50±1.77
입안감촉	4.88±3.36	3.88±2.65	4.63±3.71	3.88±2.65	4.75±2.12	4.25±2.83	5.50±1.77	4.50±3.18
종합적 평가	6.13±3.01	4.88±2.65	4.63±3.71	3.63±3.01	4.75±0.71	4.25±1.41	5.00±1.06	4.25±1.41

숙성 일수	180일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	6.67±1.04	6.67±0.58	5.50±0.00	5.67±2.02
알코올향	4.67±1.04	4.00±1.32	2.75±1.06	3.33±0.58
복합향	4.67±0.29	4.17±0.76	3.00±0.71	3.83±0.76
복합미	4.50±0.50	4.67±0.58	2.75±1.06	3.83±1.04
입안감촉	4.83±0.76	4.33±0.29	3.25±0.35	3.17±0.29
종합적 평가	5.00±0.50	4.50±0.50	3.00±0.71	3.33±1.04

표 14. 전통누룩을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 관능 변화

(A) 전통누룩을 이용한 향아리 증류주 관능변화

평가 내용	0일				10일			
	RP		AP		RP		AP	
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
투명도	6.33±1.03	6.47±0.53	3.60±3.12	5.57±1.45	6.03±0.53	7.03±0.50	2.93±2.73	5.87±1.10
알코올향	4.37±0.87	3.97±0.72	1.60±1.51	3.07±0.35	5.67±1.53	4.97±1.10	3.07±3.10	5.53±1.59
복합향	4.47±0.12	3.93±0.35	1.73±1.55	3.47±0.60	5.70±1.45	5.00±0.58	3.07±2.69	4.87±0.50
복합미	4.17±0.64	4.33±0.60	1.60±1.51	3.40±0.92	4.50±1.27	4.20±1.40	3.00±2.69	3.80±1.11
입안감촉	4.50±0.64	4.03±0.12	1.87±1.63	2.87±0.31	4.50±1.27	3.90±1.55	2.40±2.09	3.93±1.30
종합적 평가	4.73±0.53	4.30±0.53	1.87±1.72	3.13±1.10	5.67±1.53	4.37±1.17	2.67±2.39	4.23±1.11
평가 내용	20일				30일			
	RP		AP		RP		AP	
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
투명도	7.37±0.20	7.20±0.31	4.13±3.67	6.17±1.10	7.43±0.81	7.30±0.72	4.13±3.60	6.50±0.20
알코올향	4.90±0.12	4.50±0.64	3.07±2.69	4.97±0.58	5.17±0.35	5.17±0.35	3.33±2.91	4.83±0.90
복합향	4.40±0.72	4.23±0.50	2.67±2.39	4.80±0.87	5.30±0.76	4.60±0.64	3.47±3.06	4.70±0.92
복합미	3.53±0.90	4.10±0.70	2.40±2.16	3.93±0.35	4.33±0.20	3.90±0.20	2.67±2.39	3.87±0.35
입안감촉	3.40±0.72	4.20±0.42	2.27±2.00	4.10±0.58	4.30±0.53	3.73±0.31	2.67±2.39	4.13±0.70
종합적 평가	4.17±0.64	4.70±0.90	2.27±1.96	4.40±0.92	4.47±0.42	3.90±0.20	2.93±2.61	4.13±0.70
평가 내용	60일				90일			
	RP		AP		RP		AP	
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
투명도	6.23±0.53	6.37±0.64	3.80±3.30	5.43±0.20	7.00±0.00	7.00±0.00	6.20±0.57	6.20±0.57
알코올향	4.70±0.31	4.23±0.31	3.53±2.27	4.73±0.40	5.20±0.85	5.50±0.71	4.30±0.71	4.50±0.99
복합향	4.50±0.53	4.10±0.20	3.53±2.20	4.03±0.23	5.00±0.00	4.90±0.42	4.30±0.71	4.10±0.14
복합미	3.97±0.12	3.77±0.64	4.07±1.79	3.33±0.81	4.50±0.42	4.30±1.27	3.80±1.13	3.70±0.99
입안감촉	4.10±0.20	3.47±0.90	3.53±1.33	3.17±0.87	4.30±0.71	4.30±1.27	3.20±0.85	3.70±0.99
종합적 평가	4.10±0.20	3.67±0.92	3.20±1.91	3.30±1.03	4.50±1.56	4.40±1.98	3.90±1.27	3.90±1.27
평가 내용	120일				150일			
	RP		AP		RP		AP	
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
투명도	7.00±0.57	6.80±0.28	6.60±1.13	6.60±0.57	8.20±0.00	8.00±0.28	8.00±0.28	7.60±0.85
알코올향	5.40±0.57	5.20±0.28	4.40±0.85	5.20±0.28	6.00±0.85	5.60±1.41	4.20±1.13	5.20±0.85
복합향	5.20±0.85	4.20±0.57	4.00±0.28	4.60±0.00	4.20±1.13	4.00±0.85	4.40±0.28	4.40±1.98
복합미	4.20±0.57	4.20±0.57	3.60±0.28	4.40±0.28	4.00±0.85	3.60±1.41	3.80±1.13	4.40±1.98
입안감촉	4.40±0.28	4.00±0.28	3.40±0.00	4.00±0.28	4.00±0.85	3.00±0.57	3.20±0.28	4.20±1.70
종합적 평가	5.20±0.28	4.20±0.57	4.40±0.28	4.40±0.28	4.60±0.57	3.60±0.28	3.80±0.57	4.60±1.70
평가 내용	180일							
	RP		AP					
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃				
투명도	6.00±0.50	7.00±0.50	4.50±1.41	6.00±1.80				
알코올향	5.67±1.15	5.17±0.76	4.50±2.12	5.67±1.15				
복합향	5.67±1.26	5.00±0.00	4.75±0.35	5.00±0.00				
복합미	4.50±0.87	4.17±1.04	4.63±0.88	3.83±0.76				
입안감촉	4.50±0.87	3.83±1.26	3.50±0.00	4.00±1.00				
종합적 평가	5.67±1.15	4.33±0.76	4.00±0.71	4.33±0.76				

(B) 전통누룩을 이용한 스테인레스 용기 증류주 관능변화

평가 내용	0일				10일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	6.33±1.03	6.47±0.53	3.60±3.12	5.57±1.45	7.03±1.10	6.63±0.42	3.47±3.01	4.03±0.99
알코올향	4.37±0.87	3.97±0.72	1.60±1.51	3.07±0.35	4.43±1.47	4.03±0.42	2.80±2.55	3.87±0.53
복합향	4.47±0.12	3.93±0.35	1.73±1.55	3.47±0.60	4.33±0.20	4.20±0.81	2.80±2.46	3.63±0.31
복합미	4.17±0.64	4.33±0.60	1.60±1.51	3.40±0.92	3.90±0.60	3.57±0.50	2.27±1.96	2.87±0.31
입안감촉	4.50±0.64	4.03±0.12	1.87±1.63	2.87±0.31	3.67±0.58	3.47±0.60	2.00±1.73	2.57±0.53
종합적 평가	4.73±0.53	4.30±0.53	1.87±1.72	3.13±1.10	4.20±0.12	3.60±0.42	2.00±1.73	2.57±0.35

평가 내용	20일				30일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	7.10±0.31	6.73±0.70	3.87±3.44	5.80±1.42	7.43±0.81	7.30±0.72	4.53±3.97	6.77±0.31
알코올향	4.80±0.87	4.07±0.64	2.13±2.10	4.07±0.64	3.87±0.35	4.27±0.72	2.67±2.52	4.00±0.50
복합향	4.67±0.50	3.83±0.81	1.73±1.55	3.37±0.50	3.70±0.58	3.27±0.70	2.53±2.23	3.67±0.95
복합미	3.80±0.50	4.40±0.72	2.13±1.86	3.37±0.50	3.83±0.72	3.27±0.70	2.27±2.00	3.23±0.95
입안감촉	4.10±0.70	3.97±0.72	1.87±1.63	3.67±0.58	3.97±0.81	3.70±0.70	2.00±1.78	2.73±1.63
종합적 평가	4.27±0.90	3.97±0.72	2.00±1.78	3.37±0.50	4.13±0.70	3.40±0.72	2.27±2.00	3.03±1.50

평가 내용	60일				90일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	6.23±0.60	6.37±0.64	3.67±3.21	5.43±0.20	6.80±0.28	6.80±0.28	7.20±0.28	6.80±0.28
알코올향	3.97±0.12	3.90±0.90	2.47±2.14	2.97±0.12	4.20±0.57	4.00±0.85	3.70±0.42	3.50±1.84
복합향	4.27±0.31	3.67±0.20	1.93±1.70	2.80±0.20	3.50±0.71	3.40±0.00	3.50±0.14	3.10±1.27
복합미	3.40±0.50	3.07±0.64	2.07±1.79	3.23±0.20	3.40±1.13	3.00±0.57	3.10±0.14	3.40±1.13
입안감촉	3.23±0.20	3.03±0.81	2.07±1.79	2.97±0.12	3.60±0.85	3.20±1.41	2.90±0.42	2.80±0.85
종합적 평가	3.77±0.64	2.90±0.64	2.20±1.93	2.80±0.20	3.80±1.13	3.20±1.41	3.20±0.28	3.10±1.27

평가 내용	120일				150일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	6.30±0.42	6.50±0.42	5.90±0.14	5.90±0.14	7.80±0.57	7.80±0.57	7.60±0.85	7.80±0.57
알코올향	4.60±0.00	4.60±0.57	3.80±0.00	4.40±0.28	5.40±1.70	4.40±1.41	4.60±0.57	5.20±0.28
복합향	4.00±0.28	3.80±1.13	3.80±0.57	3.60±0.28	4.00±1.41	4.20±1.70	4.00±0.85	4.20±0.57
복합미	4.20±1.13	3.60±0.28	3.40±0.00	3.60±0.85	3.60±1.98	3.40±2.83	4.00±1.41	3.20±1.98
입안감촉	3.60±0.85	3.40±0.00	3.60±0.28	3.40±1.13	3.80±1.70	2.80±1.41	3.80±0.57	2.80±1.41
종합적 평가	4.00±1.41	3.80±1.13	3.20±0.28	3.40±1.13	4.40±1.41	3.80±1.70	4.00±0.85	3.60±1.41

평가 내용	180일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	7.00±1.32	6.67±0.58	5.75±1.06	5.83±1.61
알코올향	4.83±1.26	4.17±1.04	3.25±1.06	4.00±1.00
복합향	4.50±1.32	3.83±1.44	2.50±0.71	3.50±0.87
복합미	3.83±1.04	4.33±1.44	3.00±0.71	3.33±1.04
입안감촉	4.00±1.32	4.00±1.32	2.75±0.35	3.67±1.15
종합적 평가	4.17±1.61	4.00±1.32	3.00±0.71	3.33±1.04

### ③ 입국을 이용한 증류주의 숙성 기간별 향기성분 분석

입국을 이용한 증류주의 관능평가 결과는 표 15과 같다. 증류가 끝난 후의 알코올을 25%로 조정 후의 관능은 감압 증류주가 상압 증류주에 비해 좋은 관능 결과를 나타내었다. 입국을 이용한 증류주의 관능평가 결과는 표 13과 같다. 증류가 끝난 후의 알코올을 25%로 조정 후의 관능은 감압이 상압에 비해 좋은 관능 결과를 나타내었다. 이후 항아리와 스테인레스 용기에 증류주를 넣고 숙성 기간이 증가함에 따른 관능 결과 항아리에 숙성을 한 증류주의 경우 숙성 기간이 증가하면서 관능 점수가 감압, 상압 증류주 모두 상승하였으며 특히 상압 증류를 통해 만들어진 증류주의 경우 항아리 숙성에서 높은 점수 상승을 했다. 반면에 스테인레스 용기에 넣고 숙성을 한 증류주의 경우 관능 증류 초기의 관능점수에서 큰 변화가 없었는데 이것은 밀폐용기에 의한 숙성은 가수분해가 일어나지 않으므로 대부분의 에스테르 성분의 변화가 적어 향기 성분의 변화도 적은 것으로 생각된다.

또한 향기성분 분석과 비교해보면 입국을 이용한 향기성분 분석의 경우 최종 숙성일인 180일을 기준으로 다른 증류 조건인 조효소제와 입국을 이용한 증류주나 전통누룩만을 이용한 증류주에 비해 가장 많은 향기 성분이 검출되었으며 이러한 이유들로 인해 관능에서도 좋은 점수를 얻은 것으로 생각할 수 있다.

표 15. 입국을 이용한 증류주의 숙성기간에 따른 관능 변화

(a) 입국을 이용한 항아리 증류주 관능변화

숙성 일수	0일				10일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	6.13±2.40	6.38±2.12	5.50±3.11	5.13±2.40	8.25±0.57	7.88±0.71	7.25±0.57	7.50±0.28
알코올향	5.25±1.98	4.63±1.56	4.00±0.57	3.50±0.57	6.63±0.14	5.75±0.00	5.00±1.41	5.25±1.98
복합향	5.25±1.98	4.50±1.70	4.38±1.84	4.13±1.56	6.50±0.28	5.63±0.14	5.88±0.71	6.25±0.57
복합미	5.25±1.98	5.00±2.26	3.50±1.13	3.38±0.99	5.75±1.13	4.75±1.13	3.75±0.00	5.13±0.42
입안감촉	5.50±1.70	5.00±1.70	3.63±0.99	3.50±0.57	5.25±0.57	4.75±0.57	4.13±0.71	5.00±0.28
종합적 평가	5.25±2.26	4.63±2.12	4.25±1.98	4.00±1.41	5.75±0.57	4.25±0.00	4.13±0.71	4.75±0.00
숙성 일수	20일				30일			
평가 내용	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	8.27±1.51	7.00±1.01	5.50±0.23	5.93±0.61	9.77±1.86	9.60±1.64	8.97±1.42	9.00±1.70
알코올향	6.23±1.22	5.47±1.44	5.65±0.87	5.42±0.58	7.82±1.55	6.87±0.70	6.20±1.22	6.30±1.29
복합향	6.40±1.44	4.97±0.80	5.22±0.87	5.12±0.53	6.60±0.81	6.45±1.00	5.92±1.17	6.10±1.40
복합미	6.10±1.40	6.18±1.64	4.72±0.60	5.45±0.31	6.97±1.10	6.22±0.31	5.95±1.17	5.65±0.58
입안감촉	5.27±0.61	5.98±1.33	5.02±1.36	4.65±0.35	6.80±0.87	6.05±0.35	5.32±0.72	5.55±0.53
종합적 평가	6.23±1.22	5.98±1.33	5.22±1.00	5.25±0.50	7.40±1.21	7.12±0.64	5.85±1.10	5.62±0.70
숙성 일수	60일				90일			
평가 내용	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	7.95±0.64	7.02±0.95	6.97±0.87	8.15±0.35	8.33±0.23	8.17±0.75	7.73±0.69	8.43±1.40
알코올향	7.13±0.46	5.43±0.81	5.70±1.20	6.10±0.53	6.00±0.23	6.63±0.83	5.87±0.69	5.47±1.44
복합향	5.58±0.20	5.02±0.81	4.40±1.33	5.05±1.17	5.40±0.40	4.97±0.80	4.27±0.23	4.47±0.69
복합미	5.23±0.46	5.17±1.40	4.58±0.90	5.27±0.83	4.17±0.46	4.87±0.61	4.07±0.61	4.10±0.46
입안감촉	5.32±0.76	4.80±0.61	4.67±0.83	4.80±0.61	6.33±0.23	5.93±0.40	4.00±0.40	4.03±0.69
종합적 평가	6.17±0.46	5.43±0.80	4.97±0.80	5.18±0.53	6.60±0.23	6.50±0.80	5.13±0.23	5.80±0.83

숙성 일수	120일				150일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	8.67±0.69	7.90±0.92	8.67±0.69	8.83±0.92	8.83±0.46	6.50±1.29	5.80±2.54	7.07±1.80
알코올향	6.30±0.80	6.33±0.40	6.17±1.62	6.00±1.40	6.70±0.69	5.93±0.83	6.90±0.23	7.00±1.01
복합향	5.73±1.15	5.13±1.01	5.63±1.67	4.83±1.22	6.00±0.23	6.00±0.23	4.87±0.40	5.50±0.23
복합미	5.33±1.62	5.40±0.69	5.20±1.01	5.20±0.61	4.80±0.83	4.50±0.69	4.60±0.23	4.67±0.83
입안감촉	6.00±1.74	5.23±0.83	5.57±1.67	5.47±0.83	6.07±0.61	4.17±0.61	4.63±0.46	4.33±0.61
종합적 평가	6.77±1.22	6.03±0.46	6.20±1.51	5.67±1.01	6.43±0.46	6.60±0.20	5.83±0.40	5.63±0.35

숙성 일수	180일			
	RP -50 cmHg	RP -60 cmHg	AP 80℃	AP 90℃
투명도	8.28±0.57	7.13±0.85	7.63±0.00	6.78±0.28
알코올향	5.98±0.28	5.83±1.13	5.98±0.28	6.13±0.57
복합향	4.98±0.28	6.33±0.57	5.08±1.41	5.43±0.28
복합미	5.53±0.28	5.53±0.28	5.33±0.57	5.18±0.00
입안감촉	6.28±0.20	6.48±0.28	5.03±0.28	4.73±0.00
종합적 평가	6.73±0.52	6.98±0.28	6.83±1.13	6.38±0.28



(b) 입국을 이용한 스테인레스 용기 증류주 관능변화

평가 내용	0일				10일			
	RP		AP		RP		AP	
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
투명도	6.13±2.40	6.38±2.12	5.50±3.11	5.13±2.40	7.75±0.57	7.88±0.14	7.25±0.57	6.88±0.42
알코올향	5.25±1.98	4.63±1.56	4.00±0.57	3.50±0.57	6.13±0.42	6.13±0.42	4.88±1.27	4.75±1.13
복합향	5.25±1.98	4.50±1.70	4.38±1.84	4.13±1.56	5.88±0.14	6.25±0.00	5.38±0.42	5.13±0.14
복합미	5.25±1.98	5.00±2.26	3.50±1.13	3.38±0.99	5.88±0.71	4.88±1.27	4.25±0.57	4.75±0.00
입안감촉	5.50±1.70	5.00±1.70	3.63±0.99	3.50±0.57	5.38±0.42	3.88±0.14	3.88±0.14	3.88±0.14
종합적 평가	5.25±2.26	4.63±2.12	4.25±1.98	4.00±1.41	5.38±0.14	4.38±0.14	3.88±0.14	4.63±0.42
평가 내용	20일				30일			
	RP		AP		RP		AP	
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
투명도	7.17±0.80	7.03±0.92	6.73±1.06	6.23±0.80	9.43±1.81	9.13±1.64	8.97±2.21	8.27±1.33
알코올향	4.98±0.31	5.25±0.81	4.63±0.46	4.73±0.23	6.38±0.76	5.80±1.40	5.48±0.81	4.95±1.10
복합향	4.88±0.81	4.95±0.95	4.77±0.46	4.90±0.40	6.07±1.14	5.48±1.40	4.62±1.33	4.98±0.81
복합미	5.18±0.87	4.92±1.47	5.10±0.92	4.80±1.15	5.82±1.21	5.65±1.21	4.73±0.81	4.53±0.70
입안감촉	4.75±1.25	4.55±0.99	4.30±0.83	4.60±1.01	5.38±0.81	5.22±0.81	4.37±0.92	4.33±1.31
종합적 평가	5.35±1.45	4.72±0.87	4.63±0.61	4.93±0.40	5.88±1.30	5.38±1.45	4.60±0.80	4.43±1.01
평가 내용	60일				90일			
	RP		AP		RP		AP	
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
투명도	8.77±0.31	8.00±0.12	7.32±0.50	7.75±0.31	8.33±0.23	8.43±0.61	8.33±0.23	7.73±0.69
알코올향	5.15±1.51	5.27±1.15	6.30±1.01	5.62±0.53	5.40±1.06	5.57±0.92	5.13±0.83	4.80±1.15
복합향	4.33±1.15	4.07±1.42	5.38±1.10	4.77±0.46	5.10±0.61	4.93±0.69	4.33±0.83	3.83±0.23
복합미	4.80±0.61	4.30±0.23	4.45±1.10	4.50±0.69	4.97±1.06	3.70±0.61	2.70±0.23	3.03±0.00
입안감촉	4.20±0.83	3.72±0.53	4.28±0.87	4.33±0.61	5.00±1.06	3.87±0.83	3.07±0.40	4.00±0.69
종합적 평가	4.78±1.31	4.07±0.64	4.58±0.76	4.30±0.23	4.97±0.80	4.63±0.46	3.53±0.69	3.50±0.00
평가 내용	120일				150일			
	RP		AP		RP		AP	
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃
투명도	8.83±0.92	8.47±1.01	5.67±0.69	5.67±0.69	8.93±0.23	7.13±0.61	8.10±1.01	7.73±0.40
알코올향	5.97±0.83	5.28±1.10	5.13±1.29	4.97±1.39	6.07±0.83	6.03±1.15	5.03±0.92	5.20±1.06
복합향	4.90±0.40	4.60±0.61	5.43±1.39	5.13±1.29	5.33±0.40	5.77±0.80	6.57±0.61	5.60±0.83
복합미	4.27±0.23	4.77±0.46	4.93±1.06	4.50±0.80	4.20±1.29	5.33±0.40	4.53±0.61	4.73±0.23
입안감촉	4.40±0.40	4.47±0.69	4.43±0.80	4.47±0.69	4.53±0.61	3.80±0.23	5.03±0.23	4.07±0.61
종합적 평가	5.38±0.70	4.52±0.12	4.43±1.06	4.43±0.00	5.27±1.06	5.50±0.46	4.97±0.46	4.53±0.72
평가 내용	180일							
	RP		AP					
	-50 cmHg	-60 cmHg	80℃	90℃				
투명도	7.63±0.28	7.18±0.28	5.48±0.57	5.48±0.57				
알코올향	5.98±0.28	5.63±0.00	4.08±1.41	4.48±0.85				
복합향	4.83±0.00	5.43±0.85	4.78±0.57	4.73±0.57				
복합미	5.03±0.28	5.13±0.85	4.78±0.57	4.33±0.57				
입안감촉	4.88±0.57	5.33±0.57	4.33±0.57	4.53±0.28				
종합적 평가	5.53±0.28	5.33±0.57	4.58±0.85	4.78±0.57				

## [제1협동] 2차년도 스텐 증류기를 활용한 증류주의 특성 구명 및 증류조건 최적화

### (1) 재료 및 방법

#### 1) 재료 및 사용균주

본 실험에 사용한 소주 제조용 원료미는 오대쌀 ('13년 생산 시중 판매제품 구매)을 사용하였다. 오대쌀의 일반성분은 수분 14.02%, 조지방 0.35%, 조단백질 8.42%, 회분 0.61%, 탄수화물 76.6%이었다. 발효제 입국(sp 150)은 조은곡식에서 구입하여 사용하였으며 효모는 한식연에서 분양받은 88-4 균주를 YEPD 배지에 배양하여 사용하였다. 일반 분석용 시약은 특급을 사용하였다.

#### 2) 실험 방법

##### ① 증류주 담금 발효

증류주 담금 발효는 제2협동기관에서 1차년도에 선발된 조건을 사용하였다. 쌀 품종은 오대미를 사용하였으며 발효제는 입국(조은곡식)을 사용하였다. 제일 먼저 1단 담금으로 입국 6.92 kg, 물 8.31 L, 88-4 효모 14 mL을 넣고 5일간 25℃에서 발효 시켰다. 이후 1단 담금 한곳에 쌀 23 kg, 물 42.69 L를 넣고 10일간 25℃에서 발효 시켰다.

##### ② 증류

담금 발효 한 술을 제성을 통해 술지게미를 제거한 후 실험 분석법에 따라 8가지 조건에 따라 실험을 진행 하였다.

조건	압력 (cmHg)	증류온도 (℃)	초류 컷 (%)	본류 컷 (%)
1	-60	60	0	30
2	-50	60	7	30
3	-60	50	0	50
4	-50	50	0	30
5	-50	60	0	50
6	-50	50	7	50
7	-60	60	7	50
8	-60	50	7	30

※ -60 cmHg(-0.08 Mpa), -50 cmHg(-0.067 Mpa)

##### ③ 술덧 유기산 처리

발효주에 유기산 종류인 초산, 구연산, 젖산을 각각 첨가하여 pH 3.5으로 조정 후 선발된 최적 증류주으로 증류 후 숙성에 따른 증류주의 품질변화를 살펴보았다.

##### ④ 숙성

용기 재질 및 숙성기간에 따른 증류주의 주질 변화를 비교하기 위하여 온도 20℃에서 항아리와 스테인리스 용기를 사용하여 숙성 0일, 10일, 20일, 30일, 60일, 90일, 120일, 150일

그리고 180일 까지의 증류주를 분석하여 숙성 변화를 살펴보았다.

#### ⑤ 술덧 주류분석

술덧의 물리화학적 성질에서 에탄올 함량은 원심분리한 각각의 발효액을 수증기 증류한 다음 주정계로 측정하였다. pH는 pH meter(781pH/Ion meter, metrohm merisau, Switzerland)로 측정하였으며 총산은 시료 10 mL에 naphthalene을 2-3방울 가하여 0.1 N NaOH용액으로 담녹색이 나타날 때까지 중화 적정하여 그때까지 소비된 NaOH의 양을 succinic acid로 환산하여 표시하였다.

당도(brix)는 당도계(APAGO, RX-5000a)로 측정하였고 환원당 함량은 DNS가 환원되어 생성된 3-amino-5-nitrosalicylicacid의 흡광도를 UV/VIS spectrophotometer(Diod-Array) HP 8453(Hewlett Packard, Palo-alto, USA)으로 550nm에서 측정하였다. 별도로 포도당 15-300 µg을 함유하는 표준용액의 검량선을 작성하여, 검체중의 환원당량(mg/mL)을 구하였다.

#### ⑥ 증류주의 주류 분석

증류주의 주류분석 중 에탄올 함량은 저장 중인 증류주를 떠서 주정계로 측정하였다. pH는 pH meter(781pH/Ion meter, metrohm merisau, Switzerland)로 측정하였으며 휘발산은 시료 10 mL에 naphthalene을 2-3방울 가하여 0.01 N NaOH용액으로 담녹색이 나타날 때까지 중화 적정하여 그때까지 소비된 NaOH의 양으로 표시하였다. Furfural 및 착색도 관련 흡광도는 UV/VIS spectrophotometer(Diod-Array) HP 8453(Hewlett Packard, Palo-alto, USA)으로 275 nm, 440 nm, 480 nm에서 측정하였다.

#### ⑦ 유기산 및 유리당 함량

유기산과 유리당은 시료를 0.45µm membrane filter를 사용하여 여과한 후 HPLC(Agilent 1100 series UV/VIS detector, Folsom, USA)로 분석하였다. 유기산의 분석용 column으로는 Aminex Hpx-87H (Bio-rad:Hercules, CA, USA)를 사용하였으며 detection wave-length/window 210 nm을 사용하여 분석하였다. Oven의 온도는 35°C였으며 flow rate 0.6 mL/min였다.

유리당은 분석용 column으로 Carbohydrate(25cm×3.0mm film thickness: Sigma-Aldrich Co., LLC, MO, USA)를 사용하여 RI detector(RI-930, jasco, Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다. Oven의 온도는 35°C였으며 사용된 용매는 acetonitrile:water=85:15였고 flow rate는 0.43 mL/min이었다.

#### ⑧ fusel alcohol 및 유해물질

증류주의 fusel alcohol와 유해성분 분석은 FID가 장착된 HPLC(Agilent 7830 series, Folsom, 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 이들 물질의 단용 또는 혼합물로 표준 크로마토그램을 구하였다. 휘발성 성분의 분리를 위해 column은 DB-WAX(30m × 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.

### ⑨ 휘발성 향기성분 분석

휘발성 향기성분은 시료 20mL을 50mL 유리 vial에 담아 알루미늄 캡을 이용하여 capping 후 SPME(solid phase microextraction) 방법을 이용하여 분석하였다. 시료를 40°C에서 30분간 평형시킨 후 50/30 µm divinylbenzen/carboxen/polydimethylsiloxane이 코팅된 fiber를 이용하여 30분간 향을 포집하여 Stabilwax®-DA(30 m length x 0.25 mm I.d x 0.25 µm film thickness: Restek, Bellefonte, PA, USA)이 장착된 mass selective detector(MSD)를 이용하여 분석하였다. 사용된 GC의 oven 온도는 40°C에서 5분간 유지 후 200°C까지 4°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 70eV, mass range 45-550 a.m.u, 그리고 scan rate 2.2scan/sec였고 휘발성 화합물 동정은 retention indices(RI), mass spectra와 aroma properties를 비교하여 확인하였다.

### ⑩ 증류주 관능검사

증류주의 관능검사는 술품질인증제에 사용된 관능표를 이용해서 농업기술원의 훈련된 관능 평가원들로 하여금 1-9의 강도로 표시하게 한 후 그 평균값을 구하여 표로 나타내었고 향과 맛을 고려한 전체적인 기호도는 가장 싫다 1, 가장 좋다 9의 점수로 표시하여 그 결과를 SPSS 12.0(SPSS Inc.)을 사용하여 Duncan의 다중비교법으로 분석하였다.

#### <증류주 관능평가표>

항 목	세부항목	채 점 기 준	점수
시각적 평가	1) 투명도	○ 매우 양호한 것은 9점으로 한다. ○ 양호한 것은 7점으로 한다. ○ 양호하지도 나쁘지도 않은 것은 5점으로 한다. ○ 나쁜 것은 3점으로 한다. ○ 매우 나쁜 것은 1점으로 한다.	
후각적 평가	2) 알코올향	○ 매우 양호한 것은 9점으로 한다.	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 양호한 것은 7점으로 한다.</li> <li>○ 양호하지도 나쁘지도 않은 것은 5점으로 한다.</li> <li>○ 나쁜 것은 3점으로 한다.</li> <li>○ 매우 나쁜 것은 1점으로 한다.</li> </ul>	
	3) 복합향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고유의 향을 아주 뚜렷이 가지고 이취가 없는 것은 9점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 향을 뚜렷이 가지고 이취가 없는 것은 7점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 향을 가지고 이취가 없는 것은 5점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 향을 약간 가지고 이취가 약간 있는 것은 3점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 향을 가지고 있지 않고 이취를 뚜렷이 가지고 있는 것은 1점으로 한다.</li> </ul>	
미각적 평가	4) 복합미	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고유의 맛을 아주 뚜렷이 가지고 있고 이미가 없는 것은 9점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 맛을 뚜렷이 가지고 있고 이미가 없는 것은 7점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 맛을 가지고 있고 이미가 없는 것은 5점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 맛을 약간 가지고 있고 이미가 약간 있는 것은 3점으로 한다.</li> <li>○ 고유의 맛을 가지고 있지 않고 이미지를 뚜렷이 가지고 있는 것은 1점으로 한다.</li> </ul>	
	5) 입안감촉	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 매우 양호한 것은 9점으로 한다.</li> <li>○ 양호한 것은 7점으로 한다.</li> <li>○ 양호하지도 나쁘지도 않은 것은 5점으로 한다.</li> <li>○ 나쁜 것은 3점으로 한다.</li> <li>○ 매우 나쁜 것은 1점으로 한다.</li> </ul>	
	6) 종합적 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 매우 양호한 것은 9점으로 한다.</li> <li>○ 양호한 것은 7점으로 한다.</li> <li>○ 양호하지도 나쁘지도 않은 것은 5점으로 한다.</li> <li>○ 나쁜 것은 3점으로 한다.</li> <li>○ 매우 나쁜 것은 1점으로 한다.</li> </ul>	

## ⑨ 통계처리

모든 분석 항목은 3회 반복 시험하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

### (2) 결과 및 고찰

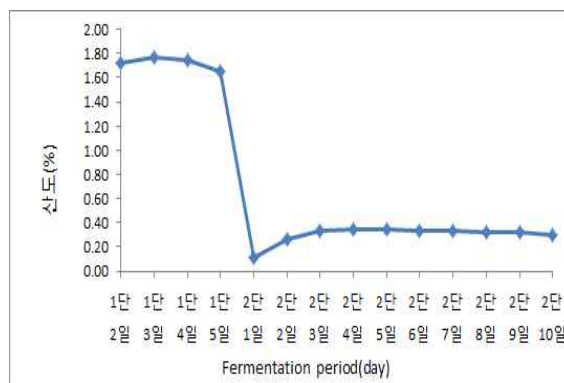
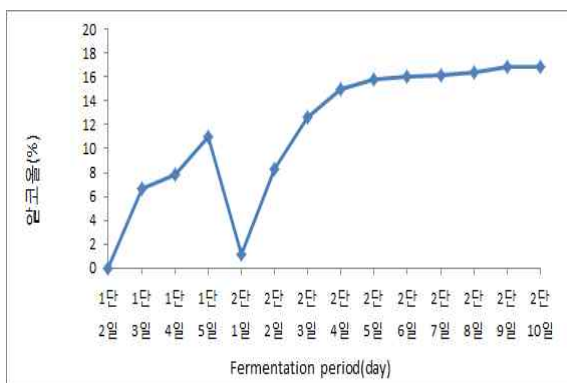
#### I) 스텐증류기를 이용한 증류 최적 조건 선발 시험

##### 1) 증류주용 술덧 발효 및 분석

1차년도에 제2협동기관에서 선정된 발효 최적조건과 주관기관에서 선정된 효모 88-4를 이용하여 발효를 하였으며 그 술덧 담금 결과는 그림 1과 같다. 알코올은 1단 담금 5일까지는 일반적인 발효 양상을 보였으며 2단 담금 후 원료와 급수의 투입영향으로 1.1%까지 떨어진 후 2일 후에 8.3%까지 약 7.2%의 알코올이 상승했으며 최종 발효시 16.9%가 측정되었다. 총산은 발효 1단에 입국을 이용하여 발효하여 1.72%의 높은 산도를 나타내었으며 발효 2단 담금 후에는 0.11%로 떨어진 후 발효가 진행되면서 조금 상승하여 2단 2일부터

0.26%로 상승 한 후 이후에는 큰 변화 없이 유지되면서 최종 발효시 0.30%로 측정되었다. 이밖에도 Brix, pH 그리고 휘발산도 모두 발효 종료시에 각각 11.45, 4.53, 0.089%로 측정되었다. 환원당의 경우 1단 발효 초기에는 0.63 mg/mL이었으며 발효 1단 5일차에는 1.01 mg/mL로 큰 변화가 없었다. 이후 2단 발효 1일에는 13.39 mg/mL이었으며 이후 지속적으로 감소하여 2단 10일에는 7.14 mg/mL로 발효를 끝마쳤다. 다음으로 유리당 분석에서 glucose의 1단 5일에는 60.23±7.5 g/L에서 발효완료인 2단 10일에는 1.21±0.2 g/L로 감소하였다. 나머지 fructose, sucrose, maltose는 2단 10일에 0.21±0.11, 2.21±0.2, 3.21±0.1 g/L로 측정되었다.

다음으로 발효중의 유기산 변화는 다음과 같다. Succinic acid는 1단 발효시에 13,836±321.21 ppm으로 최고 값을 나타내었다가 2단 단금 이후 감소 한 이후로 지속적으로 상승하기 시작하여 최종 발효시 가장 높은 7,164±215.22 ppm을 나타냈으며 다음으로 발효 종료시 citric acid, acetic acid 순으로 1,995±124.30 ppm과 420.69±18.95 ppm을 나타내었다. Citric acid은 입국 제조 시 *Asp. luchuensis*에 의해 구연산이 생산된다고 보고된 연구결과와 일치하는 것이며 lactic acid는 가장 적은 5.2±1.78 ppm을 나타내었다. 주요 유기산인 lactic acid의 경우 발효 2단 1일차에 1.6±0.2 ppm에서 발효 2단 10일에는 45.4±2.56 ppm으로 조금 증가하였으며 반대로 malic acid는 발효일수가 증가할수록 함량이 감소하였다. 일반적인 입국이 첨가된 막걸리의 경우 malo lactic fermentation(MLF)은 알코올 발효 후 *Lactobacillus* sp.와 *Leuconostoc* sp. 등과 같은 특정 유산균에 의해 일어나는 발효로서 이로 인하여 malic acid가 lactic acid로 전환되는 것으로 알려져 있는데 본 실험에서 제조한 술덧 또한 초기에는 malic acid의 함량이 높았으나 발효시간이 지날수록 malic acid의 함량은 감소하면서 상대적으로 lactic acid의 함량은 증가하였다.



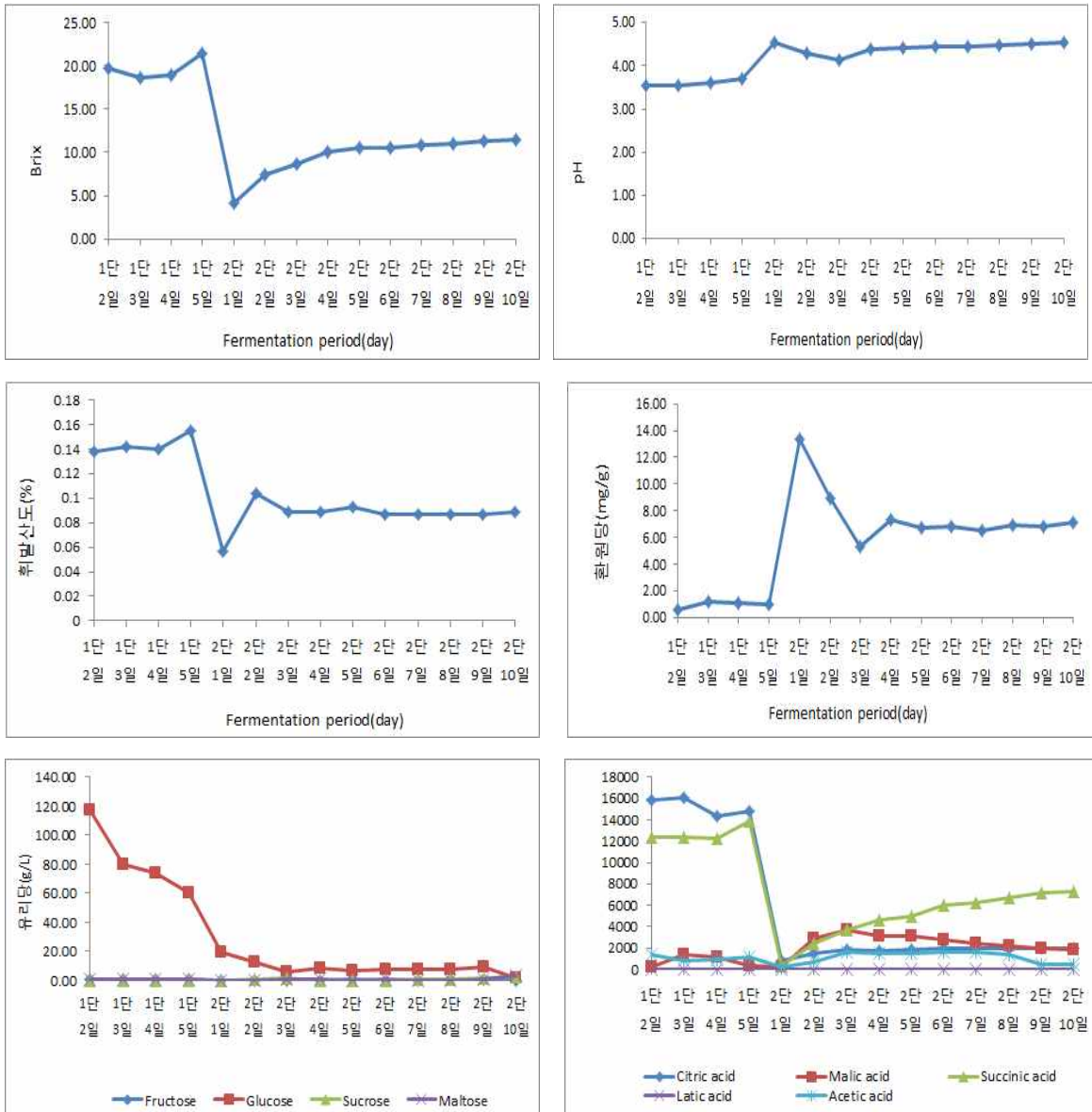


그림 1. 증류주 제조용 술덧의 발효 분석

## 2) 술덧 종류 및 숙성 기간별 분석

위의 방법으로 제조한 술덧을 8가지 조건으로 증류를 실시하였다. 그 조건은 표 1과 같다. 감압 증류법으로 조건에 맞춰 술덧 온도 50, 60°C에서 압력 -50, -60 cmHg의 조건으로 감압 증류를 했으며 술덧량을 기준으로 초류 0, 7%, 본류 30, 50%를 받아서 실험에 사용하였다. 이후 알코올 함량은 따로 조정을 하지 않고 원주 그대로를 10L 항아리와 스테인리스 용기에 담아 20°C 암실에 보관하면서 숙성 기간별로 샘플을 채취하여 분석하였다.

표 1. 증류 조건

조건	압력 (cmHg)	증류온도 (°C)	초류 컷 (%)	본류 컷 (%)
1	-60	60	0	30
2	-50	60	7	30
3	-60	50	0	50
4	-50	50	0	30
5	-50	60	0	50
6	-50	50	7	50
7	-60	60	7	50
8	-60	50	7	30

※ -60 cmHg(-0.08 Mpa), -50 cmHg(-0.067 Mpa)

① 증류주의 향아리 숙성 기간별 일반성분 분석

증류주의 향아리 숙성 기간에 따른 알코올, 휘발산도, pH, 유기산(acetic acid) 분석결과는 표 2와 같다. 증류 조건에 따른 알코올 분석 결과(A) 압력 -50 cmHg, 증류온도 50°C, 초류 컷 7%, 본류 컷 50%(조건 6)는 초기 알코올이 가장 낮은 29.6% 였으며 압력 -50 cmHg, 증류온도 50°C, 초류 컷 0%, 본류 컷 30%(조건 4)은 가장 높은 59.9%였다. 각 조건에 따른 숙성기간 180일 까지의 알코올은 조금씩 감소하였는데 이것은 자연적인 알코올 휘발과 함께 분석을 위해 샘플 채취시 휘발에 의한 것으로 추측된다.

휘발산도의 변화를 살펴본 결과(B) 증류 0일차의 증류 조건에 따른 휘발산도는 0.27-0.8 mL로 차이가 있었으며 이후 모든 조건에서 60일까지 변화가 없었으나 90일을 기준으로 휘발산도가 상승하는 경향을 보였다. 이것은 에스테르의 가수분해에 의한 산성 물질의 증가와 함께 물이나 에탄올이 증산하여 산성 물질이 농축되기 때문으로 추측된다. 다음으로 숙성 기간에 따른 pH의 변화를 살펴본 결과(C) 증류조건에 따라 4.99-5.83으로 나타났으며 초류 7%를 받아서 제거한 후 본류 50%를 받은 6번과 7번 조건에서 4.93±0.04, 4.99±0.12로 낮은 pH를 나타내었다. 이후 숙성 기간이 지나면서 큰 변화를 나타내지 않았다. 이것은 일본 증류주의 용기 숙성과정 중의 pH가 용기류로부터 추출된 알칼리금속의 용출에 의해 증가한다는 결과와 다른 것으로 이것은 용기 자체를 사용하기 전 세척과정 중에 물을 채우는 과정중에 알칼리금속이 용출되어 본 실험에서는 용출된 알칼리금속의 영향이 없기 때문으로 추측된다.

증류조건에 따른 acetic acid의 함량은 초류를 7% 컷한 후 본류를 50% 컷한 6, 7번 조건에서 높은 28.29±1.50와 31.08±0.52 ppm이 검출 되었다. 이것으로 보아 acetic acid는 본류의 후반부에 많이 증류되어 나오는 것을 알 수 있다. 비슷한 결과로 초류를 7% 컷한 후 본류를 30% 컷한 2, 8번 조건에서도 두 번째로 높은 11.62±0.18과 25.95±0.35 ppm의 acetic acid가 검출 되었다. 숙성기간이 증가함에 따라 acetic acid는 조금씩 상승하는 경향을 보였는데 이것은 에탄올이 산화 되면서 생성되어 증가한다는 배 등의 유기산 연구 결과와 유사하였다.



표 2. 증류주의 향아리 숙성 기간에 따른 알코올 (A), 휘발산도(B), pH(C), 유기산(D) 분석

(A) 증류조건 및 숙성기간에 따른 알코올 변화

(%)

증류 조건 숙성 기간 (일)	1	2	3	4	5	6	7	8
0	57.6±0.0	45.0±0.1	40.3±0.1	59.9±0.1	40.0±0.3	29.6±0.0	29.9±0.1	46.5±0.1
10	57.6±0.0	44.5±0.2	40.5±0.1	59.9±0.0	40.1±0.1	29.2±0.0	29.2±0.0	45.9±0.1
20	57.3±0.1	44.4±0.0	40.3±0.0	59.8±0.0	39.9±0.0	29.2±0.0	29.2±0.0	45.7±0.1
30	57.2±0.1	44.2±0.0	39.2±0.0	59.7±0.0	39.8±0.0	29.1±0.1	29.2±0.0	45.7±0.1
60	57.0±0.1	43.9±0.1	40.0±0.1	59.4±0.0	39.6±0.2	29.1±0.2	27.9±0.1	45.5±0.1
90	56.9±0.1	43.7±0.1	40.2±0.0	59.3±0.0	39.7±0.1	29.2±0.2	27.9±0.1	45.7±0.2
120	56.7±0.1	43.7±0.0	39.9±0.1	59.2±0.0	39.6±0.0	29.0±0.0	27.9±0.1	45.4±0.1
150	55.8±0.2	43.2±0.2	39.4±0.2	58.8±0.3	39.1±0.2	28.3±0.2	27.7±0.2	44.9±0.3
180	55.8±0.3	42.8±0.2	39.1±0.1	58.5±0.1	38.6±0.2	28.3±0.1	27.2±0.1	44.9±0.2

(B) 증류조건 및 숙성기간에 따른 휘발산도 변화

(mL)

증류 조건 숙성 기간 (일)	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.27±0.06	0.40±0.00	0.50±0.00	0.27±0.06	0.60±0.00	0.70±0.00	0.80±0.00	0.50±0.00
10	0.23±0.06	0.40±0.00	0.50±0.00	0.20±0.00	0.60±0.00	0.70±0.00	0.70±0.00	0.50±0.00
20	0.27±0.06	0.40±0.00	0.50±0.00	0.23±0.06	0.60±0.00	0.70±0.00	0.70±0.00	0.50±0.00
30	0.33±0.15	0.40±0.00	0.50±0.00	0.23±0.06	0.60±0.00	0.70±0.00	0.70±0.00	0.50±0.00
60	0.35±0.21	0.47±0.06	0.50±0.00	0.33±0.06	0.57±0.06	0.70±0.00	0.70±0.00	0.50±0.00
90	0.97±0.06	1.07±0.06	1.17±0.06	1.17±0.06	1.17±0.58	1.37±0.25	1.37±0.25	0.67±0.06
120	1.03±0.06	1.07±0.06	1.10±0.00	0.97±0.15	1.17±0.06	1.47±0.06	1.40±0.00	1.13±0.31
150	1.57±0.12	1.60±0.00	1.67±0.12	1.47±0.12	1.70±0.00	1.90±0.00	1.87±0.06	1.60±0.00
180	1.73±0.40	1.63±0.06	1.80±0.00	1.60±0.00	1.83±0.06	2.03±0.06	2.00±0.00	1.73±0.06

(C) 증류조건 및 숙성기간에 따른 pH 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	1	2	3	4	5	6	7	8
0	5.78±0.08	5.58±0.07	5.25±0.13	5.83±0.13	5.20±0.02	4.93±0.04	4.99±0.12	5.37±0.04
10	5.66±0.19	5.42±0.07	5.23±0.04	5.75±0.05	5.22±0.05	4.98±0.13	4.91±0.07	5.34±0.10
20	5.80±0.21	5.51±0.04	5.38±0.02	5.94±0.19	5.26±0.08	4.86±0.05	4.81±0.01	5.16±0.04
30	5.73±0.20	5.47±0.14	5.30±0.04	5.88±0.09	5.24±0.07	4.97±0.09	4.88±0.05	5.24±0.11
60	5.95±0.38	5.56±0.27	5.40±0.18	6.06±0.28	5.47±0.13	4.97±0.11	4.97±0.11	5.56±0.13
90	6.31±0.33	5.81±0.36	5.28±0.49	5.83±0.50	5.47±0.68	4.71±0.39	4.78±0.29	5.53±0.25
120	5.94±0.22	5.40±0.21	5.18±0.03	5.88±0.34	5.22±0.21	4.80±0.14	4.74±0.27	5.64±0.39
150	5.82±0.14	5.39±0.10	5.10±0.27	5.85±0.21	5.21±0.12	4.92±0.04	5.00±0.13	5.45±0.18
180	6.40±0.30	5.58±0.09	5.44±0.07	5.72±0.30	5.29±0.07	4.92±0.10	5.13±0.07	5.43±0.18

## (D) 숙성기간에 따른 유기산(acetic acid) 변화

(ppm)

숙성 기간 (일)	증류 조건							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	11.75±2.84	21.62±3.18	15.65±3.79	16.39±1.28	17.56±1.21	28.29±1.50	31.08±3.52	25.95±2.35
10	10.94±1.12	22.33±2.29	14.99±2.87	14.26±1.55	16.60±1.84	27.65±1.35	28.87±2.85	24.04±1.59
20	14.22±1.91	23.02±3.04	16.20±4.68	17.17±1.62	14.14±1.12	28.54±1.19	35.33±1.94	24.99±2.76
30	13.96±1.34	22.36±3.66	16.52±3.16	18.12±2.88	17.15±4.87	29.57±2.19	38.98±4.81	26.12±3.49
60	14.09±3.96	24.99±2.33	16.53±2.55	19.83±2.52	18.79±1.10	32.60±3.70	39.49±3.41	29.24±4.61
90	15.21±2.04	24.15±1.92	17.62±1.85	20.10±3.79	18.93±1.92	35.75±2.92	40.70±2.34	31.67±2.46
120	16.62±1.08	23.07±3.24	19.25±1.13	20.05±1.48	20.78±1.35	34.02±1.43	40.91±1.31	30.24±1.88
150	18.14±1.71	25.25±1.60	19.34±3.32	20.63±2.82	20.40±1.77	34.76±1.51	41.81±2.81	32.23±1.71
180	16.64±2.32	27.19±3.52	19.41±3.14	22.59±2.56	22.18±3.24	33.97±4.56	46.00±4.52	28.21±3.78

다음으로 증류주의 향아리 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm UV 480nm)(C) 분석결과는 표 3와 같다. TBA 값은 증류주의 저장 관리의 지표로 사용되는 값으로 증류식 소주에 함유되어 있는 불포화지방산의 에틸 에스테르가 저장 중에 산화되어 유취가 발생됨에 따라 산화도를 나타내는 지표다. 참고로 국내에서 제품으로 출시되어 있는 증류주 시판 제품의 TBA(2-thiobarbituric acid)값은 다음과 같다.

시판 제품	A	B	C	D	E	F
TBA	5.38	45.81	212.14	565.29	192.05	752.10

숙성기간에 따른 TBA(A)는 0일차에 본류커트 30%인 1, 4, 8번 조건에서 0-6.57로 낮은 TBA 값을 나타내었으며 본류커트 50%인 3, 5, 6, 7번 조건에서 11.15-33.65로 높은 TBA 값을 나타내었다. 이것은 일반적으로 술덧에 있던 불포화지방산은 증류를 통해 증류주로 넘어오기 때문으로 본류 함량이 50%인 3, 5, 6, 7 조건이 본류커트 30%보다 증류 시간이 길어서 불포화지방산이 오랜기간 증류 되기 때문으로 추측된다. 또한 숙성이 진행되면서 대부분의 증류주에서 TBA 값은 큰 변화가 없었으나 초기 알코올 농도가 낮았던 6, 7번은 증가를 하였다. 이것은 배 등의 증류식 제조기술에 서술한 지방산 16가지 성분 중에 8가지 성분이 용기에 의한 숙성 과정 중에 증가로 인해 TBA 값이 증가된다는 결과와 유사한 것으로 일반적인 TBA의 증가조건은 저장 알코올 도수가 낮거나, 저장온도가 높거나, 직사광선에 노출 되었을 때로 증류주 안에 지방산이 산화되는 조건으로 알려져 있으며 6, 7번 조건은 알코올이 낮아서 산화가 쉽게 일어난 것으로 추측된다. 반해 다른 증류주 들은 40% 이상의 고도주로 불포화지방산의 산화가 쉽게 일어나지 않은 것으로 추측된다.

표 3. 증류주의 향아리 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm, 480nm)(C) 분석

(A) 증류조건 및 숙성기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid) 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1.57±0.65	16.89±1.49	13.89±7.39	6.57±3.23	33.65±10.95	32.57±1.75	11.15±2.21	0.00±0.00
10	2.92±5.06	11.89±9.79	16.21±7.12	5.32±0.24	28.80±5.66	36.93±2.29	12.45±1.61	0.00±0.00
20	9.94±3.86	9.40±2.18	17.61±3.82	6.82±1.41	18.50±3.94	36.93±3.47	14.34±2.98	0.00±0.00
30	0.95±0.15	7.70±0.42	11.95±3.14	8.32±1.87	20.44±1.38	40.59±1.13	16.39±3.37	0.25±0.44
60	0.00±0.00	8.52±7.21	12.74±0.97	5.81±1.16	25.87±1.91	45.17±1.43	24.32±1.43	0.03±0.05
90	0.00±0.00	6.36±1.84	13.19±2.65	6.44±0.76	21.52±0.90	45.49±1.09	21.25±1.26	1.02±1.89
120	0.00±0.00	6.65±5.72	11.35±1.21	6.46±0.79	20.76±1.72	49.57±1.62	22.49±2.10	1.25±0.30
150	0.00±0.00	6.85±4.91	10.00±1.52	6.00±0.00	29.44±1.41	48.97±2.02	20.20±1.25	1.35±2.61
180	0.00±0.00	0.00±0.00	1.40±1.12	0.00±0.00	9.36±2.03	15.67±1.04	0.00±0.00	0.00±0.00

증류식 소주의 탄 냄새를 나타내는 지표성분으로 사용되고 있는 furfural은 자외선(275 nm부근)에서 흡수되고 이를 측정하면 furfural의 함량 정도를 쉽게 알 수 있다. 일반적으로 증류주에서 furfural 1 ppm은 약 0.03, 10 ppm은 약 0.28, 100 ppm은 3.73의 흡광도를 나타낸다.

증류 조건 및 숙성 기간에 따른 UV 275nm 분석 결과(B) 역시 0일차에 본류커트 30%인 1, 4, 8번 조건에서 0.06으로 낮은 측정값을 나타내었으며 본류커트 50%인 3, 5, 6, 7번 조건에서 0.13-0.31로 높은 흡광도 값을 나타내었다. 이것은 일반적으로 UV 275nm에서 나타나는 furfural은 술덧 중 탄수화물의 가열분해에 의해 생성되는데 동일한 감압증류의 경우 본류커트 30%의 경우 술덧의 양이 많아서 가열분해가 적은 반면 본류커트 50%의 경우 증류가 진행되면서 술덧의 양이 증류로 인해 감소되면서 술덧의 가열분해가 증가되어서 높은 수치를 나타낸 것으로 추측된다. 이후 숙성 기간 증가에 따른 변화는 크지 않았다.

(B) 숙성기간에 따른 UV 275nm 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.06±0.00	0.19±0.00	0.13±0.01	0.06±0.00	0.23±0.01	0.43±0.12	0.31±0.00	0.06±0.00
10	0.07±0.03	0.23±0.04	0.10±0.01	0.07±0.03	0.22±0.01	0.38±0.01	0.30±0.01	0.05±0.01
20	0.05±0.01	0.19±0.01	0.09±0.01	0.05±0.01	0.22±0.01	0.37±0.01	0.38±0.01	0.04±0.01
30	0.05±0.01	0.18±0.01	0.09±0.01	0.05±0.01	0.24±0.01	0.31±0.02	0.30±0.01	0.07±0.01
60	0.04±0.00	0.18±0.01	0.07±0.01	0.04±0.00	0.21±0.01	0.36±0.04	0.32±0.02	0.05±0.01
90	0.04±0.01	0.16±0.00	0.06±0.00	0.04±0.01	0.20±0.01	0.37±0.04	0.34±0.04	0.04±0.00
120	0.04±0.01	0.19±0.01	0.07±0.01	0.04±0.01	0.20±0.00	0.38±0.01	0.35±0.07	0.06±0.01
150	0.04±0.01	0.17±0.00	0.06±0.00	0.04±0.01	0.21±0.01	0.37±0.01	0.33±0.05	0.04±0.00
180	0.05±0.00	0.18±0.01	0.07±0.00	0.05±0.00	0.11±0.01	0.31±0.02	0.10±0.04	0.05±0.00

다음으로 일본의 경우 참나무통 등에 저장한 경우나 착색료를 첨가한 경우 소주의 착색도를 430nm 및 480nm에서 측정하여 착색의 정도를 확인한다. 소주제조시 증류 직후나 용기, 탱크에 저장한 것은 착색이 거의 없지만, 참나무통 등에 저장한 경우나 합성 착색료를 첨가한 경우는 착색이 나타난다. 시간이 흐를수록 향아리에서 착색도가 변화하는지를 살펴보았다. 증류 조건 및 숙성 기간에 따른 UV 430, 480nm 분석 결과(C) 430 nm 0일차에서는 본류커트 30%인 1, 2, 4, 8번 조건에서 낮은 측정값을 나타내었으며 본류커트 50%인 3, 5, 6, 7번 조건에서 높은 흡광도 값을 나타내었다. 하지만 전체적인 착색도 흡광도 값은 매우 낮았으며 이후 숙성기간 증가에 따른 변화도 없었다. 480 nm의 경우도 430 nm와 비슷한 경향을 나타내었다.

(C) 숙성기간에 따른 착색도(UV 430nm, 480nm)(C)변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	1	2	3	4	5	6	7	8	
430 nm	0	0.01±0.00	0.01±0.00	0.05±0.01	0.01±0.00	0.11±0.02	0.17±0.01	0.12±0.01	0.01±0.00
	10	0.03±0.02	0.06±0.03	0.03±0.02	0.00±0.00	0.02±0.02	0.14±0.04	0.04±0.01	0.02±0.02
	20	0.00±0.00	0.00±0.00	0.02±0.02	0.00±0.00	0.01±0.01	0.12±0.02	0.02±0.02	0.00±0.00
	30	0.00±0.00	0.00±0.00	0.02±0.01	0.00±0.00	0.04±0.01	0.17±0.02	0.03±0.01	0.00±0.00
	60	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.15±0.04	0.06±0.02	0.00±0.00
	90	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.17±0.03	0.08±0.03	0.00±0.00
	120	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.15±0.02	0.05±0.03	0.00±0.00
	150	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.15±0.02	0.05±0.02	0.00±0.00
	180	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.11±0.03	0.03±0.02	0.00±0.00
480 nm	0	0.01±0.00	0.02±0.01	0.05±0.01	0.02±0.00	0.11±0.02	0.15±0.01	0.10±0.01	0.01±0.00
	10	0.03±0.02	0.07±0.02	0.03±0.03	0.00±0.00	0.02±0.02	0.05±0.04	0.05±0.02	0.02±0.03
	20	0.00±0.00	0.00±0.00	0.02±0.03	0.00±0.00	0.01±0.02	0.03±0.03	0.02±0.02	0.00±0.00
	30	0.00±0.00	0.00±0.00	0.02±0.01	0.00±0.00	0.04±0.01	0.08±0.02	0.04±0.01	0.00±0.00
	60	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.14±0.04	0.07±0.03	0.00±0.00
	90	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.15±0.03	0.07±0.02	0.00±0.00
	120	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.12±0.02	0.05±0.02	0.00±0.00
	150	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.13±0.02	0.05±0.01	0.00±0.00
	180	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.09±0.03	0.02±0.02	0.00±0.00

② 증류주의 스테인리스 용기 숙성 기간별 일반성분 분석

증류주의 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 알코올, 휘발산도, pH, 유기산(acetic acid) 분석결과는 표 4와 같다. 증류 조건에 따른 알코올 분석 결과(A) 초기 0일은 향아리와 동일한 결과로 시작하였으며 이후 각 조건에 따른 숙성기간 150일 까지의 알코올은 조금씩 감소하였으며 향아리와 비슷한 감소를 나타내었다. 이것은 자연적인 알코올 휘발과 함께 분석을 위해 샘플 채취시에 의한 것으로 생각하며 그 차이가 크지 않았다.

휘발산도의 변화를 살펴본 결과(B) 증류 0일차 증류 조건에 따른 휘발산도는 0.27-0.80

mL로 차이는 없었으며 숙성시간이 증가함에 따라 조금씩 상승하였다. 이것은 항아리 숙성 과정은 같은 결과이며 스테인리스 용기보다 항아리 용기의 상승폭이 큰 것은 항아리에서는 통기성으로 인해 산화작용이 활발히 진행되기 때문으로 생각되며 스테인리스 용기에서는 이러한 변화가 적기 때문으로 휘발산도의 변화가 적었던 것으로 추측된다.

다음으로 숙성 기간에 따른 pH의 변화를 살펴본 결과(C) 증류조건에 따라 4.99-5.83으로 나타났으며 초류 7%를 받아서 제거한 후 본류 50%를 받은 6번과 7번 조건에서 4.93±0.04, 4.99±0.12로 낮은 pH를 나타내었다.

증류조건에 따른 acetic acid의 함량 0일차는 항아리와 같았으며 숙성기간이 증가할수록 acetic acid의 함량 역시 증가하였으나 그 증가폭은 항아리보다 낮았다. 이것은 앞에서 설명한 것처럼 acetic acid의 함량 증가는 에탄올이 산화 되면서 생성되는 과정에서 스테인리스 용기의 산화가 항아리 보다 적기 때문이라 추측된다.

표 4. 증류주의 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 알코올 (A), 휘발산도(B), pH(C), 유기산(D) 분석

(A) 증류조건 및 숙성기간에 따른 알코올 변화 (%)

증류 조건 숙성 기간 (일)	1	2	3	4	5	6	7	8
0	57.6±0.0	45.0±0.1	40.3±0.1	59.9±0.1	40.0±0.3	29.6±0.0	28.9±0.1	46.5±0.1
10	57.4±0.1	44.5±0.2	40.4±0.0	59.9±0.0	39.9±0.1	29.1±0.1	28.4±0.0	45.9±0.1
20	57.3±0.2	44.4±0.0	40.3±0.1	59.8±0.0	40.0±0.1	29.0±0.0	28.3±0.1	45.9±0.1
30	57.2±0.2	44.3±0.1	40.2±0.0	59.7±0.0	39.9±0.2	29.0±0.0	28.2±0.1	45.7±0.1
60	57.0±0.2	44.3±0.1	40.0±0.1	59.4±0.1	39.8±0.1	28.8±0.0	27.9±0.1	45.7±0.2
90	56.9±0.2	44.1±0.1	39.8±0.2	59.2±0.1	39.6±0.3	29.1±0.1	27.7±0.1	45.7±0.0
120	56.6±0.4	44.0±0.1	39.5±0.3	59.0±0.1	39.5±0.2	29.0±0.0	27.7±0.1	45.5±0.1
150	55.7±0.5	43.3±0.2	39.0±0.6	58.4±0.2	39.0±0.3	28.7±0.1	27.3±0.3	44.9±0.1
180	55.6±0.4	42.9±0.1	38.7±0.6	58.1±0.6	38.7±0.3	28.4±0.0	27.1±0.2	44.7±0.3

(B) 증류조건 및 숙성기간에 따른 휘발산도 변화 (%)

증류 조건 숙성 기간 (일)	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.27±0.06	0.40±0.00	0.50±0.00	0.27±0.06	0.60±0.00	0.70±0.00	0.80±0.00	0.50±0.00
10	0.30±0.00	0.50±0.00	0.57±0.06	0.20±0.00	0.60±0.00	0.70±0.00	0.70±0.00	0.50±0.00
20	0.30±0.00	0.50±0.00	0.53±0.06	0.20±0.00	0.60±0.00	0.70±0.00	0.70±0.00	0.50±0.00
30	0.30±0.00	0.50±0.00	0.50±0.00	0.30±0.00	0.60±0.00	0.70±0.00	0.70±0.00	0.50±0.00
60	0.47±0.12	0.47±0.06	0.60±0.00	0.40±0.00	0.60±0.00	0.70±0.00	0.60±0.00	0.50±0.00
90	0.50±0.00	0.60±0.00	0.67±0.06	0.50±0.00	0.70±0.00	0.83±0.06	0.80±0.00	0.70±0.00
120	0.40±0.00	0.60±0.00	0.67±0.06	0.40±0.00	0.83±0.06	0.63±0.06	0.70±0.00	0.70±0.00
150	0.50±0.17	0.73±0.15	0.70±0.00	0.50±0.00	0.73±0.06	0.80±0.00	0.80±0.00	0.60±0.00
180	0.57±0.12	0.67±0.06	0.70±0.00	0.53±0.06	0.77±0.06	0.80±0.00	0.80±0.00	0.70±0.00

(C) 증류조건 및 숙성기간에 따른 pH 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	1	2	3	4	5	6	7	8
0	5.78±0.08	5.58±0.07	5.25±0.13	5.83±0.13	5.20±0.02	4.93±0.04	4.99±0.12	5.37±0.04
10	5.71±0.20	5.43±0.05	5.22±0.08	5.93±0.12	5.26±0.08	5.00±0.02	4.95±0.04	5.37±0.13
20	5.87±0.03	5.31±0.10	5.11±0.03	5.62±0.05	5.07±0.05	4.82±0.05	4.74±0.02	5.08±0.03
30	5.67±0.14	5.41±0.15	5.13±0.10	5.73±0.19	5.19±0.14	4.86±0.07	4.80±0.07	5.23±0.09
60	5.83±0.28	5.65±0.05	5.34±0.22	5.97±0.24	5.36±0.00	5.11±0.01	4.93±0.04	5.59±0.06
90	6.28±0.53	5.63±0.20	5.77±0.11	6.20±0.07	5.22±0.22	5.05±0.12	5.10±0.07	5.82±0.09
120	6.28±0.17	5.01±0.07	4.87±0.08	5.84±0.19	4.93±0.47	4.71±0.08	4.62±0.16	5.46±0.40
150	5.90±0.44	5.20±0.36	5.27±0.11	5.78±0.09	5.24±0.16	5.01±0.08	4.92±0.09	5.49±0.09
180	5.97±0.15	5.33±0.11	5.36±0.05	5.80±0.05	5.21±0.03	4.85±0.12	4.86±0.16	4.98±0.12

(D) 숙성기간에 따른 유기산(acetic acid) 변화

(ppm)

증류 조건 숙성 기간 (일)	1	2	3	4	5	6	7	8
0	11.75±2.84	21.62±3.18	15.65±3.79	16.39±1.28	17.56±1.21	28.29±1.50	31.08±3.52	25.95±2.35
10	10.63±2.50	20.17±1.25	15.40±1.85	12.90±2.54	15.79±2.25	32.23±1.52	34.52±1.45	26.03±2.10
20	12.47±3.23	23.48±2.06	12.92±2.88	13.75±1.17	18.77±1.69	33.05±1.27	33.39±1.27	24.88±1.62
30	12.23±2.66	23.89±2.43	13.23±1.02	13.53±1.51	19.78±1.88	32.99±1.22	33.36±2.38	23.83±1.51
60	13.59±2.58	23.05±2.46	14.37±2.22	14.39±1.06	19.57±2.57	33.70±2.58	33.07±2.75	23.60±2.20
90	12.14±1.07	23.17±1.28	15.51±1.92	13.37±1.59	20.87±1.90	33.45±1.48	33.79±1.09	23.66±1.69
120	15.71±1.52	24.44±1.48	18.56±2.50	16.34±0.25	21.92±2.50	31.68±2.30	35.59±1.56	25.63±2.50
150	17.22±1.08	23.07±2.24	18.25±1.13	16.05±1.48	23.78±1.35	32.24±1.88	34.91±1.31	24.02±1.43
180	13.68±2.52	26.36±3.25	14.81±2.63	22.40±2.47	23.00±3.56	35.59±2.56	37.30±2.14	26.12±2.35

다음으로 증류주의 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm UV 480nm)(C) 분석결과는 표 5와 같다. 숙성 기간에 따른 TBA(A)는 0일차는 향아리의 분석 결과와 동일하며 숙성기간이 증가되어도 TBA 값은 증가되지 않았다. 이것은 TBA 측정이 유지의 산패 측정에 이용되는데 일반적인 TBA의 증가조건은 저장 알코올 도수가 낮거나, 저장온도가 높거나, 직사광선에 노출 되었을 때로 증류주 안에 지방산이 산화되는 조건인데 반해 본 스테인리스 용기 실험에서 숙성한 증류주들은 위의 조건과 일치 되지 않기에 산화가 일어나지 않은 것으로 추측된다.

표 5. 증류주의 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm, 480nm)(C) 분석

(A) 증류조건 및 숙성기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid) 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1.57±0.65	16.89±1.49	13.89±7.39	6.57±3.23	33.65±10.95	32.57±1.75	11.15±2.21	0.00±0.00
10	4.49±1.32	16.84±1.90	13.18±5.71	4.07±2.33	32.78±7.14	34.36±2.21	14.79±3.24	1.40±0.62
20	4.23±2.12	16.40±0.89	14.27±1.00	1.33±1.21	34.49±2.26	32.52±0.71	12.21±1.26	1.78±0.25
30	4.03±1.45	18.23±1.05	19.06±4.02	5.09±2.26	37.43±2.76	30.83±4.46	16.48±3.42	2.28±0.71
60	9.27±1.84	15.92±2.21	14.91±4.46	7.80±2.04	37.39±4.61	34.76±7.00	17.55±3.78	3.56±2.59
90	10.34±1.41	24.77±4.41	18.35±5.75	8.36±2.25	32.65±8.35	37.42±6.38	18.16±2.08	5.92±3.83
120	8.22±2.03	16.52±7.50	10.21±1.47	9.93±1.17	33.75±5.97	34.17±5.04	11.52±1.79	5.10±3.82
150	5.54±2.15	13.63±8.38	17.17±3.18	8.30±3.93	36.78±9.13	37.63±9.96	12.57±1.23	4.80±1.09
180	8.68±3.30	14.88±8.42	15.10±1.50	9.40±8.21	17.76±9.57	19.40±3.98	11.30±1.13	4.58±1.15

증류식 소주의 탄 냄새를 나타내는 지표성분으로 사용되고 있는 furfural의 증류 조건 및 숙성 기간에 따른 UV 275nm 분석 결과(B) 역시 0일차에 본류커트 30%인 1, 4, 8번 조건에서 0.06으로 낮은 측정값을 나타내었으며 본류커트 50%인 3, 5, 6, 7번 조건에서 0.13-0.31로 높은 흡광도 값을 나타내었다. 이후 숙성 기간 증가에 따른 변화는 크지 않았다.

(B) 숙성기간에 따른 UV 275nm 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.06±0.00	0.19±0.00	0.13±0.01	0.06±0.00	0.23±0.01	0.43±0.12	0.31±0.00	0.06±0.00
10	0.05±0.01	0.17±0.00	0.07±0.00	0.05±0.01	0.23±0.02	0.29±0.01	0.31±0.01	0.06±0.01
20	0.04±0.01	0.18±0.01	0.09±0.02	0.04±0.01	0.22±0.02	0.27±0.01	0.30±0.01	0.07±0.01
30	0.05±0.01	0.18±0.02	0.09±0.01	0.05±0.01	0.23±0.02	0.26±0.00	0.29±0.01	0.06±0.01
60	0.05±0.00	0.18±0.02	0.09±0.03	0.05±0.00	0.22±0.01	0.26±0.03	0.24±0.02	0.05±0.01
90	0.04±0.00	0.17±0.01	0.06±0.00	0.04±0.00	0.21±0.01	0.36±0.13	0.25±0.03	0.04±0.00
120	0.04±0.00	0.19±0.01	0.07±0.00	0.04±0.00	0.22±0.01	0.30±0.02	0.23±0.04	0.06±0.01
150	0.04±0.00	0.18±0.01	0.07±0.00	0.04±0.00	0.22±0.00	0.31±0.02	0.22±0.04	0.04±0.00
180	0.05±0.00	0.18±0.01	0.07±0.01	0.05±0.00	0.12±0.01	0.24±0.02	0.10±0.03	0.05±0.01

스테인리스 용기에서의 증류 조건 및 숙성 기간에 따른 UV 430, 480nm 분석 결과(C) 역시 0일차에 본류커트 30%인 1, 2, 4, 8번 조건에서 낮은 측정값을 나타내었으며 본류커트 50%인 3, 5, 6, 7번 조건에서 높은 흡광도 값을 나타내었다. 하지만 전체적인 착색도 흡광도 같은 매우 낮았으며 이후 숙성기간 증가에 따른 변화도 없었다. 이것은 항아리와 거의 같은 결과였다.

(C) 숙성기간에 따른 착색도(UV 430nm, 480nm)(C)변화

숙성 기간 (일)	증류 조건								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
430 nm	0	0.01±0.00	0.01±0.00	0.05±0.01	0.01±0.00	0.11±0.02	0.17±0.01	0.12±0.01	0.01±0.00
	10	0.01±0.01	0.00±0.01	0.00±0.00	0.01±0.01	0.02±0.02	0.04±0.02	0.05±0.01	0.02±0.02
	20	0.00±0.00	0.01±0.01	0.01±0.02	0.00±0.00	0.01±0.02	0.03±0.01	0.04±0.01	0.02±0.01
	30	0.00±0.00	0.00±0.00	0.02±0.02	0.00±0.00	0.03±0.02	0.01±0.01	0.03±0.02	0.00±0.00
	60	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.14±0.02	0.08±0.02	0.00±0.00
	90	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.20±0.12	0.07±0.03	0.00±0.00
	120	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.11±0.02	0.04±0.03	0.00±0.00
	150	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.12±0.02	0.03±0.02	0.00±0.00
	180	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.08±0.03	0.02±0.02	0.00±0.00
480 nm	0	0.01±0.00	0.02±0.01	0.05±0.01	0.02±0.00	0.11±0.02	0.15±0.01	0.10±0.01	0.01±0.00
	10	0.02±0.02	0.01±0.01	0.00±0.00	0.01±0.01	0.03±0.02	0.04±0.02	0.06±0.01	0.02±0.03
	20	0.00±0.00	0.01±0.01	0.00±0.00	0.00±0.00	0.02±0.03	0.03±0.02	0.04±0.02	0.00±0.00
	30	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.03±0.03	0.01±0.02	0.03±0.02	0.00±0.00
	60	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.14±0.02	0.08±0.02	0.00±0.00
	90	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.18±0.11	0.06±0.03	0.00±0.00
	120	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.06±0.05	0.03±0.03	0.00±0.00
	150	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.10±0.02	0.03±0.02	0.00±0.00
	180	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.06±0.03	0.01±0.01	0.00±0.00

### 3) 숙성 기간별 fusel alcohol 분석

술의 향기성분은 본질적으로는 누룩미생물이나 효모에 의해서 생성되지만 소주원료에 의해서도 크게 좌우된다. 특히 양조효모가 생성하는 주된 향기성분은 알코올, 카르보닐 화합물, 유기산, 에스테르, 함황화합물, 아민 등이다. 이중 대부분의 증류식 소주에 함유되어 있는 주요한 성분은 에스테르류(예: 초산과 알코올이 결합한 초산에스테르류)와 지방산 에스테르 들이며 소주 발효과정에서는 알코올 외에 퓨젤유(고급알코올)가 생성된다. 이 퓨젤유 성분은 미량만으로도 소주의 풍미를 좌우하는 중요한 성분으로 이러한 성분들이 소주의 향기에 가장 큰 역할을 한다. 특히 n-propanol(P), isobutanol(B), isoamyl alcohol(A)이 향기 성분에 있어 중요한 역할을 한다.

#### ① 증류주의 향아리 숙성 기간별 fusel alcohol 분석

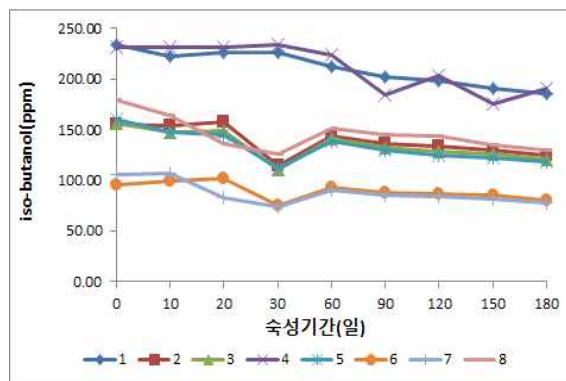
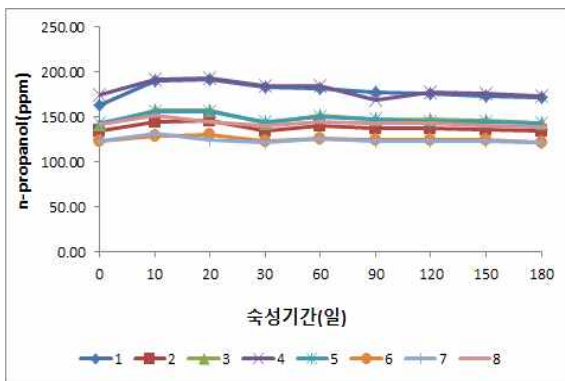
증류주의 향아리 숙성 기간에 따른 fusel alcohol 분석결과는 그림 2와 같다. 증류주의 증류 직후 n-propanol 분석 결과는 초류를 버리지 않고 본류를 30%를 받은 1, 4번 증류주에서 가장 높은 163.36, 173.96 ppm이 측정되었으며 다음으로 초류커트 없이 본류 만 50%를 받은 3, 5번 조건이 141.61, 143.71 ppm, 초류 7%를 받은 후 본류를 30% 받은 2, 8번 조건에서 134.48, 141.27 ppm 으로 초류커트 없이 본류 만 50% 받은 3, 5번조건과 유사하였다. 초류



7%를 받은 후 본류를 50% 받은 6, 7번 조건의 경우 가장 낮은 122.86, 122.61 ppm의 n-propanol이 측정되었다. 이것은 Lee 등의 입국을 이용한 감압증류시 초기 증류주에 대부분의 n-propanol이 증류되어 나온다는 실험결과와 유사하였으며 이후 숙성 기간이 증가함에 따른 n-propanol 변화 폭은 크지 않았다.

Iso-butanol의 경우에도 n-propanol과 유사한 경향을 보였는데 증류조건에서 압력과 온도에 상관없이 초류를 버리지 않고 본류를 30%를 받은 1, 4번 증류주에서 가장 높은 234.46, 231.66 ppm의 n-propanol이 측정되었다. 다음으로 초류커트 없이 본류 만 50%를 받은 3, 5번 조건이 156.65, 160.60 ppm, 초류 7%를 받은 후 본류를 30% 받은 2, 8번 조건에서 154.95, 179.57 ppm 으로 초류커트 없이 본류 만 50% 받은 3, 5번조건과 유사하였다. 초류 7%를 받은 후 본류를 50% 받은 6, 7번 조건의 경우 가장 낮은 95.64, 105.65 ppm의 iso-butanol이 측정되었다. 이것은 Lee 등의 실험결과로 유추해 보면 초류 커트를 하지 않은 1, 4번에서 가장 높은 iso-butanol이 나온 것을 알수있으며 초류 7%를 받은 후 본류를 30% 받은 2, 8번 조건과 초류커트 없이 본류 만 50%를 받은 3, 5번 조건이 유사한 iso-butanol이 나온 것도 확인 할 수 있었다. 숙성기간이 증가함에 따라 iso-butanol은 감소하는 경향을 나타내었는데 이것은 배 등이 이야기 한 향아리의 숙성은 향아리의 통기성과 관련이 있어서 휘발성이 큰 iso-butanol은 휘산함으로써 감소한다는 것과 유사한 결과였다.

Isoamyl alcohol 역시 n-propanol, iso-butanol과 유사한 경향을 보였으며 본류를 30%를 받은 1, 4번 증류주에서 가장 높은 870.53, 1008.73 ppm이 측정되었고 다음으로 초류커트 없이 본류 만 50%를 받은 3, 5번 조건이 571.67, 596.86 ppm, 초류 7%를 받은 후 본류를 30% 받은 2, 8번 조건에서 520.36, 590.67 ppm 으로 초류커트 없이 본류 만 50% 받은 3, 5번조건과 유사하였다. 초류 7%를 받은 후 본류를 50% 받은 6, 7번 조건의 경우 가장 낮은 330.79, 328.75 ppm의 isoamyl alcohol이 측정되었다. 이후 숙성 기간이 증가함에 따른 isoamyl alcohol 측정값이 조금 상승하였는데 이것은 배 등이 이야기한 향아리의 통기성과 관련되어 휘발성이 적은 isoamyl alcohol은 농축되어 증가되기 때문이다. 또한 주류중의 고급알코올의 함량은 isoamyl alcohol(A) > iso-butanol(B) > n-propanol(P)으로 구성되어 있으며 본 시험도 비슷한 결과를 나타내었다.



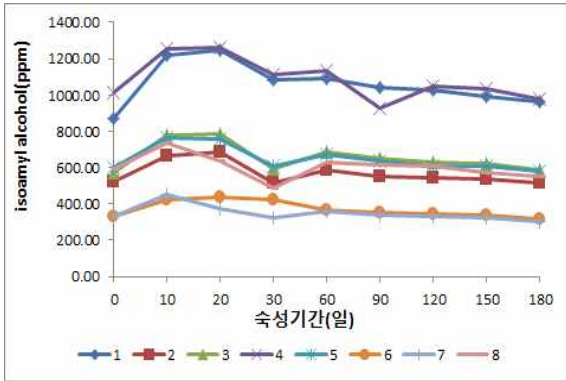


그림 2. 증류주의 향아리 숙성기간에 따른 fusel alcohol 변화

다음으로 소주의 향미는 ethyl caproate, n-propanol, isoamyl alcohol 등 특징적인 향기 성분의 양적인 구성 외에 n-propanol(P), isobutanol(B), isoamyl alcohol(A)의 함유비율도 제품의 특징을 결정짓는데 중요한 역할을 한다. 이들 3가지 성분의 비율은 소주의 종류별로 서로 다르다(A/P비, A/B비, B/P비). A/P비는 사탕수수, 감자 등의 과피를 가지는 원료에서 높게 나타나는 반면 도정한 곡물을 원료로 한 제품에서는 낮게 나타나며 A/B비는 누룩사용이 적은 소주(태국 등의 인디카형쌀 사용)에서 비교적 낮은 값을 나타내는 반면 황곡을 사용하여 누룩사용량이 많은 것, 또는 발효물의 급수비율이 적은 소주에서 일반적으로 높게 나타난다.

증류주의 향아리 숙성 기간에 따른 fusel alcohol 비율은 표 6과 같다. 술덧을 증류한 직후 0일 차에는 A/B의 비율은 증류 조건에 따라 차이가 크지 않았는데 약 3.1-4.4사이의 비율을 나타내었으며 숙성 기간이 지나면서 조금 상승하였는데 이것은 숙성 기간이 지나면서 isobutanol(B)이 조금씩 감소하였기 때문이다. 하지만 이것은 일반적인 증류주의 A/B 비율인 아와모리 소주의 1.1-1.8, 다른 증류식 소주의 2-4, 위스키의 1-2, 브랜디의 3-6중 증류식 소주나 브랜디와 비슷한 비율로 나타났다.

다음으로 A/P의 비율은 0일 차에 증류 조건에 따라 약 2.7-5.8 사이의 비율로 차이가 크게 나타났으며 특히 초류를 7% 커트한 2, 6, 7번 조건이 낮은 A/P의 비율을 나타내었다. 이것은 n-propanol(P)뿐만 아니라 isoamyl alcohol(A)이 초류에 더 많이 제거되기 때문으로 추측된다. A/P의 비율은 숙성 기간이 지나도 큰 변화는 없었다. 이 비율은 일반적인 쌀로 만든 증류주의 1.9-4.6보다 약간 높은 결과 였다. A/P비는 사탕수수, 감자, 등의 과피를 가지는 원료에서 높게 나타나는 반면 도정한 곡물을 원료로 한 제품에서는 낮게 나타난다고 알려져 있다. 또한 B/P의 경우 역시 증류 0일차에는 0.8-1.4로 일반적인 쌀 증류주의 0.9-2.7과 비슷하였으며 숙성기간이 증가함에 따라 큰 변화는 없었다. 쌀 소주는 위스키에 비해 P가 많고 B가 매우 적기 때문에 B/P비는 양주에 비해 낮은 특성이 있다.

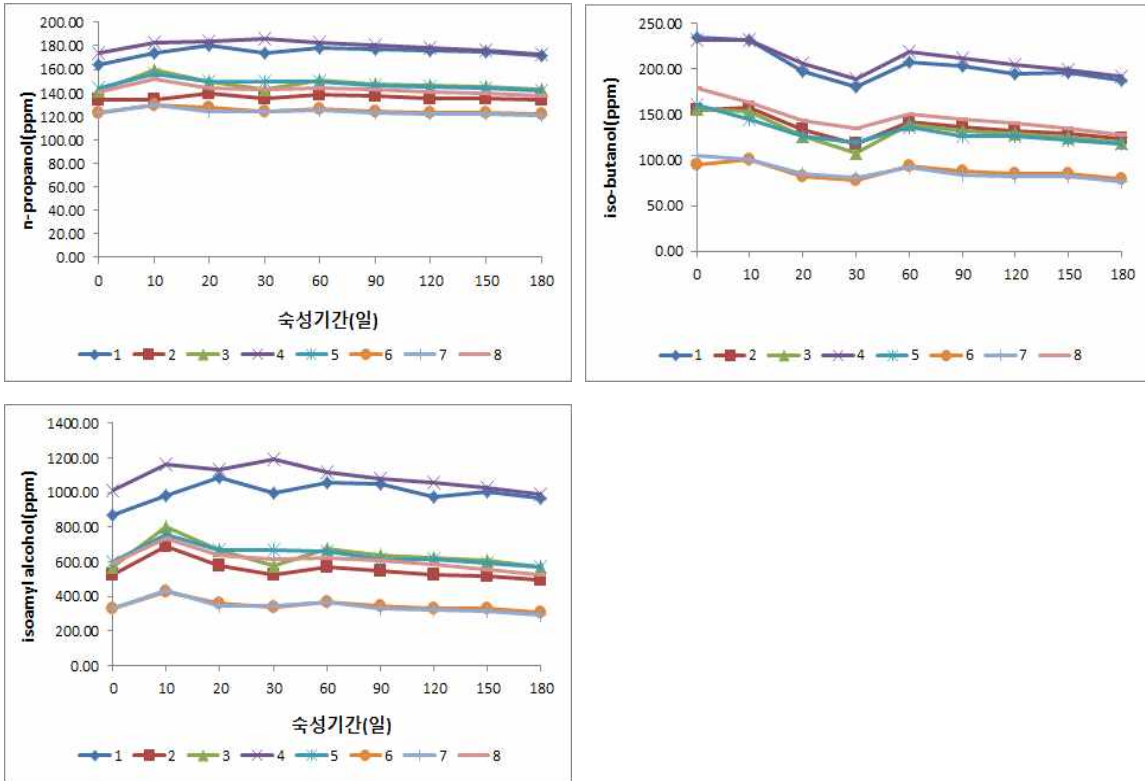
표 6. 증류주의 향아리 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화

비율	증류 조건	숙성 기간								
		0	10	20	30	60	90	120	150	180
A/B <sup>a</sup>	1	3.7	5.5	5.5	4.8	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2
	2	3.4	4.3	4.3	4.5	4.0	4.1	4.1	4.1	4.1
	3	3.6	5.2	5.2	5.4	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9
	4	4.4	5.4	5.5	4.8	5.1	5.1	5.1	5.9	5.1
	5	3.7	5.2	5.2	5.5	4.8	4.9	4.9	5.0	4.9
	6	3.5	4.3	4.3	5.6	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0
	7	3.1	4.3	4.5	4.4	3.9	4.0	4.0	4.0	3.9
	8	3.3	4.5	4.7	3.9	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
A/P	1	5.3	6.4	6.5	5.9	6.0	5.9	5.8	5.7	5.6
	2	3.9	4.6	4.7	3.8	4.2	4.0	4.0	3.9	3.8
	3	4.0	4.9	5.0	4.1	4.5	4.4	4.3	4.2	4.1
	4	5.8	6.5	6.5	6.0	6.2	5.5	5.9	5.8	5.7
	5	4.2	4.9	4.9	4.2	4.5	4.3	4.2	4.2	4.1
	6	2.7	3.3	3.3	3.4	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6
	7	2.7	3.5	3.0	2.6	2.9	2.7	2.7	2.7	2.5
	8	4.2	4.9	4.4	3.5	4.4	4.3	4.3	4.1	4.0
B/P	1	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
	2	1.2	1.1	1.1	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9
	3	1.1	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8
	4	1.3	1.2	1.2	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.1
	5	1.1	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
	6	0.8	0.8	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	7	0.9	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
	8	1.3	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9

<sup>a</sup>n - propanol(P), isobutyl alcohol(B), isoamyl alcohol(A)

## ② 증류주의 스테인리스 용기 숙성 기간별 fusel alcohol 분석

증류주의 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 fusel alcohol 분석결과는 그림 3와 같다. 증류주의 증류 직후 n-propanol, iso-butanol, isoamyl alcohol 분석 결과는 향아리와 같았으며 숙성 기간이 증가함에 따라 iso-butanol은 조금 감소하였지만 큰 변화가 없었으며 n-propanol, isoamyl alcohol 역시 큰 변화가 없었다. 이것은 스테인리스 용기 자체가 밀폐용기로써 휘발성 성분의 휘산이 거의 없기 때문으로 생각되며 휘산에 의한 성분의 감소나 에탄올과 물의 휘산에 의한 체적의 감소도 없을 것으로 추측된다.



※ 3반복 실험 결과

그림 3. 증류주의 스테인리스 용기 숙성기간에 따른 fusel alcohol 변화

다음으로 증류주의 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 fusel alcohol 비율은 표 7과 같다. 술덧을 증류한 직후 0일 차의 비율은 향아리와 동일했으며 이후 숙성기간이 증가함에 따른 n-propanol, iso-butanol, isoamyl alcohol의 변화는 크지 않았다.

표 7. 증류주의 스테인리스 용기 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화

비율	증류 조건	숙성 기간									
		0	10	20	30	60	90	120	150	180	
A/B <sup>a</sup>	1	3.7	4.2	5.5	5.5	5.1	5.2	5.0	5.1	5.1	
	2	3.4	4.3	4.3	4.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
	3	3.6	5.2	5.2	5.3	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	
	4	4.4	5.0	5.5	6.3	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	
	5	3.7	5.2	5.2	5.6	4.8	4.8	4.8	4.9	4.8	
	6	3.5	4.2	4.3	4.3	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	
	7	3.1	4.3	4.0	4.3	3.9	3.9	3.9	3.9	3.8	
	8	3.3	4.5	4.4	4.5	4.2	4.2	4.2	4.1	4.1	
A/P	1	5.3	5.6	6.0	5.7	5.9	5.9	5.5	5.8	5.6	
	2	3.9	5.1	4.1	3.9	4.1	4.0	3.9	3.8	3.7	
	3	4.0	5.1	4.4	4.0	4.5	4.3	4.3	4.2	4.0	
	4	5.8	6.4	6.1	6.4	6.1	6.0	5.9	5.8	5.7	
	5	4.2	4.9	4.5	4.5	4.4	4.2	4.2	4.1	4.0	

	6	2.7	3.3	2.8	2.7	2.9	2.7	2.6	2.7	2.5
	7	2.7	3.3	2.8	2.8	2.9	2.7	2.6	2.6	2.4
	8	4.2	4.9	4.4	4.3	4.3	4.2	4.1	4.0	3.8
B/P	1	1.4	1.3	1.1	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
	2	1.2	1.2	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9
	3	1.1	1.0	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8
	4	1.3	1.3	1.1	1.0	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1
	5	1.1	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
	6	0.8	0.8	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	7	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
	8	1.3	1.1	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9

#### 4) 숙성 기간별 증류주 유해물질 분석

증류주에 있어서 유해물질은 중 acetaldehyde는 알코올 발효의 부산물로서 미량으로 생성되는 자극취의 휘발성분이며 증류할 때 가열에 의해 술덧 중 아미노산과 당분이 반응하여 2차적으로 acetaldehyde나 iso-valeraldehyde 등 여러 종류의 알데히드가 생성된다. 보통 술지게미를 증류한 증류식소주에는 비교적 많은 양이 함유되며 나무통 저장을 하는 경우 나무통의 산화작용에 의해 알코올 일부가 산화되어 acetaldehyde가 증가 되는 것으로 알려져 있다. 다음으로 methanol은 원료의 펙틴질에서 유래하는 것으로 알려져 있으며, 통상적으로 고구마 또는 과실을 원료로 하는 주류에 많이 함유되어 있다. 곡류를 원료로 한 경우 거의 검출되지 않거나 미량이 검출된다. Furfural은 술지게미 중에 탄수화물(전분, 당분, 펜토산 등)의 가열 분해시 산과 가열에 의해서 생성되며 열을 많이 받는 증류말기에 증가한다. 보통은 증류할 때 술덧을 여과하지 않고 증류하거나 증류 끝 부분(후류)에 증류로 인해 술덧의 양이 줄어들면서 탄 냄새가 나고 furfural 성분이 많아져 자극취를 유발하므로 소주에 바람직하지 않다.

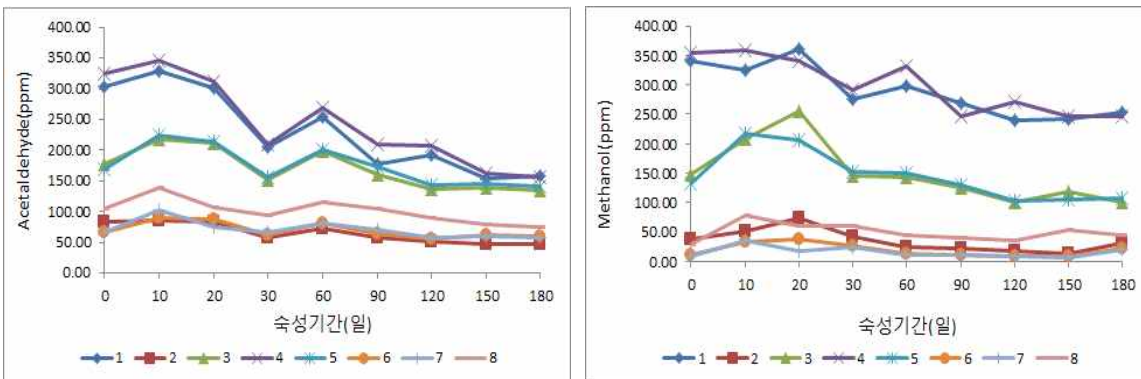
##### ① 증류주의 향아리 숙성 기간별 유해물질 분석

먼저 증류 직후 향아리 숙성기간에 따른 acetaldehyde, methanol, furfural 3가지 유해 물질에 대한 분석 결과는 그림 4과 같다. Acetaldehyde 증류 직후 0일차 분석에서는 증류조건에서 압력과 온도에 상관없이 초류커트 없이 본류를 30%를 받은 1, 4번 증류주에서 가장 높은 303.39, 325.39 ppm이 측정되었다. 이것은 시판 주류 중의 aldehyde 기준인 700 ppm (소주, 위스키, 브랜디, 일반 증류주)보다 낮은 것이었으며 특히 시험에 사용된 증류주가 희석을 하지 않은 원주로 알코올이 57.6, 59.9%로 매우 높기에 acetaldehyde도 높게 측정되었다. 다음으로 초류커트 없이 본류 만 50%를 받은 3, 5번 조건이 178.00, 168.72 ppm, 초류 7%를 받은 후 본류를 30% 받은 2, 8번 조건에서 84.31, 105.50 ppm 으로 초류커트 없이 본류 만 50% 받은 3, 5번조건과 유사하였다. 초류 7%를 받은 후 본류를 50% 받은 6, 7번 조건의 경우 가장 낮은 65.66, 66.26 ppm의 acetaldehyde가 측정되었다. 이것은 Lee 등의 입국을 이용한 감압증류시 전체 acetaldehyde 함량의 약 80% 정도가 초류 1%에서 검출되고 이

후 대부분이 초류에서 acetaldehyde가 증류되어 나온다는 실험결과로 유추했을 때 초류 컷트를 하지 않은 1, 4번에서 가장 높은 acetaldehyde이 나온 것을 알 수 있으며 초류 7%를 받은 후 본류를 30% 받은 2, 8번 조건과 초류컷트 없이 본류 만 50%를 받은 3, 5번 조건이 유사한 acetaldehyde이 나온 것도 확인 할 수 있었다. 숙성기간이 증가함에 따라 acetaldehyde은 감소하는 경향을 나타내었는데 이것은 배 등이 이야기 한 항아리에서의 숙성 중 휘발에 의해 acetaldehyde이 감소된다는 것과 같은 결과였다.

Methanol 역시 acetaldehyde와 비슷한 경향을 보였는데 1, 4번 증류주에서 가장 높은 340.79, 355.41 ppm이 측정되었으며 6, 7번 조건의 경우 가장 낮은 11.77, 9.57 ppm이 검출되었다. 증류과정에서 이것은 국세청에서 제시하고 있는 500 ppm에 비해 낮은 수치임을 알 수 있으며 숙성기간 중에는 항아리(a)와 스테인리스 용기(b) 모두 methanol이 조금씩 감소하는 경향을 보였으나 그 감소폭은 크지 않았다.

다음으로 furfural은 모든 조건에서 거의 생성되지 않았으며 당의 열분해에 의해 생성되는 화합물로 알려진 furfural은 감압 증류의 경우에 술덧의 비점이 낮아 가열에 의한 휘발성 성분 변화가 없었던 것으로 생각되며 이 등의 입국을 이용한 감압증류에서 furfural이 생성되지 않는다는 내용과 같았다(data not shown).

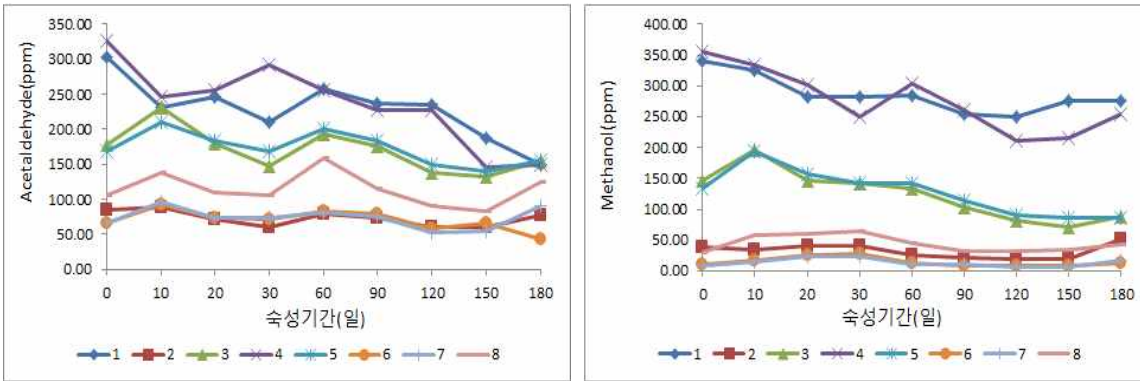


※ 3반복 실험 결과

그림 4. 증류주의 숙성기간에 따른 유해물질 변화

## ② 증류주의 스테인리스 용기 숙성 기간별 유해물질 분석

증류주의 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 유해물질 분석결과는 그림 5와 같다. 증류주의 증류 직후 acetaldehyde, methanol, furfural 분석 결과는 항아리와 비슷한 경향이었으며 숙성 기간이 증가함에 따라 acetaldehyde, methanol도 비슷한 양상으로 감소하였다. Furfural 역시 항아리 숙성과 비슷한 결과로 분석되지 않았다(data not shown).



※ 3반복 실험 결과

그림 5. 증류주의 숙성기간에 따른 유해물질 변화

### 5) 숙성 기간별 증류주의 향기성분 분석

술의 향기성분은 본질적으로는 누룩미생물이나 효모에 의해서 생성 되지만 소주 원료에 의해서도 크게 좌우된다. 양조효모가 생성하는 주된 향기성분은 알코올, 카르보닐 화합물, 유기산, 에스테르, 함황 화합물, 아민 등으로 이중 대부분의 소주에 함유되어 있는 주요한 성분은 에스테르류(예: 초산과 알코올이 결합한 초산에스테르류)와 지방산 에스테르, 초산에스테르이다. 소주 발효과정에서는 알코올 외에 퓨젤유(고급알코올)가 생성되며 이 퓨젤유 성분은 미량만으로도 소주의 풍미를 좌우하는 중요한 성분이 된다. 특히 이러한 성분들이 소주의 향기에 가장 큰 역할을 하며 방향족 화합물들도 소주의 풍미에 큰 영향을 미친다. 특히 2-phenyl alcohol은 장미향을 가지고 있는 중간비점의 향기성분으로 소주의 향기에 중요한 역할을 하고 있으며 초산에스테르, 특히 isoamyl acetate은 중요한 향기성분이며 isoamyl alcohol의 생성농도에 의존적이다. 초산이소아밀은 바나나향을 가지는 방향성분입니다. 또 다른 향기 성분인 ethyl caproate은 isoamyl acetate의 화려한 향기에 비해 묵직하고 중후한 향을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 이처럼 증류주의 관능에 있어 중요한 향기 성분에 대한 조사를 저장 기간별로 측정하였다.

#### ① 증류주의 향아리 숙성 기간별 향기성분 분석

증류주의 향아리 숙성에 따른 휘발성 향기성분을 SPME를 이용해 포집한 후 gas chromatography/mass spectrometry 동정한 결과 증류 직후 공통적으로 14개의 휘발성분이 확인되었고 표 8에 나타내었다. 증류 0일차의 경우 증류주 전체적으로 높은 분석 결과를 나타낸 것은 ethanol을 제외하고는 whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol이었다. 또한 부분적으로 초류 커트와 상관없이 본류를 50% 받은 3, 5, 6, 7 번 증류 조건에서 바나나향을 나타내는 isobutyl alcohol, pleasant fruit과 floral 향을 내는 ethyl octanoate, 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid, 장미향으로 원료 중의 phenylalanine으로부터 유래되며, 맥주의 방향족 알콜 성분 중 가장 중요한 향기성분으로 알려져 있는 phenylethyl alcohol과 본류를 할 수 없는 물질들이 다른 조건보다 높게 검출되었다. 다음으로 초류 커

트와 상관없이 본류를 30% 받은 1, 2, 4, 8번 증류 조건에서는 꽃향기처럼 좋은 향을 내는 n-propanol이 약하게 검출되었으며 50%를 받은 조건에서는 검출이 되지 않았다. 이것으로 보아 증류시 증류 수율 및 증류 시간에 따른 향기성분의 차이가 큰 것을 알 수 있었다.



표 8. 증류주의 0일 향기성분 분석

NO.	RT	Compound	(Relative peak area %)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.07	Acetaldehyde	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	96.37	95.23	91.36	97.08	91.61	85.33	88.22	95.28
3	4.33	n-Propanol	0.03	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.10	0.19	0.66	0.44	0.52	0.42	0.45	0.30
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.07	0.77	1.09	0.79	1.17	1.12	1.01	0.79
7	9.81	Hexanoic acid, ethylester	0.05	0.00	0.23	0.04	0.00	0.09	0.08	0.01
8	16.72	Ethyl octanoate	0.58	1.65	2.61	0.40	2.46	4.23	4.56	1.54
9	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.49	0.54	1.50	0.00	1.27	1.07	0.98	0.73
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.05	0.19	0.25	0.05	0.17	0.83	0.53	0.13
11	28.33	Dodecanoic acid, ethylester	0.06	0.14	0.08	0.04	0.08	1.16	0.30	0.14
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.03	0.23	0.31	0.03	0.47	1.08	0.87	0.14
13	33.45	Ethyl myristate	0.03	0.03	0.02	0.01	0.05	1.18	0.55	0.05
14	38.15	Ethyl palmitate	0.28	0.09	0.08	0.03	0.30	1.50	0.70	0.07
		others	0.85	0.91	1.81	0.00	1.90	1.98	1.76	0.78
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

증류주의 향아리 숙성기간에 따른 향기 성분 변화 분석은 표 9에 나타내었다. 1번 증류 조건의 경우 -60 cmHg 압력에 증류온도를 6

0℃로 한 한 초류를 제거하지 않고 본류만 30%를 받은 것으로 초류 성분의 다양한 향기 성분들이 증류주로 유입되었을 것으로 생각한다. 증류 0일차에 ethanol을 제외하고 isoamyl alcohol이 가장 높았으며 이외에는 ethyl octanoat가 높았다. 이중 whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol은 증류 0일차 이후에 조금 증가하는 경향을 보였으며 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid는 조금 감소하는 경향을 나타내었다. 과일 향과 꽃잎 향 그리고 oil 향 특성을 나타내는 dodecanoic acid과 꽃향기처럼 좋은 향을 내는 n-Propanol 숙성 기간에 따라 조금씩 증가하였다.

그 외에도 acetaldehyde는 발효과정 중 ethyl alcohol의 효모에 의한 산화나 아미노산으로부터 탈아미노, 탈카르복실기에 의하여 생성된다. Ether와 같은 강한 자극취를 나타내는 acetaldehyde는 청주, 맥주, 일본소주에서도 검출된 성분이나 특히 맥주의 미숙취로 알려져 있으며 본 실험에서 숙성기간동안 아주 적은양이 검출되었다. 바나나향을 나타내며 술덧중의 RPline으로부터 생성된 isobutyl alcohol은 숙성기간동안 조금씩 증가하였으며 이것이 증류주의 향미 형성에 관여한 것으로 추측된다. Pleasant fruit과 floral 향을 내는 ethyl octanoate는 숙성기간동안 큰 변화가 없었으며 유기산 성분 중 acetic acid는 자극취를 나타내는 산미로 숙성과정중에 조금 상승하였다. Phenylethyl alcohol은 장미향으로 원료 중의 phenylalanine으로부터 유래되며, 맥주의 방향족 알콜성분 중 가장 중요한 향기성분으로 알려져 있는데, 본 실험에서는 숙성기간에 따라 조금씩 증가하였다.

2번 증류 조건의 경우 -50 cmHg 압력에 증류온도를 60℃로 한 한 초류를 7% 받아 제거한 후 본류를 30%를 받은 것으로 알코올 도수가 약간 낮고 초류의 향미 성분들이 많이 제거되었을 것으로 추측된다. 증류 0일차에 ethanol을 제외하고 isoamyl alcohol이 가장 높았으며 이외에는 코냑 및 와인 등에 존재하는 브랜디 향기가 있는 ethyl octanoat는 높았다. 이중 whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol은 증류 0일차 이후에 조금 증가하는 경향을 보였으며 달콤하면서 견과류의 향 특성을 나타내는 decanoic acid는 숙성기간에 따라 증가 하였다. 과일 향과 꽃잎 향 그리고 oil 향 특성을 나타내는 dodecanoic acid은 숙성기간이 지나면서 큰 변화가 없었으며 꽃향기처럼 좋은 향을 내는 n-propanol 숙성 기간에 따라 감소하였다.

그 외에도 acetaldehyde는 본 실험에서 숙성기간동안 검출이 되지 않았는데 이것은 증류시 초류를 제거했기 때문으로 추측된다. 바나나향을 나타내는 isobutyl alcohol은 숙성기간동안 조금씩 증가하였으며 ethyl octanoate는 숙성기간동안 조금 감소하였으며 유기산 성분 중 acetic acid는 큰 변화가 없었다. Phenylethyl alcohol 역시 큰 변화가 없었다. 이러한 향기성분 분석에서 가장 중요한 것은 향기의 비율 보다는 향기의 강도이기 때문에 여기에서 높은 %를 차지했다고 해서 주요 향기 성분으로 볼 수는 없을 것이다.

표 9. 증류주의 향아리 숙성기간에 따른 향기성분 변화 분석

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	1								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.02
2	2.28	Ethanol	96.37	95.39	96.65	95.31	94.83	94.21	94.14	92.75	92.45
3	4.33	n-Propanol	0.03	0.01	0.03	0.01	0.10	0.07	0.13	0.27	0.25
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.10	0.50	0.16	0.57	0.65	0.81	0.80	0.92	0.85
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.07	0.85	0.98	1.04	1.61	1.40	1.23	2.20	2.28
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.05	0.06	0.00	0.03	0.04	0.03	0.04	0.02	0.03
8	16.72	Ethyl octanoate	0.58	0.56	0.63	0.38	0.63	0.41	0.45	0.55	0.54
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.49	0.00	0.39	0.71	0.35	0.05	0.14	0.10	0.21
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.05	0.08	0.04	0.07	0.07	0.10	0.10	0.12	0.25
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.06	0.10	0.05	0.19	0.10	0.11	0.15	0.15	0.23
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.03	0.05	0.03	0.08	0.09	0.11	0.10	0.15	0.22
13	33.45	Ethyl myristate	0.03	0.10	0.02	0.04	0.03	0.05	0.05	0.25	0.14
14	38.15	Ethyl palmitate	0.28	0.43	0.20	0.59	0.53	0.63	0.52	0.51	0.62
		others	0.85	1.87	0.82	0.95	0.96	2.03	2.15	1.98	1.91
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	2								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04
2	2.28	Ethanol	95.23	93.62	93.11	93.94	93.37	93.05	92.95	91.48	92.42
3	4.33	n-Propanol	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.6	0.26
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.19	0.05	0.22	0.25	0.27	0.46	0.60	0.76	0.59
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.77	0.82	0.75	0.95	1.40	1.43	1.50	2.17	1.60
7	9.81	Hexanoic acid, ethylester	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0	0
8	16.72	Ethyl octanoate	1.65	1.85	1.54	1.35	1.33	1.25	1.23	1.57	1.35
9	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.54	1.69	1.94	1.67	1.91	2.02	2.10	1.85	2.22
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.19	0.20	0.24	0.16	0.16	0.19	0.20	0.25	0.26
11	28.33	Dodecanoic acid, ethylester	0.14	0.15	0.18	0.13	0.34	0.35	0.24	0.34	0.24
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.23	0.21	0.26	0.25	0.25	0.24	0.24	0.21	0.15
13	33.45	Ethyl myristate	0.03	0.03	0.04	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.11
14	38.15	Ethyl palmitate	0.09	0.16	0.15	0.12	0.17	0.19	0.20	0.21	0.35
		others	0.91	1.20	1.55	1.07	0.71	0.73	0.64	0.43	0.39
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

3번 증류 조건의 경우 -60 cmHg 압력에 증류온도를 50℃로 한 한 초류를 제거하지 않고 본류만 50%를 받은 것으로 초류 성분의 다양한 향기 성분들이 증류주로 유입되었을 것이며 이후 후류의 나쁜 향기 성분들도 같이 증류 되었을 것으로 생각한다. 증류 0일차에는 특이하게 코냑 및 와인 등의 등에 존재하는 브랜디 향기가 있는 ethyl octanoate가 가장 높았으며 whiskey 향이 나는 isoamyl alcohol이 다음으로 높았다. Isoamyl alcohol은 증류 0일차 이후에 조금 증가하는 경향을 보였으며 decanoic acid는 큰 변화가 없었다. Dodecanoic acid은 숙성기간이 지나면서 증가하였으며 n-Propanol 역시 아주 소량이나마 숙성 기간에 따라 조금씩 증가하였다. Isobutyl alcohol은 숙성기간동안 조금씩 증가하였으며 유기산 성분 중 acetic acid는 변화가 없었다. Phenylethyl alcohol은 조금씩 감소하였다. Ester중 부드러운 향을 나타내는 ethyl palmitate는 숙성 기간이 지날수록 큰 변화가 없었다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	3								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.05
2	2.28	Ethanol	91.36	91.37	91.38	91.17	91.25	91.36	90.98	90.12	91.33
3	4.33	n-Propanol	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.03	0.29	0.28
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.66	0.66	0.77	0.91	0.76	0.80	0.85	0.79	0.89
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.09	0.99	1.10	1.61	1.74	1.60	1.40	2.08	1.490
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.23	0.11	0.24	0.21	0.25	0.23	0.24	0.21	0.25
8	16.72	Ethyl octanoate	2.61	2.93	2.59	2.10	2.05	2.38	2.64	2.15	2.22
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	1.50	1.65	1.52	1.52	1.77	1.74	1.49	1.59	1.80
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.25	0.23	0.25	0.24	0.23	0.22	0.17	0.20	0.23
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.08	0.11	0.07	0.04	0.09	0.09	0.11	0.11	0.20
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.31	0.29	0.27	0.37	0.30	0.27	0.26	0.13	0.18
13	33.45	Ethyl myristate	0.02	0.03	0.02	0.06	0.06	0.03	0.05	0.02	0.03
14	38.15	Ethyl palmitate	0.08	0.10	0.08	0.08	0.06	0.08	0.07	0.06	0.09
		others	1.81	1.53	1.71	1.68	1.31	1.14	1.70	2.23	0.96
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

4번 증류 조건의 경우 -50 cmHg 압력에 증류온도를 50℃로 한 한 초류를 제거하지 않고 본류를 30%를 받은 것으로 isoamyl alcohol이 가장 높았으며 ethyl octanoAP과 과일 에센스의 원료로 사용되는 Isobutyl alcohol이 두번째로 높았다. 그 외에 나머지는 큰 부분을 차지하는 것이 향기 성분이 없었으며 그 중에서 decanoic acid, dodecanoic acid, acetic acid,은 숙성기간이 지나면서 증가하였다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	4								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	96.33	96.50	97.00	96.49	96.66	96.12	96.65	95.42	95.20
3	4.33	n-Propanol	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.04
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.44	0.48	0.44	0.46	0.49	0.46	0.51	0.86	0.68
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.79	1.08	0.85	1.15	1.03	1.36	1.31	1.89	2.26
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.04	0.00	0.04	0.04	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00
8	16.72	Ethyl octanoate	0.40	0.56	0.49	0.27	0.46	0.36	0.34	0.25	0.30
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.00	0.40	0.16	0.45	0.54	0.42	0.37	0.40	0.35
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.10	0.11	0.08
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.04	0.04	0.05	0.08	0.06	0.10	0.14	0.14	0.10
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.08	0.04
13	33.45	Ethyl myristate	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.05	0.03	0.07	0.11
14	38.15	Ethyl palmitate	0.03	0.04	0.04	0.07	0.05	0.03	0.05	0.06	0.04
		others	0.75	0.77	0.83	0.87	0.55	0.93	0.46	0.61	0.78
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

5번 증류 조건의 경우 -50 cmHg 압력에 증류온도를 60°C로 한 한 초류를 제거하지 않고 본류만 50%를 받은 것으로 초류 성분의 다양한 향기 성분들이 증류주로 유입되었을것으며 이후 후류의 나쁜 향기 성분들도 같이 증류 되었을 것으로 생각한다. 증류 0일차에는 ethyl octanoat이 가장 높았으며 isoamyl alcohol과 decanoic acid가 높은 비율을 나타내었다. 특히 ethyl octanoat가 높았던 것은 후류를 받은 3번 조건으로 ethyl octanoat가 후류에서 많이 나오는 것을 알수 있었다. Isobutyl alcohol, ethyl palmitate는 숙성기간이 증가하면서 상승하였으며 ethyl octanoate, acetic acid, phenylethyl alcohol은 변화가 없었다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	5								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01
2	2.28	Ethanol	91.61	92.54	90.17	91.16	90.59	90.24	90.75	90.32	90.57
3	4.33	n-Propanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.52	0.50	0.75	0.75	0.85	0.98	0.77	0.61	0.71
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.17	1.20	1.04	1.25	1.49	1.26	1.47	2.20	2.13
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.00	0.00	0.20	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01	0.02
8	16.72	Ethyl octanoate	2.46	2.63	2.71	2.52	2.55	2.85	2.59	2.30	2.21
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	1.27	1.33	2.20	1.30	1.50	1.74	1.35	1.22	1.29
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.17	0.14	0.21	0.15	0.33	0.20	0.11	0.12	0.15
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.08	0.07	0.13	0.49	0.33	0.58	0.57	0.47	0.50
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.47	0.24	0.42	0.48	0.46	0.47	0.50	0.32	0.25
13	33.45	Ethyl myristate	0.05	0.04	0.07	0.06	0.07	0.05	0.05	0.04	0.02
14	38.15	Ethyl palmitate	0.30	0.26	0.40	0.56	0.55	0.75	0.83	0.76	0.65
		others	1.90	1.05	1.71	1.25	1.24	0.85	0.96	1.61	1.49
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

6번 증류 조건의 경우 -50 cmHg 압력에 증류온도를 50℃로 한 한 초류를 7% 받고 본류를 50%를 받은 것으로 알코올 도수가 함량이 낮았고 이중 ethyl octanoat가 가장 높았고 나머지 향기성분들도 많은 %를 차지하였다. 하지만 이러한 향기성분들이 많다고 해서 좋은 향을 가지는 것은 아니기에 숙성 기간동안의 변화를 보면 isobutyl alcohol, decanoic acid은 숙성기간동안 증가하였으나 대부분의 향기성분들은 감소하는 경향을 나타내었다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	6								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2	2.28	Ethanol	85.33	86.77	88.31	86.90	87.01	86.86	87.29	88.12	87.50
3	4.33	n-Propanol	0.00	0.00	0.00	0.06	0.08	0.00	0.00	0.05	0.07
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.42	0.30	0.26	0.59	0.55	0.67	0.69	0.80	0.46
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.12	1.26	0.90	1.64	1.70	1.57	1.48	1.43	2.07
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.09	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02
8	16.72	Ethyl octanoate	4.23	4.60	3.93	4.51	4.42	4.27	4.00	3.98	4.15
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	1.07	1.49	2.04	1.77	1.56	1.82	2.20	1.98	2.02
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.83	0.53	0.44	0.43	0.47	0.49	0.44	0.42	0.40
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	1.16	0.39	0.51	0.51	0.49	0.43	0.33	0.23	0.30
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	1.08	1.09	0.74	0.72	0.75	0.75	0.73	0.65	0.60
13	33.45	Ethyl myristate	1.18	0.53	0.52	0.54	0.39	0.46	0.51	0.20	0.32
14	38.15	Ethyl palmitate	1.50	0.89	0.73	0.65	0.83	0.79	0.64	0.50	0.62
		others	1.98	2.15	1.61	1.66	1.72	1.86	1.65	1.60	1.44
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



7번 증류 조건의 경우 -60 cmHg 압력에 증류온도를 60°C로 한 한 초류를 7% 제거 한 후 본류만 50%를 받은 것으로 초류 성분의 다양한 향기 성분들이 제거 되었으며 이후 후류의 나쁜 향기 성분들이 많이 함유 되었을 것으로 생각한다. 증류 0일차에는 ethyl octanoat이 가장 높았으며 숙성기간중에 증가하였다. Isoamyl alcohol과 decanoic acid가 높은 비율을 나타내었으며 숙성 기간중에 증가하였다. Isobutyl alcohol, ethyl palmitate, acetic acid는 숙성기간이 증가하면서 변화가 없었다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	7								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02
2	2.28	Ethanol	88.22	82.49	84.46	84.85	85.72	83.70	83.92	84.30	84.55
3	4.33	n-Propanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.45	0.34	0.35	0.35	0.33	0.31	0.33	0.30	0.24
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.01	1.44	1.30	1.77	1.49	1.89	1.37	1.29	1.66
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.08	0.00	0.00	0.03	0.04	0.03	0.03	0.00	0.01
8	16.72	Ethyl octanoate	4.56	7.26	6.52	5.97	5.57	6.68	6.44	5.95	6.11
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.98	2.26	1.85	1.95	1.51	2.02	2.13	2.50	2.15
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.53	0.62	0.60	0.53	0.59	0.57	0.51	0.60	0.51
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.30	0.53	0.40	0.53	0.59	0.54	0.68	0.60	0.62
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.87	0.85	0.91	0.85	0.88	0.86	0.84	0.99	0.75
13	33.45	Ethyl myristate	0.55	0.67	0.60	0.66	0.67	0.64	0.66	0.12	0.45
14	38.15	Ethyl palmitate	0.70	0.98	0.85	0.71	0.67	0.68	0.69	0.70	0.60
		others	1.76	2.56	2.17	1.80	1.93	2.07	2.39	2.58	2.33
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

8번 증류 조건의 경우 -60 cmHg 압력에 증류온도를 50℃로 한 한 초류를 7% 받고 본류를 30%를 받은 것으로 이중 ethyl octanoat가 가장 높았고 다음으로 isoamyl alcohol이 가장 많았다. Ethyl octanoate는 숙성기간동안 감소하였으며 isobutyl alcohol, dodecanoic acid, phenylethyl alcohol은 숙성 기간에 따라 변화가 없었다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	8								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	95.28	92.42	93.48	93.68	92.78	92.67	92.73	91.89	91.47
3	4.33	n-Propanol	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.30	0.34	0.30	0.40	0.39	0.41	0.37	0.48	0.53
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.79	0.79	0.77	0.91	0.80	1.12	1.21	1.35	2.03
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.01	0.05	0.04	0.02	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02
8	16.72	Ethyl octanoate	1.54	1.86	1.61	1.47	1.43	1.23	1.20	1.12	1.30
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.73	1.91	1.62	1.30	1.72	1.96	1.81	2.05	1.93
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.13	0.24	0.20	0.21	0.17	0.21	0.23	0.18	0.20
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.14	0.22	0.15	0.17	0.16	0.19	0.19	0.15	0.18
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.14	0.22	0.20	0.13	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12
13	33.45	Ethyl myristate	0.05	0.15	0.07	0.08	0.09	0.09	0.06	0.13	0.06
14	38.15	Ethyl palmitate	0.07	0.23	0.13	0.06	0.08	0.05	0.05	0.10	0.05
		others	0.78	1.59	1.40	1.56	2.19	1.89	1.97	2.36	2.52
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

② 증류주의 스테인리스 용기 숙성 기간별 향기성분 분석

증류주의 스테인리스 용기 숙성기간에 따른 향기성분 변화 분석은 표 10에 제시하였다. 증류조건 8개 모두 20일까지 큰 변화 없이 처음 0일 향기성분 분석결과를 유지하였다. 1번 증류 조건의 경우 -60 cmHg 압력에 증류온도를 60℃로 한 초류를 제거하지 않고 본류만 30%를 받은 것으로 Isoamyl alcohol이 가장 많은 부분을 차지하였으며 숙성 기간동안 증가하였다. 숙성 기간동안 증가한 향기 성분은 n-Propanol, Hexanoic acid, Ethyl palmitate 였으며 대부분의 성분들은 큰 변화가 없었다. 이것은 향아리의 성분 변화와 약간 다른 것으로 향아리의 경우 공기의 통기성으로 산화로 빠르게 진행되어 성분 변화가 일어난 것으로 추측된다.

표 10. 증류주의 스테인리스 용기 숙성기간에 따른 향기성분 변화 분석

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	1									
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일	
1	1.07	Acetaldehyde	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03	0.05
2	2.28	Ethanol	96.37	96.03	96.13	95.71	95.75	95.63	95.68	94.70	94.83	
3	4.33	n-Propanol	0.03	0.01	0.03	0.02	0.05	0.03	0.05	0.12	0.27	
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.10	0.12	0.14	0.12	0.27	0.12	0.15	0.25	0.19	
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.07	0.99	0.98	0.98	0.88	1.01	1.03	1.43	1.28	
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.05	0.72	0.52	0.53	0.54	0.74	0.72	0.48	0.54	
8	16.72	Ethyl octanoate	0.58	0.59	0.63	0.97	0.62	0.60	0.60	0.51	0.63	
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.49	0.32	0.39	0.35	0.47	0.40	0.35	0.41	0.32	
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.05	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.06	
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.06	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.07	0.06	0.05	
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.03	0.02	0.03	0.05	0.11	0.08	0.04	0.07	0.05	
13	33.45	Ethyl myristate	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04	0.10	0.08	
14	38.15	Ethyl palmitate	0.28	0.25	0.20	0.32	0.35	0.28	0.36	0.40	0.41	
		others	0.85	0.85	0.84	0.85	0.87	0.99	0.87	1.39	1.21	
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

2번 증류 조건의 경우 -50 cmHg 압력에 증류온도를 60℃로 한 한 초류를 7% 받아 제거한 후 본류를 30%를 받은 것으로 가장 많은 성분은 ethyl octanoate 였으며 다음으로 isoamyl alcohol 이었다. 숙성기간동안 증가한 향기성분은 ethyl octanoate, decanoic acid 였으며 대부분은 큰 변화가 없었다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	2								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	95.23	93.62	94.13	93.84	93.80	93.67	93.65	92.95	92.91
3	4.33	n-Propanol	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.19	0.02	0.06	0.05	0.04	0.06	0.00	0.06	0.06
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.07	0.03	0.02
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.77	0.82	0.76	0.78	0.85	0.86	0.75	1.00	1.19
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
8	16.72	Ethyl octanoate	1.65	1.85	1.78	1.85	1.90	1.84	1.96	1.85	1.91
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.54	1.69	1.52	1.67	1.91	2.02	2.03	1.98	1.83
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.19	0.20	0.19	0.16	0.16	0.19	0.20	0.15	0.18
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.14	0.15	0.12	0.13	0.14	0.15	0.18	0.12	0.16
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.23	0.21	0.21	0.25	0.25	0.24	0.24	0.15	0.21
13	33.45	Ethyl myristate	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.05	0.06	0.11
14	38.15	Ethyl palmitate	0.09	0.16	0.09	0.12	0.17	0.19	0.20	0.24	0.32
		others	0.91	1.24	1.13	1.07	0.71	0.73	0.64	1.38	1.07
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

3번 증류 조건의 경우 -60 cmHg 압력에 증류온도를 50℃로 한 한 초류를 제거하지 않고 본류만 50%를 받은 것으로 ethyl octanoat이 가장 높았으며 isoamyl alcohol이 다음으로 높았다. Isoamyl alcohol은 증류 0일차 이후에 조금 증가하는 경향을 보였으며 decanoic acid와 dodecanoic acid은 큰 변화가 없었다. n-Propanol 역시 아주 소량이나마 숙성 기간에 따라 조금씩 증가하였다. Isobutyl alcohol은 숙성기간 동안 조금씩 감소하였으며 유기산 성분 중 acetic acid는 변화가 없었다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	3								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02
2	2.28	Ethanol	91.36	92.68	92.56	92.25	92.58	92.12	92.16	91.44	92.15
3	4.33	n-Propanol	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.03	0.03	0.03
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.66	0.21	0.21	0.25	0.23	0.28	0.31	0.31	0.28
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.09	1.18	1.15	1.25	1.20	1.15	1.23	1.13	1.09
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	16.72	Ethyl octanoate	2.61	2.93	2.81	2.51	2.35	2.60	2.98	2.75	2.83
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	1.50	1.37	1.23	1.50	1.74	1.85	1.50	1.62	1.53
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.25	0.20	0.21	0.21	0.25	0.23	0.20	0.21	0.27
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.08	0.07	0.07	0.05	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.31	0.24	0.23	0.30	0.35	0.28	0.27	0.21	0.30
13	33.45	Ethyl myristate	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.02	0.03
14	38.15	Ethyl palmitate	0.08	0.05	0.06	0.08	0.07	0.06	0.08	0.06	0.08
		others	1.81	1.03	1.44	1.56	1.11	1.26	1.10	2.11	1.32
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

4번 증류 조건의 경우 -50 cmHg 압력에 증류온도를 50℃로 한 한 초류를 제거하지 않고 본류를 30%를 받은 것으로 isoamyl alcohol이 가장 높았으며 ethyl octanoAP과 과실 에센스의 원료로 사용되는 Isobutyl alcohol이 두번째로 높았다. 숙성기간이 지나면서 isoamyl alcohol, decanoic acid는 증가하였으나 나머지 성분들은 큰 변화가 없었다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	4								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
2	2.28	Ethanol	96.33	96.89	97.26	96.77	96.65	96.54	96.58	96.20	96.00
3	4.33	n-Propanol	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.04	0.05	0.05
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.44	0.35	0.13	0.41	0.44	0.42	0.50	0.47	0.52
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.02
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.79	1.00	0.87	1.01	1.10	1.03	1.08	1.32	1.35
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.04	0.04	0.00	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.05
8	16.72	Ethyl octanoate	0.40	0.44	0.50	0.37	0.42	0.38	0.37	0.32	0.31
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.00	0.31	0.30	0.35	0.32	0.40	0.35	0.36	0.36
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.05	0.04	0.06	0.04
13	33.45	Ethyl myristate	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.0
14	38.15	Ethyl palmitate	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05
		others	0.75	0.79	0.77	0.87	0.85	0.95	0.86	0.98	1.12
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

5번 증류 조건의 경우 -50 cmHg 압력에 증류온도를 60°C로 한 한 초류를 제거하지 않고 본류만 50%를 받은 것으로 초류 성분의 다양한 향기 성분들이 증류주로 유입되었을것으며 이후 후류의 나쁜 향기 성분들도 같이 증류 되었을 것으로 생각한다. 증류 0일차에는 ethyl octanoat이 가장 높았으며 isoamyl alcohol과 decanoic acid가 높은 비율을 나타내었다. 숙성기간동안 증가한 것은 ethyl octanoate, decanoic acid, acetic acid였으나 향아리에서는 변화가 없었던 것으로 숙성용기에 따른 변화는 좀 더 연구가 되어야 할 것이다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	5								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
2	2.28	Ethanol	91.61	92.38	91.31	92.00	91.58	91.29	91.83	91.35	91.20
3	4.33	n-Propanol	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.52	0.21	0.48	0.52	0.58	0.65	0.53	0.81	0.85
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.17	1.37	1.09	1.08	1.18	1.06	1.15	1.33	1.41
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.00	0.00	0.13	0.12	0.16	0.12	0.15	0.12	0.10
8	16.72	Ethyl octanoate	2.46	2.79	2.88	2.85	2.78	2.95	2.90	2.84	3.01
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	1.27	1.23	1.63	1.50	1.62	1.73	1.45	1.55	1.52
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.17	0.15	0.19	0.18	0.17	0.20	0.23	0.25	0.20
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.08	0.05	0.09	0.10	0.12	0.09	0.08	0.10	0.08
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.47	0.19	0.26	0.25	0.30	0.28	0.35	0.30	0.35
13	33.45	Ethyl myristate	0.05	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.03	0.04	0.05
14	38.15	Ethyl palmitate	0.30	0.11	0.28	0.30	0.28	0.32	0.33	0.30	0.35
		others	1.90	1.48	1.58	1.07	1.19	1.26	0.96	0.99	0.85
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

6번 증류 조건의 경우 -50 cmHg 압력에 증류온도를 50°C로 한 한 초류를 7% 받고 본류를 50%를 받은 것으로 알코올 도수가 함량이 낮았고 이중 ethyl octanoat가 가장 높았고 나머지 향기성분들도 많은 %를 차지하였다. 숙성 기간동안의 변화를 보면 isobutyl alcohol, acetic acid는 감소하였으며 decanoic acid은 숙성기간동안 증가하였으나 대부분의 향기성분들은 큰 변화를 보이지 않았다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	6								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	85.33	86.91	86.38	86.20	86.35	85.40	85.89	86.29	86.06
3	4.33	n-Propanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.05
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.42	0.18	0.05	0.06	0.05	0.03	0.04	0.05	0.08
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.12	1.01	1.38	1.35	1.25	1.32	1.05	1.32	1.57
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
8	16.72	Ethyl octanoate	4.23	4.32	4.33	4.50	4.35	4.29	4.12	4.10	4.12
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	1.07	1.93	0.13	1.37	1.15	1.74	1.79	1.68	1.70
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.83	0.45	0.69	0.68	0.75	0.69	0.55	0.56	0.50
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	1.16	0.72	1.29	1.15	1.21	1.18	1.29	1.32	1.30
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	1.08	1.07	1.39	1.00	1.25	1.38	1.27	1.27	1.25
13	33.45	Ethyl myristate	1.18	0.73	1.37	1.12	1.20	1.15	1.20	1.21	1.28
14	38.15	Ethyl palmitate	1.50	0.67	1.14	1.25	1.30	1.21	1.15	1.12	1.10
		others	1.98	2.01	1.85	1.32	1.14	1.61	1.65	1.00	1.50
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



7번 증류 조건의 경우 -60 cmHg 압력에 증류온도를 60℃로 한 한 초류를 7% 제거 한 후 본류만 50%를 받은 것으로 초류 성분의 다양한 향기 성분들이 제거 되었으며 이후 후류의 나쁜 향기 성분들이 많이 함유 되었을 것으로 생각한다. 증류 0일차에는 ethyl octanoat이 가장 높았으며 숙성 기간중에 증가하였다. Isoamyl alcohol과 decanoic acid가 높은 비율을 나타내었으며 ethyl palmitate, acetic acid와 함께 숙성 기간중에 증가하였다. Isobutyl alcohol는 숙성기간이 증가하면서 변화가 없었다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	7								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
2	2.28	Ethanol	88.22	83.47	84.12	84.30	84.51	83.20	83.52	83.81	83.81
3	4.33	n-Propanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.45	0.40	0.42	0.41	0.48	0.41	0.42	0.46	0.46
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.01	1.37	1.38	1.45	1.30	1.45	1.35	2.13	2.13
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.08	0.13	0.18	0.14	0.16	0.17	0.17	0.14	0.14
8	16.72	Ethyl octanoate	4.56	4.29	4.78	4.58	4.57	4.80	4.85	4.90	4.81
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.98	1.66	1.13	1.20	1.21	1.42	1.37	1.40	1.51
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.53	0.87	0.81	0.84	0.90	0.93	0.89	0.91	0.90
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.30	0.69	0.58	0.54	0.59	0.62	0.63	0.61	0.64
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.87	1.32	1.25	1.42	1.30	1.35	1.30	1.40	1.42
13	33.45	Ethyl myristate	0.55	1.08	0.97	0.94	0.12	0.93	0.84	0.80	0.85
14	38.15	Ethyl palmitate	0.70	1.21	1.08	1.02	1.04	1.09	1.05	1.02	1.06
		others	1.76	3.52	3.30	3.15	3.81	3.62	3.60	2.39	2.25
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

8번 증류 조건의 경우 -60 cmHg 압력에 증류온도를 50℃로 한 한 초류를 7% 받고 본류를 30%를 받은 것으로 이중 ethyl octanoat가 가장 높았고 다음으로 isoamyl alcohol이 가장 많았다. Ethyl octanoate, dodecanoic acid는 숙성기간동안 증가하였으며 isobutyl alcohol, phenylethyl alcohol은 숙성 기간에 따라 변화가 없었다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	8								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	95.28	94.52	94.13	93.28	93.54	93.50	93.12	93.05	93.06
3	4.33	n-Propanol	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.30	0.31	0.26	0.32	0.28	0.26	0.28	0.21	0.28
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.06
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.79	0.82	0.89	0.90	0.92	0.90	0.94	0.89	1.50
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.01	0.04	0.00	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05
8	16.72	Ethyl octanoate	1.54	0.49	1.79	1.89	1.80	2.01	2.05	2.24	1.42
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.73	0.88	1.33	1.35	1.47	1.49	1.41	1.42	1.48
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.13	0.00	0.17	0.18	0.20	0.17	0.25	0.25	0.23
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.14	1.88	0.10	0.12	0.18	0.21	0.23	0.25	0.28
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.14	0.22	0.16	0.15	0.18	0.18	0.15	0.16	0.18
13	33.45	Ethyl myristate	0.05	0.17	0.07	0.09	0.09	0.08	0.10	0.08	0.10
14	38.15	Ethyl palmitate	0.07	0.22	0.10	0.09	0.12	0.09	0.12	0.09	0.11
		others	0.78	0.45	0.99	1.61	1.19	1.07	1.30	1.27	1.25
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

## 6) 숙성 기간별 증류주의 관능평가

증류주에 있어 최종적인 평가는 관능검사는 통해 하고 있으며 주류의 외관과 풍미를 인간의 감각을 통해서 객관적으로 측정함으로써 그 신뢰를 높일 수 있다. 술 품질인증제에 사용된 관능표를 이용해서 농업기술원의 훈련된 관능 평가원들로 하여금 1-9의 강도로 표시하게 한 후 그 평균값을 구하여 표로 나타내었다.

### ① 증류주의 향아리 숙성 기간별 관능평가 분석

증류주의 향아리 숙성 기간별 관능평가 결과는 표 11과 같다. 증류가 끝난 후의 알코올을 25%로 조정 후의 관능은 -60 cmHg, 증류온도 60℃, 초류와 본류를 동시에 30% 받은 1번 조건이 전체적인 기호도와 종합적 평가에서 가장 좋은 관능평가를 받았으며 두 번째로 1번과 같은 조건에서 압력만 -50 cmHg 이었던 4번 조건이 관능이 좋았다. 또한 반대로 본류를 50%를 받은 증류주인 3번, 6번 7번 조건이 낮은 관능평가를 보였다. 이것은 본류 30%만 받은 조건은 전체적으로 높은 알코올을 기본으로 증류시에 후류를 적게 받으면서 후류에서 생성되는 가스나 알데히드류를 받지 않아서로 생각되며 관능평가가 낮았던 조건인 본류 50%를 받은 것은 후류에서 생성되는 각종 가스나 알데히드류 및 유황 화합물이 관능에 부정적인 영향을 미친 것으로 생각한다. 이후 숙성과정에도 큰 차이 없이 증류 초기의 관능 결과가 숙성 180일 까지 이어졌다.

이것은 일반적으로 증류 직후의 증류주는 자극적인 냄새와 맛의 풍미가 거칠어서 음용하기가 어렵지만 향아리 숙성을 통해 향미성분의 산화적 조건하에서 자극적인 가스 취 성분인 휘발성의 알데히드류와 유황 화합물이 없어지고 에스테르류가 생성되면서 방향이 증가된다고 알려져 있으며 특히 향아리 숙성 과정 중 총산의 증가, pH의 상승, 총 에스테르 및 총 알데히드의 감소는 물이나 에탄올이 향아리 벽면에서 휘발에 따른 농축효과, 저비점 성분의 휘산, 알칼리 금속과 알칼리토금속의 향아리로 부터의 용출, 에스테르류의 가수분해, 불포화 지방산류의 산화분해 등으로 관능이 변한다고 알려져 있다. 하지만 전체적인 관능에서는 초기 증류시의 관능평가 점수가 숙성중에도 똑같이 반영되었다

표 11. 증류주의 향아리 숙성기간에 따른 관능 변화

평가 내용	0일							
	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	7.0±0.0	6.7±0.8	5.3±0.8	7.3±0.8	5.7±1.0	6.0±1.1	6.0±1.1	8.7±0.8
알코올향	5.8±1.0	6.7±0.8	5.0±0.2	5.0±0.2	4.8±1.0	6.2±1.3	4.5±0.8	4.8±1.0
복합향	5.5±1.5	4.7±0.8	4.3±1.0	5.7±1.6	4.8±1.6	4.5±0.8	3.8±1.0	4.5±1.8
복합미	5.0±1.3	4.3±1.8	3.7±1.6	4.7±0.8	4.5±1.2	4.5±1.9	4.2±2.0	3.8±1.3
입안감촉	4.5±1.2	4.7±0.8	4.0±1.7	4.7±2.0	4.7±1.0	4.2±1.6	4.2±2.0	5.2±1.3
종합적 평가	5.8±0.9	5.2±1.0	4.5±0.8	5.3±1.5	5.0±0.6	4.5±0.8	4.3±0.8	4.8±1.6
평가 내용	10일							
	1	2	3	4	5	6	7	
투명도	6.2±0.4	6.6±0.9	6.2±1.1	4.4±1.3	4.8±1.1	5.4±1.7	7.0±1.4	8.2±1.1

알코올향	4.6±1.1	4.8±0.4	3.8±1.1	4.0±1.0	3.8±0.8	4.2±1.3	5.0±1.9	4.2±1.1
복합향	4.6±0.9	3.0±0.0	3.0±0.0	3.6±0.9	3.2±1.5	3.4±1.7	3.8±1.8	3.4±1.7
복합미	4.2±0.8	2.8±1.1	2.6±0.9	2.4±1.3	3.4±0.9	3.4±1.7	3.8±1.8	3.4±1.7
입안감촉	4.4±0.9	3.0±1.4	2.6±1.7	3.0±1.4	3.4±0.9	3.2±2.0	3.8±2.7	4.2±2.7
종합적 평가	4.8±0.4	3.8±0.8	3.6±0.9	3.2±1.5	3.6±0.9	3.6±1.7	4.2±2.3	4.4±2.6
숙성 일수	20일							
평가 내용	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	6.5±0.8	5.2±0.4	3.7±1.0	4.7±0.8	4.3±1.0	4.7±0.8	5.7±1.6	5.2±0.4
알코올향	5.2±0.4	4.8±0.4	3.7±1.0	5.7±1.0	4.7±0.8	5.3±1.5	4.7±1.5	4.5±1.2
복합향	4.7±1.5	3.5±0.8	3.8±1.0	4.5±0.8	3.7±1.0	4.3±1.0	5.3±1.5	3.8±1.3
복합미	5.0±1.3	4.3±1.6	3.5±0.8	3.3±0.8	4.0±1.1	3.5±1.2	3.7±1.6	3.3±0.8
입안감촉	4.5±2.0	3.0±1.3	2.8±1.8	2.8±2.2	3.3±0.8	3.5±1.2	4.2±2.0	3.7±1.6
종합적 평가	5.5±1.8	3.7±1.6	3.5±1.2	4.5±1.2	4.2±1.3	4.2±1.3	4.8±1.8	4.0±1.7
숙성 일수	30일							
평가 내용	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	5.2±1.1	5.4±1.7	5.0±1.4	3.8±1.1	4.6±0.9	5.0±0.0	6.6±0.9	5.8±1.1
알코올향	6.0±1.4	5.0±0.0	4.2±1.1	4.2±1.1	4.2±1.1	5.0±0.0	4.2±1.1	4.2±1.1
복합향	4.6±0.9	5.0±0.0	4.6±0.9	3.4±0.9	4.2±1.1	3.4±0.9	3.4±0.9	3.0±0.0
복합미	4.8±1.1	3.4±0.9	3.8±1.1	3.4±0.9	5.0±0.0	4.2±1.1	3.8±1.1	3.0±0.0
입안감촉	5.4±0.9	4.2±1.1	4.6±1.7	3.8±1.1	5.4±0.9	3.4±0.9	3.8±1.1	3.4±0.9
종합적 평가	5.8±1.1	5.0±0.0	5.0±0.0	3.2±0.4	5.0±0.0	4.4±0.9	4.0±1.0	3.4±0.9
숙성 일수	60일							
평가 내용	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	6.2±1.1	6.2±1.8	6.6±0.9	5.0±1.4	6.6±0.9	4.2±1.8	6.6±0.9	6.6±0.9
알코올향	5.0±1.4	5.2±1.5	5.0±1.4	5.8±1.1	5.8±1.1	4.8±1.1	5.6±0.9	5.4±0.9
복합향	4.6±0.9	4.8±1.8	4.6±1.7	6.2±1.1	5.8±1.8	5.2±2.0	5.6±1.7	5.4±0.9
복합미	6.4±0.9	5.6±1.7	5.8±1.8	5.0±0.0	4.6±0.9	3.6±0.9	5.2±1.1	5.4±0.9
입안감촉	6.4±0.9	5.2±1.5	5.8±1.8	5.4±0.9	4.4±0.9	3.2±0.4	3.2±0.4	3.8±1.1
종합적 평가	6.0±1.0	5.6±1.7	5.2±1.5	5.4±0.9	5.2±1.5	4.0±0.7	4.8±1.5	5.4±0.9
숙성 일수	90일							
평가 내용	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	6.3±1.0	6.2±1.0	6.8±0.4	6.0±0.6	6.7±0.8	5.3±1.5	5.8±0.8	5.3±1.4
알코올향	5.7±0.8	5.2±1.2	5.7±0.5	5.3±0.8	5.0±1.1	5.2±0.4	5.7±0.5	5.3±1.2
복합향	4.8±1.3	4.2±1.6	4.3±1.6	5.0±2.1	4.8±1.9	4.7±1.9	4.5±1.8	4.8±1.0
복합미	4.3±1.8	4.3±1.6	4.2±1.6	4.5±2.0	3.7±1.5	3.7±1.5	3.7±1.5	4.3±2.1
입안감촉	4.8±1.6	3.7±1.4	4.2±1.6	4.2±1.6	3.7±1.5	3.3±1.4	3.7±1.8	3.7±2.1
종합적 평가	5.8±1.0	4.7±0.8	5.0±1.1	5.0±1.1	4.5±1.0	4.5±1.4	4.3±1.2	4.5±1.2
숙성 일수	120일							
평가 내용	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	4.3±0.5	6.5±1.0	6.0±0.8	5.3±0.5	6.8±0.5	5.3±1.0	5.5±0.6	5.8±0.5
알코올향	5.5±0.6	6.3±1.5	5.3±1.0	6.3±1.0	5.8±0.5	4.5±1.0	4.8±0.5	6.0±0.8
복합향	6.0±1.4	4.5±0.6	5.5±1.0	4.3±0.5	5.5±0.6	4.3±0.5	5.0±0.8	6.0±0.8
복합미	5.3±0.5	4.3±1.0	5.3±1.0	5.0±0.8	5.0±0.8	5.0±0.8	4.5±1.3	5.3±1.0
입안감촉	5.5±1.9	4.5±0.6	5.3±0.5	5.0±0.8	5.8±1.0	5.0±1.6	4.5±1.3	5.3±1.0
종합적 평가	5.3±1.0	5.3±0.5	5.3±0.5	5.0±0.0	6.0±0.0	4.8±1.0	4.8±1.3	5.8±0.5

평가내용	150일							
	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	5.6±0.5	6.6±1.1	7.2±0.8	5.8±0.8	7.4±0.9	6.2±1.3	6.6±0.9	7.2±1.5
알코올향	7.0±0.0	6.0±0.7	5.4±0.9	6.0±0.0	6.0±0.0	6.0±0.7	5.2±0.4	5.4±0.5
복합향	6.2±0.4	5.8±0.4	5.4±0.5	5.6±0.5	5.8±0.4	5.2±0.4	5.6±0.5	5.6±0.5
복합미	5.8±0.4	5.8±0.4	6.4±0.5	6.2±0.4	5.6±0.9	5.6±0.5	5.2±0.4	5.6±0.5
입안감촉	6.8±0.4	5.6±0.9	5.4±0.5	6.0±0.7	5.4±0.5	5.4±0.9	5.0±0.0	5.6±0.5
종합적 평가	6.8±0.4	5.6±0.5	6.0±1.0	6.0±0.7	6.0±0.7	5.8±0.8	5.2±0.4	5.6±0.5

평가내용	180일							
	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	6.4±0.5	6.2±0.8	5.8±1.3	5.8±1.3	6.2±0.8	5.6±1.5	6.0±1.0	6.0±1.0
알코올향	6.2±1.1	5.2±0.4	5.0±0.0	5.8±0.8	5.2±1.1	5.6±0.5	5.4±1.1	5.4±1.1
복합향	5.4±1.1	5.4±0.5	5.2±0.8	5.2±0.4	5.4±0.5	5.0±0.0	5.2±0.4	5.2±0.4
복합미	5.0±1.2	5.0±1.0	4.4±0.5	5.2±0.8	4.6±1.3	4.0±0.7	4.4±0.5	4.8±0.8
입안감촉	5.0±1.2	5.2±0.8	4.0±1.0	5.2±0.8	4.8±0.8	4.6±0.9	4.2±0.8	4.4±0.5
종합적 평가	5.8±1.1	5.2±0.8	4.6±0.9	5.2±0.4	5.0±0.7	4.4±0.9	4.6±0.9	4.8±0.8

② 증류주의 스테인리스 용기 숙성 기간별 관능평가 분석

증류주의 스테인리스 용기 기간별 관능평가 결과는 표 12과 같다. 증류가 끝난 직후의 알코올을 25%로 조정 후의 관능에 있어서 숙성 기간에 따라 향아리와 같이 초기 관능이 좋았던 1번 조건은 180일 이후에도 가장 좋은 관능을 나타내었으나 두 번째로 좋았던 4번 조건은 숙성기간에 따라 지속적으로 좋은 관능 결과를 나타내지 않았다. 전체적인 기호도 역시 향아리보다 낮게 나타났다. 이것은 3-6개월의 초기 소주 숙성은 가스향과 자극적인 향을 감소시키는데 이때 중요한 영향을 미치는 것이 산소에 의한 각종 성분의 변화인데 향아리는 기체투과성이 있고 숙성 중 향아리의 금속성분이 용출되어 소주의 화학적 숙성을 촉진하는데 비해 스테인리스 용기는 그러한 기체투과성이 부족하여 숙성 기간이 증가되어도 그 변화가 적은 것으로 추측된다.

표 12. 증류주의 숙성기간에 따른 관능 변화

평가내용	0일							
	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	7.0±0.0	6.7±0.8	5.3±0.8	7.3±0.8	5.7±1.0	6.0±1.1	6.0±1.1	8.7±0.8
알코올향	5.8±1.0	6.7±0.8	5.0±0.2	5.0±0.2	4.8±1.0	6.2±1.3	4.5±0.8	4.8±1.0
복합향	5.5±1.5	4.7±0.8	4.3±1.0	5.7±1.6	4.8±1.6	4.5±0.8	3.8±1.0	4.5±1.8
복합미	5.0±1.3	4.3±1.8	3.7±1.6	4.7±0.8	4.5±1.2	4.5±1.9	4.2±2.0	3.8±1.3
입안감촉	4.5±1.2	4.7±0.8	4.0±1.7	4.7±2.0	4.7±1.0	4.2±1.6	4.2±2.0	5.2±1.3
종합적 평가	5.8±0.9	5.2±1.0	4.5±0.8	5.3±1.5	5.0±0.6	4.5±0.8	4.3±0.8	4.8±1.6

평가	10일							
----	-----	--	--	--	--	--	--	--

내용	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	7.0±0.9	7.0±0.0	5.4±0.9	5.2±1.1	5.4±1.7	5.4±2.2	7.0±0.0	7.8±1.1
알코올향	36±1.0	2.8±1.1	4.2±1.1	3.8±1.1	4.0±1.0	3.6±0.9	3.6±0.9	3.2±0.4
복합향	3.8±1.1	3.0±0.0	2.2±1.1	2.2±1.1	3.4±0.9	2.2±1.1	3.8±1.1	3.0±1.4
복합미	3.6±0.9	3.0±0.0	3.0±0.0	3.0±0.0	3.6±0.9	2.8±0.4	2.6±1.7	3.8±1.1
입안감촉	4.4±2.0	2.2±1.1	2.6±1.7	3.8±1.1	3.4±1.1	3.2±1.1	3.4±1.7	2.6±0.9
종합적 평가	34.6±1.1	3.0±0.0	3.4±0.9	4.0±1.0	3.6±0.9	3.6±0.9	4.6±0.9	3.6±0.9

평가 내용	숙성 일수							
	20일							
	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	3.2±1.8	6.0±1.1	4.8±1.0	4.0±1.1	4.0±1.1	4.8±1.0	5.5±0.8	5.8±1.0
알코올향	6.2±1.0	5.3±0.8	4.7±0.8	4.5±1.2	4.7±0.8	4.2±1.6	3.5±0.8	3.7±1.0
복합향	5.3±0.8	4.3±1.0	3.7±1.0	3.8±1.3	4.3±1.0	4.3±1.0	4.7±1.5	4.3±1.0
복합미	4.7±1.5	4.0±1.7	3.7±1.0	3.8±1.3	3.7±1.0	3.5±0.8	3.3±0.8	3.3±0.8
입안감촉	4.3±1.6	4.5±1.2	3.5±0.8	3.7±1.6	3.7±1.0	3.3±0.8	3.3±0.8	3.3±0.8
종합적 평가	5.2±2.0	5.0±0.6	3.8±1.0	4.2±1.3	3.8±1.0	4.0±1.1	3.7±1.0	3.8±1.0

평가 내용	숙성 일수							
	30일							
	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	7.0±0.0	4.2±1.1	5.0±1.4	5.4±1.7	6.2±1.8	6.6±0.9	7.0±0.0	6.6±0.9
알코올향	5.0±1.4	7.0±0.0	5.0±0.0	6.2±1.1	6.2±1.1	4.6±0.9	5.0±0.0	4.6±0.9
복합향	3.0±1.4	5.0±0.0	3.0±0.0	4.6±0.9	3.4±1.7	3.0±0.0	3.8±1.1	3.0±0.0
복합미	4.2±1.1	3.4±0.9	3.4±0.9	3.4±0.9	3.4±0.9	4.2±1.1	3.0±0.0	3.4±0.9
입안감촉	3.8±1.1	3.0±0.0	3.4±0.9	3.0±1.4	4.6±0.9	3.4±0.9	3.0±0.0	3.0±0.0
종합적 평가	4.6±0.9	4.2±1.1	3.8±1.1	4.6±0.9	4.8±1.5	3.8±1.1	4.0±1.0	3.6±0.9

평가 내용	숙성 일수							
	60일							
	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	4.6±1.7	4.0±1.0	5.4±1.7	4.0±1.0	5.4±1.7	4.2±1.1	5.4±1.7	5.4±0.9
알코올향	5.2±2.0	5.4±0.9	4.2±1.1	4.6±1.7	4.2±1.1	4.2±1.1	4.4±1.3	3.8±1.1
복합향	5.0±1.4	5.0±0.0	5.2±1.1	4.2±1.1	4.6±0.9	5.0±0.0	4.6±0.9	4.8±1.5
복합미	4.2±1.1	3.8±1.8	5.0±0.0	4.6±0.9	4.4±0.9	3.8±1.1	4.2±1.1	4.4±0.9
입안감촉	4.2±1.1	5.0±1.4	4.4±0.9	3.6±0.9	4.6±0.9	3.8±1.1	4.4±0.9	4.4±0.9
종합적 평가	5.0±0.7	4.8±1.1	4.4±0.9	3.8±1.1	5.4±0.9	4.2±1.1	4.8±0.4	4.4±0.9

평가 내용	숙성 일수							
	90일							
	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	6.2±1.0	6.5±0.8	6.2±1.0	5.7±1.0	6.2±1.0	6.5±0.8	6.3±0.8	6.3±0.8
알코올향	5.3±0.8	4.5±1.2	5.0±0.9	5.3±0.5	5.8±1.0	3.3±2.3	4.0±2.4	4.7±1.5
복합향	4.8±2.0	5.0±1.3	4.0±2.0	5.0±1.1	4.3±0.8	3.5±1.8	4.0±1.5	4.3±1.5
복합미	4.5±2.2	4.2±1.8	3.5±1.8	3.5±1.8	3.2±1.3	3.8±1.3	2.8±1.8	3.2±2.0
입안감촉	3.8±1.8	3.7±1.8	3.5±1.5	2.8±1.2	2.8±1.3	3.2±1.3	2.7±1.9	2.5±2.3
종합적 평가	5.0±1.4	4.3±1.2	4.2±1.3	4.2±1.0	3.8±1.0	3.7±1.5	3.5±1.6	3.5±1.6

평가 내용	숙성 일수							
	120일							
	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	5.3±0.5	6.8±0.5	7.3±1.0	5.0±0.8	7.5±0.6	5.8±1.0	7.0±0.0	7.0±0.8
알코올향	5.0±0.0	5.3±1.0	6.5±0.6	5.8±1.3	4.8±0.5	6.0±0.0	6.8±0.5	6.8±0.5
복합향	5.5±0.6	5.5±1.0	6.8±0.5	5.8±1.0	5.5±0.6	6.5±0.6	6.5±0.6	7.0±0.0
복합미	6.0±0.8	5.0±0.0	6.3±1.0	5.8±1.3	5.8±0.5	5.8±0.5	5.5±0.6	6.3±1.0
입안감촉	5.8±0.5	5.5±0.6	6.3±0.5	5.3±1.0	5.8±1.0	5.5±0.6	5.5±0.6	5.8±0.5
종합적 평가	5.3±0.5	5.3±0.5	6.4±0.5	5.8±0.5	6.0±1.2	5.8±0.5	6.3±0.5	6.4±0.5
평가 내용	숙성 일수							
	150일							
	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	5.0±0.0	6.5±0.6	7.5±1.0	5.0±0.0	7.8±1.0	5.3±0.5	5.8±1.0	7.3±0.5
알코올향	6.8±0.5	6.3±0.5	6.0±0.0	6.0±0.0	6.5±0.6	5.5±0.6	5.5±0.6	5.5±0.6
복합향	6.3±0.5	5.8±0.5	5.8±0.5	5.8±0.5	6.0±0.8	5.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0
복합미	7.0±0.0	5.8±0.5	7.0±0.0	6.0±0.0	5.5±0.6	5.3±0.5	5.5±0.6	5.8±0.5
입안감촉	5.8±0.5	5.3±0.5	6.3±0.5	5.8±1.0	5.8±0.5	5.3±0.5	5.3±0.5	5.8±0.5
종합적 평가	5.8±0.5	5.8±0.5	6.5±0.6	6.0±0.8	6.3±0.5	5.0±0.0	5.5±0.6	5.8±0.5
평가 내용	숙성 일수							
	180일							
	1	2	3	4	5	6	7	8
투명도	5.8±0.8	5.8±0.8	6.0±1.0	6.2±0.8	6.6±0.5	6.0±1.0	6.0±1.0	6.2±0.8
알코올향	5.6±0.9	5.2±0.4	5.2±0.4	6.4±1.5	5.4±0.5	5.2±0.4	5.6±0.5	5.0±0.0
복합향	5.0±1.0	4.8±0.4	5.0±0.7	5.8±0.4	5.0±1.0	5.2±0.8	4.8±0.4	4.8±0.4
복합미	5.8±0.4	4.4±0.5	4.0±0.0	5.0±1.0	4.4±0.5	4.6±0.5	4.4±0.5	5.0±0.7
입안감촉	5.6±0.5	4.6±0.5	4.4±0.5	5.4±0.5	4.2±0.8	4.6±0.5	4.6±0.5	5.0±0.7
종합적 평가	5.8±0.4	4.6±0.5	4.4±0.5	5.4±0.9	4.6±0.9	5.0±0.7	4.6±0.5	5.0±0.7

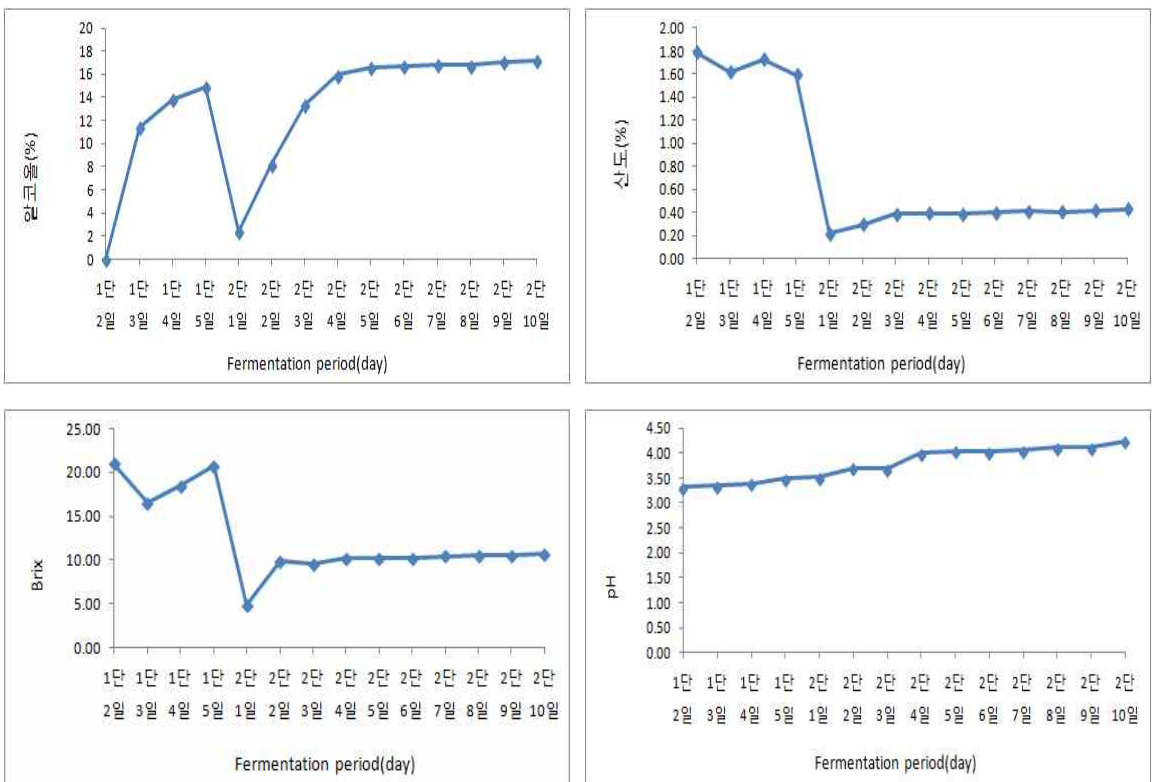
## II) 유기산 처리에 따른 증류주 품질 향상 시험

증류식 소주의 중요한 향미 물질인 에스테르 화합물은 주류 발효과정에서 효모에 의해 생성되는 외에 제곡공정, 증류공정 및 숙성과정의 화학변화에 의해서도 소량 생성된다. 이러한 이유로 1차 증류주에는 증류과정중의 알코올과 유기산에 의해 생성된 에스테르와 효모에 의하여 생성된 에스테르가 공존하고 있다. 본 실험에서는 증류식 소주 제조시 술덧에 유기산을 처리하여 증류와 동시에 에스테르화 반응을 추가하여 증류주의 향미가 증진되는지를 살펴보았다.

### 1) 증류주용 술덧 발효 및 분석

유기산 종류별 처리를 위한 증류주용 술덧 발효 및 분석은 증류조건 최적 발효 조건과 동일하게 진행하였으며 그 술덧 담금 결과는 그림 6과 같다. 알코올은 1단 담금 5일까지는 일반적인 발효 형태 였으며 5일에 14.9%의 알코올을 생성한 후 2단 담금 직후 2.4%까지 떨어진 후 2일 후에 8.2%까지 알코올이 상승했으며 최종 발효시 16.5%가 측정되었다. 총산은 발효 1단 5일에 1.59%의 높은 산도를 나타내었으며 발효 2단 담금 후에는 0.21%로 떨어진

후 발효가 진행되면서 조금 상승하여 2단 2일부터 0.26%로 상승 한 후 이후에는 조금씩 상승하여 최종 발효시 0.43%로 측정되었다. 이밖에도 Brix, pH 그리고 휘발산도 모두 발효 종료시에 각각 10.64, 4.24, 0.12%로 측정되었다. 환원당의 경우 1단 발효 초기에는 0.60 mg/mL이었으며 발효 1단 5일차에는 1.29 mg/mL로 큰 변화가 없었다. 이후 2단 발효 1일에는 10.33 mg/mL이었으며 이후 지속적으로 감소하여 2단 10일에는 0.76 mg/mL로 발효를 끝마쳤다. 다음으로 유리당 분석에서 glucose의 1단 5일에는 82.72±6.8 g/L에서 발효완료인 2단 10일에는 1.21±0.2 g/L로 감소하였다. 나머지 fructose, sucrose, maltose는 2단 10일에 0, 0, 0.24±0.1 g/L로 측정되었다. 다음으로 발효중의 유기산 변화는 다음과 같다. Succinic acid는 1단 발효시에 12,342±152.21 ppm으로 최고 값을 나타내었다가 2단 단금 이후 감소한 이후로 지속적으로 상승하기 시작하여 최종 발효시 가장 높은 6,314±115.21 ppm을 나타냈으며 다음으로 citric acid, acetic acid 순으로 1,948±25.52 ppm과 420.50±12.85 ppm을 나타내었다. Lactic acid는 가장 적은 함량을 나타내었다. 전체적으로 2차 발효 술덧은 1차 발효 술덧과 거의 동일하였다.





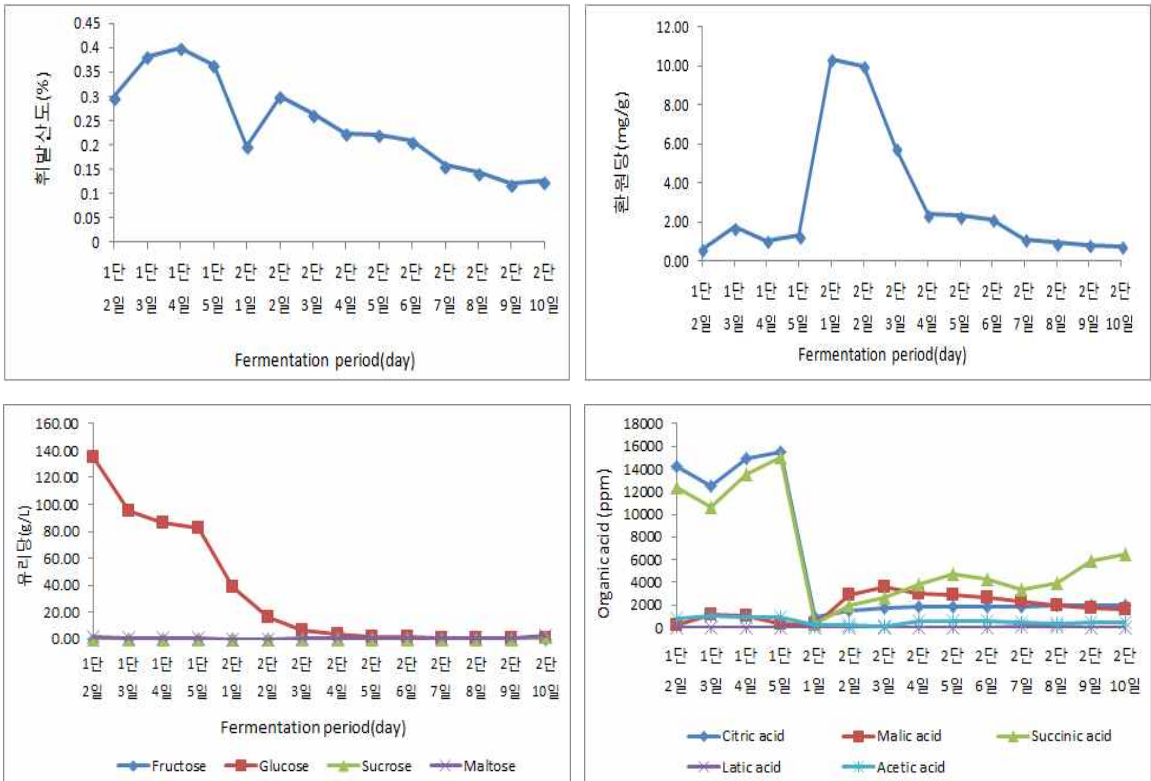


그림 6. 산 종류별 처리를 위한 증류주 제조용 술덧의 발효 분석

## 2) 유기산 종류별 첨가 술덧 증류 및 숙성 기간별 분석

위의 방법으로 제조한 술덧을 유기산 무첨가와 유기산 3가지(젓산, 초산, 구연산)를 처리하여 술덧의 pH를 3.5로 조정된 후 증류조건 최적화 시험에서 최종 선발한 1번 조건(압력 -60 cmHg, 증류온도 60°C, 초류커트 없이 본류커트 30%)으로 증류를 실시하였다. 이후 알코올 함량은 따로 조정을 하지 않고 원주 그대로를 10 L 항아리와 스테인리스 용기에 담아 20°C 암실에 보관하면서 숙성 기간별로 샘플을 채취하여 분석하였다.

### ① 증류주의 항아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간별 일반성분 분석

증류주의 항아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 알코올, 휘발산도, pH, 유기산 (acetic acid) 분석결과는 표 13와 같다. 각각의 술덧에 유기산을 첨가 후 증류 압력 -60 cmHg, 증류온도 60°C, 초류커트 없이 본류커트 30%으로 증류를 실시하였을 때 알코올은 1차 조건 보다 낮게 증류되었는데 이것은 발효 알코올이 낮게 나왔기 때문으로 추측되며 가장 낮은 것은 49.0%였으며 알코올이 가장 높은 것은 49.9% 였다. 이것은 증류시 본류를 받는 용량의 차이에 의한 것이지 유기산 첨가에 의한 차이는 아니다. 이후 숙성 기간 180일까지는 항아리나 스테인레스 용기의 알코올의 변화가 적었다.

휘발산도의 변화를 살펴본 결과(B) 증류 0일차에 유기산 처리 종류에 따른 휘발산도는 0.47-0.70 mL로 큰 차이는 없었으나 이후 모든 조건에서 지속적으로 상승하였다. 이것은 일반적으로 숙성기간동안 휘발산도가 증가한다는 것과 유사한 결과로 에스테르의 가수분해에 의한 산성 물질의 증가와 함께 물이나 에탄올이 증산하여 산성 물질이 농축이 되기 때문으

로 추측된다. 다음으로 숙성 기간에 따른 pH의 변화를 살펴본 결과(C) 유기산 처리 종류에 따라 5.27-5.55로 나타났으며 유기산 종류에 따른 증류주의 pH 차이는 없었으며 이후 숙성 기간이 지나면서 큰 변화를 나타내지 않았다.

증류조건에 따른 acetic acid의 함량은 초산 첨가시에  $21.22 \pm 0.87$  ppm으로 가장 높았으며 나머지는 서로 비슷한 결과를 나타내었다. 이것은 초산을 첨가하여 pH 조정 후 증류시에 초산성분이 넘어와서 인 것으로 추측된다. 숙성기간이 증가함에 따라 항아리의 경우 acetic acid의 함량이 무첨가에서 크게 증가하였으나 스테인리스 용기에서는 증가를 하지 않았다. 이것은 항아리 자체의 공극으로 인해 공기의 이동이 쉽기 때문에 화학반응이 빠르게 이러한 것으로 추측된다.

표 13. 증류주의 항아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 알코올 (A), 휘발산도(B), pH(C), 유기산(D) 분석

(A) 증류조건 및 숙성기간에 따른 알코올 변화 (%)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인리스 용기			
	무첨가	젖산	초산	구연산	무첨가	젖산	초산	구연산
0	49.0±0.0	49.9±0.0	49.6±0.0	49.2±0.0	49.0±0.0	49.9±0.0	49.6±0.0	49.2±0.0
10	49.0±0.1	49.9±0.0	49.4±0.2	48.9±0.1	49.0±0.0	49.9±0.1	49.4±0.0	48.9±0.1
20	48.9±0.2	49.8±0.2	49.4±0.2	48.9±0.1	48.9±0.2	49.8±0.1	49.3±0.2	48.8±0.1
30	48.9±0.1	49.8±0.2	49.2±0.1	48.8±0.1	48.9±0.2	49.8±0.2	49.4±0.1	48.8±0.2
60	48.8±0.1	49.9±0.2	49.2±0.3	48.9±0.1	48.8±0.1	49.8±0.2	49.2±0.2	48.9±0.1
90	48.6±0.3	49.7±0.3	49.1±0.2	48.7±0.3	48.7±0.2	49.5±0.3	49.1±0.2	49.0±0.3
120	49.1±0.1	50.0±0.0	49.4±0.0	48.8±0.3	48.5±0.1	49.8±0.2	49.1±0.0	48.1±0.0
150	48.6±0.0	49.5±0.0	49.0±0.1	48.5±0.0	47.9±0.0	49.4±0.0	48.5±0.3	47.6±0.0
180	48.9±0.0	49.8±0.0	49.3±0.1	48.8±0.0	48.0±0.1	49.6±0.0	48.8±0.0	47.6±0.2

(B) 증류조건 및 숙성기간에 따른 휘발산도 변화 (mL)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인리스 용기			
	무첨가	젖산	초산	구연산	무첨가	젖산	초산	구연산
0	0.47±0.00	0.50±0.00	0.77±0.06	0.70±0.00	0.47±0.00	0.50±0.00	0.77±0.06	0.70±0.00
10	0.50±0.00	0.50±0.00	0.70±0.06	0.67±0.06	0.50±0.00	0.47±0.06	0.70±0.00	0.70±0.00
20	0.50±0.15	0.65±0.15	0.79±0.06	0.68±0.06	0.50±0.05	0.48±0.06	0.62±0.05	0.72±0.13
30	0.50±0.15	0.65±0.15	0.80±0.06	0.78±0.06	0.50±0.00	0.49±0.00	0.75±0.15	0.73±0.09
60	0.65±0.15	0.65±0.15	0.82±0.12	0.80±0.06	0.65±0.05	0.63±0.06	0.79±0.05	0.85±0.00
90	0.65±0.30	0.80±0.15	0.95±0.06	0.92±0.05	0.65±0.13	0.66±0.15	0.82±0.16	0.93±0.15
120	0.63±0.06	0.63±0.06	0.97±0.06	0.70±0.00	0.67±0.06	0.63±0.06	0.80±0.00	0.80±0.00
150	0.70±0.00	0.60±0.00	1.00±0.00	0.80±0.00	0.70±0.00	0.63±0.06	0.80±0.00	0.90±0.00
180	0.87±0.06	0.90±0.00	1.37±0.06	1.30±0.00	0.87±0.06	0.77±0.06	0.97±0.06	1.10±0.00

(C) 증류조건 및 숙성기간에 따른 pH 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인리스 용기			
	무첨가	젖산	초산	구연산	무첨가	젖산	초산	구연산
0	5.41±0.20	5.55±0.19	5.27±0.22	5.37±0.13	5.41±0.20	5.55±0.19	5.27±0.22	5.37±0.13
10	5.36±0.22	5.65±0.28	5.31±0.18	5.30±0.14	5.48±0.14	5.64±0.25	5.34±0.10	5.27±0.15
20	5.35±0.15	5.69±0.20	5.26±0.16	5.32±0.18	5.45±0.15	5.63±0.15	5.28±0.14	5.20±0.10
30	5.45±0.24	5.42±0.18	5.23±0.20	5.35±0.14	5.48±0.20	5.48±0.14	5.20±0.20	5.28±0.18
60	5.25±0.18	5.63±0.17	5.30±0.26	5.38±0.20	5.36±0.14	5.35±0.20	5.31±0.17	5.31±0.14
90	5.35±0.24	5.42±0.20	5.15±0.15	5.20±0.10	5.30±0.10	5.40±0.35	5.15±0.20	5.25±0.25
120	6.03±0.48	5.66±0.06	5.24±0.06	5.27±0.10	5.45±0.14	5.56±0.02	5.22±0.08	5.27±0.04
150	6.01±0.28	5.76±0.04	5.46±0.06	5.47±0.02	5.43±0.12	5.83±0.20	5.40±0.07	5.32±0.12
180	5.46±0.14	5.60±0.12	5.58±0.07	5.68±0.09	5.84±0.16	6.09±0.18	5.79±0.11	5.73±0.18

(D) 숙성기간에 따른 acetic acid 변화

(ppm)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인리스 용기			
	무첨가	젖산	초산	구연산	무첨가	젖산	초산	구연산
0	15.21±1.12	16.12±0.29	21.22±0.87	13.56±1.55	15.21±1.12	16.12±0.29	21.22±0.87	13.56±1.55
10	22.79±0.84	14.17±0.18	26.40±0.79	18.32±1.28	14.09±1.84	15.14±1.69	22.19±0.81	13.61±1.32
20	24.22±1.91	16.02±0.04	26.20±0.68	17.17±1.62	14.14±1.12	14.99±0.76	26.33±0.94	16.54±1.19
30	23.96±1.34	15.36±0.66	26.52±0.16	18.12±2.88	16.15±1.87	16.12±0.49	26.98±0.81	17.57±0.19
60	24.09±0.96	14.99±0.33	25.53±0.55	15.83±0.52	13.79±1.10	15.24±0.61	25.49±0.41	15.60±0.70
90	24.21±2.04	15.15±1.92	25.62±1.85	16.10±0.79	13.93±0.92	16.67±2.46	25.70±0.34	15.75±0.92
120	21.65±1.52	11.72±1.02	20.46±2.01	12.98±1.47	13.42±0.54	18.39±2.54	30.56±1.12	15.99±0.87
150	24.06±2.14	16.69±1.05	26.29±2.50	14.01±1.35	12.08±1.78	19.39±1.60	31.89±1.58	12.96±1.20
180	26.06±1.52	17.52±2.01	23.45±1.80	16.25±1.80	14.10±0.80	18.20±1.10	28.50±1.41	13.20±1.10

다음으로 증류주의 항아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm UV 480nm)(C) 분석결과는 표 14와 같다.

숙성기간에 따른 TBA(A)는 유기산 종류에 상관없이 0값을 나타내었다. 이것은 증류조건 시험에서의 1.57±0.65와는 차이가 나는 결과로 시험 원료의 차이 및 발효 과정의 차이에서 나오는 결과로 추측되며 특히, TBA는 후류 과정 중에 불포화지방산이 넘어 오면서 높게 측정되는데 본 증류방법이 분류 30%에서 끝내기 때문에 불포화지방산이 충분히 넘어오지 않아서 TBA 값이 측정되지 않은 것으로 추측된다.

표 14. 증류주의 항아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm, 480nm)(C) 분석

(A) 증류조건 및 숙성기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid) 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인리스 용기			
	무첨가	젓산	초산	구연산	무첨가	젓산	초산	구연산
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
10	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
20	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
30	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
60	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
90	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
120	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
150	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
180	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

증류식 소주의 탄 냄새를 나타내는 지표성분을 사용되고 있는 푸르푸랄은 자외선 UV 275nm에서 흡수 되고 이를 측정하면 탄 냄새의 정도를 쉽게 알 수 있다. 분석 결과(B) 역시 0일차에 0.04로 낮은 측정값을 나타내었으며 이것은 앞에서 실험한 증류조건 최적화 시험의 0.06 보다는 낮았으나 그 차이가 크지는 않았다. 이후 숙성 기간 증가에 따른 UV 275nm 변화는 크지 않았다.

(B) 숙성기간에 따른 UV 275nm 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인리스 용기			
	무첨가	젓산	초산	구연산	무첨가	젓산	초산	구연산
0	0.04±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00
10	0.04±0.01	0.03±0.00	0.03±0.00	0.04±0.01	0.04±0.00	0.03±0.00	0.03±0.00	0.04±0.01
20	0.05±0.02	0.04±0.02	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.04±0.02	0.05±0.01	0.03±0.01
30	0.05±0.01	0.03±0.01	0.04±0.02	0.05±0.02	0.04±0.01	0.04±0.01	0.04±0.02	0.03±0.02
60	0.04±0.01	0.04±0.01	0.05±0.01	0.04±0.01	0.05±0.02	0.04±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01
90	0.05±0.02	0.05±0.02	0.06±0.01	0.04±0.01	0.06±0.02	0.03±0.01	0.04±0.01	0.06±0.02
120	0.04±0.00	0.03±0.00	0.03±0.00	0.04±0.00	0.03±0.00	0.04±0.00	0.03±0.01	0.03±0.00
150	0.05±0.01	0.03±0.00	0.03±0.00	0.05±0.01	0.04±0.00	0.04±0.00	0.04±0.01	0.04±0.00
180	0.05±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00	0.05±0.00	0.05±0.00	0.04±0.00	0.03±0.00	0.05±0.00

다음으로 소주의 착색도를 430nm 및 480nm에서 측정하였을 때 유기산 종류에 따른 차이 없이 착색도는 0으로 측정되었으며 이것은 앞에서 실험한 증류조건 최적화 시험과 유사한 결과였으며 착색도가 0이라는 의미가 투명에 가까운 소주라는 것을 알 수 있는 결과 이었다.

(C) 숙성기간에 따른 착색도(UV 430nm, 480nm)(C)변화

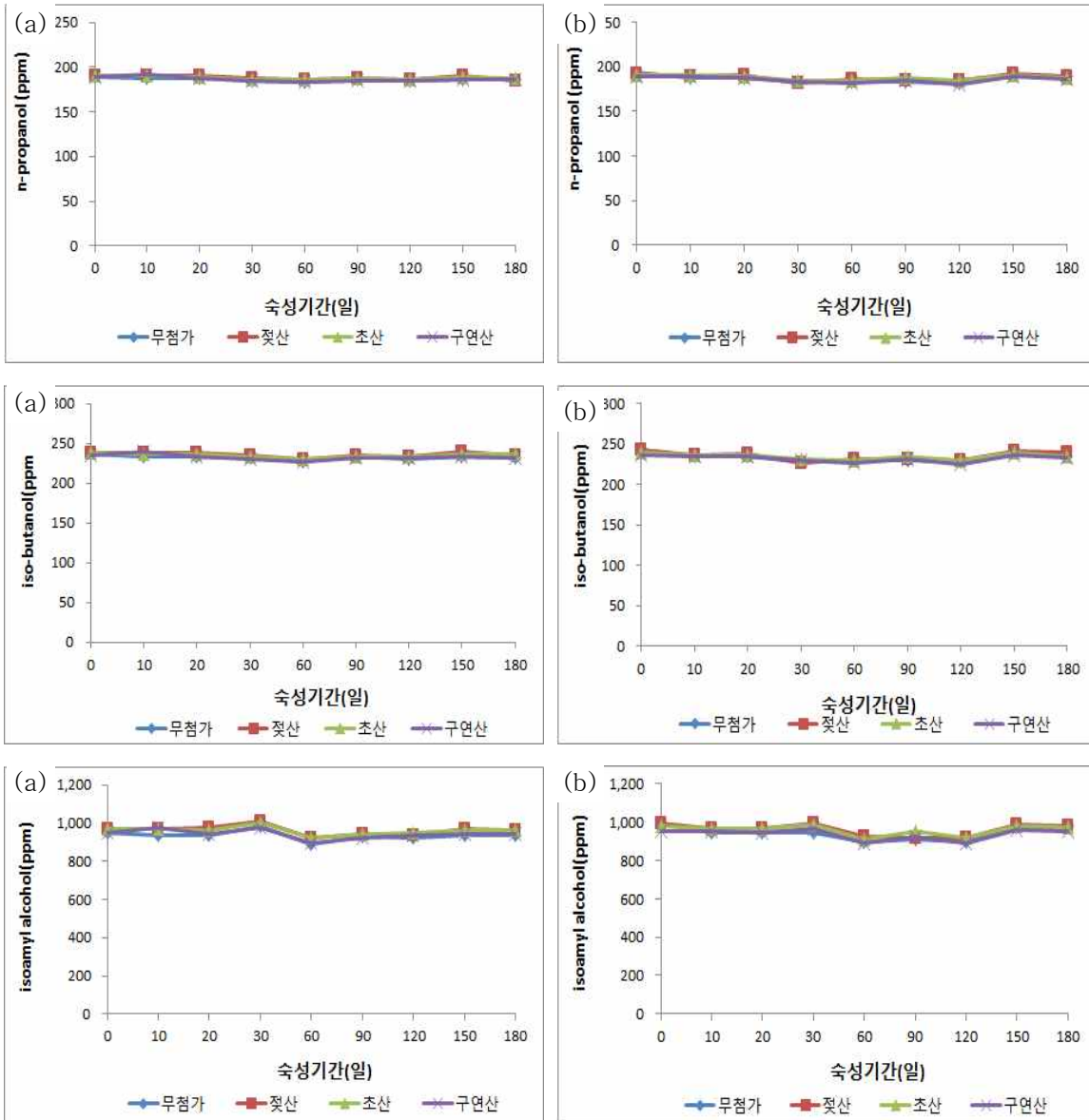
숙성기간 (일)	증류 조건	항아리				스테인리스 용기			
		무첨가	젖산	초산	구연산	무첨가	젖산	초산	구연산
430 nm	0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	10	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	20	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	30	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	60	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	90	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	120	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	150	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	180	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
480 nm	0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	10	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	20	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	30	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	60	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	90	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	120	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	150	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	180	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

### 3) 숙성 기간별 fusel alcohol 분석

증류시에 유기산을 술덧에 첨가하여 향미 성분이 증가하는지에 대한 시험을 실시하였다. 술의 주요한 성분은 에스테르류(예: 초산과 알코올이 결합한 초산에스테르류)와 지방산 에스테르이미 특히 n-propanol(P), isobutanol(B), isoamyl alcohol(A)이 향기 성분에 있어 중요한 역할을 한다.

#### ① 증류주의 항아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간별 fusel alcohol 분석

증류주의 항아리(a) 및 스테인리스 용기(b) 숙성 기간에 따른 fusel alcohol 분석결과는 그림 7와 같다. 먼저 증류시에 유기산을 첨가하지 않은 것과 유기산 3가지(젖산, 초산, 구연산)를 각각 술덧에 넣고 증류했을 때 증류 직후 n-propanol 분석 결과는 188.89-191.08 ppm으로 유기산 종류에 따른 n-propanol 생성 차이는 없었다. 이후 항아리의 경우 숙성 일수가 지나면서 n-propanol이 조금 감소하였으나 그 차이는 크지 않았다. Iso-butanol 역시 경우에도 n-propanol과 유사한 경향을 보였는데 235.62-237.14 ppm의 iso-butanol이 측정되었으며 숙성 일수가 지나면서 큰 변화가 없었다. Isoamyl alcohol은 초기 증류시에 유기산 첨가에 따라 950.72-970.73 ppm으로 큰 차이가 없었으며 다른 fusel alcohol과 유사한 경향을 나타내었다. 다음으로 스테인리스 용기에 숙성을 했을 때 역시 n-propanol, isobutano, isoamyl alcohol 모두 항아리와 비슷한 경향을 나타내었다.



(a) 향아리 (b) 스테인리스 용기

그림 7. 증류주의 향아리 및 스테인리스 숙성기간에 따른 fusel alcohol 변화

다음으로 소주의 향미에 있어 n-propanol(P), isobutanol(B), isoamyl alcohol(A)의 함유 비율도 제품의 특징을 결정짓는데 중요한 역할을 한다. 증류주의 향아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 fusel alcohol 비율은 표 15과 같다. 향아리의 술덧을 증류한 직후 0일 차에는 A/B의 비율은 증류 조건에 따라 차이가 크지 않았는데 약 4.0-4.1사이의 비율을 나타내었으며 숙성 기간이 지나면서 조금 상승하였는데 이것은 숙성 기간이 지나면서 isobutanol(B)이 조금씩 감소하였기 때문이다. 하지만 이것은 일반적인 증류주의 A/B 비율인 아와모리 소주의 1.1-1.8, 다른 증류식 소주의 2-4, 위스키의 1-2, 브랜디의 3-6중 증류식 소주나 브랜디에 속하는 범위였다.

다음으로 A/P의 비율은 0일 차에 증류 조건에 따라 약 5.0-5.1 사이의 비율로 차이가 크

지 않았으며 A/P의 비율은 숙성 기간이 지나도 큰 변화는 없었다. 이 비율은 일반적인 쌀로 만든 증류주의 1.9-4.6보다 약간 높은 결과 였다. 다음으로 B/P의 경우 역시 증류 0일차에는 1.2-1.3로 일반적인 쌀 증류주의 0.9-2.7과 비슷하였으며 숙성기간이 증가함에 따라 큰 변화는 없었다. 스테인리스 용기 역시 증류 0일차는 향아리와 동일하였으며 숙성시간이 지날수록 A/B, A/P의 비율이 조금 상승하였는데 이것은 isoamyl alcohol(A)의 감소폭이 향아리보다 스테인리스 용기가 적어서 생긴 것으로 스테인리스 용기의 휘발 및 농축과 같은 변화가 적어서로 추측된다.

표 15. 증류주의 향아리 및 스테인리스 용기 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화

비율	숙성 기간 증류 조건	0	10	20	30	60	90	120	150	180	
향아리	A/B <sup>a</sup>	무첨가	4.0	4.0	4.0	4.3	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0
		젓산	4.1	4.1	4.1	4.3	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1
		초산	4.1	4.1	4.1	4.3	4.0	4.0	4.1	4.1	4.1
		구연산	4.0	4.1	4.0	4.2	3.9	4.0	4.0	4.0	4.1
	A/P	무첨가	5.0	5.0	5.0	5.3	4.9	5.0	5.0	5.0	5.0
		젓산	5.1	5.1	5.1	5.4	5.0	5.0	5.0	5.1	5.2
		초산	5.1	5.1	5.1	5.4	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1
		구연산	5.0	5.1	5.0	5.3	4.9	5.0	5.0	5.1	5.1
	B/P	무첨가	1.3	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2
		젓산	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3
		초산	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
		구연산	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2
스테인 리스 용기	A/B <sup>a</sup>	무첨가	4.0	4.0	4.0	4.1	3.9	4.0	3.9	4.1	4.1
		젓산	4.1	4.1	4.1	4.4	4.0	4.0	4.0	4.1	4.1
		초산	4.1	4.1	4.1	4.3	4.0	4.1	4.0	4.1	4.1
		구연산	4.0	4.0	4.0	4.2	3.9	4.0	4.0	4.0	4.1
	A/P	무첨가	5.0	5.0	5.0	5.1	4.9	5.0	4.9	5.1	5.1
		젓산	5.1	5.1	5.1	5.5	5.0	5.0	5.0	5.1	5.2
		초산	5.1	5.1	5.1	5.3	4.9	5.1	5.0	5.1	5.2
		구연산	5.0	5.0	5.0	5.2	4.9	5.0	4.9	5.1	5.1
	B/P	무첨가	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2
		젓산	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
		초산	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3
		구연산	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3

<sup>a</sup>n - propanol(P), isobutyl alcohol(B), isoamyl alcohol(A)

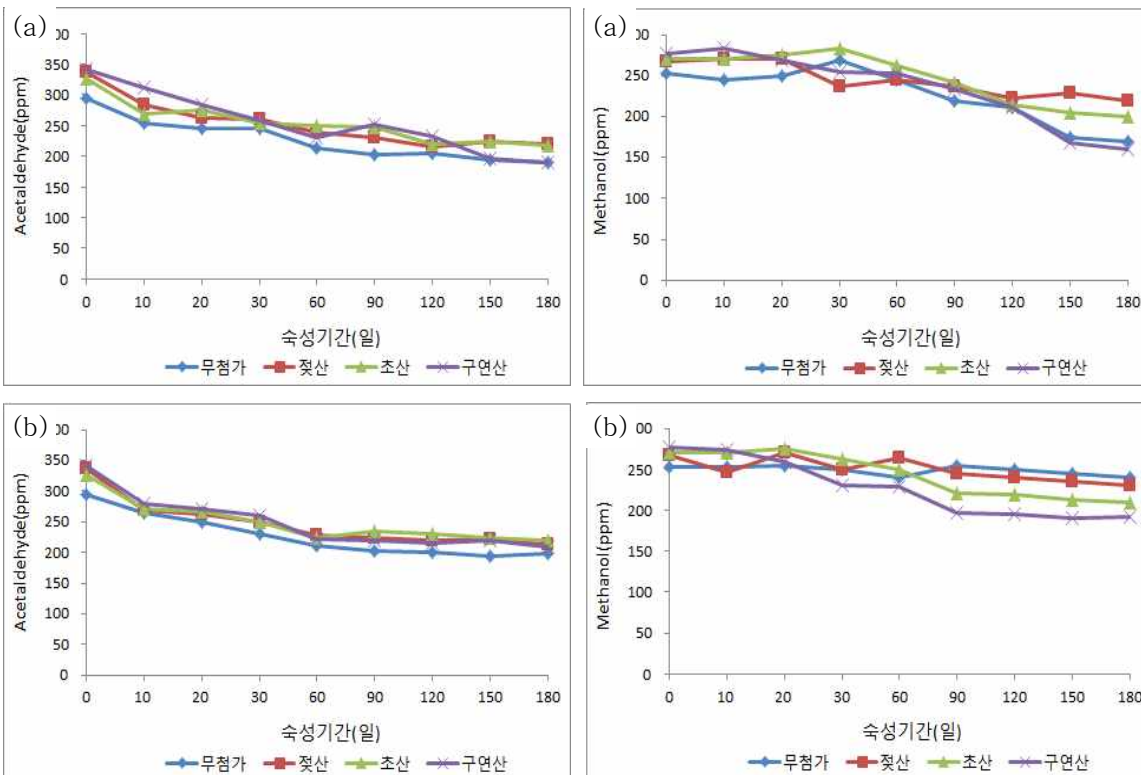
#### 4) 숙성 기간별 증류주 유해물질 분석

증류주에 있어서 유해물질은 중 acetaldehyde, methanol과 furfural은 술의 증류시 품질을 좌우하는 중요한 요소이다. 증류시에 유기산을 술덧에 첨가하여 유해성분이 증가하는지에 대한 시험을 실시하였다.

##### ① 증류주의 향아리 숙성 기간별 유해물질 분석

먼저 증류 직후 향아리 숙성기간에 따른 acetaldehyde, methanol, furfural 3가지 유해 물

질에 대한 분석 결과는 그림 8과 같다. 먼저 증류시에 유기산을 첨가하지 않은 것과 유기산 3가지(젓산, 초산, 구연산)를 각각 술덧에 넣고 증류했을 때 증류 직후 0일에 acetaldehyde는 유기산을 첨가하지 않은 무처리는 293.77 ppm 인데 반해 유기산을 처리한 것은 325.91-340.57 ppm으로 높은 함량을 나타내었다. 일반적으로 증류시의 acetaldehyde 생성은 가열에 의해 술덧 중 아미노산과 당분이 반응하여 2차적으로 acetaldehyde나 iso-valeraldehyde 등 여러 종류의 알데히드가 생성된다고 알려져 있다. 유기산을 첨가함으로써 쌀 안의 단백질 변성으로 인해 아미노산의 생성이 많아졌고 이 아미노산이 당분과 결합해서 acetaldehyde가 증가 된것으로 생각되며 이러한 결과는 류 등의 시험에서 유기산 종류에 따른 pH 조건별에서 acetaldehyde가 증가한 것과 비슷한 결과였다. 또한 본 결과는 시판 주류 중의 aldehyde 기준인 700 ppm(소주, 위스키, 브랜디, 일반 증류주)보다 낮은 것이었다. Methanol 역시 acetaldehyde와 비슷한 경향을 보였는데 유기산 종류에 따른 차이 없이 252.27-276.76 ppm의 methanol이 분석되었다. 일반적으로 methanol은 발효 과정에서 생성되는 부산물로 증류시에 술덧에서 증류주로 넘어 온 것으로 생각되며 이것은 국세청에서 제시하고 있는 증류주 허용치인 500 ppm에 비해 낮은 수치임을 알 수 있었다. 숙성기간 중에는 향아리(a)와 스테인리스 용기(b) 모두 methanol이 조금씩 감소하는 경향을 보였으나 그 감소폭은 크지 않았다. 다음으로 furfural은 모든 조건에서 거의 생성되지 않았으며 당의 열분해에 의해 생성되는 화합물로 알려진 furfural은 감압 증류의 경우에 술덧의 비점이 낮아 가열에 의한 휘발성 성분 변화가 없었던 것으로 생각되며 이 등의 입국을 이용한 감압증류에서 furfural이 생성되지 않는다는 내용과 같았다(data not shown). 스테인리스 용기를 이용한 숙성에서도 향아리와 비슷한 시험결과를 나타내었다.



(a) 향아리 (b) 스테인리스 용기

그림 8. 증류주의 숙성기간에 따른 유해물질 변화



## 5) 숙성 기간별 증류주의 향기성분 분석

본 시험에서는 술덧에 유기산을 첨가함으로써 증류주의 향미 성분을 향상 시키는 시험을 진행하였다.

### ① 증류주의 향아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간별 향기성분 분석

먼저 증류주의 0일차 분석 결과 공통적으로 14개의 휘발성분이 확인되었고 표 16에 나타내었다. 유기산을 첨가하지 않은 무첨가와 비교하여 유기산을 종류별로 첨가하여 증류 했을 때 isoamyl alcohol, isobutyl alcohol, n-Propanol, acetic acid, phenylethyl alcohol이 젖산과 초산을 첨가하여 증류한 증류주에서 증가하였으며 나머지는 큰 차이가 나지 않았다. 반대로 젖산과 초산을 첨가했을 때 acetaldehyde, ethyl octanoate, dodecanoic acid는 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 류 등의 실험한 젖산과 초산에 의한 에스테르화의 영향으로 추측된다. 류 등은 유기산의 에스테르화를 통해 향미 물질을 생산하려 했으며 시험에 사용한 젖산이나 초산의 경우 에스테르화의 영향을 받아 ethyl lactate나 ethyl acetate가 증가한다고 하였으나 구연산의 경우 에스테르화의 영향이 미비했다고 설명하였다.

표 16. 증류주의 0일 향기성분 분석  
(area %)

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	무첨가	젖산	초산	구연산
1	1.07	Acetaldehyde	0	0.02	0.01	0.01
2	2.28	Ethanol	95.2	94.15	94.99	95.30
3	4.33	n-Propanol	0.02	0.05	0.08	0.03
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.3	0.76	0.86	0.04
5	7.42	1-Butanol	0	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.78	1.95	1.32	0.74
7	9.81	Hexanoic acid, ethylester	0.02	0.02	0.01	0.01
8	16.72	Ethyl octanoate	0.35	0.25	0.12	1.32
9	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.7	0.99	0.77	0.90
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.15	0.27	0.21	0.11
11	28.33	Dodecanoic acid, ethylester	0.25	0.13	0.12	0.20
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.14	0.21	0.22	0.15
13	33.45	Ethyl myristate	0.08	0.05	0.03	0.14
14	38.15	Ethyl palmitate	0.06	0.35	0.05	0.05
		others	1.95	0.79	1.20	1.01
		total	100.00	100.00	100.00	100.00

증류주의 향아리 숙성기간에 따른 향기성분 변화 분석은 표 17과 같다. 증류 조건은 증류주의 품질 특성 시험에서 선발된 증류 조건으로 -60 cmHg 압력에 증류온도를 60℃로 한 한 초류를 제거하지 않고 본류만 30%를 받은 것으로 초류 성분의 다양한 향기 성분들이 증류주로 유입되었을 것으로 생각한다. 무첨가의 경우 증류 0일차에 ethanol을 제외하고 isoamyl alcohol이 가장 높았으며 이외에는 ethyl octanoate가 높았다. Isoamyl alcohol은 증류 0일차 이후에 조금 증가하는 경향을 보였으며 decanoic acid는 큰 변화가 없었다. Dodecanoic acid는 숙성기간이 지나면서 증가하였으며 n-Propanol 큰 변화가 없었다. 숙성기간에 증가함에 따라 ethyl octanoate, ethyl myristate는 상승하였으나 추후의 숙성기간 변화를 살펴봐야 할 것으로 추측된다.

젓산을 첨가한 시험에서는 isoamyl alcohol이 대조구 보다 높게 생성되었으며 숙성기간이 증가함에 따라 무첨가와 비슷하게 ethyl octanoate, ethyl palmitate는 증가하였으나 나머지 향기 성분은 큰 변화가 없었다.

표 17. 증류주의 향아리 숙성기간에 따른 향기성분 변화 분석

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	무첨가									
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일	
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	95.2	95.56	95.39	95.03	95.34	95.49	95.40	94.80	94.27	
3	4.33	n-Propanol	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.19	0.24	0.26	
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.3	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.07	0.04	0.06	
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.78	0.79	0.80	0.82	0.75	0.89	1.48	1.12	1.79	
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	
8	16.72	Ethyl octanoate	0.35	0.38	0.35	0.45	0.30	0.41	0.42	0.38	0.40	
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.7	0.80	0.78	0.85	0.56	0.78	0.55	0.50	0.42	
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.15	0.16	0.15	0.17	0.18	0.19	0.20	0.20	0.22	
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.25	0.42	0.27	0.24	0.26	0.30	0.31	0.35	0.34	
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.14	0.22	0.11	0.12	0.12	0.18	0.18	0.16	0.19	
13	33.45	Ethyl myristate	0.08	0.09	0.04	0.15	0.12	0.20	0.15	0.18	0.21	
14	38.15	Ethyl palmitate	0.06	0.06	0.05	0.08	0.06	0.08	0.08	0.09	0.11	
		others	1.95	1.47	1.98	2.03	2.25	1.47	0.95	1.91	1.70	
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	꽃산								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	94.15	94.42	94.54	94.73	94.43	94.80	94.19	94.18	93.27
3	4.33	n-Propanol	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.21	0.29	0.25
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.76	0.84	0.90	0.94	0.85	0.75	0.90	0.86	0.80
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.95	2.05	1.87	1.94	2.10	1.95	2.04	2.49	2.83
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
8	16.72	Ethyl octanoate	0.25	0.12	0.19	0.24	0.22	0.31	0.28	0.29	0.32
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.99	0.78	0.49	0.40	0.35	0.30	0.35	0.31	0.28
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.27	0.20	0.24	0.24	0.25	0.24	0.26	0.30	0.29
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.13	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13	0.15	0.16	0.16
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.21	0.19	0.17	0.21	0.21	0.24	0.16	0.23	0.26
13	33.45	Ethyl myristate	0.05	0.06	0.04	0.05	0.06	0.04	0.05	0.05	0.08
14	38.15	Ethyl palmitate	0.07	0.37	0.39	0.45	0.36	0.35	0.37	0.33	0.41
		others	0.79	0.82	1.02	0.66	1.03	0.86	1.02	0.50	1.05
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

초산의 경우 증류 0일차에 isoamyl alcohol이 대조구 보다 높게 생성되었으며 ethanol을 제외하고 isoamyl alcohol이 가장 높았으며 숙성기간에 따라 조금 증가하는 경향을 보였으며 decanoic acid는 큰 변화가 없었다. Ethyl octanoate, ethyl palmitate는 증가하였으며 dodecanoic acid는 숙성기간이 지나면서 변화가 없었으며 n-Propanol 감소하였다. 추후의 숙성기간 변화를 살펴봐야 할것으로 추측된다.

구연산을 첨가한 시험에서는 대조구와 향기성분의 차이가 없는 것으로 보아 에스테르화를 하지 못한 것으로 생각되며 이것은 류 등의 시험 결과와도 일치 하였다. Isoamyl alcohol은 숙성기간에 따라 조금씩 증가하였으며 ethyl palmitate, isobutyl alcohol은 증가하였다. 나머지 향기 성분은 큰 변화가 없었다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	초산								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	94.99	94.53	94.43	94.36	94.54	94.90	94.65	94.08	92.25
3	4.33	n-Propanol	0.08	0.02	0.02	0.01	0.03	0.05	0.09	0.10	0.17
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.86	0.75	0.68	0.65	0.60	0.42	0.94	0.91	1.18
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.32	1.52	1.88	1.55	1.93	1.74	2.36	2.53	3.92
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
8	16.72	Ethyl octanoate	0.12	0.09	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.09	0.12
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.77	0.96	0.67	0.89	0.75	0.66	0.63	0.61	0.55
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.21	0.24	0.21	0.24	0.18	0.17	0.19	0.22	0.25
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.12	0.17	0.19	0.20	0.17	0.15	0.20	0.25	0.26
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.22	0.25	0.21	0.24	0.25	0.22	0.05	0.02	0.02
13	33.45	Ethyl myristate	0.03	0.11	0.14	0.13	0.14	0.13	0.15	0.11	0.16
14	38.15	Ethyl palmitate	0.05	0.04	0.10	0.05	0.12	0.20	0.18	0.21	0.25
		others	1.20	1.19	1.31	1.52	1.25	1.12	0.46	0.86	0.87
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

NO.	RT	Compound	구연산								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	95.30	95.50	95.01	95.52	95.48	95.59	95.19	94.36	95.00
3	4.33	n-Propanol	0.03	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.01
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.04	0.03	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08	0.12	0.15
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.74	0.75	0.80	0.90	0.81	0.93	1.56	1.71	1.75
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
8	16.72	Ethyl octanoate	0.32	0.22	0.25	0.25	0.22	0.21	0.23	0.25	0.20
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.90	0.85	0.72	1.00	0.68	0.79	0.70	0.71	0.64
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.11	0.06	0.03	0.04	0.04	0.08	0.09	0.11	0.13
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.20	0.31	0.25	0.21	0.24	0.25	0.26	0.27	0.26
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.15	0.11	0.08	0.06	0.07	0.04	0.03	0.13	0.02
13	33.45	Ethyl myristate	0.14	0.19	0.15	0.14	0.12	0.16	0.19	0.21	0.20
14	38.15	Ethyl palmitate	0.05	0.05	0.14	0.09	0.12	0.17	0.18	0.18	0.21
		others	2.01	1.90	2.50	1.73	2.15	1.94	1.47	1.89	1.43
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

증류주의 스테인리스 용기 숙성기간에 따른 향기성분 변화 분석은 표 18과 같다. 0일차 결과는 항아리와 같았으며 전체적으로 숙성기간에 따른 향기성분의 변화는 없었다. 이것은 항아리에 비해 스테인리스 용기가 변화가 산소의 통기성이 적기때문으로 생각되며 추후의 숙성기간 변화를 살펴봐야 할 것으로 추측된다.

젓산을 첨가한 시험에서는 isoamyl alcohol이 대조구 보다 높게 생성되었으며 숙성기간이 증가하였고 decanoic acid, acetic acid,는 감소하였으며 나머지 향기 성분은 큰 변화가 없었다.

표 18. 증류주의 스테인레스 용기 숙성기간에 따른 향기성분 변화 분석 (Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	무첨가								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	95.20	95.58	95.75	95.14	95.10	94.87	94.27	94.02	94.47
3	4.33	n-Propanol	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.30	0.05	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03	0.05	0.05
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.78	0.75	0.86	0.81	0.80	0.85	1.35	1.41	1.43
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02
8	16.72	Ethyl octanoate	0.35	0.37	0.38	0.37	0.35	0.30	0.35	0.33	0.30
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.70	0.90	0.78	0.81	0.75	0.85	0.80	0.71	0.62
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.15	0.18	0.16	0.19	0.20	0.21	0.22	0.24	0.26
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.25	0.32	0.27	0.31	0.25	0.28	0.31	0.33	0.32
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.14	0.15	0.18	0.19	0.14	0.15	0.17	0.25	0.25
13	33.45	Ethyl myristate	0.08	0.10	0.15	0.11	0.07	0.08	0.10	0.11	0.16
14	38.15	Ethyl palmitate	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11
		others	1.95	1.52	1.34	1.95	2.23	2.28	2.28	2.42	2.01
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	꽃산								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
2	2.28	Ethanol	94.15	94.70	94.34	94.82	94.25	94.15	94.25	93.86	93.80
3	4.33	n-Propanol	0.05	0.02	0.03	0.04	0.07	0.05	0.09	0.17	0.23
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.76	0.75	0.84	0.75	0.73	0.92	1.03	1.04	1.17
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.95	2.04	1.85	1.71	2.11	2.10	2.65	2.80	2.83
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
8	16.72	Ethyl octanoate	0.25	0.25	0.18	0.14	0.18	0.24	0.22	0.23	0.25
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.99	0.77	0.86	0.84	0.74	0.70	0.63	0.60	0.52
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.27	0.20	0.25	0.19	0.17	0.20	0.25	0.29	0.33
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.13	0.14	0.12	0.11	0.15	0.12	0.15	0.14	0.18
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.21	0.17	0.19	0.20	0.18	0.24	0.27	0.24	0.24
13	33.45	Ethyl myristate	0.05	0.05	0.04	0.06	0.07	0.05	0.08	0.10	0.11
14	38.15	Ethyl palmitate	0.35	0.07	0.09	0.10	0.15	0.18	0.19	0.21	0.22
		others	1.08	0.83	1.19	1.03	1.20	1.05	0.18	0.30	0.10
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

초산의 경우 숙성기간에 따라 Isoamyl alcohol, decanoic acid는 조금 증가하는 경향을 보였으나 나머지 향기성분들은 큰 변화가 없었다.

구연산을 첨가한 시험에서는 숙성기간에 따라 Isoamyl alcohol, decanoic acid는 조금 증가하는 경향을 보였으며 반대로 ethyl octanoate, phenylethyl alcohol은 조금씩 감소하였다. 기타 나머지 향기성분들은 큰 변화가 없었다.

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	초산								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	94.99	94.50	94.58	94.24	94.15	94.15	93.95	93.95	93.05
3	4.33	n-Propanol	0.08	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.86	0.74	0.68	0.70	0.68	0.58	0.93	0.89	0.96
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.32	1.35	1.47	1.50	1.56	1.52	2.20	2.53	2.68
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	16.72	Ethyl octanoate	0.12	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.06
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.77	0.89	0.78	0.84	0.82	0.81	0.80	0.75	0.72
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.21	0.21	0.20	0.19	0.21	0.22	0.25	0.28	0.31
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.12	0.17	0.11	0.08	0.12	0.12	0.15	0.16	0.19
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.22	0.18	0.21	0.11	0.18	0.15	0.18	0.16	0.24
13	33.45	Ethyl myristate	0.03	0.04	0.08	0.02	0.06	0.04	0.08	0.09	0.11
14	38.15	Ethyl palmitate	0.05	0.04	0.01	0.07	0.06	0.03	0.06	0.08	0.10
		others	1.20	1.76	1.79	2.18	2.09	2.35	1.31	1.02	1.58
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	구연산								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	95.30	95.10	94.89	95.50	95.24	95.12	95.64	94.77	94.16
3	4.33	n-Propanol	0.03	0.01	0.06	0.09	0.15	0.18	0.20	0.22	0.28
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.04	0.02	0.05	0.06	0.08	0.07	0.18	0.20	0.32
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.74	0.85	0.81	0.83	0.78	0.93	1.48	2.31	2.39
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	16.72	Ethyl octanoate	1.32	0.35	0.34	0.28	0.31	0.33	0.40	0.38	0.35
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.90	0.94	0.86	0.78	0.89	0.88	0.80	0.75	0.72
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.11	0.14	0.13	0.14	0.10	0.13	0.16	0.15	0.18
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.20	0.21	0.31	0.20	0.27	0.25	0.29	0.32	0.35
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.15	0.12	0.14	0.13	0.11	0.10	0.15	0.16	0.17
13	33.45	Ethyl myristate	0.14	0.13	0.14	0.13	0.14	0.18	0.20	0.22	0.26
14	38.15	Ethyl palmitate	0.05	0.06	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11	0.15	0.16
		others	1.01	2.07	2.25	1.99	2.03	1.94	0.39	0.37	0.66
		total	100.00	100.00	100.00	100.10	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

## 6) 숙성 기간별 증류주의 관능평가

증류주에 있어 최종적인 평가는 관능검사는 통해 하고 있으며 주류의 외관과 풍미를 인간의 감각을 통해서 객관적으로 측정함으로써 그 신뢰를 높일 수 있다. 술 품질인증제에 사용된 관능표를 이용해서 농업기술원의 훈련된 관능 평가원들로 하여금 1-9의 강도로 표시하게 한 후 그 평균값을 구하여 표로 나타내었다.

### ① 증류주의 향아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간별 관능평가 분석

유기산 종류별 및 숙성 기간에 따른 향아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간별 관능평가 결과는 표 19과 같다. 증류가 끝난 후의 알코올을 25%로 조정 후의 관능은 전체적인 기호도와 종합적 평가에서 초산 첨가 증류주의 경우 6.3±0.5, 젖산 첨가 증류주의 경우 6.6±0.5로 큰 차이를 보이지 않았다. 이후 숙성 기간이 증가함에 따라 숙성의 변화가 나타나기는 했으나 그 변화가 경향을 나타내거나 하지는 않았으며 전체적으로 기호성의 변화도 크지 않았다. 이것은 유기산 종류에 따른 관능의 차이가 뚜렷하게 나타나지 않아서 숙성 기간에 따라서 관능이 항상 하기는 했지만 그 관능적인 차이가 적어서 변별력이 없기 때문으로 추측된다. 또한 숙성 180일과 비교해서는 전체적으로 기호도가 떨어 졌는데 이것은 일반적인 초기숙성인 3-6개월의 경우 가스향 성분 증발과 자극취가 감소되는 과정중에 있는걸로 보이며 이후 6개월-3년 정도의 숙성을 통해 좀 더 맛의 조화가 가능하리라 추측된다.

표 19. 증류주의 향아리 및 스테인리스 숙성기간에 따른 관능 변화

평가 내용	숙성 일수	0일							
		향아리				스테인리스 용기			
		무첨가	젖산	초산	구연산	무첨가	젖산	초산	구연산
투명도		6.8±0.5	6.8±0.5	7.0±0.0	7.0±0.0	7.0±0.0	7.0±0.0	7.0±0.0	7.3±0.5
알코올향		6.8±0.5	6.3±1.0	6.5±0.6	6.5±0.6	6.8±0.5	6.3±0.5	6.3±1.0	6.8±0.5
복합향		6.5±1.0	6.8±0.5	6.3±0.5	6.5±0.6	6.3±0.5	6.8±0.5	6.0±0.0	7.0±0.0
복합미		6.0±0.0	6.5±0.6	5.5±0.6	5.8±0.5	6.3±0.5	6.3±0.5	5.3±0.5	6.3±0.5
입안감촉		5.5±0.6	6.5±1.3	5.8±1.0	6.3±0.5	6.0±0.0	6.8±1.0	5.3±0.5	6.3±0.5
종합적 평가		6.3±1.0	6.8±0.5	6.3±0.5	6.4±0.5	6.3±0.5	6.8±0.5	5.8±0.5	7.0±0.0
평가 내용	숙성 일수	10일							
		향아리				스테인리스 용기			
		무첨가	젖산	초산	구연산	무첨가	젖산	초산	구연산
투명도		7.0±1.2	7.4±0.5	7.4±0.5	7.6±0.5	6.8±1.1	7.2±0.4	7.2±0.4	7.2±0.4
알코올향		6.4±1.1	6.6±0.5	6.0±0.7	6.2±0.4	6.2±0.4	6.4±0.5	6.4±0.5	6.6±0.5
복합향		6.2±0.4	6.6±0.5	6.2±0.8	6.0±0.7	6.2±0.8	6.4±0.5	5.8±0.4	6.0±0.0
복합미		5.2±0.4	6.0±0.0	5.6±0.9	5.8±1.1	6.6±0.5	5.8±0.4	5.6±0.5	5.4±0.9
입안감촉		5.4±0.5	6.2±0.8	6.2±0.8	5.8±1.1	6.2±0.8	6.2±0.8	5.8±0.4	5.6±0.5
종합적 평가		6.0±1.0	6.6±0.5	6.0±1.0	6.2±0.8	6.4±0.5	6.2±0.8	5.8±0.4	6.0±0.7
평가 내용	숙성 일수	20일							
		향아리				스테인리스 용기			
		무첨가	젖산	초산	구연산	무첨가	젖산	초산	구연산
투명도		5.8±0.8	6.2±0.4	6.6±0.5	6.0±0.7	5.8±0.8	5.8±0.8	6.0±1.0	6.2±0.8
알코올향		5.6±1.3	5.6±0.9	6.0±0.7	6.0±1.4	5.2±0.8	6.0±0.7	5.8±0.8	5.8±0.8
복합향		5.6±0.5	5.6±0.5	5.4±0.5	5.4±0.5	5.0±1.0	5.8±0.8	5.6±0.9	5.8±0.8
복합미		4.8±0.4	5.6±0.9	6.0±0.0	5.0±0.7	4.8±0.4	5.4±0.9	5.2±0.8	5.8±0.8
입안감촉		5.0±0.0	5.8±0.8	5.6±0.5	5.2±0.4	4.8±0.4	5.4±0.9	5.0±1.0	5.4±0.5
종합적 평가		5.2±0.4	6.0±0.7	6.0±0.0	5.4±0.5	4.8±0.8	5.8±0.8	5.6±0.5	5.8±0.8

평가 내용		30일							
		항아리				스테인리스 용기			
		무첨가	젓산	초산	구연산	무첨가	젓산	초산	구연산
투명도	숙성 일수	5.6±0.9	7.0±0.0	6.4±0.9	6.0±1.0	6.8±0.4	6.8±0.4	6.8±0.4	6.8±0.4
알코올향		5.4±0.5	5.2±0.4	6.0±0.0	6.0±0.0	5.6±0.5	5.8±0.4	5.2±0.4	5.2±0.4
복합향		5.4±0.5	5.8±0.4	5.8±0.4	5.4±0.5	5.2±0.8	5.8±0.4	5.4±0.5	5.6±0.5
복합미		5.2±0.4	5.2±0.4	5.4±0.5	5.4±0.9	5.0±0.7	5.2±0.4	5.4±1.1	5.8±0.4
입안감촉		4.6±0.5	5.4±0.5	5.8±0.4	5.4±0.5	4.8±0.4	5.0±0.0	5.8±0.8	5.8±0.4
종합적 평가		5.0±0.0	5.4±0.5	5.6±0.5	5.4±0.5	5.4±0.9	5.4±0.5	5.6±0.9	5.8±0.4
평가 내용		60일							
		항아리				스테인리스 용기			
		무첨가	젓산	초산	구연산	무첨가	젓산	초산	구연산
투명도	숙성 일수	7.0±1.8	7.0±1.8	7.0±1.8	7.3±1.5	7.0±0.8	7.0±0.8	7.0±0.8	7.5±1.3
알코올향		6.0±0.0	5.5±0.6	6.0±0.0	6.5±0.6	5.3±0.5	5.5±0.6	5.5±0.6	6.0±0.0
복합향		5.5±0.6	5.8±0.5	5.8±0.5	6.0±0.0	5.5±0.6	5.8±0.5	5.8±0.5	5.8±0.5
복합미		4.5±0.6	5.3±0.5	5.8±0.5	5.0±0.8	4.8±1.0	5.0±0.0	4.5±0.6	4.8±0.5
입안감촉		4.5±0.6	5.0±1.2	5.5±0.6	5.0±0.8	4.8±1.0	4.8±1.0	4.8±0.5	5.0±0.8
종합적 평가		4.8±0.5	5.3±0.5	5.3±0.5	5.8±1.0	5.0±0.8	5.3±0.5	5.0±0.8	5.5±0.6
평가 내용		90일							
		항아리				스테인리스 용기			
		무첨가	젓산	초산	구연산	무첨가	젓산	초산	구연산
투명도	숙성 일수	6.5±0.6	6.5±0.6	6.5±0.6	6.8±0.5	6.5±0.6	6.5±0.6	6.5±0.6	6.5±0.6
알코올향		6.0±0.0	5.0±0.0	5.3±0.5	5.8±0.5	6.0±0.8	5.5±0.6	5.5±0.6	5.0±0.8
복합향		5.0±0.0	4.8±0.5	4.5±0.6	5.5±0.6	5.0±0.0	5.0±0.0	4.8±0.5	5.0±0.0
복합미		4.8±0.5	4.3±0.5	4.3±0.5	5.0±0.8	4.5±0.6	4.8±0.5	4.3±0.5	4.5±0.6
입안감촉		4.5±0.6	4.5±0.6	4.5±0.6	5.0±0.8	4.8±0.5	5.0±0.8	4.8±0.5	4.3±0.5
종합적 평가		5.3±0.5	4.5±0.6	4.5±0.6	5.5±0.6	5.3±0.5	5.5±0.6	4.9±0.6	4.8±0.9
평가 내용		120일							
		항아리				스테인리스 용기			
		무첨가	젓산	초산	구연산	무첨가	젓산	초산	구연산
투명도	숙성 일수	6.0±0.9	6.5±0.8	6.8±1.3	5.7±1.5	6.0±0.9	5.7±0.8	6.0±0.9	5.7±0.8
알코올향		5.5±0.8	5.0±0.6	5.0±0.6	4.3±1.0	5.0±0.6	4.8±1.2	4.0±0.9	3.5±0.5
복합향		5.2±1.0	4.5±0.8	4.5±0.5	4.2±1.0	4.8±0.4	5.2±1.2	4.0±0.9	3.7±0.8
복합미		4.5±1.0	5.0±0.0	4.3±1.0	4.0±0.9	3.7±1.2	3.7±1.0	4.2±1.0	3.7±0.8
입안감촉		3.8±1.0	4.2±1.0	3.8±1.2	4.0±0.6	3.8±1.3	4.0±1.1	4.0±1.3	3.8±1.7
종합적 평가		4.8±0.8	4.5±0.5	4.5±1.0	4.3±0.8	4.5±0.8	4.5±0.8	4.5±1.4	3.7±1.0
평가 내용		150일							
		항아리				스테인리스 용기			
		무첨가	젓산	초산	구연산	무첨가	젓산	초산	구연산
투명도	숙성 일수	7.0±1.4	6.8±1.7	6.8±1.7	6.8±1.7	7.0±1.4	7.0±1.4	7.0±1.4	6.8±1.7
알코올향		4.5±1.0	5.0±0.0	5.8±0.5	5.3±1.5	6.0±0.8	6.3±1.5	6.0±1.2	6.5±1.3
복합향		5.0±0.8	5.5±0.6	5.5±0.6	5.3±1.0	6.3±0.5	5.8±0.5	6.0±1.8	6.0±1.4
복합미		5.0±0.0	5.3±0.5	5.3±0.5	4.3±0.5	4.5±0.6	4.0±0.0	4.5±0.6	4.0±0.0
입안감촉		5.0±0.8	5.0±0.8	5.0±0.8	4.3±0.5	4.8±0.5	5.0±0.0	5.3±1.0	5.5±1.0
종합적 평가		5.3±0.5	5.3±1.0	5.5±0.6	4.9±1.0	5.8±0.5	5.9±0.9	5.8±1.5	5.9±1.4

평가 내용	180일							
	항아리				스테인리스 용기			
	무첨가	젖산	초산	구연산	무첨가	젖산	초산	구연산
투명도	6.5±0.5	6.6±1.5	6.4±1.0	6.3±1.7	6.3±0.9	6.5±1.5	6.3±1.3	6.8±1.2
알코올함	5.5±1.0	5.5±1.2	5.5±1.2	5.0±1.5	5.3±0.8	5.3±1.7	6.2±1.2	6.6±1.3
복합함	5.1±1.2	5.2±0.5	5.4±1.5	5.5±1.2	5.8±1.2	5.9±1.2	6.3±1.3	6.3±1.5
복합미	5.3±1.2	5.5±1.0	5.6±1.0	5.1±1.1	5.5±1.2	5.2±1.2	4.8±1.5	5.1±1.1
입안감촉	5.2±1.5	5.5±1.0	5.1±0.8	5.2±0.5	5.6±0.9	5.3±1.4	5.6±1.0	5.5±1.2
종합적 평가	5.4±1.2	5.3±1.5	5.8±1.2	5.1±1.0	5.8±1.5	5.9±1.1	5.7±1.2	5.6±1.6

### III) 젖산 pH별 증류주 품질 향상 시험

증류식 소주 품질 향상 시험에서 유기산의 첨가 종류에 따른 증류주의 품질 차이는 없었으나 pH에 따른 차이가 있을 수 있어서 다른 선행 논문을 참고하여 젖산 pH 조건에 따른 차이를 확인하였다. 먼저 아무것도 첨가하지 않은 무첨가와 젖산을 첨가하여 pH를 4.0, 3.5, 3.0으로 조정하여 증류 후 증류주의 향미가 증진되는지를 살펴보았다.

#### 1) 젖산 pH에 따른 술덧 증류 및 숙성 기간별 분석

젖산 pH별 처리를 위한 증류주용 술덧 발효 및 분석은 증류조건 최적 발효 조건과 동일하게 진행하였으며 그 술덧 담금 결과는 기존 발효 결과와 큰 차이가 나지 않았으며 알코올 17.1±0.25%, 산도 0.51±0.12%, Brix 10.50±1.48, pH 4.20±0.12, 환원당 0.79±0.10 mg/mL, 휘발산 0.12±0.01%를 나타내었다(data not shown).

위의 방법으로 제조한 술덧을 젖산 무첨가와 젖산을 첨가하여 pH를 3가지(pH 4.0, 3.5, 3.0) 조건으로 조정한 후 증류조건 최적화 시험에서 최종 선발한 1번 조건(압력 -60 cmHg, 증류온도 60°C, 초류커트 없이 본류커트 30%)으로 증류를 실시하였다. 이후 알코올 함량은 따로 조정을 하지 않고 원주 그대로를 10 L 항아리와 스테인리스 용기에 담아 20°C 암실에 보관하면서 숙성 기간별로 샘플을 채취하여 분석하였다.

#### ① 증류주의 항아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간별 일반성분 분석

증류주의 항아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 알코올, 휘발산도, pH, 유기산(acetic acid) 분석결과는 표 20와 같다. 각각의 술덧에 젖산을 이용하여 pH를 조정 한 후 증류 압력 -60 cmHg, 증류온도 60°C, 초류커트 없이 본류커트 30%으로 증류를 실시하였을 때 알코올이 가장 낮은 것은 53.2%였으며 알코올이 가장 높은 것은 54.9%로 이것은 유기산 종류별 증류주 보다 약 5% 정도 알코올이 높은 것이었다. 또한 숙성기간 동안의 변화를 살펴 보았을 때 180일 까지는 알코올의 변화는 거의 없었다.

휘발산도의 변화를 살펴본 결과(B) 증류 0일차에 젖산의 pH에 따른 휘발산도는 0.46-0.53 mL로 차이는 없었으며 이후 모든 조건에서 숙성기간에 따라 조금씩 상승하였다. 특히 항아리의 경우 pH가 낮아 질수록 변화 폭이 컸는데 이것은 젖산 첨가량이 증가되어 증류액에서도 비슷한 결과가 나온 것으로 추측된다. 다음으로 숙성 기간에 따른 pH의 변화를 살펴본 결과(C) 젖산 무처리 5.47이었으며 젖산을 첨가한 경우의 pH는 이보다 약간 높은 5.61-5.70 사이였다. 그러나 이후 숙성기간이 증가함에 따라 pH는 특이적인 경향을 나타

내지 않았으며 숙성 180일에는 거의 비슷한 pH를 나타내었다. 젖산 pH에 따른 acetic acid의 함량은 무첨가가 17.42 ppm인데 반해 pH가 낮아 질수록 acetic acid는 증가하는 경향을 나타내었다. 이것은 류 등의 젖산을 첨가하여 pH를 낮추었을 때 acetic acid가 증가하는 결과와 동일하였는데 에스테르화 반응에 있어서 산의 반응성은 pH에 많은 영향을 받는 것으로 확인되었다. 이후 숙성기간동의 변화에서 향아리는 acetic acid가 증가하였으나 스테인레스의 숙성 기간이 증가함에 따라 acetic acid의 변화는 없었다. 이것은 국제청기술연구소의 향아리의 숙성 과정에서 일어나는 경향과 유사하다는 것을 알 수 있었다.

표 20. 증류주의 향아리 숙성 기간에 따른 알코올 (A), 휘발산도(B), pH(C), 유기산(D) 분석

(A) 증류조건 및 숙성기간에 따른 알코올 변화

(%)

증류 조건 숙성 기간 (일)	향아리				스테인리스 용기			
	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
0	54.9±0.1	53.4±0.0	53.2±0.0	54.8±0.0	54.9±0.1	53.4±0.0	53.2±0.0	54.8±0.0
10	55.6±0.0	53.7±0.0	53.4±0.0	55.3±0.0	55.4±0.0	53.6±0.1	53.4±0.0	55.0±0.0
20	54.9±0.1	53.4±0.1	53.1±0.1	54.9±0.0	55.0±0.2	53.5±0.1	53.1±0.2	54.9±0.2
30	54.7±0.1	53.4±0.2	53.1±0.1	54.7±0.2	54.9±0.1	53.5±0.2	53.1±0.1	54.7±0.1
60	54.8±0.2	53.4±0.2	53.2±0.2	54.7±0.2	54.6±0.2	53.4±0.1	53.1±0.1	54.7±0.2
90	54.4±0.1	52.6±0.2	51.9±0.5	54.1±0.3	54.5±0.2	52.8±0.4	52.8±0.1	54.2±0.4
120	54.2±0.3	52.7±0.0	52.7±0.2	54.4±0.1	54.6±0.1	52.8±0.1	52.7±0.0	54.4±0.3
150	55.0±0.1	53.5±0.0	53.1±0.1	54.8±0.1	55.0±0.1	53.0±0.2	53.2±0.2	54.3±0.1
180	54.7±0.1	53.5±0.1	52.9±0.1	54.6±0.1	54.8±0.1	53.2±0.1	53.0±0.1	54.3±0.0

(B) 증류조건 및 숙성기간에 따른 휘발산도 변화

(mL)

증류 조건 숙성 기간 (일)	향아리				스테인리스 용기			
	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
0	0.46±0.06	0.48±0.13	0.50±0.12	0.53±0.08	0.46±0.06	0.48±0.13	0.50±0.12	0.53±0.08
10	0.48±0.06	0.52±0.06	0.55±0.0	0.52±0.12	0.49±0.12	0.55±0.12	0.48±0.00	0.52±0.10
20	0.52±0.00	0.53±0.12	0.53±0.13	0.50±0.08	0.53±0.08	0.56±0.08	0.48±0.03	0.50±0.06
30	0.53±0.12	0.53±0.00	0.52±0.00	0.86±0.05	0.55±0.12	0.55±0.00	0.49±0.05	0.52±0.12
60	0.55±0.03	0.78±0.06	0.53±0.06	0.89±0.16	0.55±0.13	0.55±0.13	0.52±0.13	0.53±0.10
90	0.60±0.10	0.70±0.00	0.70±0.00	0.73±0.06	0.53±0.06	0.67±0.06	0.67±0.06	0.60±0.00
120	0.60±0.10	0.70±0.00	0.70±0.00	0.70±0.00	0.50±0.00	0.67±0.06	0.67±0.06	0.60±0.00
150	0.80±0.00	0.93±0.06	1.20±0.00	1.17±0.06	1.20±0.00	1.00±0.00	0.83±0.06	0.70±0.00
180	1.03±0.06	1.17±0.06	1.50±0.00	1.47±0.06	1.50±0.00	0.97±0.06	0.90±0.00	0.90±0.00

(C) 증류조건 및 숙성기간에 따른 pH 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인리스 용기			
	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
0	5.47±0.16	5.70±0.21	5.61±0.16	5.76±0.23	5.47±0.16	5.70±0.21	5.61±0.16	5.76±0.23
10	5.69±0.19	5.70±0.05	5.55±0.16	5.75±0.20	5.96±0.29	5.79±0.05	5.73±0.18	5.83±0.15
20	5.89±0.09	5.80±0.29	5.80±0.28	5.97±0.13	6.07±0.16	5.99±0.05	5.84±0.08	5.94±0.06
30	5.49±0.23	5.59±0.09	5.43±0.26	5.24±0.18	5.91±0.19	5.39±0.17	5.53±0.19	5.53±0.10
60	5.50±0.32	5.65±0.25	5.50±0.25	5.65±0.20	5.56±0.20	5.55±0.40	5.64±0.31	5.62±0.23
90	5.85±0.29	5.78±0.06	5.66±0.20	5.54±0.09	5.82±0.34	5.53±0.15	5.65±0.26	5.78±0.12
120	5.96±0.27	5.60±0.21	5.71±0.11	5.65±0.24	5.49±0.53	6.02±0.13	5.60±0.08	5.44±0.05
150	6.22±0.35	6.06±0.09	5.67±0.13	6.22±0.03	6.04±0.01	6.26±0.18	5.83±0.14	6.03±0.12
180	6.10±0.24	6.30±0.21	5.79±0.31	5.89±0.06	6.03±0.04	5.64±0.10	5.98±0.15	5.49±0.38

(D) 숙성기간에 따른 유기산(acetic acid) 변화

(ppm)

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인리스 용기			
	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
0	17.42±1.70	19.48±0.81	22.96±1.53	24.03±1.91	17.42±1.70	19.48±0.81	22.96±1.53	24.03±1.91
10	17.73±1.08	19.99±1.13	23.51±1.48	24.07±1.31	18.90±1.43	20.02±1.88	23.91±1.35	20.05±1.57
20	15.47±0.23	23.48±2.06	22.92±0.88	23.75±1.17	18.77±1.69	23.05±1.27	23.39±1.27	24.88±1.62
30	14.23±0.66	23.89±2.43	23.23±1.02	23.53±1.51	18.78±1.88	22.99±1.22	23.36±0.38	23.83±1.51
60	13.59±0.58	23.05±0.46	24.37±0.22	24.39±1.06	19.57±0.57	22.70±0.58	23.07±0.75	23.60±2.20
90	15.25±1.25	25.39±2.30	32.26±1.63	23.47±1.23	18.24±1.10	22.32±2.10	22.48±2.03	22.83±1.52
120	20.98±2.35	28.44±1.58	34.01±2.58	21.40±1.17	19.58±1.25	23.40±1.74	24.01±1.50	22.15±1.20
150	25.97±1.74	32.11±2.65	33.90±3.78	20.51±2.48	20.15±1.60	22.21±1.65	23.90±1.76	21.11±1.21
180	25.18±2.60	34.27±2.41	35.48±3.25	25.54±2.40	21.21±1.12	24.17±1.20	25.48±2.15	22.34±1.28

다음으로 증류주의 항아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm UV 480nm)(C) 분석결과는 표 21와 같다.

숙성기간에 따른 TBA(A)는 젖산 pH와 상관없이 0값을 나타내었다. 이것은 그 증류 시간이 짧기 때문에 불포화지방산이 충분히 넘어오지 않았기 때문으로 생각되면 유기산 종류별 시험에서도 TBA 값은 0을 나타냈었다.

표 21. 증류주의 항아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid)(A), furfural(UV 275nm)(B), 착색도(UV 430nm, 480nm)(C) 분석  
(A) 증류조건 및 숙성기간에 따른 TBA(2-thiobarbituric acid) 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인리스 용기			
	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
10	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
20	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
30	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
60	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
90	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
120	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
150	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
180	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

젖산 pH별 및 숙성 기간에 따른 UV 275nm 분석 결과(B) 역시 0일차에 0.11로 낮은 측정 값을 나타내었으며 이것은 앞에서 실험한 증류조건 최적화 시험의 0.06과 유기산 종류별 시험의 0.04 보다 높았으나 그 차이가 크지는 않았다. 이후 숙성 기간 증가에 따른 변화는 없었다.

(B) 숙성기간에 따른 UV 275nm 변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인리스 용기			
	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
0	0.11±0.00	0.10±0.01	0.11±0.00	0.11±0.00	0.11±0.00	0.10±0.01	0.11±0.00	0.11±0.00
10	0.10±0.00	0.09±0.00	0.10±0.00	0.10±0.00	0.11±0.00	0.09±0.00	0.11±0.00	0.09±0.00
20	0.11±0.00	0.09±0.01	0.11±0.00	0.09±0.00	0.11±0.00	0.09±0.00	0.11±0.00	0.09±0.00
30	0.11±0.00	0.09±0.00	0.11±0.00	0.09±0.00	0.11±0.00	0.09±0.00	0.11±0.00	0.09±0.00
60	0.12±0.01	0.08±0.01	0.01±0.00	0.09±0.01	0.10±0.01	0.08±0.01	0.10±0.02	0.10±0.01
90	0.10±0.03	0.11±0.01	0.10±0.03	0.06±0.00	0.07±0.00	0.06±0.00	0.07±0.00	0.06±0.01
120	0.11±0.00	0.09±0.01	0.11±0.00	0.09±0.00	0.11±0.00	0.09±0.00	0.11±0.00	0.09±0.00
150	0.10±0.00	0.09±0.00	0.10±0.00	0.09±0.00	0.11±0.00	0.10±0.00	0.11±0.00	0.09±0.00
180	0.11±0.00	0.10±0.01	0.11±0.00	0.10±0.01	0.12±0.00	0.10±0.00	0.12±0.00	0.10±0.00

다음으로 소주의 착색도를 430nm 및 480nm에서 측정하였을 때 젖산 pH별 조건에 상관없이 착색도는 0으로 측정되었으며 이것은 앞에서 실험한 유기산 종류별 시험과 동일한 결과였다. 착색도가 0이라는 의미가 투명에 가까운 소주라는 것을 알 수 있는 결과 이었다.

(C) 숙성기간에 따른 착색도(UV 430nm, 480nm)(C)변화

증류 조건 숙성 기간 (일)	항아리				스테인리스 용기				
	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	
430 nm	0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	10	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	20	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	30	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	60	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	90	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	120	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	150	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	180	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
400 nm (a)	0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	10	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	20	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	30	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	60	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0. (b) .00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	90	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	120	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	150	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	180	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

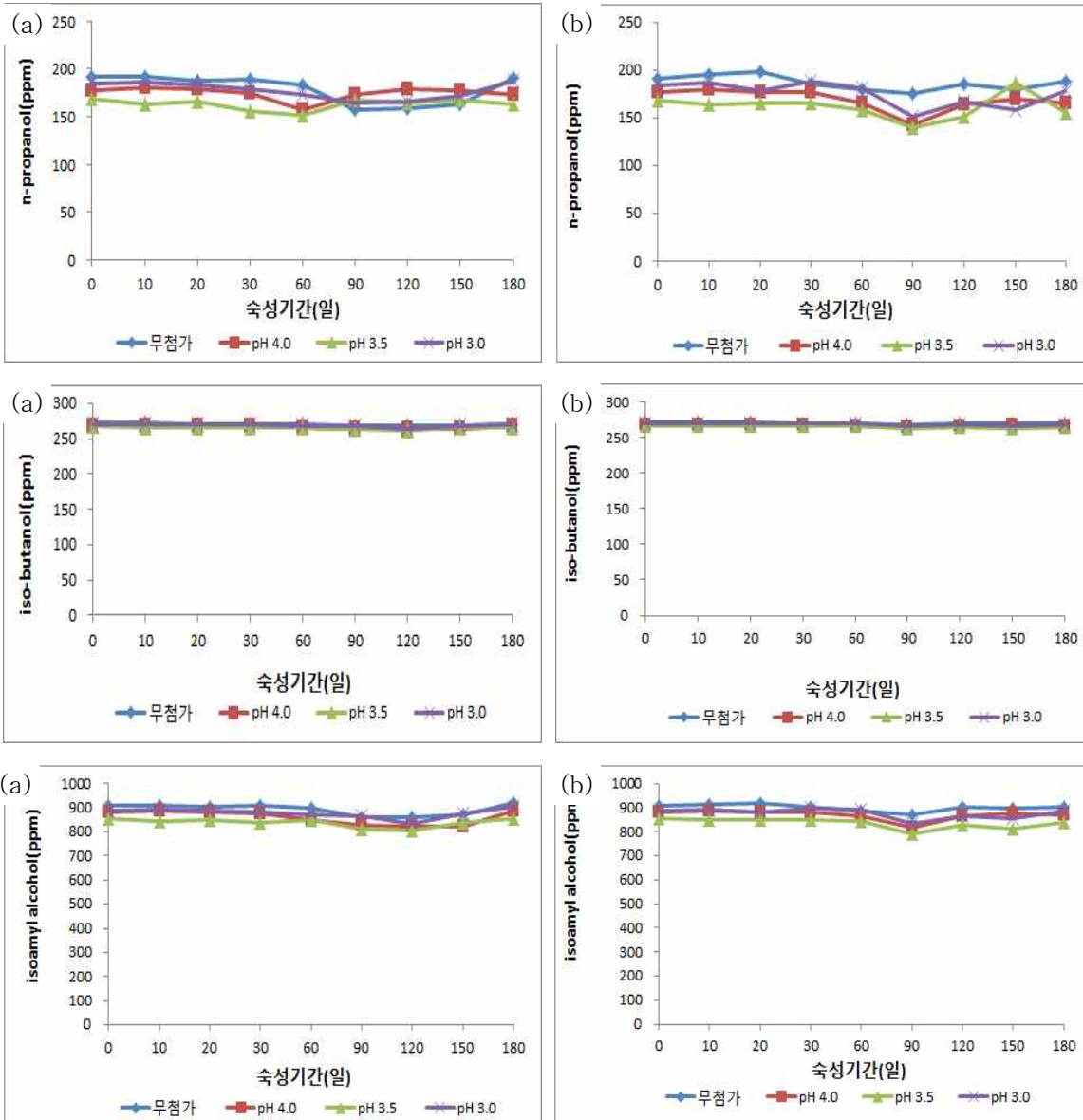
### 3) 숙성 기간별 fusel alcohol 분석

증류시에 젓산을 pH별로 술덧에 첨가하여 향미 성분이 증가하는지에 대한 시험을 실시하였다. 술의 주요한 성분은 에스테르류(예: 초산과 알코올이 결합한 초산에스테르류)와 지방산 에스테르이며 특히 n-propanol(P), isobutanol(B), isoamyl alcohol(A)이 향기 성분에 있어 중요한 역할을 한다.

#### ① 증류주의 항아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간별 fusel alcohol 분석

증류주의 항아리(a) 및 스테인리스 용기(b) 숙성 기간에 따른 fusel alcohol 분석결과는 그림 9와 같다. 먼저 증류시에 유기산을 첨가하지 않은 것과 술덧에 젓산을 첨가하여 pH별(pH 4.0, 3.5, 3.0)로 조정 한 후 증류했을 때 증류 직후 n-propanol 분석 결과는 168.11-191.23 ppm으로 젓산 pH별에 따른 n-propanol 생성 차이는 없었다. 이후 항아리의 경우 숙성 일수가 지나면서 n-propanol이 조금 변화가 있었으나 그 차이는 크지 않았다. Iso-butanol 역시 경우에도 n-propanol과 유사한 경향을 보였는데 266.87-271.11 ppm의 iso-butanol이 측정되었다. 이것은 증류 최적 조건 선발 시험이나 유기산 종류별 시험보다 약간 높은 측정값이었는데 발효주의 차이로 인한 것으로 추측된다. 숙성 일수가 지나면서 큰 차이를 나타내지 않았다. Isoamyl alcohol은 초기 증류시에 유기산 첨가량에 따라 853.71-908.07 ppm으로 큰 차이가 없었으며 다른 fusel alcohol과 유사한 경향을 나타내었다. 다음으로 스테인리스 용기에 숙성을 했을때 역시 n-propanol, isobutano, isoamyl alcohol 모두 항아리와 비슷한 경향을 나타내었다.





(a) 향아리 (b) 스테인리스 용기

그림 9. 증류주의 향아리 및 스테인리스 숙성기간에 따른 fusel alcohol 변화

다음으로 소주의 향미에 있어 n-propanol(P), isobutanol(B), isoamyl alcohol(A)의 함유 비율도 제품의 특징을 결정짓는데 중요한 역할을 한다. 증류주의 향아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간에 따른 fusel alcohol 비율은 표 22과 같다. 향아리의 술덧을 증류한 직후 0일 차에는 A/B의 비율은 pH 조건에 따라 큰 차이가 없었는데 약 3.2-3.3사이의 비율을 나타내었으며 숙성 기간이 지나면서 상승하지 않았다. 이것은 일반적인 증류주의 A/B 비율인 아와모리 소주의 1.1-1.8, 다른 증류식 소주의 2-4, 위스키의 1-2, 브랜드의 3-6중 증류식 소주에 속하는 범위였다.

다음으로 A/P의 비율은 0일 차에 증류 조건에 따라 약 4.7-5.1 사이의 비율로 차이가 크지 않았으며 A/P의 비율은 숙성 기간이 지나도 큰 변화는 없었다. 이 비율은 일반적인 쌀로 만든 증류주의 1.9-4.6보다 약간 높은 결과였는데 아마도 발효주의 제조방법에 따른 차이로

추측된다. 다음으로 B/P의 경우 역시 증류 0일차에는 1.4-1.6로 일반적인 쌀 증류주의 0.9-2.7과 비슷하였으며 숙성기간이 증가함에 따라 큰 변화는 없었다. 스테인리스 용기 역시 증류 0일차는 향아리와 동일하였으며 숙성시간이 지나도 비율은 변하지 않았다.

표 22. 증류주의 향아리 및 스테인리스 용기 숙성기간에 따른 fusel alcohol 비율 변화

비율	증류 조건	숙성 기간									
		0	10	20	30	60	90	120	150	180	
A/B <sup>a</sup>	무첨가	3.3	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.3	3.4	
	pH 4.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.3	
	pH 3.5	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.2	3.2	
	pH 3.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3.1	3.3	3.4	
향아리 A/P	무첨가	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	5.5	5.4	5.3	4.8	
	pH 4.0	5.0	4.9	4.9	5.0	5.4	4.8	4.6	4.6	5.1	
	pH 3.5	5.1	5.2	5.1	5.4	5.6	4.8	4.9	5.0	5.2	
	pH 3.0	4.8	4.8	4.8	4.9	5.0	5.3	5.0	5.1	4.8	
B/P	무첨가	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.7	1.7	1.6	1.4	
	pH 4.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.5	1.5	1.5	1.6	
	pH 3.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6	
	pH 3.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.4	
A/B <sup>a</sup>	무첨가	3.3	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.3	3.3	3.3	
	pH 4.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3.1	3.2	3.3	3.3	
	pH 3.5	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.0	3.1	3.1	3.2	
	pH 3.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.1	3.2	3.2	3.3	
스테인리스 용기 A/P	무첨가	4.7	4.7	4.6	4.9	4.9	4.9	4.9	5.0	4.8	
	pH 4.0	5.0	4.9	5.0	5.0	5.2	5.7	5.2	5.2	5.2	
	pH 3.5	5.1	5.2	5.1	5.1	5.3	5.6	5.5	4.3	5.4	
	pH 3.0	4.8	4.8	4.9	4.8	4.9	5.5	5.2	5.4	5.0	
B/P	무첨가	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	
	pH 4.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	1.6	1.6	1.6	
	pH 3.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7	1.9	1.7	1.4	1.7	
	pH 3.0	1.5	1.4	1.5	1.4	1.5	1.7	1.6	1.7	1.5	

<sup>a</sup>n - propanol(P), isobutyl alcohol(B), isoamyl alcohol(A)

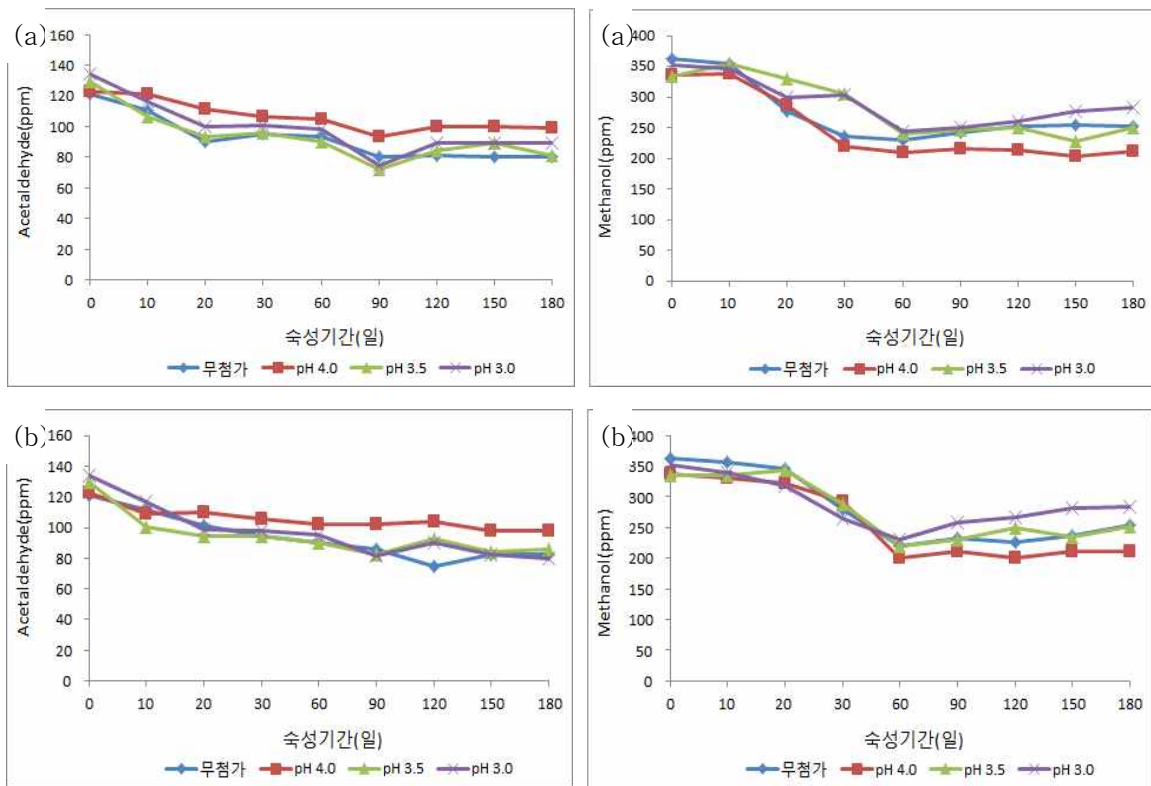
#### 4) 숙성 기간별 증류주 유해물질 분석

증류주에 있어서 유해물질은 중 acetaldehyde, methanol과 furfural은 술의 증류시 품질을 좌우하는 중요한 요소이다. 증류시에 술덧에 젖산을 pH별로 조정하여 증류 후 유해성분이 증가하는지에 대한 시험을 실시하였다.

##### ① 증류주의 향아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간별 유해물질 분석

먼저 증류 직후 향아리 숙성기간에 따른 acetaldehyde, methanol, furfural 3가지 유해 물질에 대한 분석 결과는 그림 10과 같다. 먼저 증류시에 젖산을 첨가하지 않은 것과 술덧에

젖산으로 3가지(pH 4.0, 3.5 3.0) 조건으로 증류했을 때 증류 직후 0일에 acetaldehyde는 유기산을 첨가하지 않은 무첨가는 121.14±3.21 ppm 인데 반해 유기산을 처리한 것은 122.81-134.27 ppm의 함량을 나타내었다. 이것은 앞에서의 유기산 종류별 시험과 비슷한 결과였다. Methanol은 pH에 따른 차이는 없었으며 숙성 기간이 길어질수록 낮아지는 경향을 보였으며 이것은 국세청에서 제시하고 있는 증류주 허용치인 500 ppm에 비해 낮은 수치임을 알 수 있었다. 다음으로 furfural은 모든 조건에서 거의 생성되지 않았으며 당의 열분해에 의해 생성되는 화합물로 알려진 furfural은 감압 증류의 경우에 술덧의 비점이 낮아 가열에 의한 휘발성 성분 변화가 없었던 것으로 생각되며 이 등의 입국을 이용한 감압증류에서 furfural이 생성되지 않는다는 내용과 같았다(data not shown). 테인리스 용기를 이용한 숙성에서도 항아리와 비슷한 시험결과를 나타내었다.



※ 3반복 실험 결과

(a) 항아리 (b) 스테인리스 용기

그림 10. 증류주의 숙성기간에 따른 유해물질 변화

## 5) 숙성 기간별 증류주의 향기성분 분석

증류시에 젓산을 술덧을 첨가하여 pH를 4.0, 3.5, 3.0으로 조정 후 증류시 향기 성분이 변화하는지에 대한 실험을 실시하였다.

### ① 증류주의 향아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간별 향기성분 분석

먼저 증류주의 0일차 분석 결과 공통적으로 14개의 휘발성분이 확인되었고 표 23에 나타내었다. 젓산을 첨가하지 않은 무첨가와 비교하여 젓산을 pH 별로 첨가하여 증류 했을 때 유기산 종류별 시험과 유사하게 무첨가에 비해 isoamyl alcohol, isobutyl alcohol가 높게 측정 되었으며 pH가 낮을수록 그 함량은 높게 측정되었다. 이것은 류 등이 이야기 한 에스테르화 반응에 있어서 산의 반응성은 pH에 많은 영향을 받는 것과 유사한 결과 였다. Isoamyl alcohol이 가장 많은 함량을 나타내었으며 다음으로 isobutyl alcohol, decanoic acid가 높은 결과 값을 나타내었다.

표 23. 증류주의 0일 향기성분 분석

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.01	0.00	0.00
2	2.28	Ethanol	94.55	94.54	94.34	94.36
3	4.33	n-Propanol	0.02	0.04	0.05	0.03
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.30	0.75	0.85	0.81
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.78	1.85	1.84	1.94
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.02	0.01	0.01	0.00
8	16.72	Ethyl octanoate	0.35	0.32	0.38	0.48
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.70	0.84	0.90	0.91
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.15	0.12	0.14	0.16
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.25	0.39	0.35	0.31
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.14	0.18	0.10	0.07
13	33.45	Ethyl myristate	0.08	0.07	0.04	0.08
14	38.15	Ethyl palmitate	0.06	0.34	0.36	0.35
		others	1.25	0.49	0.59	0.45
		total	100.00	100.00	100.00	100.00

증류주의 향아리 숙성기간에 따른 향기성분 변화 분석은 표 24과 같다. 증류 조건은 증류주의 품질 특성 시험에서 선발된 증류 조건으로 -60 cmHg 압력에 증류온도를 60℃로 한 한 초류를 제거하지 않고 본류만 30%를 받은 것으로 초류 성분의 다양한 향기 성분들이 증류주로 유입되었을 것으로 생각한다. 무첨가의 경우 증류 0일차에 ethanol을 제외하고 isoamyl alcohol과 decanoic acid가 가장 높았으며 이외에는 isobutyl alcohol가 높았다. Isoamyl alcohol와 decanoic acid는 증류 0일차 이후에 조금 증가하는 경향을 보였으며 dodecanoic acid는 숙성기간이 지나면서 증가하였다. pH별 시험의 경우 조건 모두에서 isoamyl alcohol, isobutyl alcohol은 숙성을 통해 증가하는 경향을 나타내었으나 나머지는 큰 변화가 없었다.

표 24. 증류주의 향아리 숙성기간에 따른 향기성분 변화 분석

NO.	RT	Compound	(Relative peak area %)																	
			무첨가									pH 4.0								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일	0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
2	2.28	Ethanol	94.55	94.90	94.27	94.34	93.85	93.63	93.40	93.21	93.19	94.54	95.32	95.17	95.10	94.80	94.52	94.10	93.85	93.68
3	4.33	n-Propanol	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.30	0.20	0.20	0.20	0.32	0.45	0.62	0.75	0.82	0.75	0.71	0.98	1.06	0.95	0.88	0.92	0.5	0.94
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.78	0.59	0.93	0.93	1.23	1.29	1.58	1.89	2.60	1.85	1.78	1.51	1.89	2.01	2.83	2.71	2.55	2.52
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.04	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03
8	16.72	Ethyl octanoate	0.35	0.32	0.52	0.48	0.50	0.40	0.51	0.50	0.52	0.32	0.25	0.35	0.28	0.25	0.23	0.26	0.27	0.31
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.70	1.05	0.82	0.91	1.05	1.32	1.20	1.22	1.18	0.84	0.89	1.02	0.99	0.85	0.73	0.74	0.71	0.75
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.15	0.15	0.12	0.14	0.20	0.08	0.07	0.10	0.32	0.12	0.18	0.09	0.14	0.12	0.11	0.12	0.13	0.16
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.25	0.30	0.49	0.31	0.51	0.48	0.52	0.63	0.68	0.39	0.35	0.34	0.34	0.35	0.36	0.31	0.02	0.38
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.14	0.12	0.16	0.14	0.18	0.14	0.19	0.20	0.18	0.18	0.17	0.12	0.15	0.13	0.08	0.08	0.08	0.07
13	33.45	Ethyl myristate	0.08	0.14	0.10	0.12	0.13	0.16	0.17	0.18	0.17	0.07	0.08	0.07	0.05	0.06	0.08	0.07	0.04	0.02
14	38.15	Ethyl palmitate	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.12	0.11	0.09	0.34	0.32	0.33	0.35	0.22	0.10	0.07	0.05	0.03
		others	2.60	2.14	2.28	2.31	1.90	1.92	1.57	1.15	0.18	0.49	0.73	1.00	0.64	0.22	0.04	0.57	1.74	1.08
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	pH 3.5									pH 3.0								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일	0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03
2	2.28	Ethanol	94.34	94.48	94.70	94.64	94.30	94.38	94.35	94.20	93.63	94.36	94.74	94.61	94.89	94.75	94.64	94.20	94.15	94.01
3	4.33	n-Propanol	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.02	0.03	0.05	0.09	0.08	0.11	0.09
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.85	0.80	0.87	0.91	0.87	0.83	0.85	0.81	0.82	0.81	0.91	0.85	0.88	0.80	0.73	0.81	0.81	0.83
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.84	2.23	2.25	2.35	2.45	2.40	2.42	2.52	2.56	1.94	2.01	2.24	2.25	2.27	2.20	2.31	2.30	2.29
7	9.81	Hexanoic acid, ethylester	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.02	0.02
8	16.72	Ethyl octanoate	0.38	0.33	0.23	0.36	0.35	0.33	0.38	0.34	0.31	0.48	0.36	0.36	0.21	0.31	0.38	0.35	0.36	0.31
9	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.90	0.85	0.78	0.80	0.85	0.90	0.92	0.98	1.01	0.91	1.20	1.19	0.86	0.75	0.85	0.91	0.93	0.84
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.14	0.10	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.16	0.16	0.25	0.23	0.16	0.13	0.15	0.21	0.23	0.25
11	28.33	Dodecanoic acid, ethylester	0.35	0.36	0.31	0.36	0.32	0.35	0.33	0.38	0.37	0.31	0.28	0.22	0.21	0.25	0.24	0.26	0.28	0.29
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.10	0.08	0.08	0.10	0.11	0.14	0.12	0.12	0.15	0.07	0.07	0.11	0.25	0.21	0.24	0.20	0.18	0.14
13	33.45	Ethyl myristate	0.04	0.01	0.00	0.02	0.05	0.08	0.06	0.07	0.07	0.08	0.13	0.10	0.07	0.07	0.13	0.11	0.12	0.01
14	38.15	Ethyl palmitate	0.36	0.39	0.35	0.37	0.35	0.33	0.34	0.31	0.29	0.35	0.39	0.35	0.33	0.24	0.22	0.23	0.21	0.22
		others	0.59	0.14	0.14	0.79	0.19	0.12	0.10	0.12	0.60	0.45	0.45	0.50	1.09	0.15	0.10	0.31	0.29	0.67
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

증류주의 스테인리스 용기 숙성기간에 따른 향기성분 변화 분석은 표 25과 같다. Isoamyl alcohol은 pH 3.5, 3.0 조건에서 숙성일수가 증가할수록 증가하였으며 나머지의 변화는 크지가 않았다.

표 25. 증류주의 스테인리스 용기 숙성기간에 따른 향기성분 변화 분석

NO.	RT	Compound	(Relative peak area %)																	
			무첨가									pH 4.0								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일	0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
2	2.28	Ethanol	94.55	94.35	94.89	94.50	94.30	94.00	94.00	93.52	93.26	94.54	94.58	94.84	94.52	94.20	94.17	93.85	93.50	93.38
3	4.33	n-Propanol	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.30	0.64	0.75	0.70	0.69	0.71	0.72	0.75	0.65	0.75	0.75	0.72	0.77	0.85	0.68	0.72	0.80	0.86
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	0.78	1.85	1.78	1.80	1.92	2.12	2.05	2.01	2.04	1.85	1.70	1.65	1.80	1.95	2.18	2.11	2.54	2.75
7	9.81	Hexanoic acid,ethylester	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03
8	16.72	Ethyl octanoate	0.35	0.35	0.47	0.37	0.38	0.40	0.42	0.43	0.40	0.32	0.21	0.32	0.33	0.35	0.33	0.41	0.36	0.42
9	20.66	Decanoic acid,ethylester	0.70	0.85	0.89	0.74	0.76	0.78	0.85	0.86	0.89	0.84	0.89	1.02	0.99	0.82	0.89	0.84	0.75	0.89
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.15	0.13	0.14	0.10	0.12	0.18	0.20	0.23	0.26	0.12	0.12	0.09	0.05	0.06	0.13	0.20	0.15	0.21
11	28.33	Dodecanoic acid,ethylester	0.25	0.28	0.35	0.28	0.31	0.33	0.30	0.35	0.41	0.39	0.32	0.05	0.30	0.32	0.36	0.31	0.34	0.39
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.14	0.14	0.15	0.17	0.18	0.22	0.23	0.28	0.32	0.18	0.15	0.17	0.12	0.16	0.14	0.18	0.19	0.15
13	33.45	Ethyl myristate	0.08	0.12	0.11	0.15	0.19	0.18	0.21	0.19	0.18	0.07	0.07	0.08	0.06	0.05	0.09	0.08	0.11	0.12
14	38.15	Ethyl palmitate	0.06	0.04	0.07	0.08	0.15	0.13	0.18	0.15	0.16	0.34	0.38	0.38	0.35	0.32	0.25	0.38	0.35	0.38
		others	2.60	2.70	1.89	2.60	0.98	0.92	0.82	1.2	1.36	0.49	2.60	2.56	2.11	0.89	0.75	0.9	0.88	0.39
		total	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100	100	100	100	100	100.00	100.00	100.00	100	100	100	100	100

(Relative peak area %)

NO.	RT	Compound	pH 3.5									pH 3.0								
			0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일	0일	10일	20일	30일	60일	90일	120일	150일	180일
1	1.07	Acetaldehyde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03
2	2.28	Ethanol	94.34	94.21	94.11	94.10	93.90	93.60	93.41	93.20	93.13	94.36	94.11	94.10	93.90	93.31	93.23	93.11	93.01	92.95
3	4.33	n-Propanol	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.05	0.08	0.05	0.09	0.11	0.10	0.14
4	6.35	Isobutyl alcohol	0.85	0.78	0.80	0.85	0.84	0.85	0.75	0.86	0.70	0.81	0.71	0.83	0.91	0.86	0.74	0.81	0.92	0.95
5	7.42	1-Butanol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9.34	Isoamyl alcohol	1.84	2.25	2.30	2.33	2.35	2.51	2.32	2.41	2.42	1.94	2.58	2.65	2.88	2.86	2.79	2.84	2.89	2.94
7	9.81	Hexanoic acid, ethylester	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
8	16.72	Ethyl octanoate	0.38	0.25	0.35	0.28	0.31	0.33	0.31	0.28	0.33	0.48	0.35	0.31	0.28	0.29	0.33	0.31	0.30	0.32
9	20.66	Decanoic acid, ethylester	0.90	0.74	0.70	0.68	0.75	0.83	0.87	0.79	0.77	0.91	1.00	0.89	0.85	0.81	0.84	0.76	0.78	0.78
10	27.45	Acetic acid, 2-phenylethyl ester	0.14	0.25	0.14	0.18	0.16	0.14	0.18	0.14	0.13	0.16	0.21	0.23	0.14	0.15	0.22	0.19	0.20	0.1
11	28.33	Dodecanoic acid, ethylester	0.35	0.40	0.41	0.48	0.40	0.42	0.43	0.46	0.42	0.31	0.20	0.25	0.24	0.26	0.29	0.27	0.24	0.23
12	30.02	Phenylethyl Alcohol	0.10	0.07	0.09	0.07	0.06	0.04	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.14	0.08	0.09	0.11	0.08	0.06
13	33.45	Ethyl myristate	0.04	0.02	0.03	0.03	0.05	0.07	0.08	0.09	0.15	0.08	0.12	0.11	0.08	0.11	0.12	0.13	0.09	0.08
14	38.15	Ethyl palmitate	0.36	0.41	0.49	0.37	0.35	0.37	0.28	0.31	0.34	0.35	0.35	0.34	0.35	0.35	0.31	0.32	0.33	0.32
		others	0.64	0.62	0.58	0.63	0.83	0.82	1.29	1.39	1.54	0.50	0.25	0.15	0.14	0.85	0.92	1.01	1.04	1.09
		total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



## 6) 숙성 기간별 증류주의 관능평가

증류주에 있어 최종적인 평가는 관능검사는 통해 하고 있으며 주류의 외관과 풍미를 인간의 감각을 통해서 객관적으로 측정함으로써 그 신뢰를 높일 수 있다. 술 품질인증제에 사용된 관능표를 이용해서 농업기술원의 훈련된 관능 평가원들로 하여금 1-9의 강도로 표시하게 한 후 그 평균값을 구하여 표로 나타내었다.

### ① 증류주의 향아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간별 관능평가 분석

젖산 pH별 숙성 기간에 따른 향아리 및 스테인리스 용기 숙성 기간별 관능평가 결과는 표 26과 같다. 증류가 끝난 후의 알코올을 25%로 조정 후의 관능은 전체적인 기호도와 종합적 평가에서 젖산 pH별 관능에서 무첨가에서 6.2의 관능평가를 보인 반면 오히려 젖산을 첨가하여 pH 3.5으로 조정하여 증류한 증류주는 5.7의 낮은 관능평가 점수를 보였다. 이후 숙성 기간이 증가함에 따라 관능평가 점수가 변화하여 180일에는 처리조건에 따른 차이는 나타나지 않았다. 이것 역시 유기산 종류별 시험 결과와 유사하게 초기 관능의 차이가 뚜렷하게 나타나지 않아서 숙성 기간에 따라서 관능이 향상 하기는 했지만 그 관능적인 차이가 적어서 변별력이 없기 때문으로 추측된다.

표 26. 증류주의 향아리 및 스테인리스 숙성기간에 따른 관능 변화

평가 내용	숙성 일수	0일							
		향아리				스테인리스 용기			
		무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
투명도		6.2±0.8	5.3±0.5	6.0±0.6	5.7±0.8	6.2±0.8	5.3±0.5	6.0±0.6	5.7±0.8
알코올향		5.0±0.6	5.3±1.0	5.8±0.8	5.3±0.8	5.0±0.6	5.3±1.0	5.8±0.8	5.3±0.8
복합향		5.3±1.4	5.7±1.0	4.7±1.5	4.5±1.5	5.3±1.4	5.7±1.0	4.7±1.5	4.5±1.5
복합미		4.7±1.9	4.7±1.6	4.2±1.2	4.2±1.2	4.7±1.9	4.7±1.6	4.2±1.2	4.2±1.2
입안감촉		4.8±1.0	4.8±1.0	4.2±1.2	3.5±1.0	4.8±1.0	4.8±1.0	4.2±1.2	3.5±1.0
종합적 평가		4.8±1.0	5.5±0.8	5.2±1.0	4.5±1.0	4.8±1.0	5.5±0.8	5.2±1.0	4.5±1.0
평가 내용	숙성 일수	10일							
		향아리				스테인리스 용기			
		무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
투명도		6.2±0.8	5.3±0.5	6.0±0.6	5.7±0.8	6.0±0.6	5.7±0.8	6.2±1.2	6.8±1.2
알코올향		5.0±0.6	5.3±1.0	5.8±0.8	5.3±0.8	5.2±1.2	5.7±2.0	5.3±2.3	5.7±2.4
복합향		5.3±1.4	5.7±1.0	4.7±1.5	4.5±1.5	5.3±1.9	5.3±1.6	5.2±2.2	4.8±2.1
복합미		4.7±1.9	4.7±1.6	4.2±1.2	4.2±1.2	5.2±2.2	5.5±2.1	5.2±2.3	4.7±2.5
입안감촉		4.8±1.0	4.8±1.0	4.2±1.2	3.5±1.0	4.8±1.6	4.7±1.5	4.8±2.1	4.3±2.2
종합적 평가		4.8±1.0	5.5±0.8	5.2±1.0	4.5±1.0	5.3±1.2	5.3±1.4	5.2±1.8	4.8±1.7
평가 내용	숙성 일수	20일							
		향아리				스테인리스 용기			
		무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
투명도		6.5±0.6	7.0±0.0	7.0±0.0	6.8±0.5	6.5±0.6	6.8±0.5	6.8±0.5	6.8±0.5
알코올향		6.5±0.6	6.5±0.6	6.5±0.6	6.0±0.8	6.3±0.5	7.0±0.0	6.5±0.6	6.8±1.0
복합향		7.3±1.0	7.0±0.8	6.5±1.0	6.5±1.0	7.0±0.0	6.8±0.5	6.3±0.5	5.8±0.5
복합미		6.5±1.3	6.3±0.5	6.3±0.5	6.0±0.0	6.0±1.4	6.5±0.6	6.8±0.5	6.3±1.0
입안감촉		6.0±0.0	5.8±0.5	5.8±0.5	6.3±0.5	6.5±1.3	6.3±0.5	6.3±0.5	5.5±1.0
종합적 평가		6.0±0.8	6.8±0.5	6.3±0.5	6.0±0.0	6.5±0.6	6.8±0.5	6.5±0.6	6.3±1.0

평가 내용		30일							
		항아리				스테인리스 용기			
		무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
숙성 일수	투명도	6.5±0.6	6.5±0.6	6.3±0.5	7.0±0.0	7.8±0.5	7.0±0.0	6.8±0.5	7.3±0.5
	알코올향	6.8±0.5	7.3±0.5	7.3±0.5	6.0±0.8	6.8±0.5	6.8±0.5	6.5±1.0	6.3±1.0
	복합향	7.3±1.0	6.3±0.5	6.5±1.0	6.8±0.5	7.0±0.8	6.8±0.5	6.5±0.6	6.0±0.8
	복합미	7.0±0.8	6.3±1.0	6.5±1.3	5.8±1.0	6.8±1.0	6.5±1.0	6.3±1.0	6.0±0.0
	입안감촉	7.3±1.0	5.8±0.5	6.0±0.8	5.3±0.5	7.3±0.5	6.0±0.8	6.3±1.0	6.5±1.3
	종합적 평가	7.1±0.6	6.0±0.8	6.3±1.0	5.8±1.0	7.3±0.5	6.5±1.0	6.5±1.0	6.3±1.0

평가 내용		60일							
		항아리				스테인리스 용기			
		무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
숙성 일수	투명도	6.3±1.0	6.5±0.6	6.8±0.5	6.8±0.5	6.8±0.5	6.8±0.5	6.8±0.5	6.8±0.5
	알코올향	6.5±1.0	5.5±0.6	5.0±0.0	5.3±0.5	5.8±1.0	5.8±0.5	6.0±0.8	6.0±0.8
	복합향	6.0±0.8	5.3±0.5	4.5±1.0	5.0±1.4	5.5±0.6	4.8±1.3	5.3±1.7	5.0±1.6
	복합미	6.3±1.0	4.8±1.3	5.5±1.7	5.3±1.5	5.3±0.5	5.0±1.4	4.8±1.3	4.5±1.0
	입안감촉	6.3±1.0	4.8±1.3	5.5±1.7	5.3±1.5	5.0±0.0	4.5±1.3	4.5±1.3	4.3±1.0
	종합적 평가	6.3±1.0	5.3±0.5	5.3±1.7	5.3±1.5	5.5±0.6	5.0±1.4	4.8±1.3	4.5±1.0

평가 내용		90일							
		항아리				스테인리스 용기			
		무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
숙성 일수	투명도	7.3±0.5	7.3±0.5	7.3±0.5	7.3±0.5	7.3±0.5	7.3±0.5	7.3±0.5	7.3±0.5
	알코올향	6.0±0.8	6.0±0.0	5.5±0.6	6.3±1.0	6.5±0.6	6.3±0.5	6.3±0.5	6.3±0.5
	복합향	5.8±0.5	6.0±0.0	5.5±0.6	6.0±0.0	6.3±0.5	6.0±0.8	5.8±0.5	5.8±0.5
	복합미	4.8±1.0	5.0±0.8	5.3±1.5	5.0±0.8	5.5±1.0	5.5±0.6	5.5±0.6	5.5±0.6
	입안감촉	4.5±0.6	4.5±1.0	5.3±1.5	5.3±0.5	5.3±0.5	4.8±0.5	5.0±0.8	5.5±0.6
	종합적 평가	5.3±0.5	5.5±0.6	5.8±1.0	6.0±0.8	5.8±1.0	5.8±1.0	5.8±0.5	6.0±0.8

평가 내용		120일							
		항아리				스테인리스 용기			
		무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
숙성 일수	투명도	6.5±0.6	6.5±0.6	6.5±0.6	6.5±0.6	6.8±0.5	6.8±0.5	6.8±0.5	6.8±0.5
	알코올향	5.3±0.5	5.3±0.5	5.0±0.0	5.3±0.5	4.8±1.0	5.0±0.8	4.5±1.0	4.8±1.0
	복합향	4.8±0.5	5.3±0.5	6.0±0.0	5.3±0.5	4.5±1.0	4.5±0.6	4.0±0.8	4.8±1.3
	복합미	4.8±1.0	5.8±0.5	5.0±0.8	4.8±0.5	4.8±1.5	5.0±0.0	4.3±1.0	4.5±1.0
	입안감촉	4.3±1.0	5.0±0.8	4.8±0.5	4.8±1.3	4.5±1.7	5.0±0.8	4.3±0.5	4.3±0.5
	종합적 평가	5.3±0.5	5.4±0.5	5.3±1.0	5.5±0.6	5.0±1.2	5.3±0.5	4.3±1.0	4.8±1.3

평가 내용		150일							
		항아리				스테인리스 용기			
		무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
숙성 일수	투명도	5.7±1.0	5.8±1.0	5.3±1.5	6.5±0.8	6.0±1.5	5.7±1.2	6.2±1.0	5.8±1.0
	알코올향	5.3±1.9	4.2±1.0	5.0±1.1	4.5±0.8	5.0±1.1	3.7±1.2	4.5±1.2	3.5±1.0
	복합향	5.2±2.0	4.0±0.9	4.3±1.5	4.8±1.0	4.7±1.5	3.5±1.4	4.3±1.6	3.3±1.6
	복합미	4.0±0.9	4.8±1.0	4.3±0.8	4.7±0.8	4.0±1.3	2.7±1.4	4.2±1.5	3.2±1.2
	입안감촉	4.3±0.8	4.3±1.0	4.2±0.8	4.3±1.0	3.5±1.4	2.8±1.2	4.3±1.4	2.7±1.0
	종합적 평가	5.0±0.9	4.8±1.0	4.3±1.0	4.7±0.8	4.5±1.0	3.3±1.4	4.3±1.4	3.2±1.2

평가 내용	숙성 일수	180일							
		항아리				스테인리스 용기			
		무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0	무첨가	pH 4.0	pH 3.5	pH 3.0
투명도		7.3±1.3	7.0±1.4	7.0±1.4	7.3±1.3	7.0±1.4	6.8±1.7	7.0±1.4	7.0±1.4
알코올향		5.0±0.0	5.8±0.5	5.5±0.6	5.0±0.0	4.5±1.3	5.5±1.0	5.3±0.5	4.3±1.3
복합향		5.8±0.5	5.3±0.5	5.5±0.6	5.5±0.6	4.5±0.6	5.3±0.5	5.0±0.8	4.5±0.6
복합미		5.3±0.5	4.8±0.5	5.0±1.2	5.0±1.2	4.8±0.5	4.8±0.5	5.0±0.8	4.5±0.6
입안감촉		5.5±0.6	4.5±0.6	5.0±1.2	5.0±0.8	4.0±0.0	4.5±0.6	4.8±0.5	4.5±0.6
종합적 평가		5.5±0.6	5.5±1.3	5.3±1.0	5.5±0.6	4.5±1.0	5.0±0.0	5.3±0.5	4.8±1.0

[제2협동]

증류주용 발효 원주의 최적 발효조건 확립 (1~2차년도)

개발 증류주의 소비자 기호도 조사 (3~5차년도)

[제2협동] 1차년도 증류주용 발효 원주의 최적 발효조건 확립

(1) 재료 및 방법

1) 재료

① 쌀

본 실험에 사용한 쌀은 각 지역별 및 품종별 11종과 경기 농업기술원에서 제공한 1종을 포함한 12종의 쌀을 사용하였다. 무증자용 분쇄시료의 경우 후드믹스(HMF-3150S, 한일전기주식회사)을 이용하여 분쇄 후 사용하였다.

지역	품종	생육시기	품명
경기	대안	중만생종	반딧불이
	추청	중생종	이천쌀
	고시히카리	중생종	고시히카리
강원	오대미	조생종	오대쌀
충청	추청	중생종	생명쌀
	삼광	중생종	삼광쌀
경상	일품	중생종	아자개쌀
전라	호평	중만생종	갓 찢은 호평
	히토메보레	중만생종	한눈에 반환쌀
	신동진	중만생종	탐마루
	호품	중생종	새만금
전라 (농업기술원)	보람찬		고향의 향기미

② 입국

증류식소주 제조에 적합한 입국을 사용하기 위해서 시판 조제종국(조은곡식, 백국균) 1종을 사용하였다.

③ 누룩 및 효소

전통 누룩은 시판되고 있는 송학곡자(광주, 국산밀)의 누룩을 구입하여 사용하였다. 개량 누룩은 주류 제조용으로 시판되고 있는 WW개량누룩(역가 : 1,800 sp 이상, 에스와인)을 구입하여 사용하였다.

효소는 증자/무증자용으로 시판되고 있는 정제효소(역가 : 50,000 sp, 대중상사)를 구입하여 사용하였다.

④ 효모

산지별 쌀을 이용한 증류식소주 제조와 발효제에 따른 증류주의 양조특성평가를 하기 위하여 사용한 건조효모는 제빵용 효모인 라빠리장(La Parisienne, *Saccharomyces cerevisiae*,

France) 제품을 사용하였다.

증류주용 효모를 사용한 발효 원주 제조기술에 사용한 건조효모는 양조 적성을 고려하여 산지별 쌀과 발효제에 따른 증류주 실험 시 사용하였던 제빵용 효모를 사용하지 않고 대표적인 양조효모인 페미빈(Fermivin, *Saccharomyces cerevisiae*, Denmark)을 사용하였다.

### 2) 쌀 품종별 이화학적 특성 분석

시료의 수분 함량은 근적외선 분광분석기(Infratec 1241, Foss Tecator, Sweden)에 내장된 수분 함량, 단백질 예측프로그램을 이용하여 측정하였다. 쌀의 아밀로스 함량은 곡물성분분석기(Infratec 1241, Foss Tecator, Sweden)를 사용하여 RI205045 백미 모드에서 300 g의 시료를 사용하여 측정하였다. 알칼리 붕괴도는 균일한 시료 6립을 15 mL Petridish에 넣고 1.4 % KOH 용액 10 mL을 넣은 후 30 °C 항온기에서 24시간 정치한 뒤 붕괴도(퍼짐도, 투명도)를 조사하였다. 본 실험에서는 농진청 조사 기준으로 알칼리 붕괴도를 측정하였다.

### ※ 알칼리 붕괴도 분류 기준

ADV	분 류 기 준	
	농진청 조사기준	IRTP <sup>J</sup> (1988)
1	부풀지 않고 그대로 있음	쌀알이 불투명화 되나 거의 변화 없음
2	모양변화 없이 약간 부풀어 있음	쌀알이 불투명하고 약간 부풀었음
3	금이나게 부풀어 있고, 극히 미미한 퍼짐도 보임	퍼짐도가 극히 좁고, 불완전한 상태이며 쌀이 부풀어 있음
4	부풀쌀 너비 정도의 퍼짐도 보이나 투명화 현상 없음	퍼짐도가 완전하고 넓으며 쌀알이 금이가고 많이 부풀어 있음
5	심하게 갈라져 꽤 넓은 퍼짐도 보이고 투명화 현상 시작함	쌀알이 터지고 조각나 있고 퍼짐도가 완전히 넓어짐
6	완전히 퍼지고 외곽은 거의 투명화 됨	쌀알이 붕괴되어 흩어지고 퍼짐
7	형태를 알 수 없게 퍼져서 투명화 됨	완전히 퍼져서 투명화 됨

J : IRRI. 1988. Standard evaluation system for rice, IRRI, International Rice Testing Program, 3rd ed. pp. 54.+

### 3) 쌀 품종별 호화 특성 분석

호화 특성은 고속전분분석기(Rapid Visco Analyser, Newport Scientific Pty.ltd., Narrabeen, Nsw, Australia)를 이용하여 최고 점도, Breakdown (최고점도-최저점도)과 Setback (최종점도-최저점도)을 측정하였다. 호화 조건은 초기 온도를 50 °C로 1분간 유지한 후 0 ~ 95 °C까지 4.7분 동안에 상승시키고 95 °C에서 2.5분 정도 유지 시켰다가 다시 3.7분 동안에 50 °C로 냉각시키면서 호화 개시 온도, 최고 점도, 최저 점도, 최종 점도 등 호화 특성을 조사한다.

#### 4) 주류 특성 분석

##### ① pH

pH meter(Metrohm 827 pH lab)를 사용하여 측정하였다.

##### ② 산도

산도는 시료 10 mL에 pH 7.0까지 소요되는 0.1 N NaOH의 mL로 계산하였다.

##### ③ 알코올

알코올 함량은 시료 10 mL을 채취하여 14,000 rpm에서 5분간 원심분리를 한 후, 상등액을 사용하여 Ethanol UV-method(r-biopharm) kit 방법으로 분석하였다.

##### ④ Glucose

Glucose 함량은 시료 10 mL을 채취하여 14,000 rpm에서 5분간 원심분리를 한 후, 상등액을 사용하여 BCS glucose kit(BCS corp.) 방법으로 분석하였다.

##### ⑤ Brix

당도계(ATAGO, MASTER-M, Japan)를 이용하여 측정하였다.

##### ⑥ 휘발성 향기성분 분석

증류액 20 mL를 60 °C에서 20분 동안 안정화시킨 후 40분 동안 100 μm Polydimethylsiloxane fiber에 포집한 뒤, SPME(Solid Phase Microextraction)를 이용하여 GC에 1분 동안 주입. 휘발성 화합물 분석은 7890A GC/5975C MSD(Mass Selective Detector)(Hewlett Packard Co.)를 사용. Column은 Stabilwax®-DA(30 m × 0.25 mm × 0.25 μm film thickness: Restek Corp., Bellefonte, PA, USA)를 사용. Oven 온도는 50 °C에서 5분간 유지한 후 200 °C까지 3 °C/min의 속도로 승온시켰으며 injector 250 °C, carrier gas는 helium을 사용. Flow rate는 2 mL/min 조건. MSD 조건은 capillary direct interface temperature 250 °C, ion source temperature 230 °C, EI ionization voltage 70 eV, mass range 45-550 a.m.u, 그리고 scan rate 2.2 scan/sec. 휘발성 화합물 동정은 retention indices(RI), mass spectra와 aroma properties를 비교하여 확인하였다.

#### 5) 주류 제조 방법

##### ① 발효주 제조

발효 원주는 12종의 쌀을 사용하는 실험과 발효제의 종류에 따른 실험에서 동일한 방법으로 제조하였다. 발효제로는 조효소제 2종, 전통누룩 3종을 사용하였다. 발효온도는 25 °C에서 2단 담금으로 진행하였으며 기본 급수율은 총미 대비 150 %로 담금을 진행하였다. 발효기간은 알코올 도수 16 %를 기준으로 14일 안에 발효가 완료되도록 실험을 하였다.

##### ② 증류식소주 제조

발효 원주를 이용한 증류식소주의 제조는 감압증류법으로 사용하였다. 목표 감압은 110 Torr를 기준으로 초류 증류비율은 10 % 이하로, 본류 증류비율이 80 % 이상이 되도록 하여 증류식소주를 제조하였다. 증류식소주의 최종 알코올 농도는 40 % 이상으로 나오도록 초류, 본류, 후류의 비율을 발효 원주 알코올 도수에 따라 증류시간을 조절하였다.

#### (2) 결과 및 고찰

##### 1) 쌀 산지별 증류주 특성 파악 및 선정

##### ① 각 산지별/품종별 분포

2010년 농촌진흥청 자료에 의하면 대표적인 품종은 호품, 추청, 주남, 일미, 동진1호, 운광, 남평, 삼광, 온누리, 일품, 오대순으로 분포되고 있는 것으로 나타났다(표 1).

표 1. 주요 품종의 재배 면적 (2010년)

(단위: ha)

② 지역별 12개 품종에 대한 이화학 및 호화 특성 분석

표 1에서와 같이 전체 재배지역을 고려한 품종과 지역별로 선정한 12개 품종에 대하여 이화학 및 호화 특성 분석을 진행하였다.

표 2. 쌀 품종에 따른 이화학적 분석 결과

순 위	품 종	품 종	재 배 면 적	지 역 별 1 위
1 위	호 품		152,314	충남. 전북
2 위	추 청		110,862	경기. 충북
3 위	주 남		67,473	
4 위	일 미		59,824	전남
5 위	동진1호		57,860	
6 위	운 광		56,066	
7 위	남 평		43,259	
8 위	삼 광		39,817	
9 위	온누리		39,054	
10위	일 품		34,398	경북
순위없음	오 대			강원

지역	품종	생육시기	품명	수분	단백 (수분15%보정)	아밀로스함량
경기	대안	중만생종	반덧불이	14.8	6.2	18.9
경기	추청	중생종	이천쌀	11.5	6.1	17.0
경기	고시히카리	중생종	고시히카리	15.2	6.3	16.5
강원	오대미	조생종	오대쌀	14.2	6.9	17.5

표 2. 계속

지역	품종	생육시기	품명	수분	단백 (수분15%보정)	아밀로스함량
충청	추청	중생종	생명쌀	15.0	6.0	16.8



충청	삼광	중생종	삼광쌀	13.0	6.2	16.7
경상	일품	중생종	아자개쌀	14.8	6.6	17.5
전라	호평	중만생종	갓 찢은 호평	14.7	7.1	17.9
전라	히토메보레	중만생종	한눈에 반한쌀	14.5	6.8	18.6
전라	신동진	중만생종	탑마루	12.1	6.5	18.4
전라	호품	중생종	새만금	13.5	5.5	16.5
전라 (농업기술원)	보람찬		고향의 향기미	11.3	6.2	17.7

표 3. 쌀 품종에 따른 호화 특성 분석 결과

지역	품종	생육시기	품명	알카리 붕괴도	Break down	Setback	Consist- ency
경기	대안	중만생종	반딧불이	5.0	86.1	15.0	101.1
경기	추청	중생종	이천쌀	4.2	95.3	15.6	110.9
경기	고시히카리	중생종	고시히카리	3.1	103.8	-10.0	93.8
강원	오대미	조생종	오대쌀	4.4	137.0	-46.3	90.8
충청	추청	중생종	생명쌀	4.0	100.4	8.1	108.4
충청	삼광	중생종	삼광쌀	4.4	100.7	5.6	106.3
경상	일품	중생종	아자개쌀	4.1	93.8	0.1	93.9
전라	호평	중만생종	갓 찢은 호평	4.7	76.6	34.4	111.0
전라	히토메보레	중만생종	한눈에 반한쌀	4.3	96.3	-2.3	94.0
전라	신동진	중만생종	탑마루	5.1	86.1	15.0	101.1
전라	호품	중생종	새만금	3.0	137.0	-46.3	90.8
전라 (농업기술원)	보람찬		고향의 향기미	4.6	107.1	8.1	115.3

이화학 및 호화 특성을 분석한 결과, 수분 함량 차이는 도정 시기로 인하여 발생한 것으로 보이며 양조 적성에 중요한 단백질 및 아밀로스 함량은 품종별 및 지역별로 큰 차이를 보이지 않았다. 호화 품질 특성에서 알칼리 붕괴도를 보면 고시히카리와 호품 품종이 상대적으로 낮은 수치를 보였지만 이화학적 분석 결과를 보면 특별한 차이를 보이지 않았으므로 양조 적성 실

험을 통하여 그 차이를 분석하여 증류주 제조에 적합한 품종을 선정하기로 하였다.

③ 쌀 12종에 대한 발효주 발효 성적

쌀 12종에 대한 발효방법은 병행발효법을 사용하였으며 급수비율 150 %, 발효온도 25 °C, 샘플별로 10 kg씩 담금을 하였다. 쌀은 증자방법을 이용하였으며 입국 20 %(*Aspergillus kawachii*, 쌀, 조은곡식, 국내산), 효모 0.035 %(*Saccharomyces cerevisiae*, La Parisienne, France)를 이용하였다.

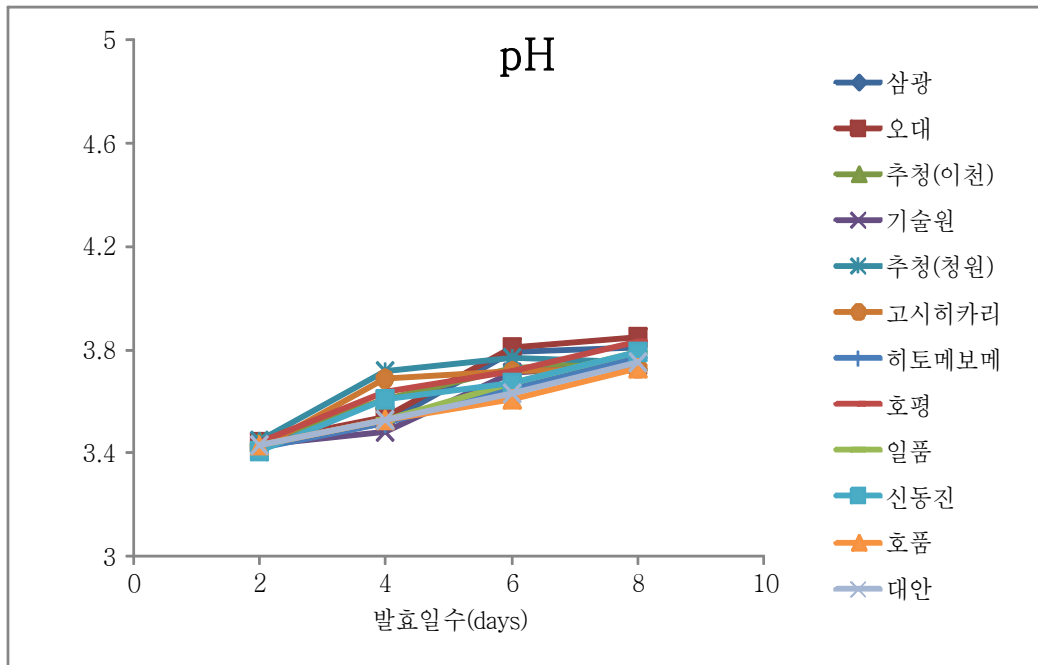


그림 1. 품종별 발효 경과에 따른 pH 변화

발효 경과에 따른 pH를 측정된 결과 12종 품종들의 결과값은 비슷한 경향을 보였으며 제조에 문제가 되는 품종은 없었다.

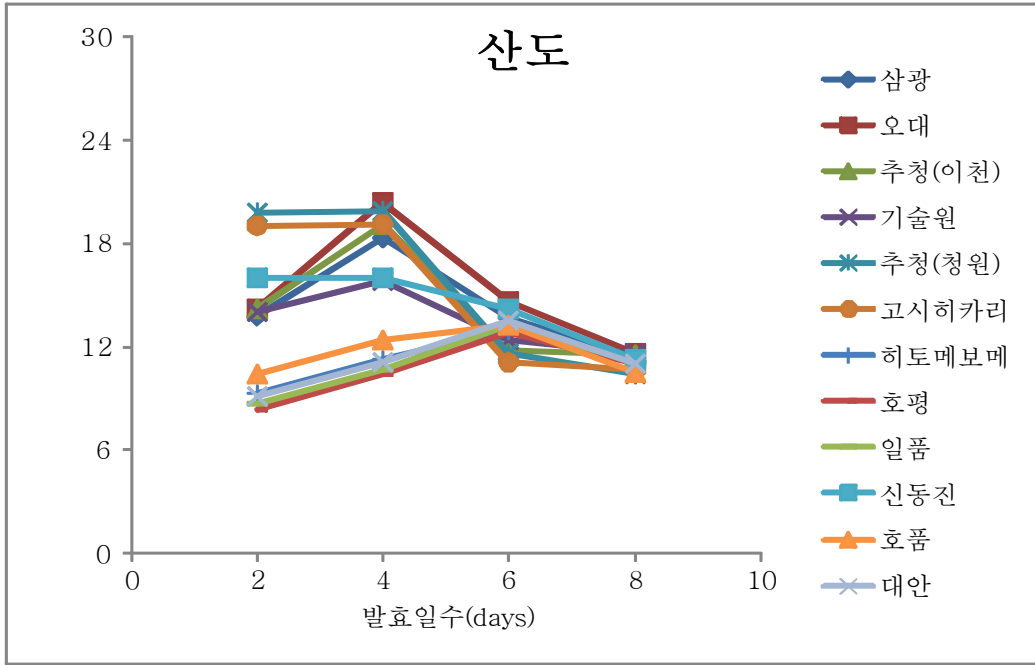


그림 2. 품종별 발효 경과에 따른 산도 변화

초기 산도는 품종별로 차이가 있었지만 발효 말에는 그 결과값이 11 mL (0.1 N NaOH 소비량)으로 샘플간 차이가 없었다.

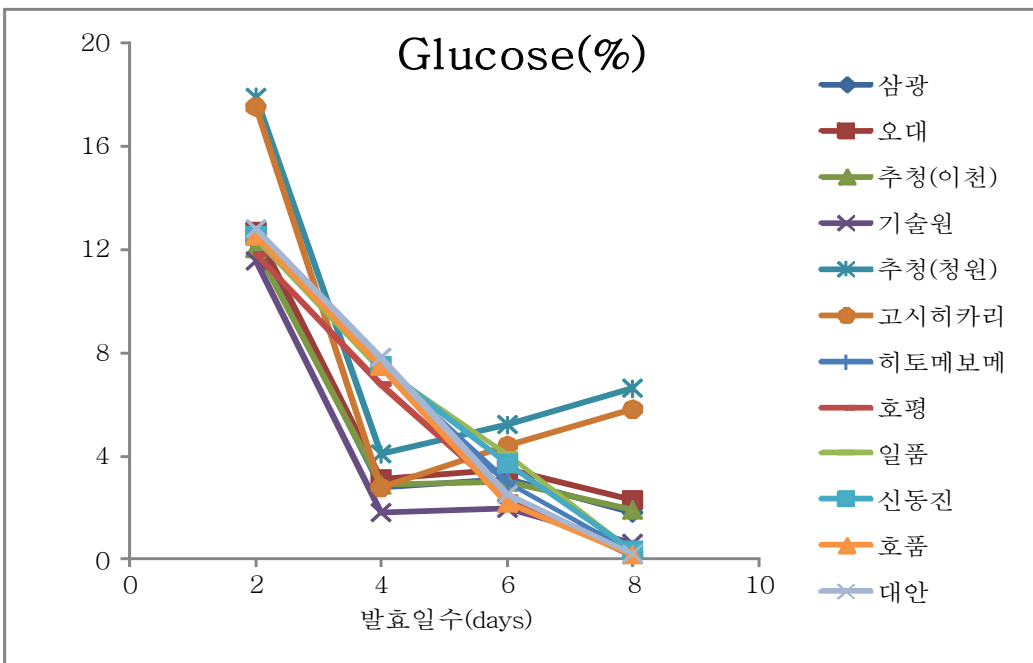


그림 3. 품종별 발효 경과에 따른 Glucose 변화

양조 적성에 중요한 glucose 함량의 변화를 측정된 결과는 그림 3과 같다. 발효 말에 산도 및 pH에서는 비슷한 결과를 보였으나, glucose 함량의 경우, 추청(청원), 고시히카리는 6 %의 높은 결과값을 보였고 삼광, 오대, 추청(이천) 품종은 2 %의 결과값을 보였으며 기술원, 호평, 일품, 신동진, 호품, 대안 품종은 매우 낮은 값을 보여서 발효 중에 대부분의 glucose를 소모하였다는 것을 알 수 있었다.

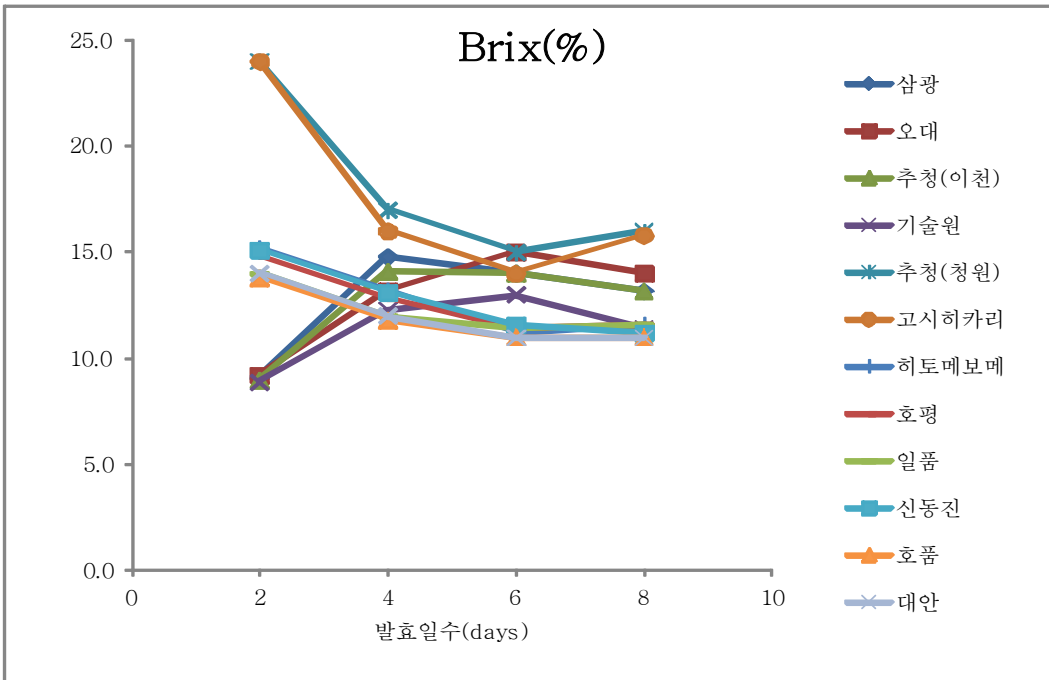


그림 4. 품종별 발효 경과에 따른 brix 변화

Brix 변화를 측정된 결과는 그림4와 같다. Glucose 결과값과 비슷한 경향을 보였다. 발효말 기준으로 대부분의 샘플들은 11 %의 brix 결과값을 보였지만 추청(청원)과 고시히카리는 높은 결과값을 보여서 발효 적성이 다른 샘플군보다 상대적으로 낮다는 것을 알 수 있었다.

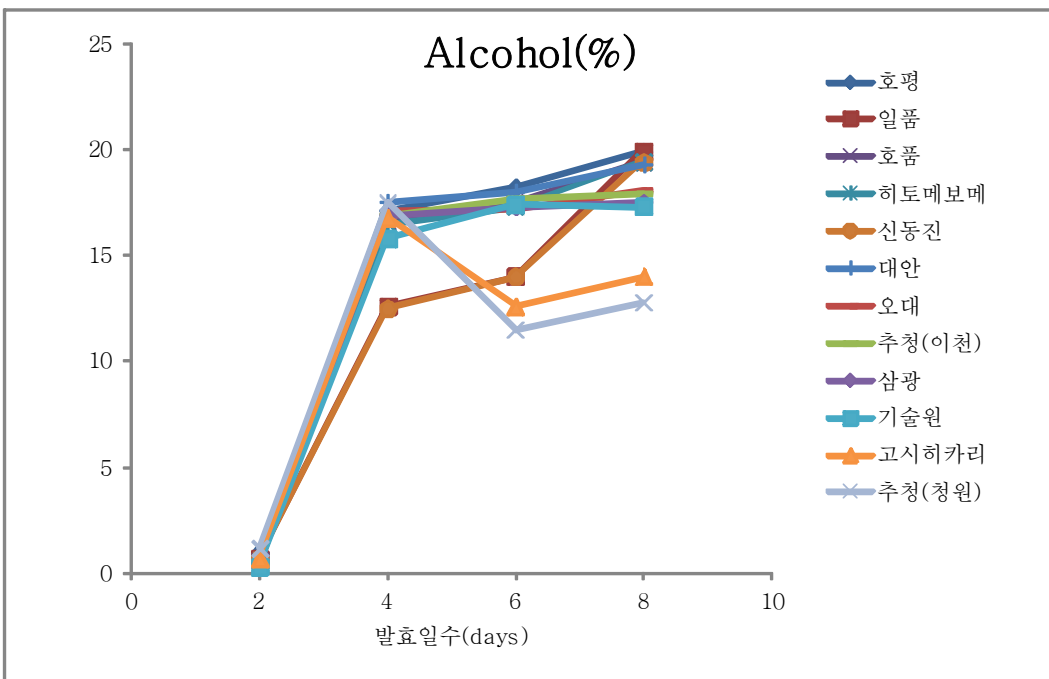


그림 5. 품종별 발효 경과에 따른 알코올 변화

발효 적성에 가장 중요한 알코올 변화를 측정된 결과, 동일한 기간, 온도 및 담금비율로 발효를 하였을 때 추청(청원), 고시히카리 품종이 낮은 알코올 수득을 보였고 다른 품종들은 알코올 도수 17 ~ 20 %에 적합한 알코올 생성 능력을 보였다.

④ 쌀 품종별 증류주의 향기성분 패턴 분석

표 4. 쌀 품종별 증류주의 휘발성 향기성분 분석

Compounds	대안	추청 _이천	고시 히카 리	오대 미	추청 _정원	삼광	일품	호평	히도 메보 레	신동 진	호품	보람 찬
Acetaldehyde	5.74	6.90	9.84	7.67	6.23	7.35	4.24	0.96	3.00	5.06	1.37	5.34
Ethane	23.1 0	19.6 9	19.9 0	27.1 2	11.0 5		25.8 8			23.4 1	20.2 9	15.1 6
Ethyl acetate						20.9 2		15.7 4				
1-Propanol (n-Propanol)	4.14	8.95	4.10	7.10	6.55	5.22	4.67	4.72	4.58	4.01	4.37	6.68
1-Propanol, 2-methyl- (iso-butanol)	12.2 8	9.50	7.45	7.59	6.75	8.21	10.9 1	16.0 5	15.0 9	12.9 1	14.6 0	10.4 4
1-Butanol, 3-methyl- (iso-amylalcohol)	41.0 9	42.4 4	41.6 4	40.0 5	49.4 9	41.3 8	41.3 9	48.1 8	45.5 0	43.2 5	44.1 7	45.2 6
1-Butanol (n-Butanol)	0.37	1.56		1.12		0.97	0.63	1.25	0.60	0.70	0.62	
Hexanoic acid (Caproic acid)	0.50				0.21							0.54
Acetic acid 2-ethylhexylester								0.29	0.28			
Benzene 1,3-bis	0.42	0.90	1.02	0.70	0.84	1.04	0.50	0.55		0.39	0.52	1.23
Octanoic acid (Caprylic acid)	0.90	1.06	0.88	0.64	1.06	1.00	1.03	1.05	1.16	0.81	1.01	0.96
Decanoic acid (Capric acid)	0.90	2.25	2.39	0.30	1.88	1.51	1.03	0.89	1.23	0.79	1.08	1.95
Dodecanoic acid (lauric acid)	0.22			0.23		0.38	0.27	0.15	0.31	0.20		
Phenylethyl alcohol	0.28		0.29		0.55		0.47	0.17	0.61	0.41	0.57	0.30
Tetradecanoic acid (Myristic acid)	0.30	0.38	0.21	0.40	0.21	0.35	0.48	0.22		0.42	0.72	0.51
Hexadecanoic acid (Palmitic acid)	1.15	0.32	0.12	0.48		0.35	1.61	0.66	1.76	1.32	2.04	0.51
2-Propenoic acid (Ethyl cinnamate)							0.81					
Others	8.60	6.05	12.1 5	6.59	15.1 7	11.3 2	6.07	9.12	25.8 9	6.32	8.65	11.1 1
합계	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

\* Relative peak area, %

쌀 품종별 증류식소주의 향기성분 분석 결과는 표 4와 같다. 향기성분은 acid류, ester류, alcohol류 및 기타 성분을 18종으로 분류하였다. 발효 원주 분석 결과에서 측정된 것처럼 고시히카리, 추청(청원) 샘플의 향기성분 분포가 다른 특성을 보였으며 다른 품종들도 대부분 비슷한 향기 성분 분포가 나왔다.

⑤ 쌀 품종별 증류주의 관능 평가

관능 평가는 10명의 전문 패널로 2회 반복 실시하였으며, 각 패널마다 알코올 도수를 25 (v/v)%로 희석하고 맛과 향 관능을 위하여 20 °C로 온도를 보정한 증류식 소주 20 mL의 샘플을 제공한 후 9점 채점법 (1-굉장히 나쁘다, 2-매우 나쁘다, 3-나쁘다, 4-약간 나쁘다, 5-보통이다, 6-약간 좋다, 7-좋다, 8-매우 좋다, 9-굉장히 좋다)에 따라 전체적인 선호도를 평가하였다.

표 5. 쌀 품종별 증류주의 관능 평가 분석

	대안	추청 (이천)	고시 히카리	오대 미	추청 (청원)	삼광	일품	호평	히도 메보 레	신동 진	호품	보람 찬
Score	117	132	116	134	117	127	124	129	126	120	133	124
전체적인 선호도	5.85 ±1.63	6.60 ±1.19	5.80 ±1.36	6.70 ±1.53	5.85 ±1.18	6.35 ±1.35	6.20 ±1.51	6.45 ±1.32	6.30 ±1.26	6.005 ±1.17	6.65 ±1.18	6.20±1. 24

오대미, 추청(이천), 호품순으로 Score가 높게 나왔으며 고시히카리, 추청(청원) 샘플은 낮은 값을 가지고 있었다. 증류주 관능 평가 시 깔끔하고 깨끗한 맛에 대한 선호가 중요시 되므로 발효 원주의 알코올 함량이 높은 샘플군들에 대한 선호가 높은 편으로 결과가 나왔다.

⑥ 결론

쌀 12품종에 대한 이화학적 품질 분석과 발효성적을 평가하고 증류주에 대한 관능평가 결과를 토대로 쌀 품종은 오대미로 선정하였다. 고품질 장기 숙성 증류주를 제조하는 기술 개발이 목적인 본 과제에서 가장 중요한 품질 항목인 관능 평가에서 가장 좋은 점수를 획득한 품종을 선정하였다.

2) 발효제에 따른 증류주 특성 평가 및 발효조건 확립

① 누룩을 사용한 발효주의 발효패턴 및 증류주의 향기 성분 분석

누룩별 증류주용 담금은 국내산 혼합 일반미를 사용하였으며 급수비율 150 %, 발효온도 25 °C, 샘플별로 10 kg으로 담금을 하였다. 사용된 누룩은 시판되고 있는 송학곡자를 사용하였으며 누룩은 원료 대비 10, 30, 50, 70 %를 첨가하여 사용하였다. 효모 0.035 % (*Saccharomyces cerevisiae*, La Parisienne, France)를 이용하였다.

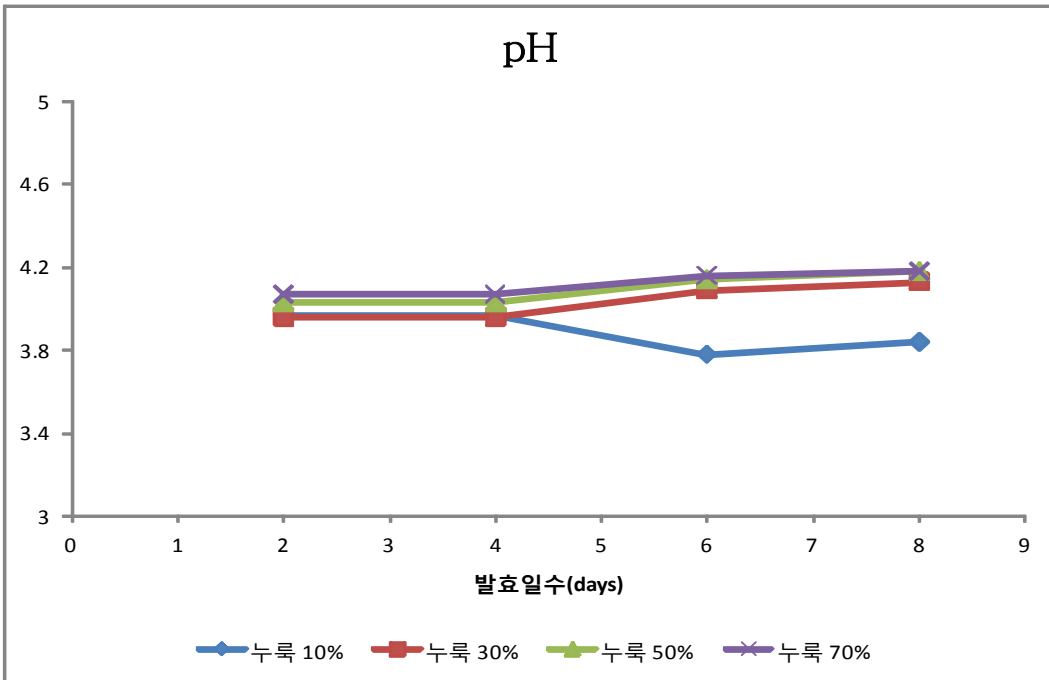


그림 6. 누룩 첨가량별 발효일수 경과에 따른 pH 변화

누룩 첨가량별로 발효 일수에 따른 pH 결과를 분석한 결과를 보면 누룩 10 % 첨가군이 약간 떨어지는 경향을 보였지만 다른 샘플군들은 비슷한 결과를 보여서 누룩 첨가량에 따른 pH 변화는 없는 것으로 판단되었다.

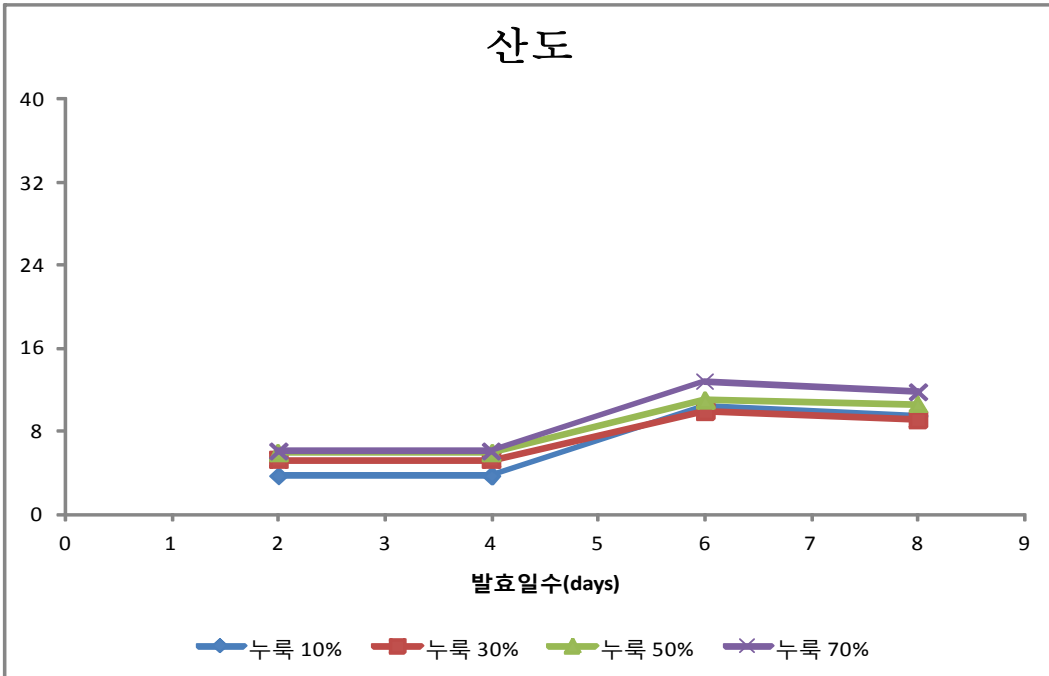


그림 7. 누룩 첨가량별 발효일수 경과에 따른 산도 변화

입국이 첨가되지 않고 누룩만 첨가하였을 때는 누룩 첨가에 따른 발효일수별 산도 변화는 없는 것으로 분석되어졌다. 낮은 산도로 인하여 발효기간 중 오염이 발생될 가능성이 높을 수도 있었지만 발효 말까지 원주의 이미 및 이취는 발생하지 않았다.

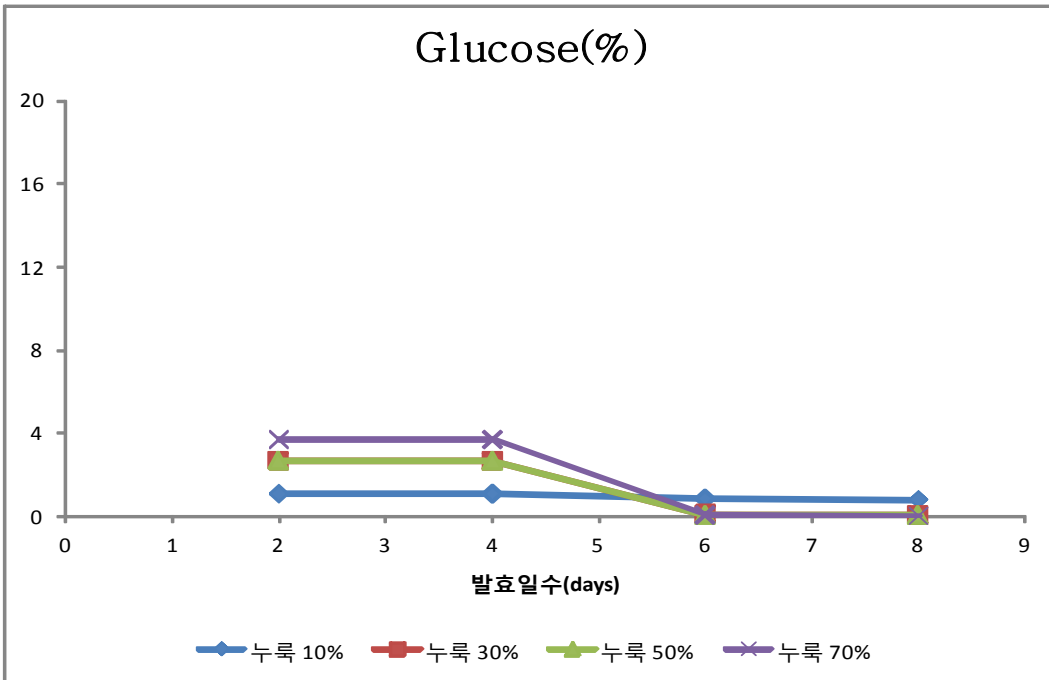


그림 8. 누룩 첨가량별 발효일수 경과에 따른 Glucose 변화  
초기 glucose 농도는 유지되었지만 2단 담금 이후에는 거의 모든 glucose가 누룩 10 %를 제외 하고는 모든 샘플군들에서 검출되지 않았다. 높은 누룩 첨가량으로 초기부터 발효원으로 glucose가 소모된 것으로 판단되어진다.

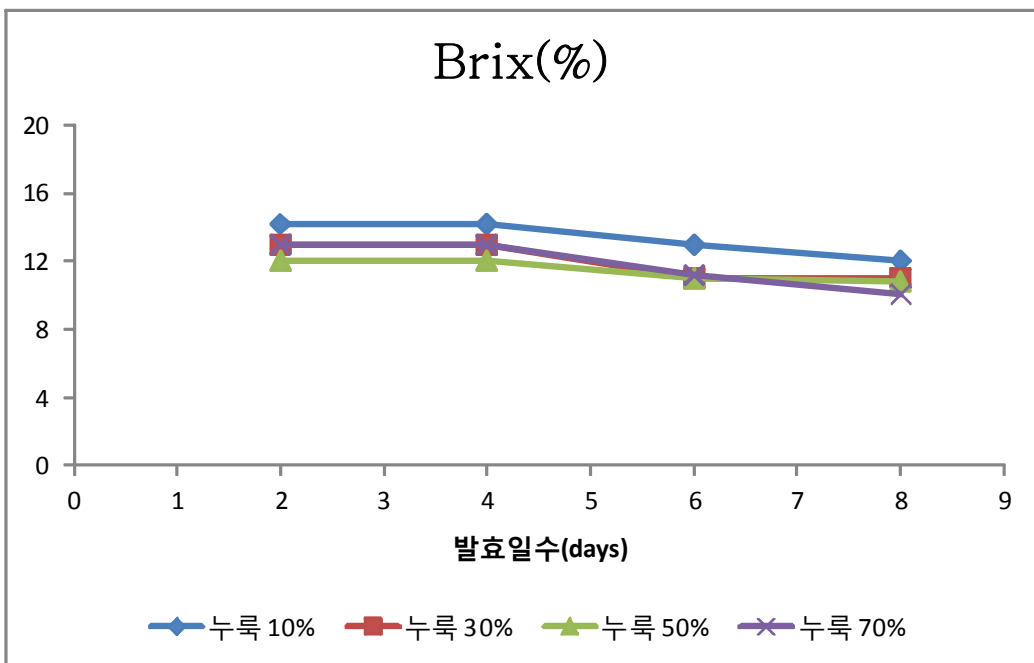


그림 9. 누룩 첨가량별 발효일수 경과에 따른 Brix 변화  
누룩 첨가량에 따른 brix 변화는 일정한 수준을 유지하였으며 발효 말에는 약간의 감소가 있었으나 알코올 생성으로 인하여 brix 감소가 보였다.



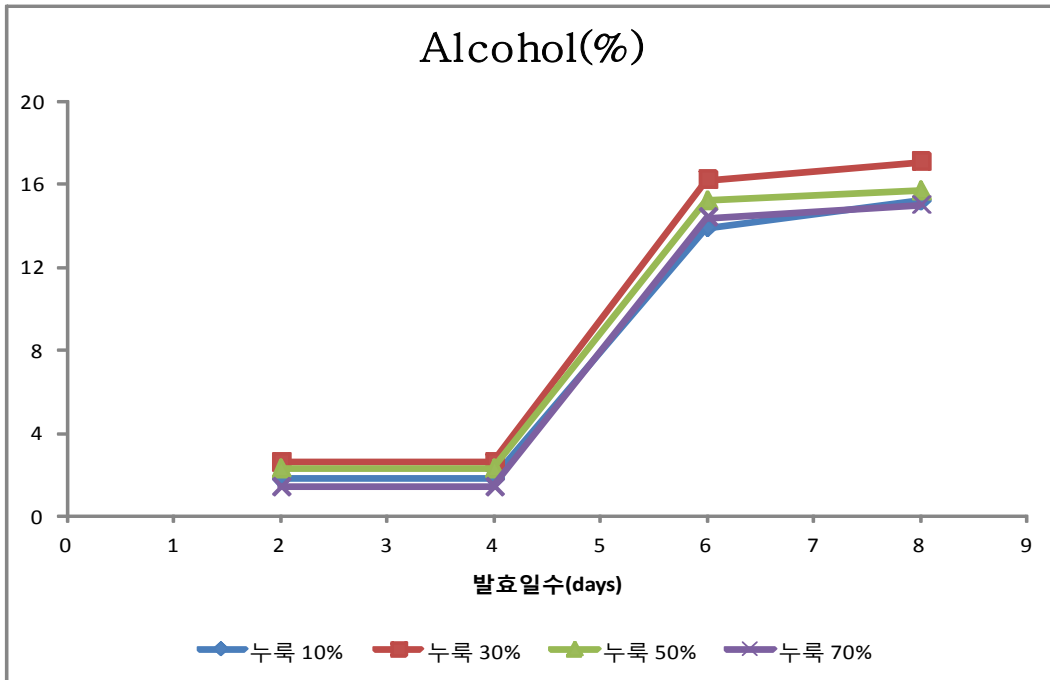


그림 10. 누룩 첨가량별 발효일수 경과에 따른 Alcohol 변화  
 누룩 첨가량에 따른 알코올 변화를 측정된 결과 그림 10의 결과가 나왔다. 2단 담금을 하기 전까지는 모든 샘플군에서 알코올 변화가 없다가 특이하게 4일차부터 급격한 알코올 도수의 상승을 보였으며 발효 말에는 누룩 30 % 샘플군만 알코올 16 %를 넘는 결과값을 나타내었다. 알코올 생성능으로 보았을 때는 누룩 30 % 첨가 샘플군이 가장 우수한 결과를 나타냈다.

표 6. 누룩 첨가량별 증류주의 휘발성 향기성분 분석

Compounds	누룩 10 %	누룩 30 %	누룩 50 %	누룩 70 %
Acetaldehyde		1.13	3.96	2.37
Ethane				
Ethyl acetate	19.33	30.20	21.82	18.73
1-Propanol (n-Propanol)	3.24	3.06	3.20	4.46
1-Propanol, 2-methyl- (iso-butanol)	5.47	6.25	3.20	7.93
1-Butanol, 3-methyl- (iso-amylalcohol)	32.77	38.12	24.44	51.91
1-Butanol (n-Butanol)			0.69	1.37
Hexanoic acid (Caproic acid)	0.35	0.72	0.33	1.19
Acetic acid 2-ethyl hexylester	0.70			0.47
Benzene 1,3-bis	1.12	0.54	0.51	1.37
Octanoic acid (Caprylic acid)	0.94	0.62	0.51	0.95

Decanoic acid (Capric acid)	1.16	0.61	0.57	0.57
Dodecanoic acid (Lauric acid)	0.40	0.28	0.18	0.24
Phenylethyl alcohol	0.42		0.10	0.10
Tetradecanoic acid (Myristic acid)	1.43	1.29	0.72	0.32
Hexadecanoic acid (Palmitic acid)	3.57	3.35	28.13	0.68
2-Propenoic acid (Ethyl cinnamate)		1.53		
Others	29.10	12.29	11.65	7.34
합계	100.00	100.00	100.00	100.00

\* Relative peak area, %

누룩 첨가량에 따른 증류주 향기성분의 분석 결과를 보면 누룩 첨가량이 증가할수록 측정되어진 17개의 향기성분의 함량 비율이 높아지면서 뚜렷한 향기 특성을 보이는 것을 알 수 있었다. 대표적인 증류식 소주의 향기성분인 iso-amyl alcohol의 비율은 누룩 30 % 첨가군이 가장 높은 비율을 보였다.

## ② 입국을 사용한 발효주의 발효패턴 및 증류주의 향기 성분 분석

입국별 증류주용 담금은 국내산 혼합 일반미를 사용하였으며 급수비율 150 %, 발효온도 25 °C, 샘플별로 10 kg으로 담금을 하였다. 사용된 입국은 시판되고 있는 백국균을 사용하였으며 입국 첨가량은 원료 대비 10, 30, 50, 70 %를 첨가하여 사용하였다. 효모 0.035 % (*Saccharomyces cerevisiae*, La Parisienne, France)를 이용하였다.

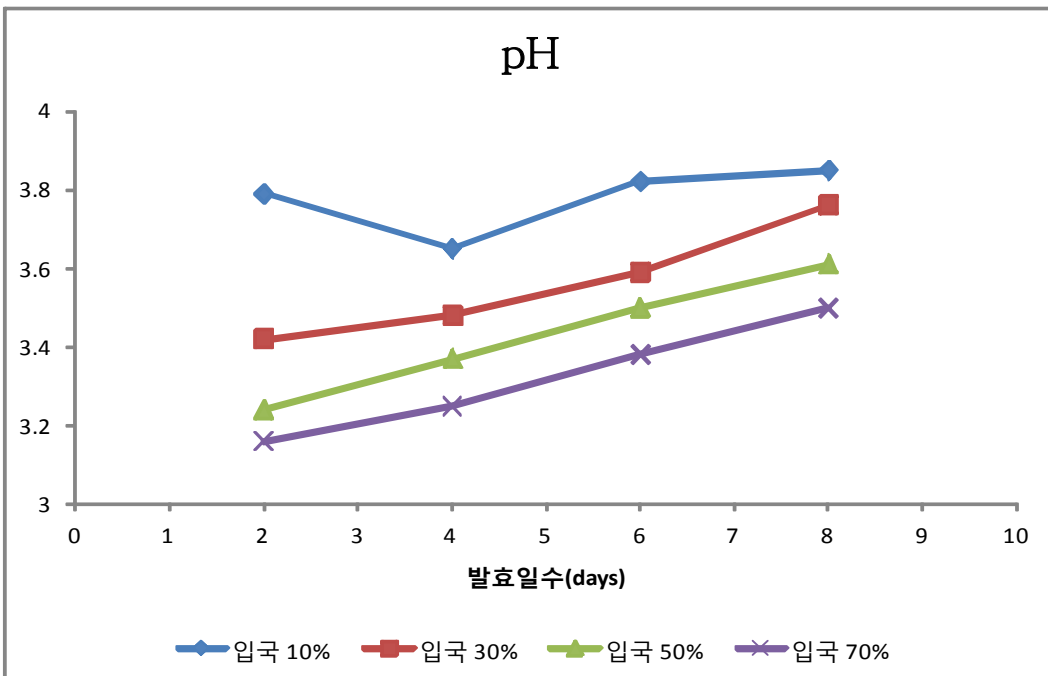


그림 11. 입국 첨가량별 발효일수 경과에 따른 pH 변화

시판되고 있는 백국균(*Aspergillus kawachii*, 조은곡자) 첨가량별로, 발효일수 경과에 따른 pH

를 분석한 결과, 산미 특성이 있는 백국균이라 첨가량이 높을수록 pH가 낮게 나타나고 있으며, 발효일수가 경과할수록 그 비율 그대로 발효가 진행되는 결과를 나타내었다.

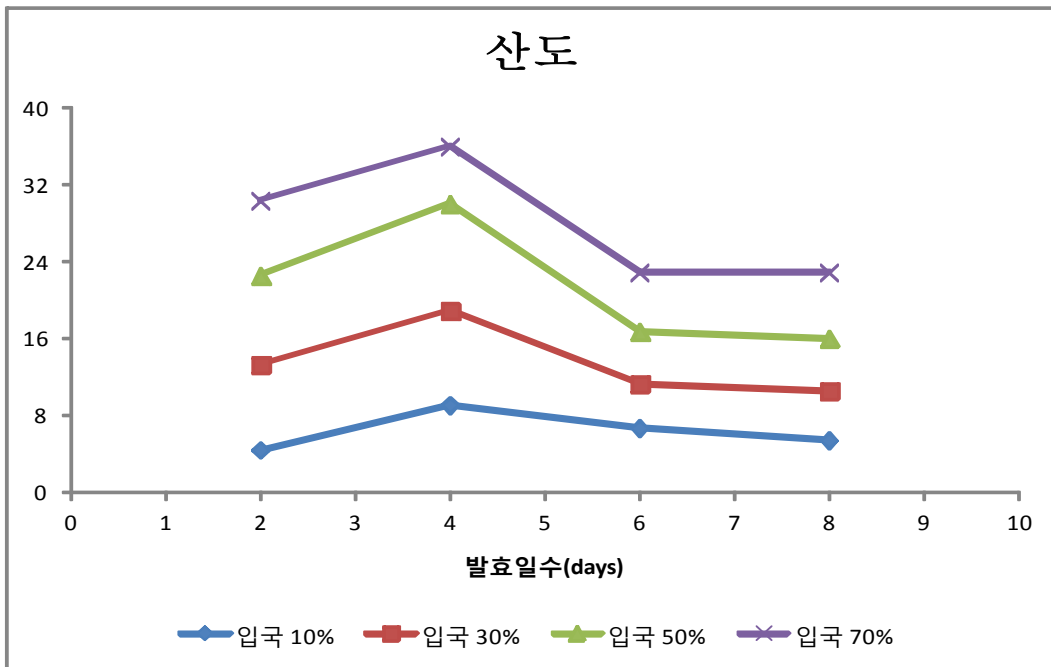


그림 12. 입국 첨가량별 발효일수 경과에 따른 산도 변화  
pH 분석결과와 동일하게, 입국 첨가량이 많을수록 높은 산도를 나타내고 있었으며 발효일수 경과에 따른 경향도 동일하였다.

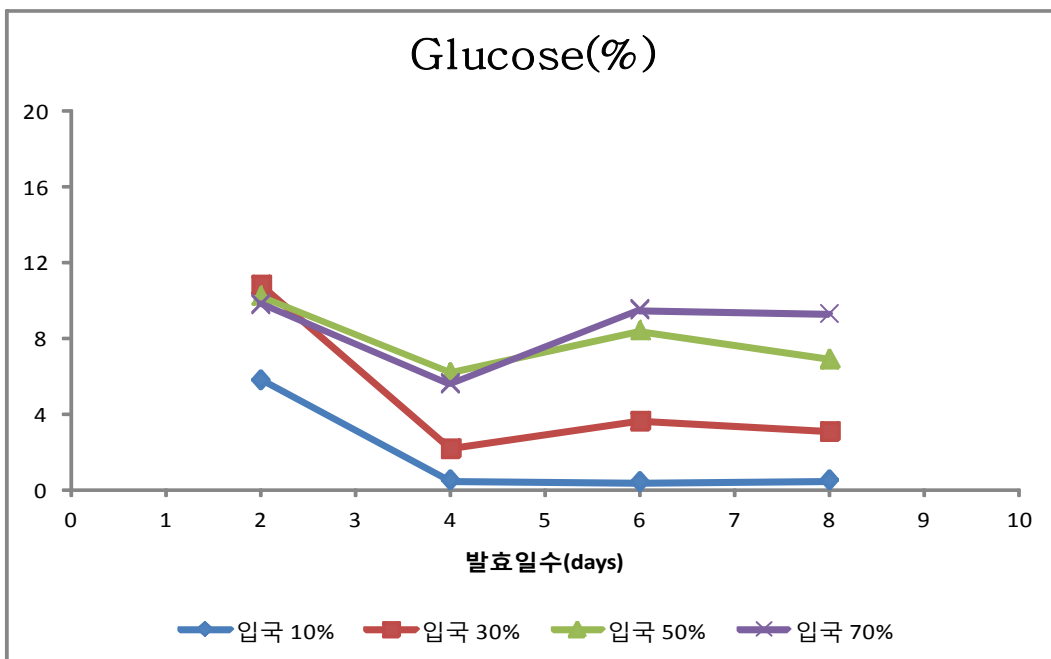


그림 13. 입국 첨가량별 발효일수 경과에 따른 Glucose 변화  
입국 첨가별 glucose 농도 변화를 측정된 결과 그림 13과 같이 나왔다. 초기에는 급하게 소모되는 glucose가 2단 담금 시점부터는 서서히 감소하거나 변화가 없는 것이 측정되었으며 발효 효율성을 보았을 때 입국 10%, 입국 30%를 첨가한 샘플군이 우수하게 관찰되었다.

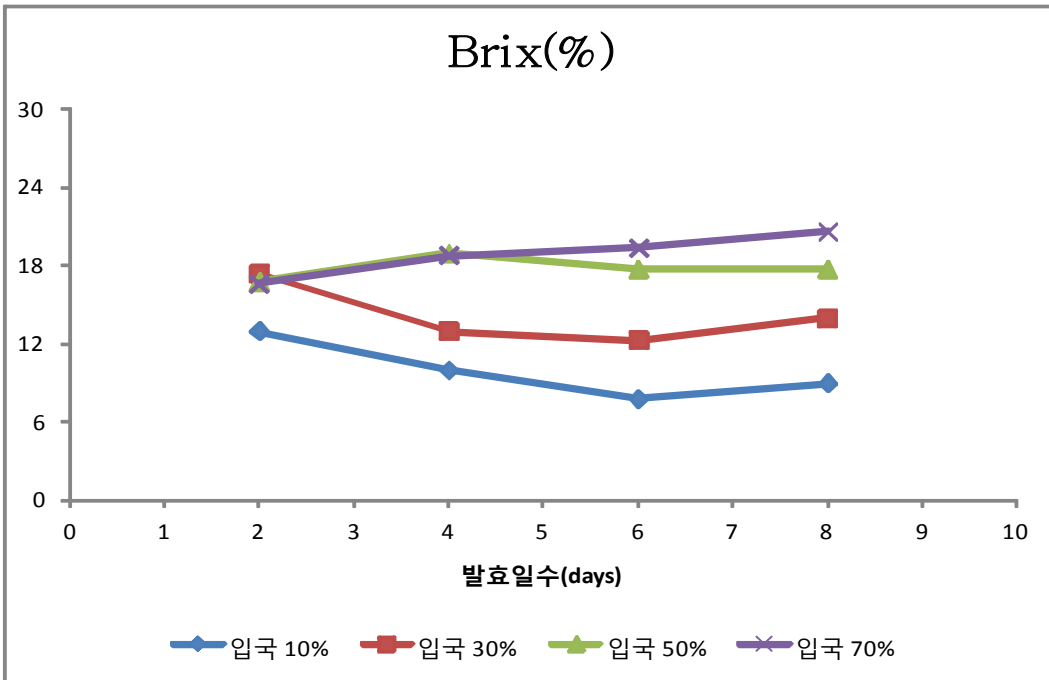


그림 14. 입국 첨가량별 발효일수 경과에 따른 Brix 변화

입국 첨가량에 따른 brix 변화를 관찰한 결과는 그림 14와 같다. 입국 10 % 샘플군만 가장 낮은 brix로 시작하여 천천히 감소하는 경향을 보였으며 다른 샘플군들은 18 brix 기준으로 시작하여 첨가량에 따라서 변화하는 모습을 보였다.

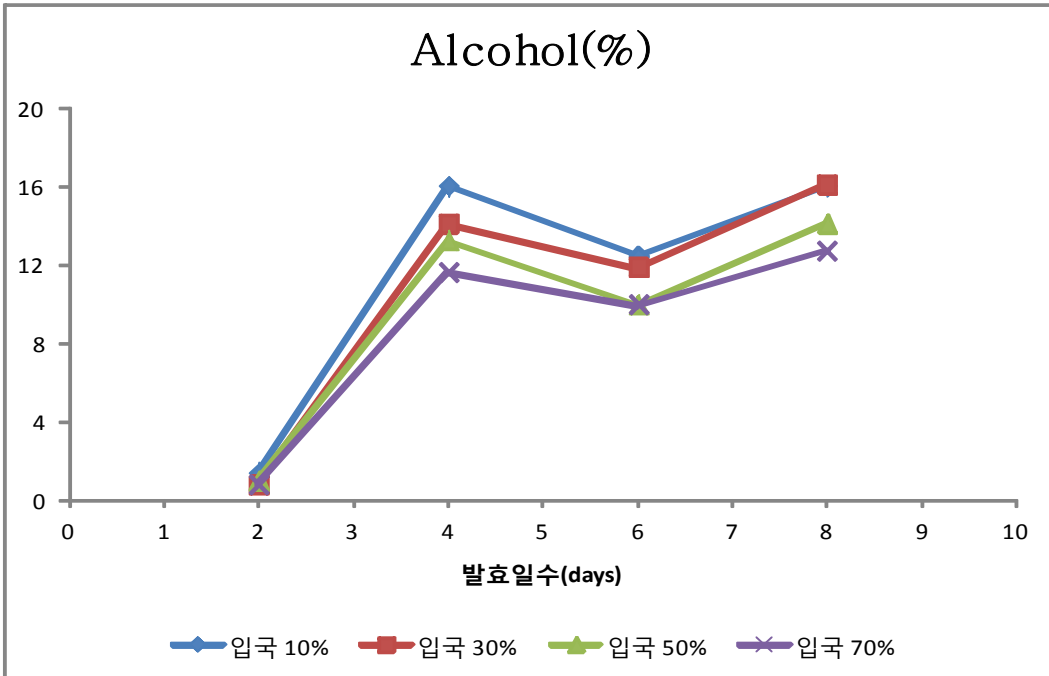


그림 15. 입국 첨가량별 발효일수 경과에 따른 Alcohol 변화

초기 발효일수에는 입국 10 % 샘플군의 알코올 생성능이 다른 샘플군보다 우수하였지만 2단 담금 이후에 최종 발효 말 술덧의 알코올 함량을 측정된 결과 입국 30 % 샘플이 가장 높은 알코올 수득률을 나타내었다.

표 7. 입국 첨가량별 증류주의 휘발성 향기성분 분석

Compounds	입국 10 %	입국 30 %	입국 50 %	입국 70 %
Acetaldehyde	6.24	5.67	7.08	6.94
Ethane	16.02	19.47		
Ethyl acetate				13.02
1-Propanol (n-Propanol)	7.39	8.98	5.31	5.43
1-Propanol, 2-methyl- (iso-butanol)	10.36	8.32	5.91	4.99
1-Butanol, 3-methyl- (iso-amyl alcohol)	50.69	45.60	46.10	47.85
1-Butanol (n-Butanol)	1.87	1.27		
Hexanoic acid (Caproic acid)			0.46	0.55
Acetic acid 2-ethyl hexyl ester	0.52	0.39	0.65	
Benzene 1,3-bis	1.08	1.06	2.20	3.16
Octanoic acid (Caprylic acid)	0.93	0.70	1.62	2.47
Decanoic acid (Capric acid)	1.26	1.32	2.27	2.79
Oodecanoic acid (Lauric acid)	0.41	0.35	0.41	
Phenylethyl alcohol	0.17			
Tetradecanoic acid (Myristic acid)	0.13	0.40	0.17	0.20
Hexadecanoic acid (Palmitic acid)	0.07	0.34	0.09	
2-Propenoic acid (Ethyl cinnamate)				
Others	2.87	6.11	27.74	12.60
합계	100.00	100.00	100.00	100.00

\* Relative peak area, %

입국별로 발효된 술덧 원주를 이용하여 증류식소주를 제조한 후 향기성분을 분석한 결과는 표 6과 같다. 누룩 첨가량별 실험과 같이 입국 첨가량이 많아질수록 향기성분의 비율이 높아지는 성분들도 있었으나 누룩보다는 그 정도가 적었다.

③ 조효소제(증자, 무증자)를 사용한 발효주별 발효패턴 및 증류주의 향기 성분 분석

무증자용 쌀은 시험구별로 세척한 다음 3시간 침치 후 1시간 물빼기를 실시한 다음 후드 믹서를 이용하여 분쇄하여 사용하였다. 담금조건, 효모, 발효제는 위에서 실험한 방법과 동일한 조건에서 발효실험을 진행하였다.

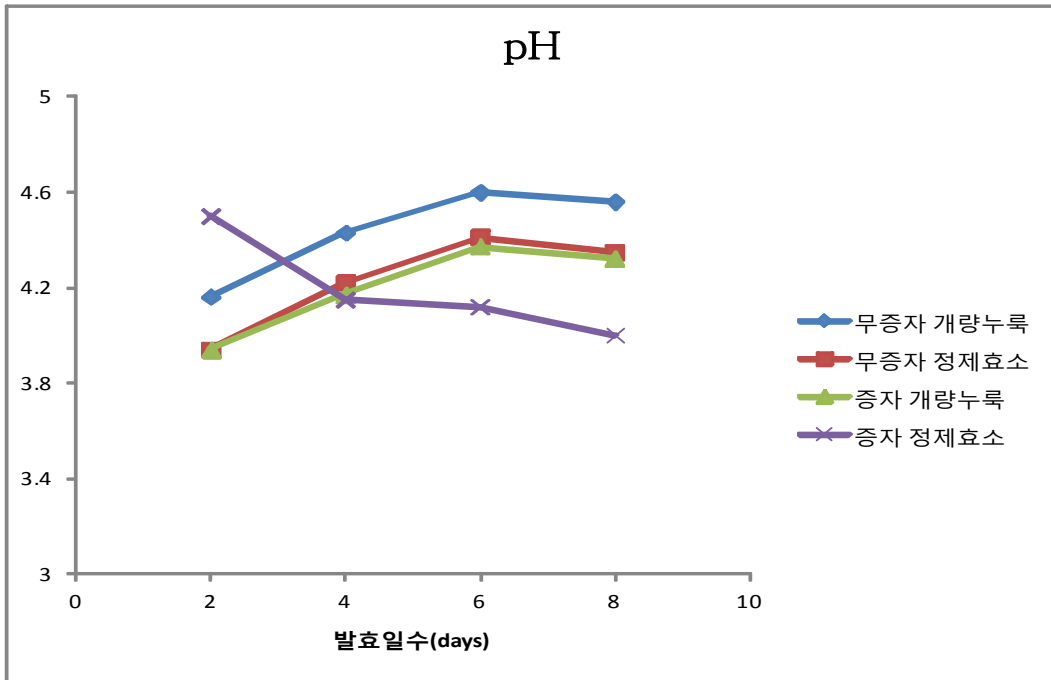


그림 16. 조효소제(증자, 무증자)별 발효일수 경과에 따른 pH 변화

개량 누룩과 정제 효소를 이용한 샘플군들은 다른 발효제 실험과는 달리 다소 높은 pH로 시작하여 점차적으로 pH가 증가하는 경향을 보였으며 증자 정제효소 샘플군만 pH가 낮아지는 경향을 보였다. 입국이나 누룩을 사용한 발효주는 pH가 적게 변화되었지만 조효소제 샘플들은 급격하게 변하는 모습을 보이고 있는 것이 다른 발효제보다 초기에 과량의 효소가 투입되므로 그로 인한 발효작용으로 생각되어 진다.

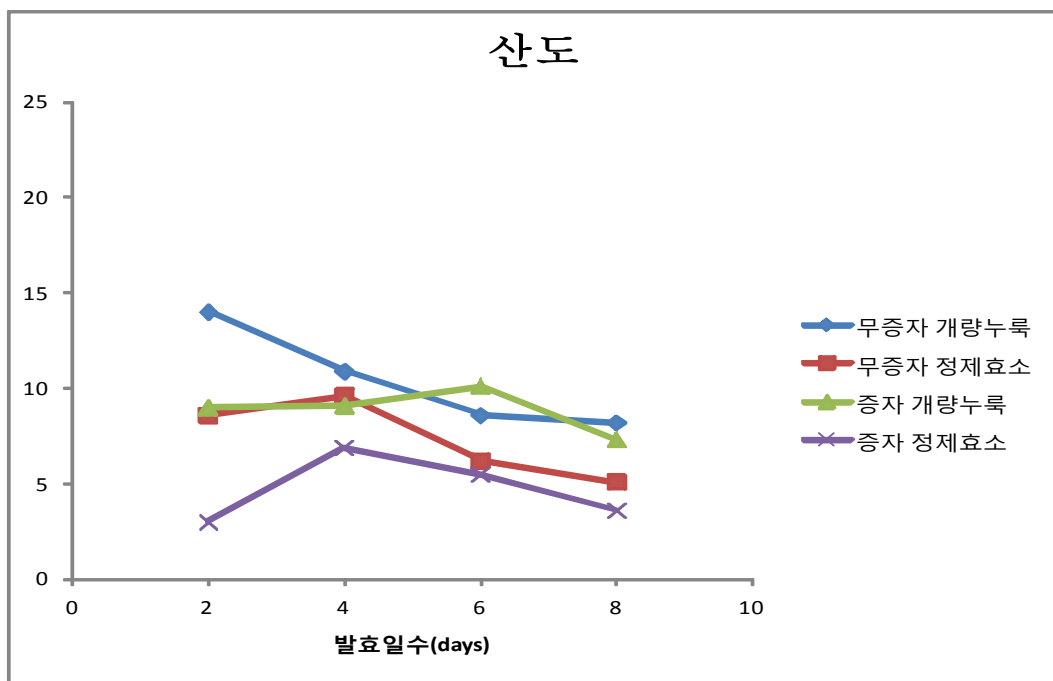


그림 17. 조효소제(증자, 무증자)별 발효일수 경과에 따른 산도 변화

조효소제를 이용한 술덧의 발효일수별 산도의 변화를 보면 완만한 하락 추세를 볼 수 있었으나 그 최저값은 초기 산도값과 비교하였을 때 큰 차이를 보이고 있지 않았다.

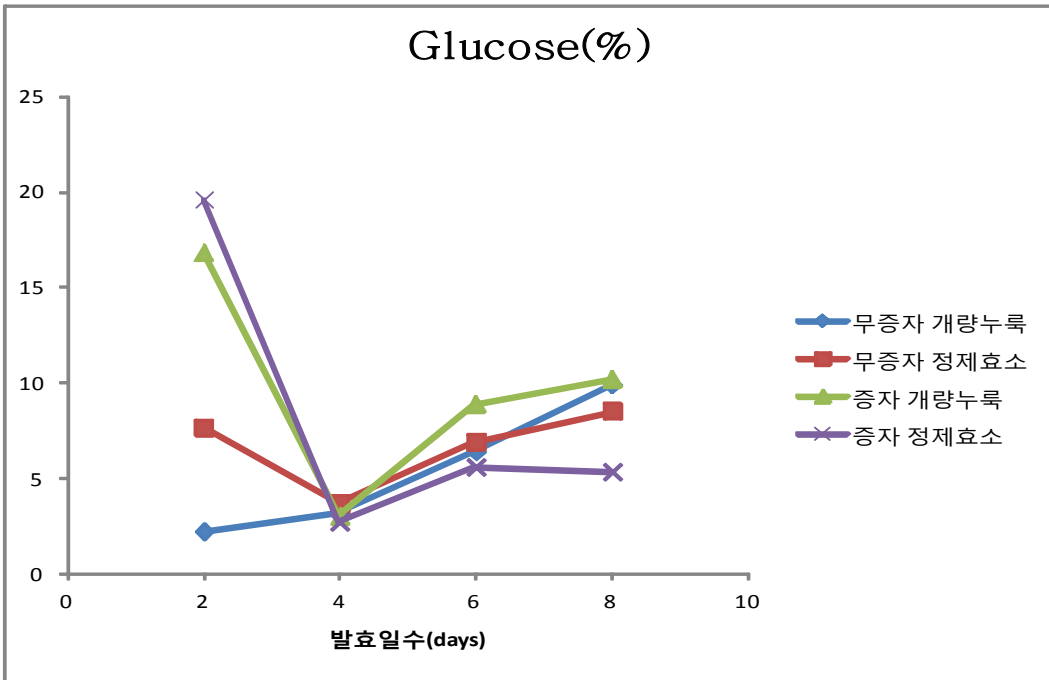


그림 18. 조효소제(증자, 무증자)별 발효일수 경과에 따른 Glucose 변화  
 조효소제를 이용한 술덧의 glucose 함량 변화를 보면 변화폭이 다른 발효제보다 높게 나타났으며 증자 여부 및 조효소제 종류에 따른 특이점을 발견할 수 없었다.

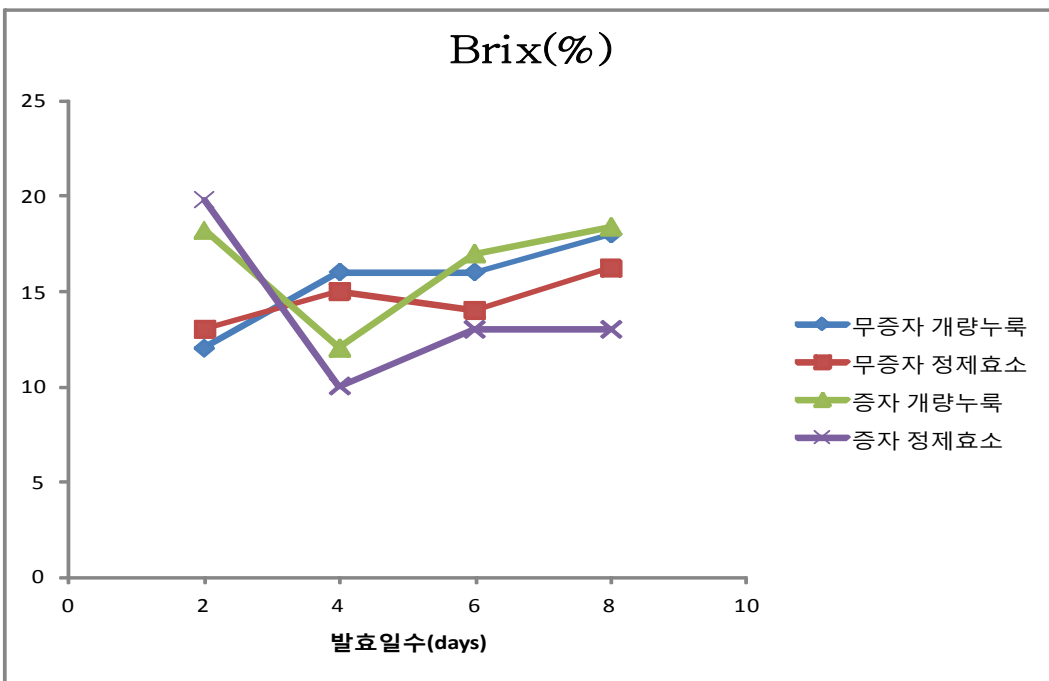


그림 19. 조효소제(증자, 무증자)별 발효일수 경과에 따른 Brix 변화  
 조효소제 첨가 샘플군들의 경우, 초기 단계에서는 증자 샘플군들이 높은 brix값을 가졌으나 발효가 진행되면서 서로 비슷한 경향을 나타내었다. 다만, 증자 정제효소 샘플만 다른 샘플군들에 비해서 다소 낮은 최소 brix값을 가졌다.

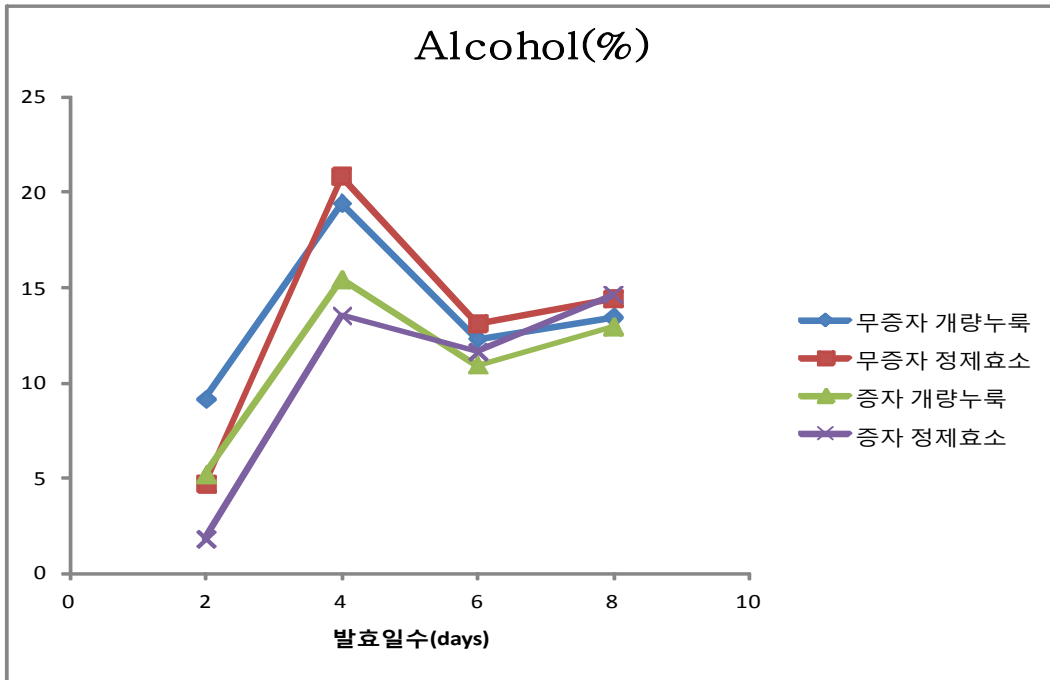


그림 20. 조효소제(증자, 무증자)별 발효일수 경과에 따른 Alcohol 변화  
 조효소제를 사용한 술덧의 알코올 함량은 초기에는 급격한 증가를 보이지만 2단 담금 후에는 오히려 감소폭도 크게 나타는 경향을 나타냈다. 모든 샘플군이 발효 말 기준으로 알코올 도수 16%를 넘지 못하는 결과를 나타내었다. 조효소제 특성상 pilot 규모 이상의 제조가 필요한 용량으로 실험 시에는 알코올 수득률이 다른 발효제 첨가군보다 매우 낮게 나올 가능성이 높다는 것을 알 수 있다.

표 8. 조효소제(증자, 무증자)를 사용한 증류주의 휘발성 향기성분 분석

Compounds	정제효소		개량효소	
	증자	무증자	증자	무증자
Acetaldehyde	9.23		6.28	2.12
Ethane	21.84	15.76	16.56	
Ethyl acetate				
1-Propanol (n-Propanol)	1.78	4.52	2.78	3.03
1-Propanol, 2-methyl- (iso-butanol)	12.72	8.26	9.81	4.95
1-Butanol, 3-methyl- (iso-amyl alcohol)	39.18	50.88	47.31	46.44
1-Butanol (n-Butanol)				
Hexanoic acid (Caproic acid)				
Acetic acid			1.75	
2-ethyl hexyl ester				
Benzene	0.90	3.49	1.03	1.70



1,3-bis				
Octanoic acid (Caprylic acid)	0.50	0.76	1.76	1.51
Decanoic acid (Capric acid)	0.22	1.18	1.46	1.88
Oodecanoic acid (Lauric acid)				
Phenylethyl alcohol	0.15	0.47	0.45	
Tetradecanoic acid (Myristic acid)	0.30	0.37		0.69
Hexadecanoic acid (Palmitic acid)	0.27	0.14		0.44
2-Propenoic acid (Ethyl cinnamate)				
Others	12.93	14.17	10.81	37.23
합계	100.00	100.00	100.00	100.00

\* Relative peak area, %

발효원주와 달리 증류주에서는 조효소제 샘플군들의 향기성분의 다양성과 함량들이 다소 미흡한 결과를 보였다. 특히 방향성에서 좋은 향기를 가지고 있는 ester 성분들의 함량비율이 낮고 고품질 숙성 증류주를 생산하기 위한 많은 향기 성분을 얻기에는 부족한 결과를 보였다.

#### ④ 결론

입국을 발효제로 사용한 증류주 제조에서는, 발효기간 중 잡균에 의한 이미와 이취를 방지하기 위한 상대적인 높은 산도와 알코올 16 % 생성을 위해 입국 30 % (총 원료 대비)를 선정하였다.

누룩을 발효제로 사용할 경우에는 최소 판단 기준인 알코올 16 % 생성을 위해 누룩 30 % (총 원료 대비)를 선정하였다.

조효소제를 이용한 증류주 제조는 누룩이나 입국 대비 알코올 생성능이 낮고 그러한 결과가 증자 및 무증자 샘플에서 공통적으로 나타나고 있어서 이번 최적화 증류주용 발효원주 제조 실험에서는 제외하는 것으로 결론을 도출하였다.

### 3) 증류주용 효모를 사용한 발효원주 제조기술 개발

#### ① 양조효모를 사용한 발효원주의 특성 평가 및 증류주의 향기 성분 분석

제안된 3개 쌀 품종 중에서 관능평가로 높게 나온 오대미를 사용하여 누룩 30 %, 입국 30 % 조건으로 양조효모를 사용한 증류주를 제조하였다. 실험방법은 산지별 쌀을 사용한 증류주 특성 파악에 사용된 담금 비율과 분석 방법을 이용하였다.

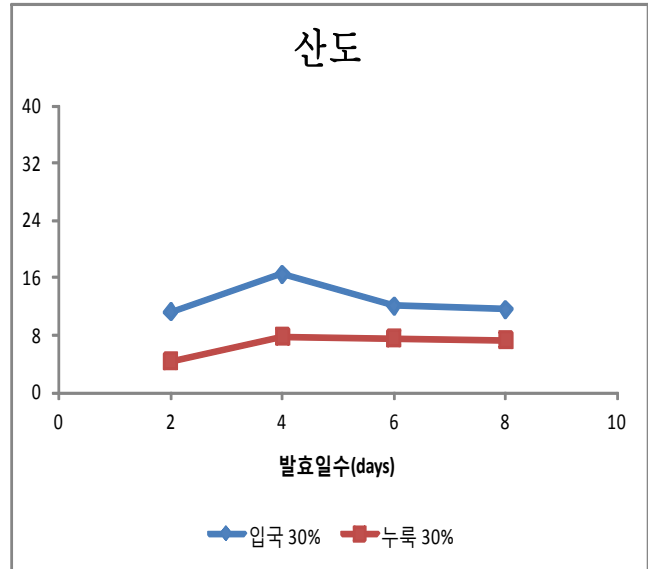
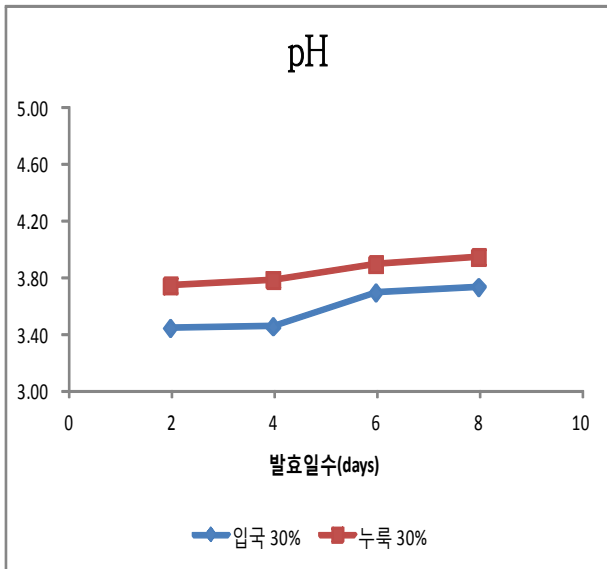


그림 21. 양조효모를 이용한 발효제별 발효원주 pH 및 산도 변화

제빵효모를 사용한 발효원주보다 양조효모를 사용한 발효원주의 발효일수에 따른 pH 및 산도는 더 안정된 발효 성적을 보였다. 일반적으로 산도는 3일차 정도에서 최고값을 나타냈다가, 이후 조금씩 감소하는 것이 보통인데 입국 및 누룩 발효제를 사용한 모든 샘플에서 양호한 양조 적성을 보여주었다. pH와 산도의 안정적인 패턴은 술덧의 이상 발효를 막아, 유해균의 번식에 의한 산도 상승, 이취 등으로 인한 술덧 품질의 악화를 방지한다.

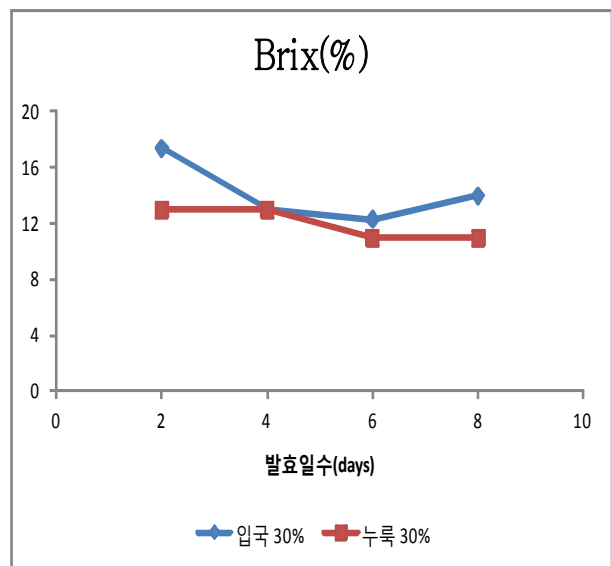
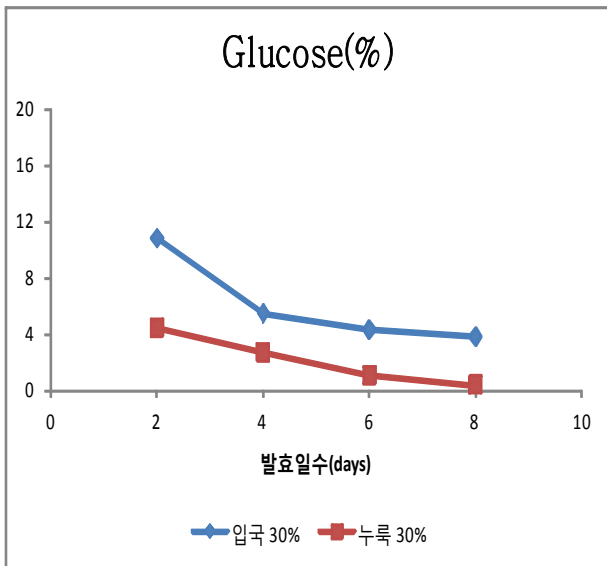


그림 22. 양조효모를 이용한 발효제별 발효원주 Glucose 및 Brix 변화

당분은 담금 직후 최대였다가 이후에는 감소하여 7일째 이후부터는 안정화를 갖는 것이 일반적인 증류주용 발효원주의 패턴이다. 그림 22에 나온 양조효모를 이용한 발효제별 발효원주 glucose 및 brix 발효성적으로 보면 양조 패턴이 잘 나타나는 것을 알 수 있다.

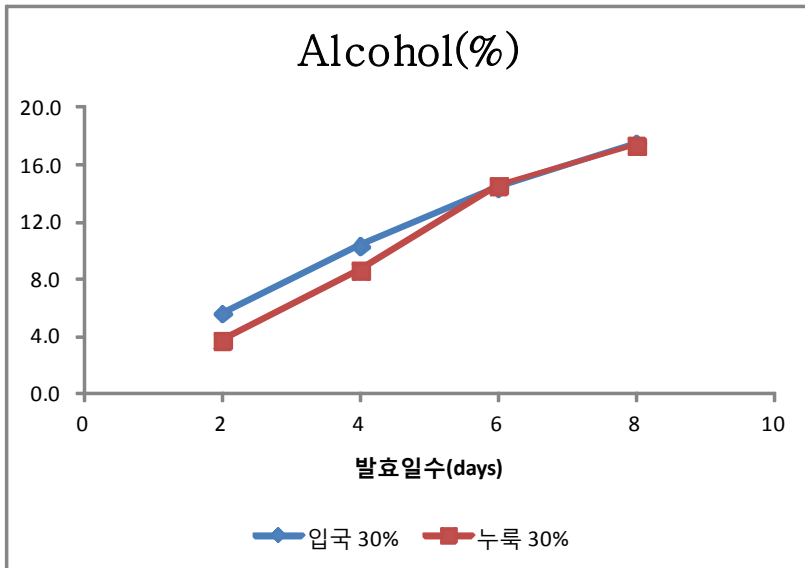


그림 23. 양조효모를 이용한 발효제별 발효원주의 알코올 변화  
 제빵효모에 비해 최종 발효말 발효원주의 알코올 수득율이 더 높게 나타났으며 그래프의 기울  
 기를 보면 발효일수가 늘어나면 더 상승할 수 있는 패턴을 보이고 있었다.

표 9. 양조효모를 이용한 발효제별 증류주의 휘발성 향기성분 분석

Compounds	입국 30 %	누룩 30 %
Acetaldehyde	3.56	0.79
Ethane		
Ethyl acetate	23.11	35.50
1-Propanol(n-Propanol)	4.73	2.61
1-Propanol, 2-methyl- (iso-butanol)		7.96
1-Butanol, 3-methyl- (iso-amyl alcohol)	42.58	38.74
1-Butanol(n-Butanol)	0.66	
Hexanoic acid(Caproic acid)		0.93
Acetic acid 2-ethyl hexyl ester		
Benzene 1,3-bis (1,1-dimethylethyl)	0.42	1.10
Octanoic acid(Caprylic acid)	0.85	1.03
Decanoic acid(Capric acid)	0.98	0.74
Dodecanoic acid(Lauric acid)		
Phenylethyl alcohol	0.10	
Tetradecanoic acid(Myristic acid)	0.44	0.46
Hexadecanoic acid(Palmitic acid)	1.14	0.48
2-Propenoic acid(Ethyl cinnamate)		
Others	21.42	9.66
합계	100.00	100.00

\* Relative peak area, %

양조효모를 이용한 발효제별 향기성분의 분포를 보면, 입국 샘플의 경우 여러 가지 다양한 향기 성분으로 숙성되어질 수 있는 기타 성분들이 제방효모 증류주보다 많이 생성되었으며 누룩 샘플군도 누룩 발효제 특유의 향기 성분 조합이 생성된 것을 알 수 있었다.

② 양조효모를 이용한 발효제별 증류주의 관능 평가 및 발효 조건 확립

관능 평가는 쌀 품종별 실험과 동일하게 10명의 전문 패널로 2회 반복 실시하였으며, 각 패널마다 알코올 도수를 25 (v/v)%로 희석하고 맛과 향 관능을 위하여 20 ℃로 온도를 보정한 증류식 소주 20 mL의 샘플을 제공한 후 9점 척도(1-굉장히 나쁘다, 2-매우 나쁘다, 3-나쁘다, 4-약간 나쁘다, 5-보통이다, 6-약간 좋다, 7-좋다, 8-매우 좋다, 9-굉장히 좋다)를 사용하여 전반적인 선호도를 평가하였다.

표 10. 양조효모를 이용한 발효제별 증류주의 관능 평가 분석

	입국 30 %	누룩 30 %
Score	136	118
전반적인 선호도	6.80±1.15	5.90±1.17

\* Minitab analysis: 95% CI for difference:(0.158368, 1.641632), T-Value=2.46 P-Value=0.019.

증류주 샘플에 대한 개인적인 선호도 차이로 입국 30 % 샘플의 선호도가 높게 나타났다. 누룩 30 %의 경우에는 호불호가 많이 있었으며 전반적으로 발효취에 대한 선호도가 낮게 조사되었다. 유의성 있는 결과가 나왔으므로 양조효모를 사용할 경우, 발효제는 입국 30 %로 선정하였다.

③ 결론

입국 30 %와 누룩 30 %를 사용한 발효원주를 비교 평가한 결과, 입국 30 % 샘플군이 발효 적성과 증류주 관능평가 결과에서 유의적으로 우수하였으므로 입국 30 %를 증류주용 효모를 사용한 발효 조건으로 결정하였다.

## [제2협동] 2차년도 증류주용 발효 원주의 최적 발효조건 확립

### (1) 재료 및 방법

#### 1) 재료

실험에 사용된 재료는 본 과제 1차연도의 실험결과를 바탕으로 효모는 한국식품연구원으로부터 제공받은 증류액 기호성 우수 효모 88-4(*Saccharomyces cerevisiae*), 원료미는 철원오대미, 입국(백국)은 '조은곡식'에서 구입하여 사용하였다.

#### 2) 실험 방법

##### ① 담금 비율에 따른 증류주의 품질 특성 분석

담금 비율(국 비율)을 제외한 나머지는 증류식소주 표준 담금 배합 비율을 적용하여 실험을 진행하였다. 1단 담금은 발효제 입국만으로, 전체 원료 대비 10 % ~ 70 % (w/w), 급수율은 120 %로 고정하였고, 균주 접종은  $1.0 \times 10^8$ /mL 수준으로 전배양된 효모를 입국 중량의 0.2 % (v/w) 접종하여 25 °C에서 5일간 발효 하였다. 2단 담금은 전체 원료에서 입국량을 제외한 쌀을 증자하여 투입하였고, 이때 급수량은 총 급수율이 170 %가 되도록 하여 25 °C에서 10일간 발효하였다. 담금은 3 gallon 스테인레스통 용기를 사용하였고, 용적의 약 75 % 부피가 되도록 담금량을 조절해 진행하였다. 담금 비율에 따른 발효 원주의 발효성을 비교하고자 1단 5일차(말일), 2단 1일 ~ 10일차(말일)까지 일자별로 발효액을 샘플링하여 분석하였다. 분석 항목의 경우, 샘플은 pH, 산도, glucose, 알코올을 분석하였고, 2단 10일차(말일) 샘플에 대해서는 증류 후 샘플과 비교를 목적으로 관능 기호도 검사를 실시하였다. 관능평가 시 샘플의 알코올 도수는 20 % (v/v)로 모두 동일하게 맞추어 진행하였다.

##### ② 담금 급수율에 따른 증류주의 성상 분석

앞선 실험 방법과 동일하게 담금 급수율을 제외한 나머지는 증류식소주 표준 담금 배합 비율을 적용 하여 진행 하였다. 1단 담금은 입국만으로 전체 원료 대비 30 % (w/w), 급수율은 120 %로 고정하였고, 균주 접종은  $1.0 \times 10^8$ /mL 수준으로 전배양된 효모를 입국 중량의 0.2 % (v/w) 접종하여 25 °C에서 5일간 발효 하였다. 2단 담금은 전체 원료에서 입국량을 제외한 쌀을 증자하여 투입하였고, 이 때 급수량은 총 급수율이 100 ~ 200 % (w/w)가 되도록 하여 25 °C에서 10일간 발효하였다. 이후 담금량 및 분석주기, 분석 항목은 위의 실험과 동일하게 하였다.

##### ③ 발효온도에 따른 증류주의 품질 특성 분석

담금 비율 및 급수율은 앞선 실험의 결과를 바탕으로 입국량 30 %, 급수율 170 %로 설정하여 진행 하였다. 1단 담금은 입국만을 사용하여 전체 원료 대비 30 % (w/w), 급수율은 120 %로 고정하여  $1.0 \times 10^8$ /mL 수준으로 전배양된 효모를 입국 중량의 0.2 % (v/w) 접종하여 발효 온도에 따라 15 ~ 30 °C에서 5일간 발효 하였다. 2단 담금 또한 전체 원료에서 입국량을 제외한 쌀을 증자하여 투입하였고, 총 급수율은 170 %가 되도록 하여 발효 온도(15 ~ 30 °C)를 달리하여 진행하였다. 분석주기, 분석항목은 전과 동일하게 하였다.

##### ④ 발효주의 알코올 함량에 따른 증류주의 품질 특성 분석

입국량 30 %, 급수율 170 %, 발효온도 25 °C로 고정된 채 실험을 진행하였다. 발효말 시점을 앞선 실험들과는 다르게 발효 기간 경과에 따라 발효 초기(알코올 8 %), 중기(알코올 12 %), 말기(알코올 16 %)의 3단계로 구분을 하여 샘플을 제조 하였다.

#### ⑤ 증류 방법

발효가 완료된 샘플은 동일한 조건으로 1회 단식 증류를 실시하여 증류주를 제조하였다. 증류실험을 위한 증류기는 유리 재질 5리터 용량의 라운드형 플라스크와 포말 방지 증류 컬럼, 횡형 냉각사관, 감압 형성 밸브가 달린 글래스, 유출액을 포집하는 리시버로 구성하였다. 증류를 위한 초기 발효액(wash)량은 3,000 mL, 초기 발효액 온도는 20 ~ 25 °C, 유출 증기의 냉각을 위한 냉각기의 설정 온도는 4 ~ 6 °C가 되게 하였다. 증류주는 초류를 끊지 않고 본류에 포함시켜 알코올이 45 %(v/v) 내외가 되도록 하였으며 증류 시 목표 감압을 60 mmHg로 형성시켜 발효액의 최대 품온이 45 °C이하에서 증류가 되도록 하였다.

#### ⑥ 발효 제어를 통한 고품질 증류주용 발효원주의 최적 발효조건 선정

담금 비율, 급수율, 발효온도, 알코올 함량에 따른 증류식소주 담금 적성 평가 및 그것으로 제조된 증류액을 관능 선호도 평가 (9점 척도, 샘플 우리발효연구중심 연구원 32명 평가)를 통해 관능 선호도 우수 발효 조건을 선정 하였다. 관능평가에 사용된 증류액 샘플은 알코올 함량이 일정하지 않으므로 모두 알코올 20 %(v/v)로 희석 하여 평가하였다.

### 3) 성분분석 및 측정방법

#### ① 일반 성분 분석

##### i) pH

pH는 pH meter(Metrohm 827 pH Lab)를 사용하여 측정하였다.

##### ii) 산도(발효액)

발효액의 산도는 시료 10 mL에 pH meter로 pH 8.2를 나타내는 점을 종말점으로 표준 후탈산수소칼륨으로 표정한 0.1 N NaOH 용액의 적정 mL수로 나타내었다.

##### iii) Glucose

Cedex bio(한국로슈진단) 분석 장비로 측정하였다.

##### iv) 알코올

시료 10 mL을 취하여 14,000 rpm에서 5분간 원심분리 후 상등액을 사용해 Ethanol uv-method(r-biopharm) kit 방법으로 분석 하였다.

#### ② 관능 기호도 검사

발효 원주를 증류한 증류액을 알코올 20 %(v/v)로 희석하여 샘플 우리발효연구중심 연구원 32명을 대상으로 관능 선호도 평가를 실시하였다. 맛과 향의 관능을 위하여 25 °C로 온도를 보정한 후 증류액 30 mL을 뚜껑이 있는 용기에 담아 제공한 후 9점 척도(1-굉장히 나쁘다, 2-매우 나쁘다, 3-나쁘다, 4-약간 나쁘다, 5-보통이다, 6-약간 좋다, 7-좋다, 8-매우 좋다, 9-굉장히 좋다)를 사용하여 전반적인 선호도를 평가하게 하였다.

### (2) 결과 및 고찰

#### 1) 담금 비율(국 비율)에 따른 증류주의 품질 특성 분석 결과

##### ① pH

담금 비율을 10 %에서 70 %까지 조절하여 담금한 샘플들의 pH를 측정된 결과 담금 비율이 높아질수록 pH가 다소 낮아지는 경향을 보였으나 모든 샘플들이 정상적인 pH 범위 내로 측정이 되어 증류주 제조에 문제가 되는 담금 비율은 없었다.

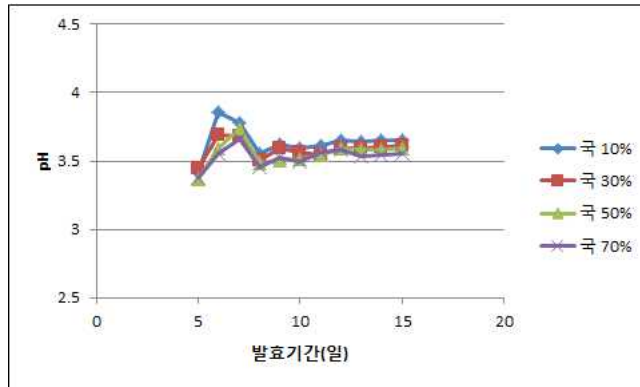


그림 1. 담금 비율에 따른 pH 변화

### ② 산도

pH와는 다르게 2단 1일차부터 담금 비율에 따라 산도의 차이가 발생 하였다. 2단 1일차부터는 담금 비율에 따라 입국 10 % 사용 샘플은 산도가 1.2 mL로 나타나 증류식소주의 일반적인 산도의 범위에 미치지 못하였다. 산도가 일정 기준에 미치지 못할 시 일반세균 등의 오염으로 부터 취약하여 이상발효가 진행될 가능성이 높아지게 된다. 일반적인 증류식소주 담금 조건의 경우 산도가 5 ~ 8 mL이 되었을 때 무난한 발효가 된다고 보고되고 있다. 입국 30 ~ 70 % 사용 샘플들은 모두 그 범위 내에 위치하고 있어 제조에 문제가 되지 않았다.

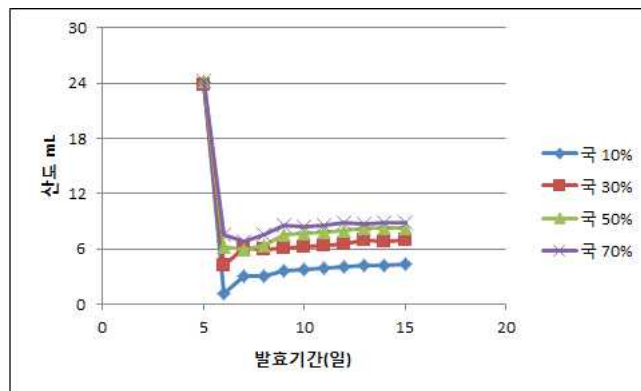


그림 2. 담금 비율에 따른 산도 변화

### ③ Glucose

Glucose 측정 결과는 그림 3과 같다. 담금 비율이 높음에 따라 발효 초기 액/당화가 원활하게 이루어져 유리되는 glucose 함량이 높게 측정되었으며 2단 2 ~ 3일차에 최고치에 이른 후 서서히 감소하여 2단 5일차 이후에는 1 % 이하로 감소하였다.

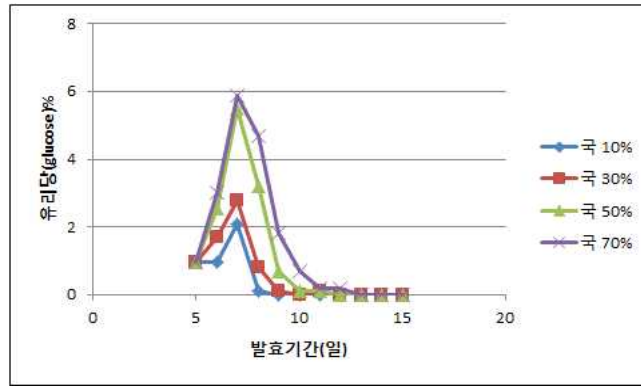


그림 3. 담금 비율에 따른 유리당(Glucose) 변화

#### ④ 알코올 및 발효수율

담금 5일차인 1단 말 알코올 함량은 16 %에 이른 후 2단 담금 직후 희석되어 0.6 ~ 5.0 %로 감소한 후 발효기간 경과에 따라 계속해 증가하였다. 입국 10 % 샘플은 2단 담금 직후 0.6 %까지 떨어진 뒤 2단 5일차까지 급격히 증가하여 11 %에 이른 뒤 증가폭이 둔화되어 2단 10일차가 될 때까지 11 % 수준에 머물렀다. 입국 30 ~ 70 % 샘플들 역시 2단 5 ~ 6일차까지 증가하다 그 뒤로는 완만하게 유지 하였다.

발효수율의 경우 입국 함량이 10 % 이하일 경우 현저하게 떨어져 추가적으로 발효제(정제효소 등)를 투입해야 할 필요성이 있다. 입국 함량이 30 % 이상일 경우 발효수율은 90 % 가까이 되어 첨가물 없이 정상적인 발효가 가능하다.

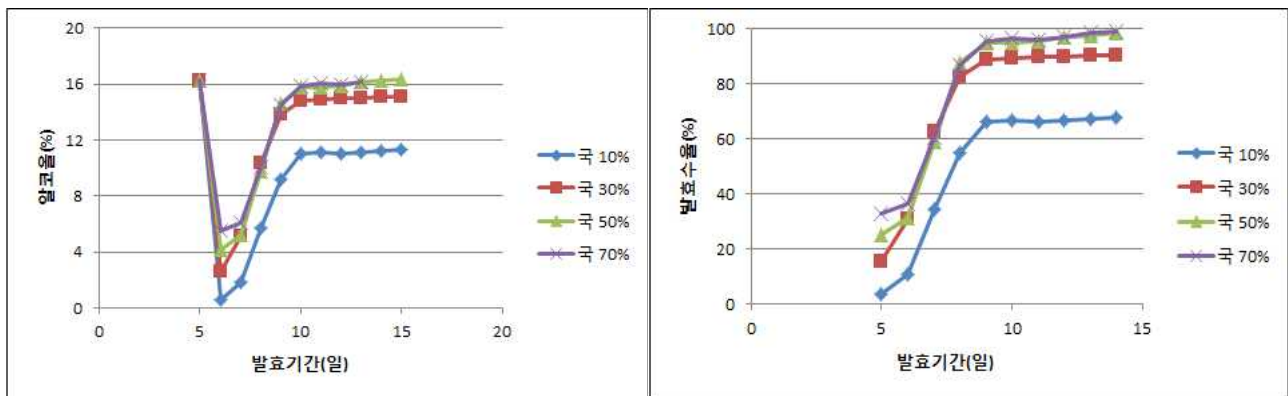


그림 4. 담금 비율에 따른 알코올 변화

#### ⑤ 관능평가

관능평가는 32명의 샘플 우리발효연구중심 연구원을 대상으로 실시한 결과, 국 30 %, 국 10 %, 국 70 %, 국 50 % 순으로 나타났다. 증류주 관능 시 깔끔한 맛과 은은한 향을 선호하는 경향을 보여 입국 함량이 일정 수준(자체 관능검사 결과에 따르면 50 %)을 넘어가면 기호도가 크게 떨어지나 이 또한 그 이상을 넘어가면 강한 향과 맛을 선호하는 소수의 패널로 인해 기호도가 다소 올라가는 결과를 얻었다.

표 1. 담금 비율에 따른 증류주의 관능 평가 분석



구분	국 10 %	국 30 %	국 50 %	국 70 %
Score	173	187	150	171
전반적인 선호도	5.3±1.67	5.7±1.23	4.5±1.16	5.2±1.42

아래의 그림 5를 보면 좀 더 명확하게 관능평가 결과를 볼 수 있는데, 국 10 ~ 30 % 샘플구들이 비교적 높은 점수를 받은 반면 국 50 %와 70 %들은 평균 이하의 선호도를 획득하였다. 국 70 %의 경우 과한 국의 향미 때문에 패널들의 호불호가 확실하여 높은 선호도를 나타내는 경우도 있었고, 낮은 선호도를 보인 경우도 있었다.

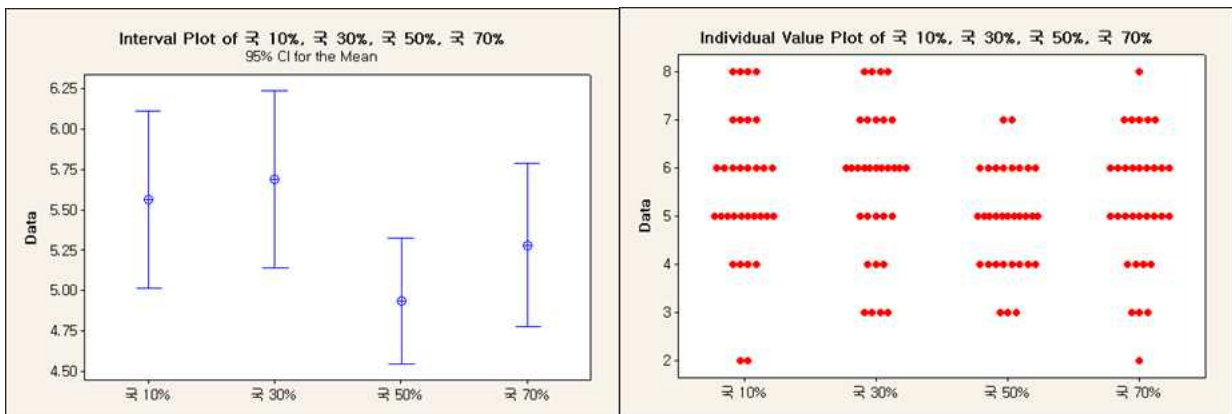


그림 5. 담금 비율에 따른 관능 기호도 구간(interval plot) 및 개발 값(individual value plot)

## 2) 고찰 및 결론

관능평가 결과 선호도가 우수한 담금 비율은 국 10 %, 30 % 샘플로 그 이상 첨가한 샘플에 비해 관능적으로 우수하였다. 그러나 입국 10 % 샘플의 경우 담금 초기 산도가 낮아 다소 이상 발효가 진행될 가능성이 있으나 산을 첨가(보산)하여 보완해야 할 것으로 판단되며, 또한 알코올 발효 시 효소의 부족으로 원하는 목표치의 수득을 하지 못하였다. 이를 발효수율로 환산 할 경우 30 % 이상 샘플들과는 다르게 70 % 수준에 머물렀다. 이 역시 발효제(정제 효소) 등을 추가로 투입함으로써 해결 가능할 것으로 판단된다. 이상의 상황을 종합하여 판단하였을 때 고품질 증류주에 적합한 담금 비율은 국 30 %로 설정 하였다.

## 2) 담금 급수율에 따른 증류주의 성상 분석 결과

### ① pH

담금 비율을 30 %로 고정된 채 담금 급수율을 100 ~ 200 % 까지 조절하여 담금한 샘플들의 pH를 측정된 결과 급수율이 높아짐에 따라 pH는 다소 높아지는 경향을 보였으나 모두 정상적인 범위 내에 속하였다.

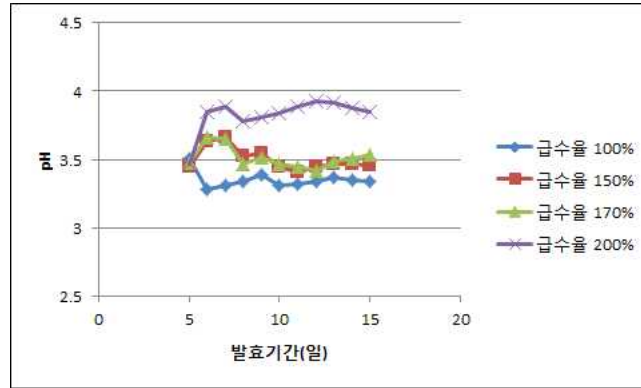


그림 6. 담금 급수율에 따른 pH 변화

### ② 산도

1단 말 산도는 21 mL 전후로 샘플들 모두 비슷한 경향을 보였고, 담금 급수비율이 달라지는 2단 담금 이후부터 차이가 발생하였다. 급수율 100 % 샘플은 산도가 비교적 높게 형성되어 2단 1일차에 3.9 mL를 나타내었고 발효기간 경과에 따라 다소 상승하여 6 ~ 7 mL 수준으로 유지되었다. 급수율 150 %, 170 % 역시 2단 담금 직후 3.8 ~ 3.9 mL로 다소 낮게 형성되었으나 2단 2일차 부터 5 ~ 7 mL 사이로 무난한 발효가 진행되는 조건을 갖추었다. 급수율 200 %의 경우 산도에 영향을 미치는 급수량이 많아짐에 따라 비교적 낮은 수치인 3 ~ 5 mL 이하로 나타나 담금 시 보산을 해야 할 필요성이 있었다.

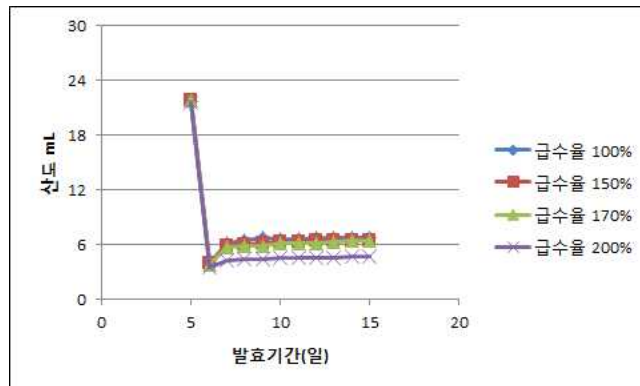


그림 7. 담금 급수율에 따른 산도 변화

### ③ Glucose

2단 담금 직후 glucose 농도가 다소 상승하였으나 2단 3일차를 기점으로 점차 떨어져 2단 6일차 이후부터는 1.0 % 이하로 측정되었다. 급수율 100 ~ 200 % 모든 샘플들에서 2단 말 효 말 시점의 glucose 농도가 0 %에 가까운 것으로 보아 급수율 조절에 따른 문제점은 없는 것으로 판단되어진다.

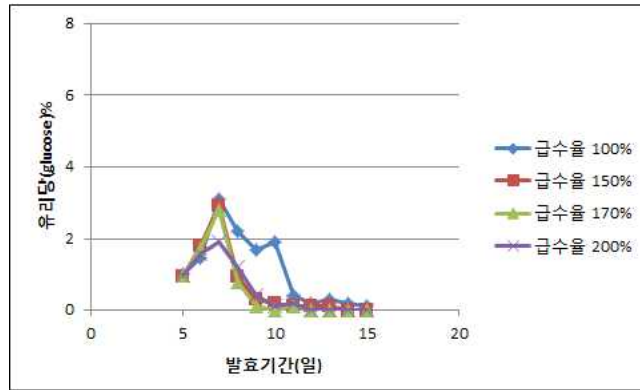


그림 8. 담금 급수율에 따른 유리당(Glucose) 변화

④ 알코올 및 발효수율

급수율에 따른 알코올 변화를 측정된 결과 그림 9의 결과가 나왔다. 2단 담금 직후부터 2단 4일차 까지 급격히 증가한 후 증가 폭은 다소 감소하였으나 2단 발효 말 시점까지 꾸준히 상승하였다. 알코올 수득에 있어 큰 문제가 없어 보였으나 발효수율을 그래프를 확인해 보면 급수율 100 % 샘플은 발효수율이 70 %를 밑도는 결과를 나타냈다. 그 외 급수율 150 ~ 200 % 샘플들은 문제없이 발효가 진행되었다.

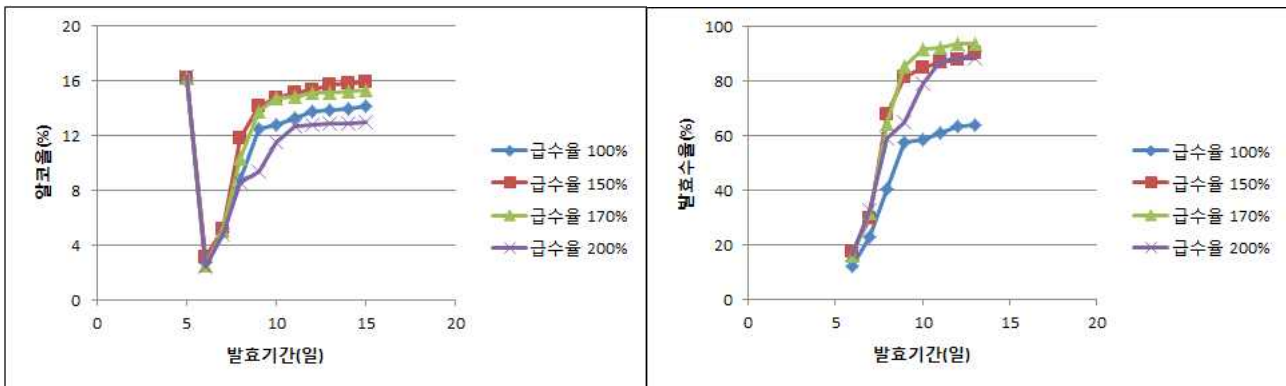


그림 9. 담금 급수율에 따른 알코올 변화 및 발효수율

⑤ 관능평가

관능검사 결과 급수율 170 %, 급수율 200 %, 급수율 150 % 순으로 나타났다. 이전의 담금 비율에 따른 증류주의 관능평가 때보다 다소 선호도가 올라간 것을 확인할 수 있었다.

표 2. 담금 급수율에 따른 증류주의 관능 평가 분석

구분	급수율 100 %	급수율 150 %	급수율 170 %	급수율 200 %
Score	167	179	185	182
전반적인 선호도	5.2±1.04	5.6±1.29	5.8±1.13	5.7±1.18

아래 그림 10을 보면 급수 100 % 샘플은 선호도가 크게 떨어지며 보편적인 주류업계에서 사용되고 있는 급수율 150 ~ 200 %은 비교적 무난한 선호도를 나타내었다.

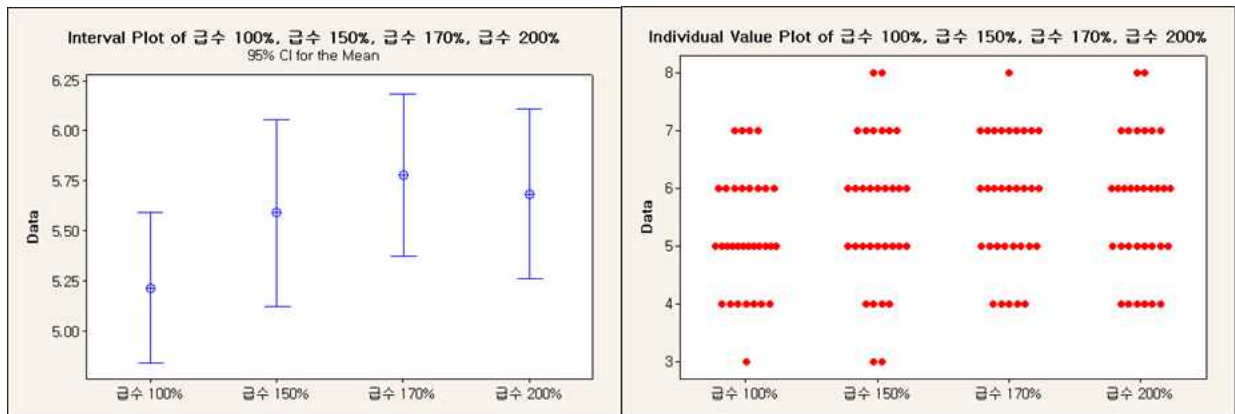


그림 10. 담금 비율에 따른 관능 기호도 구간(Interval plot) 및 개별 값(Individual value plot)

## 2) 고찰 및 결론

관능평가 결과 선호도가 우수한 급수율은 170 %와 200 % 샘플로 그 이하로 급수한 샘플에 비해 관능적으로 우수하였다. 그러나 급수율 200 % 샘플은 발효 초기 많은 급수량에 의해 산도가 저하되는 문제가 발생하여 산을 첨가(보산)해야 하는 작업을 추가해야 할 것으로 판단된다.

담금 급수율 역시 관능적으로 선호도가 우수하며 추가적인 보완 작업이 필요 없는 급수율 170 %로 설정 하였다.

## 3) 발효 온도에 따른 증류주의 품질 특성 분석 결과

### ① pH

담금 비율 30 %, 급수율 170 %로 설정하고 발효를 진행하였다. pH를 측정한 결과 발효 온도에 크게 영향을 받지 않고 담금 직후부터 발효 말 시점까지 모두 비슷한 경향을 보여 pH 3.5 ~ 3.8 범위에 속하였다.

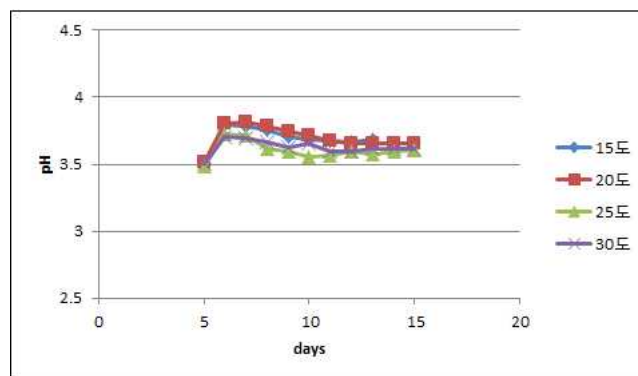


그림 11. 발효온도에 따른 pH 변화

### ② 산도

산도 역시 발효온도에 따른 샘플간의 차이는 없었다. 1단말 산도는 23 mL 부근이었고 2 단 담금이후 5.3 ~ 5.5 mL 수준으로 유지되었다. 모든 샘플들이 정상 범위에 속하였고 무난한 발효가 진행되었다.

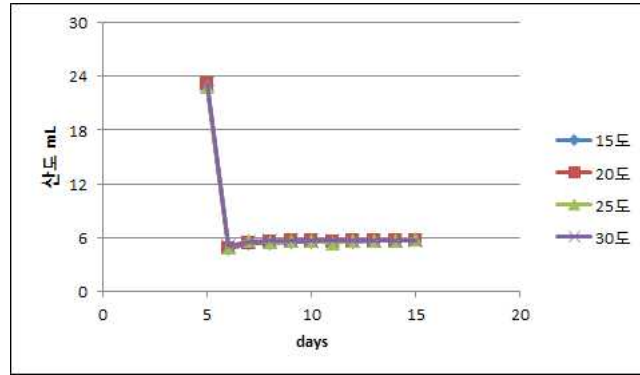


그림 12. 발효온도에 따른 산도 변화

### ③ Glucose

발효온도에 따라 다소 차이가 있으나 앞선 실험들과 동일한 경향을 보여 2단 3일차를 기점으로 점차 떨어져 발효 말 시점에는 glucose 농도가 0 %에 가깝게 떨어졌다.

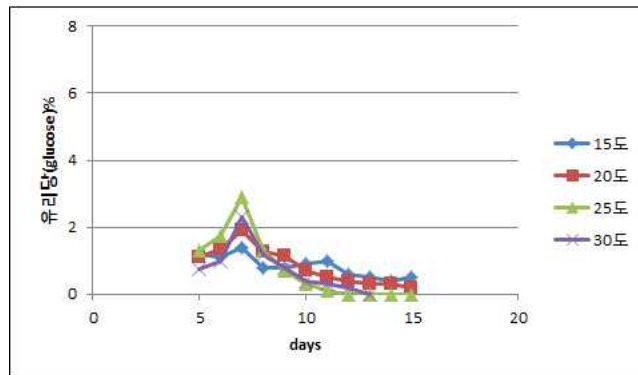


그림 13. 발효온도에 따른 유리당(Glucose) 변화

### ④ 알코올 및 발효수율

발효온도에 따른 알코올 변화를 측정한 결과 효모가 가장 왕성한 활동을 할 수 있는 25 ~ 30 °C 샘플이 발효 말 시점 알코올 함량이 높았으며, 20 °C 이하의 온도에서는 다소 활성이 떨어졌다. 이는 발효수율에서도 동일하게 나타나 25 ~ 30 °C 샘플들은 발효수율이 100 %에 근접하게 나타났으나 20 °C의 경우 약 80 %, 15 °C의 경우 약 60 %로 크게 떨어졌다.

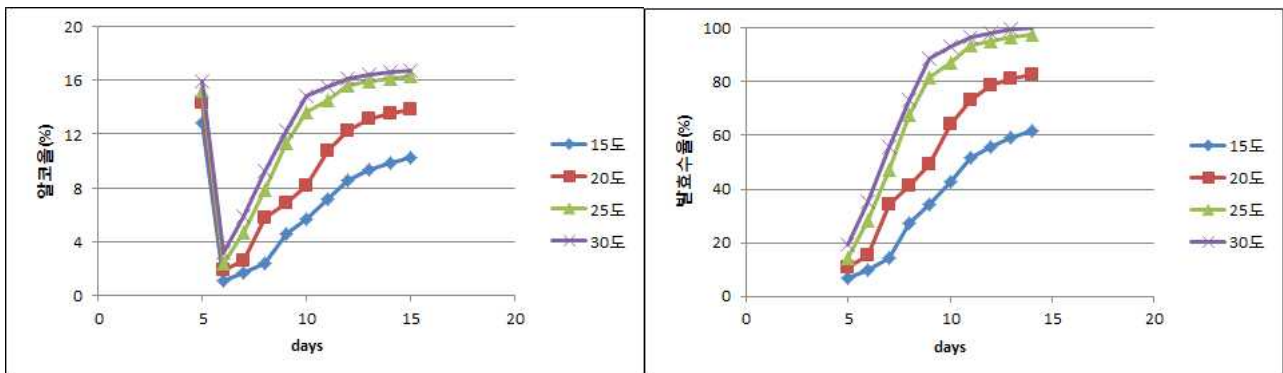


그림 14. 발효온도에 따른 알코올 변화 및 발효수율

⑤ 관능검사

관능검사 결과 발효온도가 낮을수록 선호도가 우수한 것으로 나타났다. 특히 30 ℃ 이상으로 발효 시 선호도가 크게 감소하는 것으로 확인 되었다.

표 3. 발효온도에 따른 증류주의 관능 평가 분석

구분	15 ℃	20 ℃	25 ℃	30 ℃
Score	199	196	192	183
전반적인 선호도	6.2±0.83	6.1±0.94	6.0±1.16	5.7±0.99

아래 그림 15를 보면 발효온도 15 ~ 25 ℃의 경우 무난한 선호 점수를 얻었으나 30 ℃에는 앞의 3가지 샘플과는 다르게 감소하는 것을 확인할 수 있다.

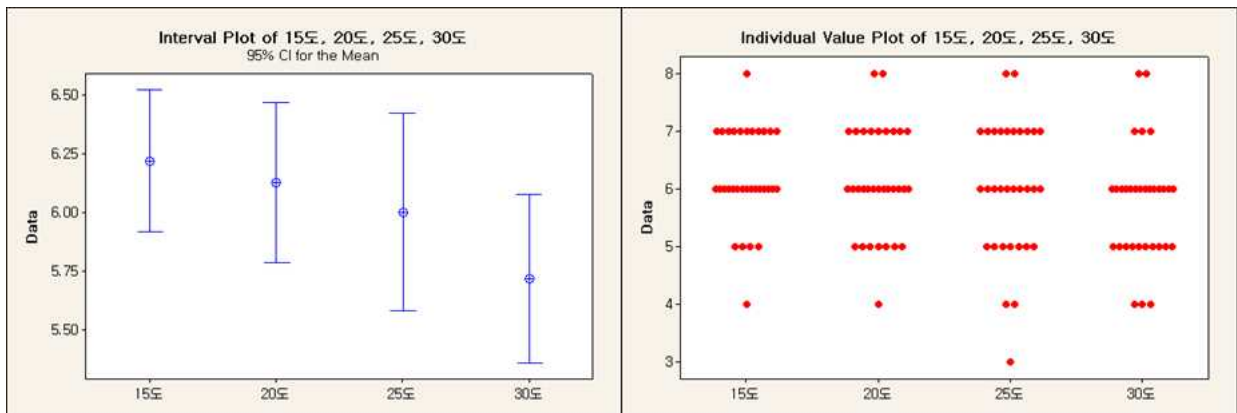


그림 15. 발효온도에 따른 관능 기호도 구간(Interval plot) 및 개별 값(Individual value plot)

2) 고찰 및 결론

관능평가 결과 발효온도가 낮을수록 높은 선호도를 나타냈고 25 ℃를 기점으로 그 이상의 온도에서 발효 시 선호도가 크게 떨어지는 것으로 나타났다. 관능평가의 결과로만 발효온도를 설정 시 15 ~ 20 ℃로 하는 것이 바람직하겠으나 이처럼 저온 발효 시 발효수율과 생산수율이 크게 떨어져 바람직한 발효조건이 되지 못하는 것으로 판단되어 진다. 따라서 선호도와 발효수율, 생산수율을 모두 고려하여 발효온도는 25 ℃로 설정 하였다.

4) 발효주의 알코올 함량에 따른 증류주의 품질 특성 결과

① pH

담금 비율 30 %, 급수율 170 %, 발효온도 25 ℃로 설정한 표준 담금 조건의 pH를 측정 한 결과다.

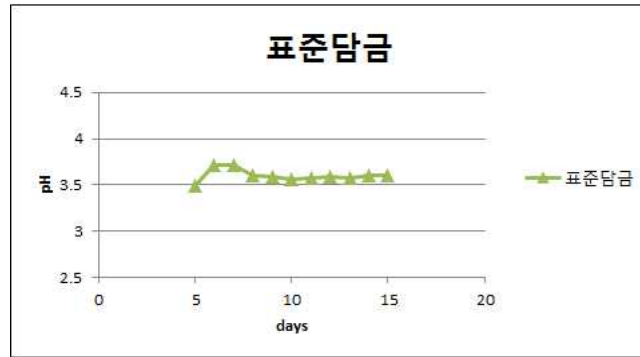


그림 16. 발효주의 알코올 함량에 따른 pH 변화

② 산도

1단 말 산도는 23 mL로 2단 담금 직후 5 ~ 6 mL 수준으로 감소한 후 유지하는 경향을 보였다.

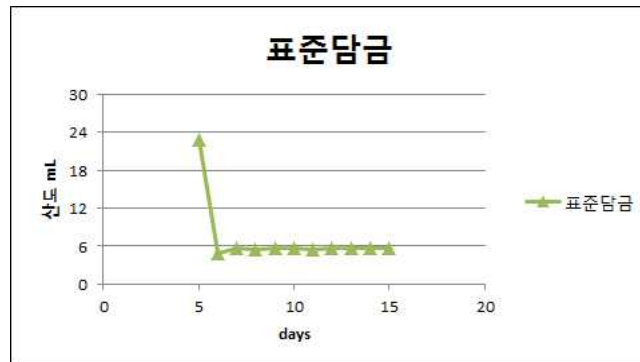


그림 17. 발효주의 알코올 함량에 따른 산도 변화

③ Glucose

2단 2일차를 고점으로 하여 점차 떨어져 2단 7일차 이후부터는 0 % 수준으로 측정되었다.

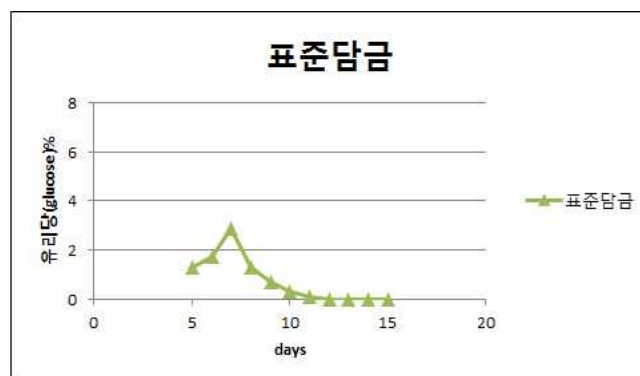


그림 18. 발효주의 알코올 함량에 따른 유리당(Glucose) 변화

④ 알코올 및 발효수율

2단 3일차 만에 알코올 함량은 8 %에 이른 후 지속적으로 상승하여 2단 4일차에 12 %, 2단 8일차에 16 %에 도달하였다. 발효수율의 경우 알코올과 비슷한 양상을 보여 2단 담금 직후부터 꾸준히 발효수율이 올라 2단 7일차 만에 90 % 이상을 달성하였다.

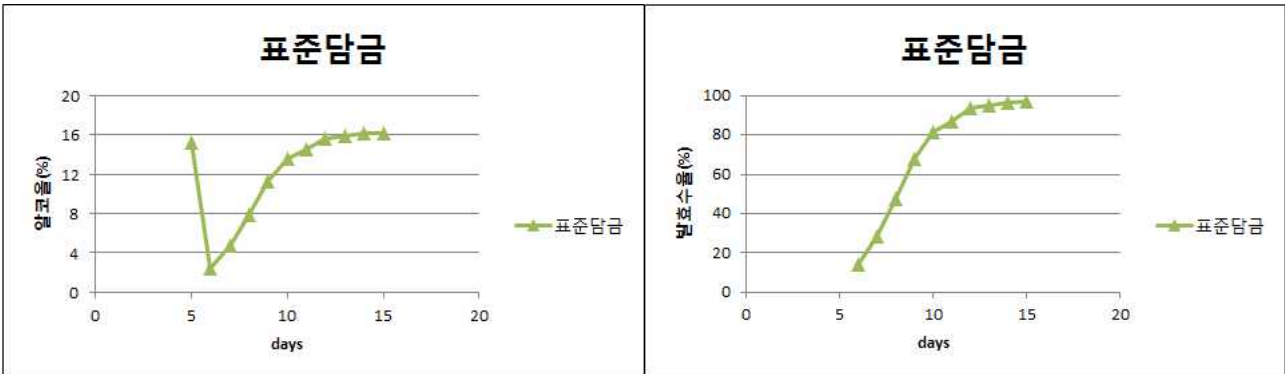


그림 19. 발효주의 알코올 함량에 따른 알코올 변화 및 발효수율

⑤ 관능검사

관능검사 결과 발효주의 알코올 함량이 많을수록 관능 선호도가 높게 나타났다. 이는 발효주의 알코올 함량이 낮을 경우 상대적으로 수분을 많이 함유하고 있는 상태인데 이럴 경우 증류가 원활하게 이루어지지 않고 좋지 못한 향기 성분들이 증류액에 포집되어 관능에 영향을 끼쳤을 것으로 판단된다.

표 4. 발효주의 알코올 함량에 따른 증류주의 관능 평가 분석

구분	초	중	말
Score	192	200	201
전반적인 선호도	6.0±0.84	6.3±0.76	6.3±0.85

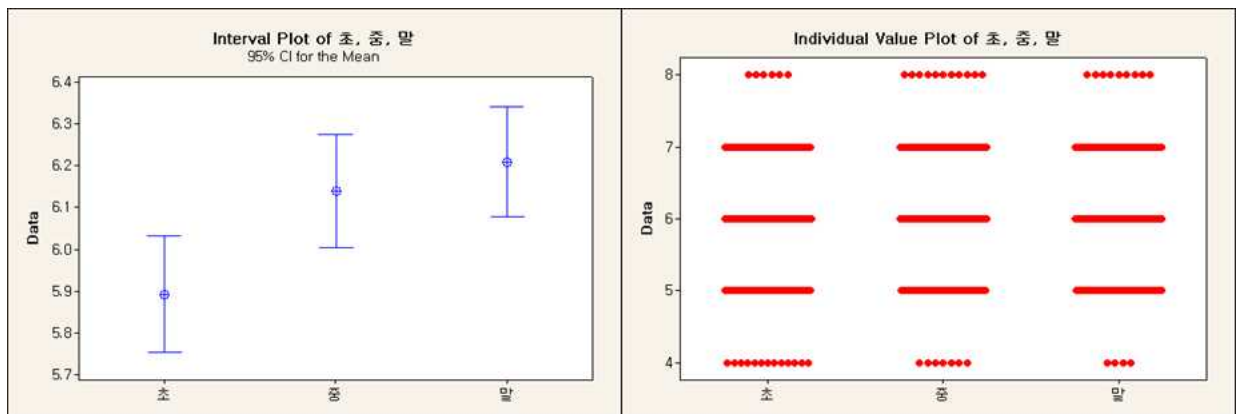


그림 20. 발효주의 알코올 함량에 따른 관능 기호도 구간(Interval plot) 및 개별 값(Individual value plot)



## 2) 고찰 및 결론

앞선 실험들의 결과를 바탕으로 담금 비율 30 %, 급수율 170 %, 발효온도 25 °C로 설정한 후 담금을 진행하였다. 알코올 함량에 따라 발효 초기, 중기, 말기의 3단계로 구분을 하여 샘플을 제조한 결과 전체적인 선호도가 발효 말기의 샘플이 가장 좋게 나타났다. 따라서 고품질 증류주에 적합한 발효주의 알코올 함량은 최종 발효원주의 알코올 함량이 높을 때, 즉 발효 말기 시점에서 증류하는 조건으로 설정하였다.

[제2협동] 3~5차년도 개발 증류주의 소비자 기호도 조사

I. 조사 개요

1. 조사 설계

본 조사는 개발 중인 전통 증류주 제품의 숙성 기간별 맛 선호도 검증을 위한 것으로 시료의 숙성 개월에 따라 총 6회에 걸쳐 시행함. 1차 평가는 숙성 시작 단계인 숙성 1개월차 제품, 2차 평가는 숙성 3개월 제품, 3차 평가는 숙성 6개월 제품, 4차 평가는 숙성 12개월 제품, 5차 평가는 숙성 18개월 제품, 6차 평가는 24개월 제품으로 평가를 시행함. 숙성은 온도(항온, 실온)와 보관 용기(옹기, 스테인레스통, 오크통)로 구분하여 총 6개 제품에 대한 소비자 기호도를 파악함.

# 조사 개요

- 시료 개수: 보관 온도(항온, 실온)와 보관 용기(옹기, 스테인레스통, 오크통)로 구분. 총 6종.

구분	옹기	스테인레스통	오크통	샘플 수(종)
항온	1	1	1	3
실온	1	1	1	3
합계				6

- 시료 준비: 쌀 증류주 원액(알코올 43도)을 알코올 20도로 희석하여 조사 패널에게 제공

- 조사 방법: Gang survey, Blind test

· 모집단

- 서울 (분당, 일산 포함)에 거주 중인 30 ~ 54세 성인 남녀
- 최근 6개월 이내 증류주 음용 경험자 (증류식소주, 양주류 등)
- 일반 소주 주 1회 이상 음용자
- 본인 및 가족 중 주류 제조, 유통 종사자 있는 경우, 제외

- 표본 추출 방법: 목적별 할당 표본 추출법

· 표본 구성

- 총 264명

구분	30대	40대	50대	계
1차(내국인)	13	13	5	31
2차(내국인)	13	15	8	36
3차(내국인)	20	23	8	51
4차(내국인)	20	21	10	51
5차(내국인)	12	12	6	30
6차(내국인)	4	4	2	10
6차(외국인)	-	-	-	20

2. 실사 진행

- 1차 : 2015년 5월
- 2차 : 2015년 7월
- 3차 : 2015년 10월, 11월
- 4차 : 2016년 4월
- 5차 : 2016년 11월, 12월
- 6차 : 2017년 4월 (내국인), 5월 (외국인)

본 조사는 포인트맥리서치 좌담회 룸에서 전문 연구원의 진행으로 실시하였으며, 1회 10-12명의 패널이 참석하여 맛 평가 및 간단한 자유 토론으로 진행됨.



\* 외국인 응답자 프로파일

본 조사에 참여한 국내 거주 외국인들의 프로파일은 아래와 같음.

국적	인원	국적	인원
미국	7	독일	1
캐나다	2	이스라엘	1
영국	1	인도	1
프랑스	2	베트남	1
스위스	1	싱가폴	1
노르웨이	1	일본	1

체류기간	인원
1년 미만	8
1년	7
2년	2
3년 이상	3

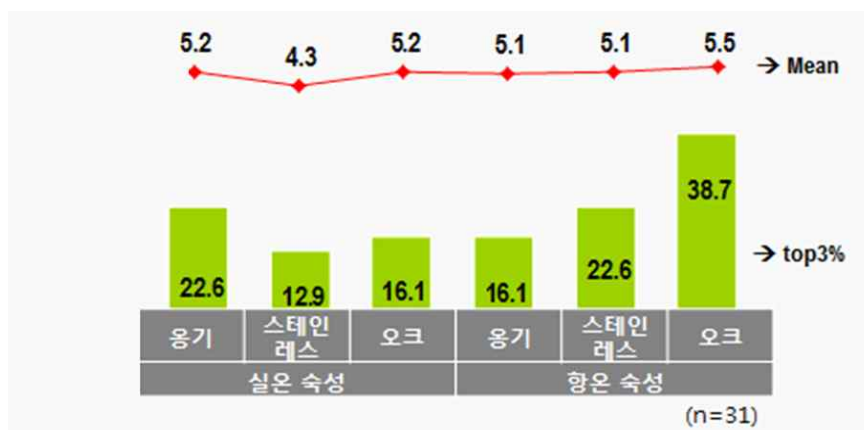
## II. 조사 결과

### 1. 1차 평가 결과

#### (1) 전반적 만족도 (9점 척도)

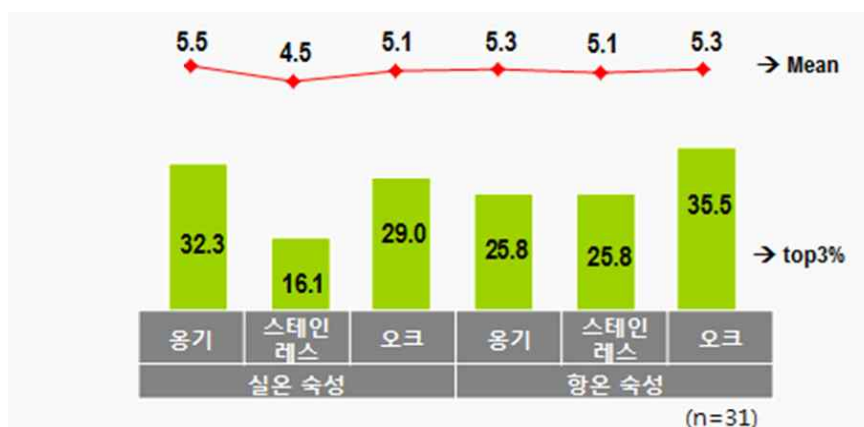
숙성 초기인 1차 평가(대조구)에서 시음 제품의 만족도는 4.3점~ 5.5점 수준인 것으로 평가됨. 평가 결과 전반적 만족도는 향온-오크통 숙성 제품의 선호도가 5.5점으로 가장 높은 반면 실온-스테인레스통 숙성 제품의 선호도가 4.3점으로 가장 낮음. 숙성 제품에 대한 선호도는 전반적으로 향온 숙성에 대한 제품 선호도가 다소 높은 것으로 나타나며, 용기 타입별 선호도는 실온 숙성과 향온 숙성의 결과가 서로 상이하게 나타남. 실온 숙성의 경우 용기 > 오크통 > 스테인레스통 순으로 만족도가 높으나, 향온 숙성의 경우는 오크통 > 스테인레스통 > 용기 순으로 만족도가 높음.

[표 2.1] 전반적 만족도



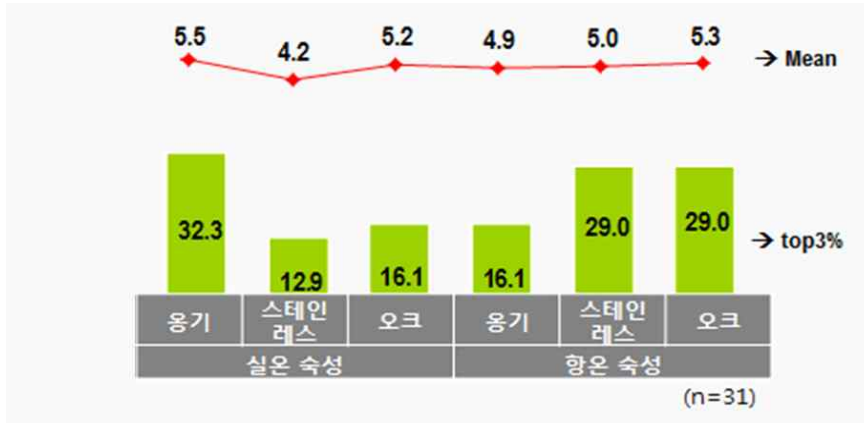
전반적인 향에 대한 만족도는 4.5점 ~ 5.5점으로, 실온-스테인레스통 숙성 제품을 제외하면 대부분 유사한 것으로 평가됨. 실온 숙성의 경우 용기에서 보관한 제품의 향 만족도가 5.5점으로 가장 높은 반면, 스테인레스통 보관 제품은 4.5점으로 가장 낮아 제품별 만족도 편차가 있으나, 향온 숙성의 경우는 보관 용기에 상관없이 5.1점 ~ 5.3점으로 유사한 만족도를 보임. Anova analysis<sup>1)</sup> 평균 차이 검증 결과 통계적으로 실온-스테인레스통 제품만 만족도가 낮으며, 그 외 제품간 만족도는 통계적으로 유의한 차이가 없음.

[표 2.2] 전반적 향 만족도



전반적인 맛에 대한 만족도는 실온-용기, 향온-오크통 숙성 제품이 가장 높은 것으로 나타나 실온과 향온에서 가장 선호하는 제품이 상이함.

[표 2.3] 전반적 맛 만족도



(2) 주요 속성별 만족도 (9점 척도)

맛 속성별 평가에서, 향온, 실온 모두 스테인레스통의 만족도가 낮았다. 전반적 만족도가 높은 향온-오크통 숙성 제품이 부드러움, 깨끗함 등에서 만족도가 높게 평가되었으나, 실온-스테인레스통 숙성 제품을 제외한 나머지 제품과는 만족도에서 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타남.

향 만족도 평가에서, 알코올향은 향온-용기 숙성 제품의 만족도가 가장 높고 대체적으로는 5.1 ~ 5.3점의 만족도를 보이며, 과일향에 대한 선호도는 온도 및 보관 용기별 차이가 크게 없었음. 숙성향의 경우 오크통 숙성 제품에 대한 만족도가 다소 높긴 하나 뚜렷한 차이를 보이지 않음.

[표 2.4] 주요 속성별 만족도

구분	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
부드러움	5.7	4.9	5.1	5.4	5.4	6.0
깨끗함	5.5	4.5	5.2	5.5	5.1	5.7
순함	5.4	4.8	5.0	4.9	4.9	5.6
쓴맛	4.6	4.5	5.0	5.5	4.7	4.8
단맛	5.0	4.2	4.5	4.6	4.4	5.0
알코올향	5.2	4.9	5.3	5.7	5.1	5.3
과일향	4.3	4.1	4.5	4.5	4.4	4.7
숙성향	4.1	4.2	4.7	4.7	4.4	4.6

(3) 주요 속성별 강도 평가 (9점 척도)

주요 속성별 강도 평가에서, 쓴맛의 경우 실온에서는 스테인레스통 숙성, 향온에서는 오크

통 숙성 제품이 가장 낮은 점수를 보였다. 단맛의 경우 숙성 조건에 따른 차이가 별로 없는 것으로 나타남. 짠맛과 물맛(밍밍함)은 용기별로 용기 > 스테인레스통 > 오크통 순으로 강도가 높은 경향을 보여 오크통 숙성 제품이 짠맛, 물맛(밍밍함)이 상대적으로 적다고 평가됨. 그 외 이미 강도는 낮은 것으로 보임.

[표 2.5] 주요 숙성별 강도 평가1. 맛 숙성

구분	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
쓴맛	5.1	4.8	5.2	5.0	4.9	4.8
단맛	4.8	4.4	4.0	4.6	4.3	4.4
짠맛	3.2	3.2	2.7	3.5	2.9	2.7
물맛(밍밍함)	4.2	3.7	3.3	4.1	3.7	3.9
가루약 맛	2.8	3.1	2.2	2.6	2.5	2.4
이미	1.5	2.1	1.8	1.5	1.7	1.6

알코올향, 과일향, 숙성향의 강도는 큰 차이를 보이지는 않으나, 실온 숙성의 경우 다른 용기 대비 오크통 숙성 제품이 과일향, 오크향이 좀 더 강하다고 평가됨(통계적으로 유의적인 차이는 없음).

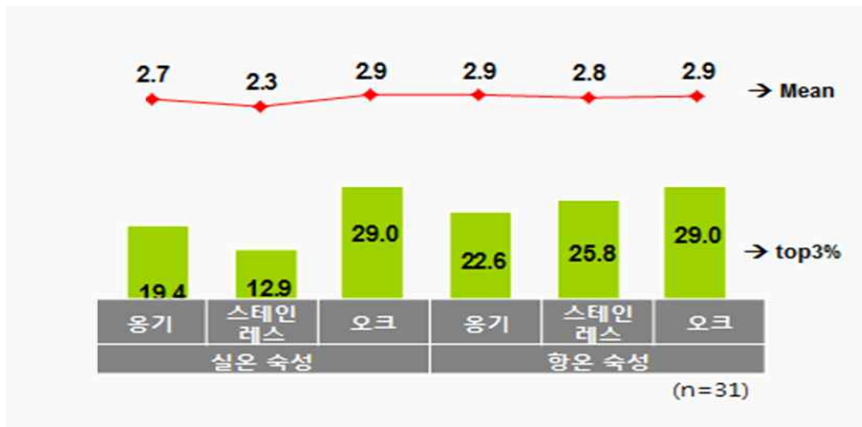
[표 2.6] 주요 숙성별 강도 평가2. 향 숙성

구분	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
알코올향	5.3	5.2	5.3	5.3	5.3	4.7
과일향	3.6	3.7	4.0	3.1	3.7	3.9
숙성향	3.7	3.6	4.3	4.1	3.9	4.0
기름냄새	2.3	2.4	2.2	2.3	2.4	1.7
탄향	2.1	1.9	1.9	2.0	2.0	1.9
누룩냄새	2.6	2.7	2.4	2.6	2.7	2.3
약품냄새	2.4	3.1	2.0	3.1	2.6	1.8
이취	1.4	1.5	1.5	1.4	1.6	1.5

(4) 향후 구입 의향 (5점 척도)

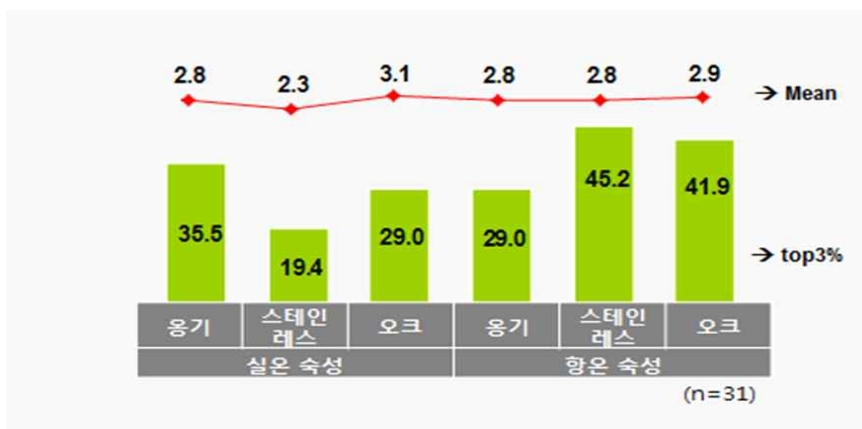
시판 국산 증류주 대비 만족도는 2.7 ~ 2.9점으로 제품간 비슷한 수준이나, 실온-스테인레스통 숙성 제품이 2.3점으로 가장 낮게 평가됨.

[표 2.7] 기존 증류주 대비 만족도



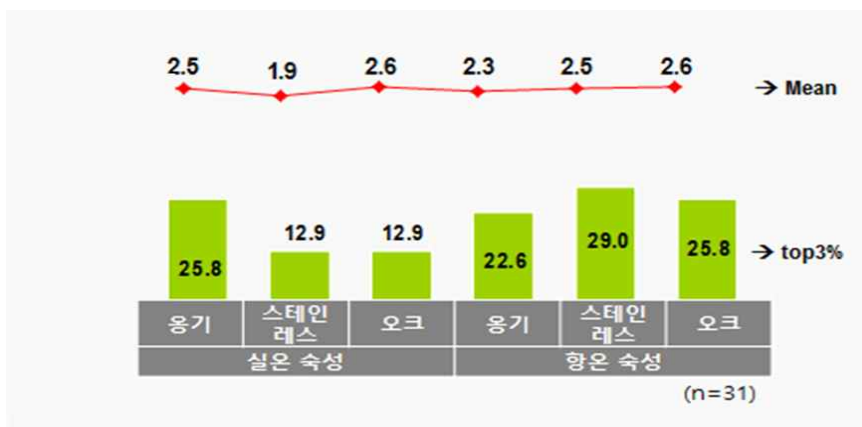
향후 음용 의향은 실은-스테인레스통 속성 제품을 제외하면, 제품간 큰 차이를 보이지 않음.

[표 2.8] 향후 음용 의향



가격 제시 후 구입 의향은 2.5점 내외로 낮아 가격에 대한 저항감은 높은 것으로 나타남.

[표 2.9] 가격 제시 후 향후 음용 의향

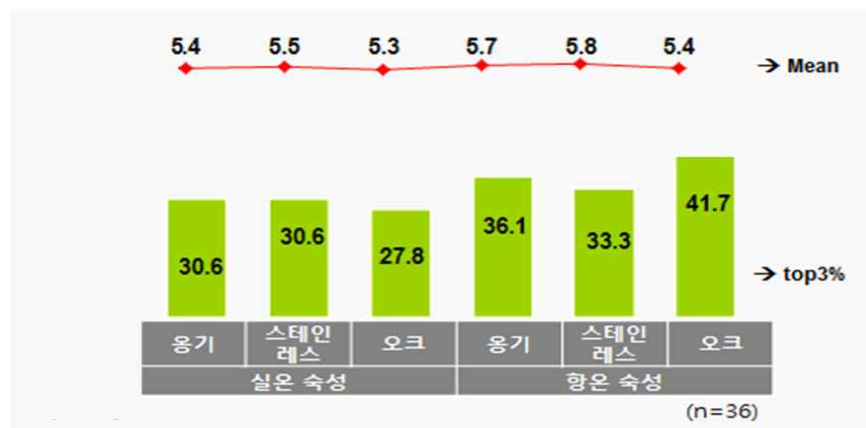


## 2. 2차 평가 결과

### (1) 전반적 만족도

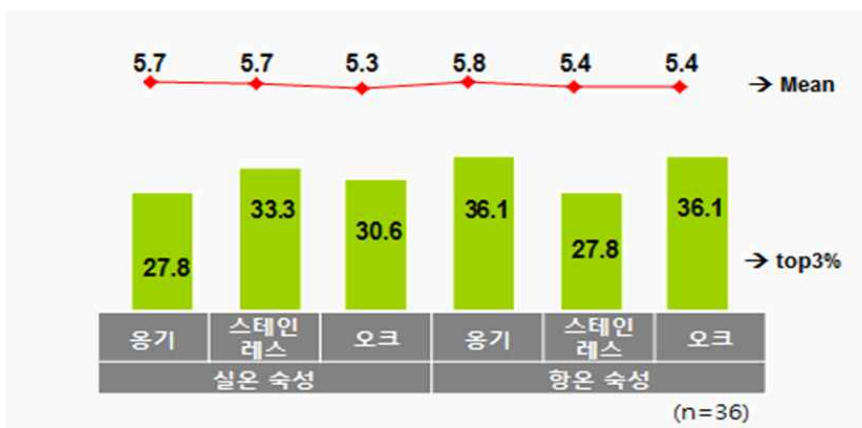
3개월 숙성 후 평가에서 전반적인 시음 제품의 만족도는 숙성 초기(대조구, 1개월 숙성) 대비 다소 높은 5.3 ~ 5.8점 수준이나, 통계적으로는 유의한 차이를 보이지는 않음. 실온 숙성 대비 향온 숙성 제품의 전반적인 선호도가 높으며, 보관 용기별 만족도는 평균 기준으로 스테인레스통 > 옹기 > 오크통 순으로 나타남. 오크통의 경우 만족도 평균은 상대적으로 낮으나, 7 ~ 9점 평가자인 Top3 %는 제일 많아 호불호가 뚜렷한 제품임을 알 수 있음.

[표 3.1] 전반적 만족도



전반적인 향에 대한 만족도는 5.3점 ~ 5.8점이며, 향온-옹기 제품의 향에 대한 만족도가 가장 높음. 미미한 차이긴 하나 옹기 및 오크통 숙성의 경우 향온 숙성의 향에 대한 선호도가 약간 높은 반면, 스테인레스통은 실온 숙성 시 만족도가 약간 높음.

[표 3.2] 전반적 향 만족도



전반적인 맛에 대한 만족도는 향온 숙성 제품이 실온 숙성 제품 대비 높으며, 향온 숙성 제품 중에서는 스테인레스통 > 옹기 > 오크통 순으로 선호함.



[표 3.3] 전반적 맛 만족도



(2) 주요 속성별 만족도

맛 속성별 평가에서 3개월 숙성 제품은 쓴맛, 단맛 등의 만족도가 증가한 것으로 나타나며, 과일향 및 숙성향에 대한 만족도도 증가한 것으로 나타남. 반면, 부드러움, 깨끗함, 순함, 알코올향에 대한 만족도는 증가한 제품도 있고, 감소한 제품도 있음.

[표 3.4] 주요 속성별 만족도

구분	실은 숙성			향은 숙성		
	웅기	스테인레스통	오크통	웅기	스테인레스통	오크통
부드러움	5.4	5.5	5.3	5.7	5.8	5.4
깨끗함	5.7	5.7	5.3	5.8	5.4	5.4
순함	5.4	5.4	5.2	5.6	5.8	5.4
쓴맛	5.6	5.7	5.3	5.8	5.8	6.1
단맛	5.6	5.3	5.1	5.5	5.8	5.7
알코올향	5.5	4.8	4.9	5.0	5.4	5.2
과일향	5.3	4.5	4.4	5.3	5.1	5.2
숙성향	5.1	4.8	4.5	4.8	5.0	5.4

(3) 주요 속성별 강도 평가

3개월 숙성 후 제품의 전반적인 맛의 강도가 강해진 것으로 평가됨. 주요 맛 속성인 쓴맛, 단맛에 대한 강도가 좀 더 강해진 것과 더불어 만족도도 상승한 것으로 나타났음. 반면, 물맛(밍밍함), 이미 등의 강도는 낮아진 것으로 평가되어 맛이 좀 더 진하고 풍부해 진 것으로 평가됨. 짙은맛은 강도가 소폭 상승한 것으로 나타남.

[표 3.5] 주요 속성별 강도 평가1. 맛 속성

구분	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인 레스통	오크통	용기	스테인 레스통	오크통
쓴맛	4.8	5.2	5.5	5.8	4.6	5.4
단맛	5.1	5.2	4.8	4.7	4.9	5.1
떫은맛	4.2	4.1	3.9	4.5	3.5	4.0
물맛(밍밍함)	4.3	3.4	3.6	4.3	3.8	3.2
가루약 맛	3.4	2.9	2.7	3.2	3.1	3.0
이미	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	1.9

3개월 숙성 후 향의 강도도 높아진 것으로 평가됨. 알코올향, 과일향, 숙성향에 대한 강도가 높아졌다는 평가이며, 기름냄새, 탄향, 누룩냄새, 약품냄새, 이취도 모두 강해진 것으로 평가됨.

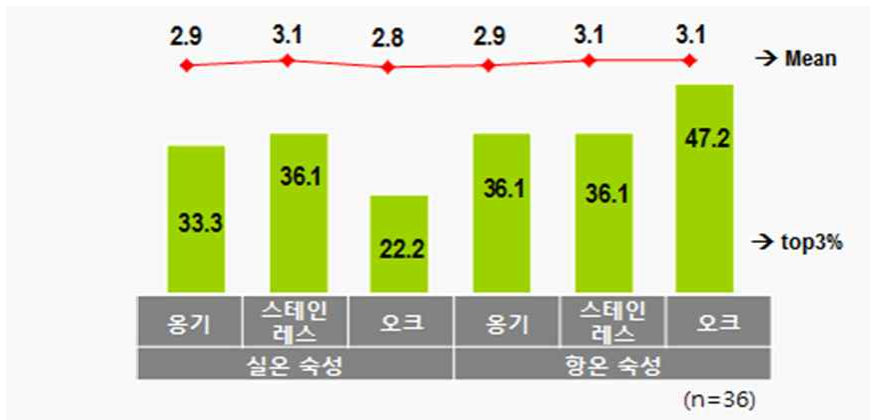
[표 3.6] 주요 속성별 강도 평가2. 향 속성

구분	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인 레스통	오크통	용기	스테인 레스통	오크통
알코올향	5.3	5.8	5.4	5.7	5.9	5.4
과일향	4.1	5.0	4.4	4.1	4.5	4.8
숙성향	4.3	4.6	4.8	4.4	4.6	5.1
기름냄새	3.1	3.1	3.2	2.9	2.8	3.4
탄향	2.8	2.8	3.1	2.7	2.8	3.6
누룩냄새	3.6	3.3	3.1	3.2	2.9	3.2
약품냄새	3.6	3.4	3.1	3.4	3.3	3.4
이취	1.8	2.0	1.8	1.9	1.8	1.9

#### (4) 향후 구입 의향

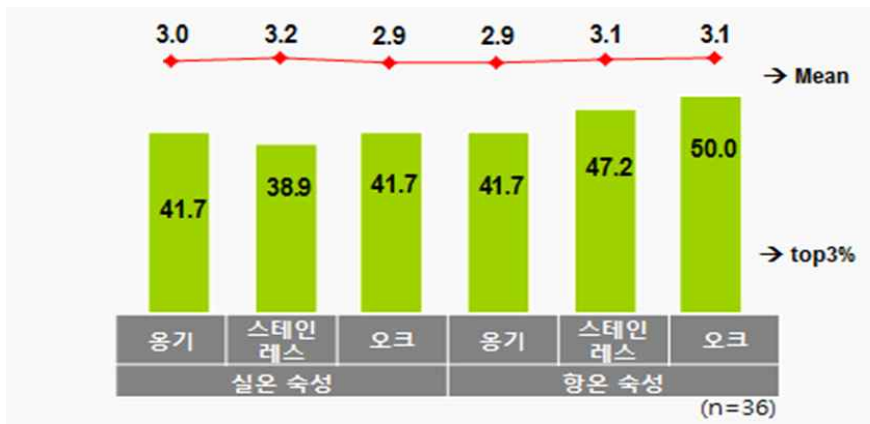
시판 국산 증류주 대비 만족도는 전반적으로 2.8 ~ 3.1점으로 숙성 초기 대비 소폭 상승했음. 오크통 숙성 제품의 Top3 %의 경우, 실온에서는 가장 낮은 점수를, 향온에서는 가장 높은 점수를 얻었음.

[표 3.7] 기존 증류주 대비 만족도



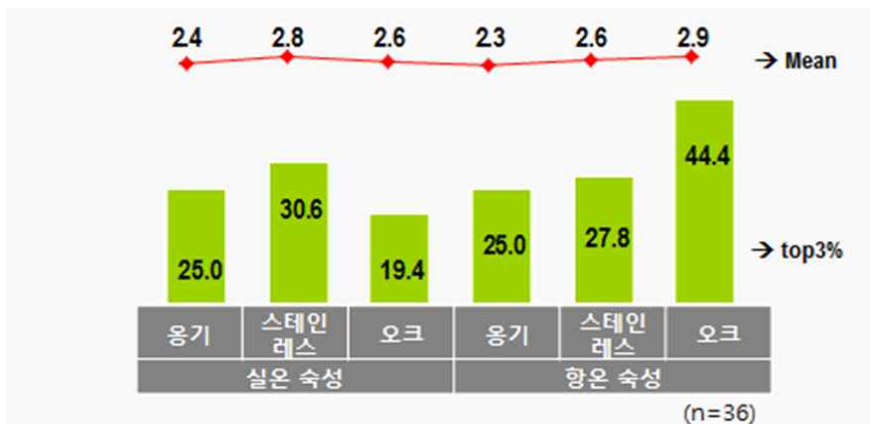
향후 음용 의향은 숙성 초기 대비 전반적으로 소폭 상승하였으며, Top3 % 역시, 숙성 초기 대비 전체적으로 상승한 값을 보여 주고 있음. 향온-스테인레스통, 향온-오크통은 숙성 초기와 3개월 숙성 모두 가장 높은 음용 의향을 나타내고 있음.

[표 3.8] 향후 음용 의향



가격 제시 후 구입 의향은 가격 제시 전 대비 소폭 하락하였으나, 숙성 초기와 유사한 수준을 보이고 있으며, 숙성 초기와 달리, 3개월 숙성 후에는 향온-오크통 제품의 구입 의향이 높아진 것으로 나타남.

[표 3.9] 가격 제시 후 향후 음용 의향

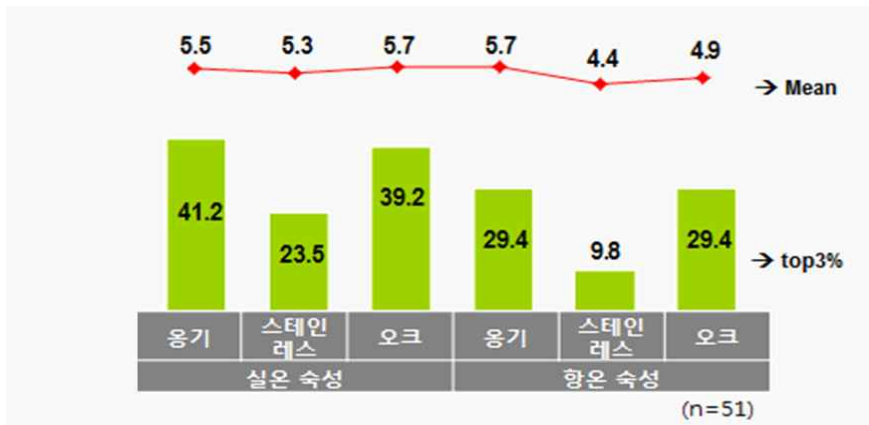


### 3. 3차 평가 결과

#### (1) 전반적 만족도

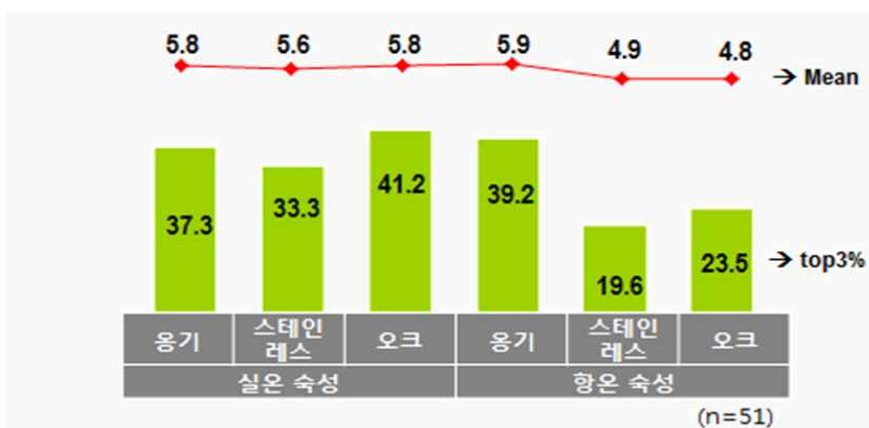
6개월 숙성 후 평가에서, 시음 제품의 만족도는 4.9 ~ 5.7점 수준으로, 숙성 초기 제품 대비 전반적으로는 높아졌으나, 향온-스테인레스통 숙성 제품의 경우, 4.4점으로 상대적으로 낮은 점수를 보였다. 향온 숙성 대비 실온 숙성 제품의 전반적인 선호도가 높으며, 보관 용기별 만족도는 평균 기준으로 용기 > 오크통 > 스테인레스통 순으로 나타남. 전반적인 만족도가 가장 높은 제품은 실온-오크통 숙성 제품과 향온-용기 숙성 제품이나 향온-용기 숙성 제품의 경우 평균값은 높으나, Top3 %는 낮아 호불호가 뚜렷한 제품 성향을 보임.

[표 4.1] 전반적 만족도



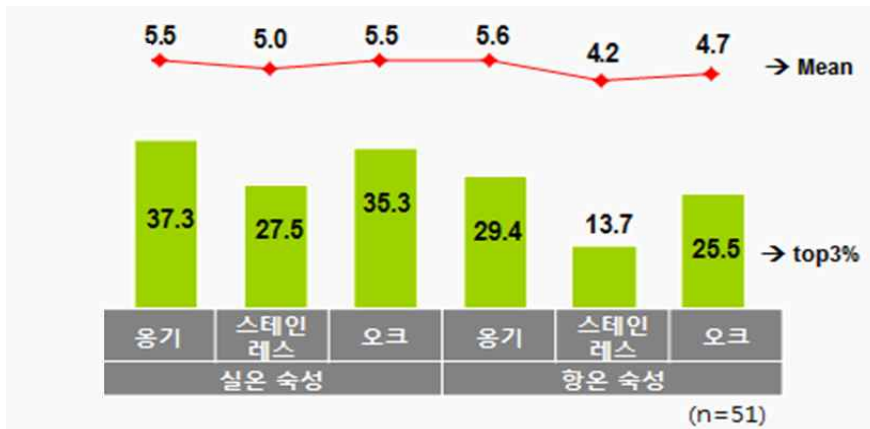
전반적인 향에 대한 만족도는 4.8점 ~ 5.9점으로 숙성 초기 제품들과 비교하면, 향온-스테인레스통, 향온-오크통을 제외하고 전반적으로 높아졌다. 향온-용기와 실온-오크통 숙성 제품의 향에 대한 만족도가 가장 높음.

[표 4.2] 전반적 향 만족도



전반적인 맛에 대한 만족도는 실온 숙성 제품의 만족도가 높게 나타나며, 용기와 오크통 숙성 제품의 만족도가 유사하고, 향온-스테인레스통 숙성 제품의 만족도가 가장 낮음.

[표 4.3] 전반적 맛 만족도



(2) 주요 속성별 만족도

맛 속성별 평가에서 6개월 숙성 제품의 만족도는 숙성 초기 제품 대비 전반적으로 다소 상승한 것으로 나타남. 그러나, 항온-스테인레스통, 항온-오크통 숙성의 경우, 과일향의 만족도가 하락했고, 숙성향은 비슷한 수준을 나타냄. 만족도가 높은 실온-오크통의 경우, 부드러움, 알코올향에 대한 만족도가 상대적으로 높으며, 항온-옹기 숙성 제품의 경우는 부드러움, 깨끗함에 대한 만족도가 높은 것으로 나타남.

[표 4.4] 주요 속성별 만족도

구분	실온 숙성			항온 숙성		
	옹기	스테인레스통	오크통	옹기	스테인레스통	오크통
부드러움	5.5	5.3	5.8	5.7	5.0	5.1
깨끗함	5.5	5.7	5.4	5.8	4.9	4.8
순함	5.1	5.1	5.3	5.4	4.7	4.7
쓴맛	4.8	4.9	5.3	5.0	4.3	4.9
단맛	4.9	5.1	5.3	5.2	4.5	4.6
알코올향	5.7	5.4	5.6	5.6	4.8	4.7
과일향	4.7	4.6	5.1	4.8	4.0	4.4
숙성향	5.0	4.9	5.9	5.2	4.3	4.6

(3) 주요 속성별 강도 평가

6개월 숙성 후 전반적인 맛의 강도에서, 쓴맛은 증가한 경향을 보이며, 단맛, 뽀은맛, 물맛, 가루약 맛, 이미 등은 소폭 감소한 것으로 나타남. 맛 숙성에 대해서는 숙성이 진행되면서 긍정적인 맛은 강도가 강해지는 경향을 보이며, 부정적인 맛은 강도가 줄고 있는 것으로 나타남.

[표 4.5] 주요 속성별 강도 평가1. 맛 속성

구분	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
쓴맛	5.5	5.3	4.9	4.9	5.1	5.5
단맛	4.7	4.7	5.2	5.0	4.5	4.6
뽀은맛	3.6	3.8	3.1	3.2	3.8	4.0
물맛(밍밍함)	3.4	3.9	3.1	3.7	4.6	3.7
가루약 맛	2.6	2.8	2.7	2.5	3.3	3.0
이미	1.3	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5

6개월 숙성 후 주요 향의 강도도 높아진 것으로 평가됨. 알코올향, 과일향, 숙성향에 대한 강도가 높아졌으며, 특히, 숙성향은 숙성 초기 제품 대비 상당히 증가한 것으로 나타남. 누룩냄새와 약품냄새도 소폭 증가했으나, 기름냄새, 탄향은 유사한 수준이고 이취는 낮아졌다.

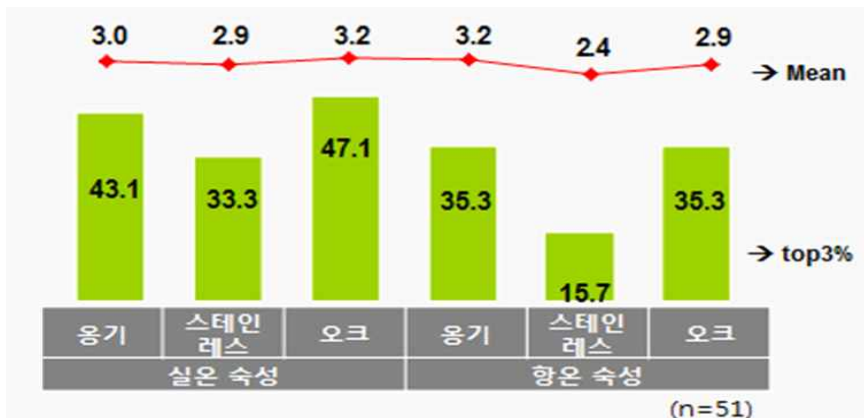
[표 4.6] 주요 속성별 강도 평가2. 향 속성

구분	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
알코올향	5.6	5.4	5.6	5.4	4.9	5.6
과일향	4.3	4.1	4.5	4.1	3.7	4.1
숙성향	4.5	4.5	5.8	4.5	4.3	5.3
기름냄새	2.4	2.3	2.5	2.2	2.7	3.0
탄향	2.2	2.1	2.8	2.1	2.1	3.0
누룩냄새	2.6	2.5	2.6	2.8	3.0	2.7
약품냄새	2.9	2.7	2.5	2.4	3.2	3.0
이취	1.2	1.4	1.4	1.3	1.3	1.5

(4) 향후 구입 의향

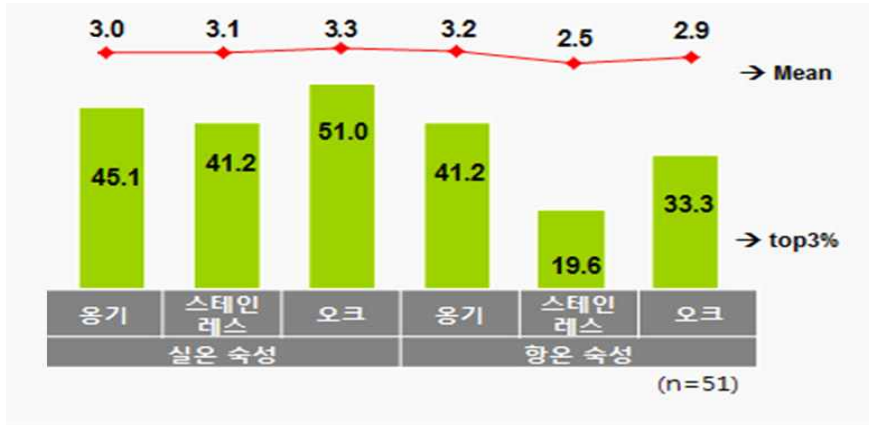
시판 국산 증류주 대비 만족도는 2.4 ~ 3.2점이며, 숙성 초기와 비교 시 향온-스테인레스통 숙성 제품을 제외하면 모두 만족도가 높아졌음.

[표 4.7] 기존 증류주 대비 만족도



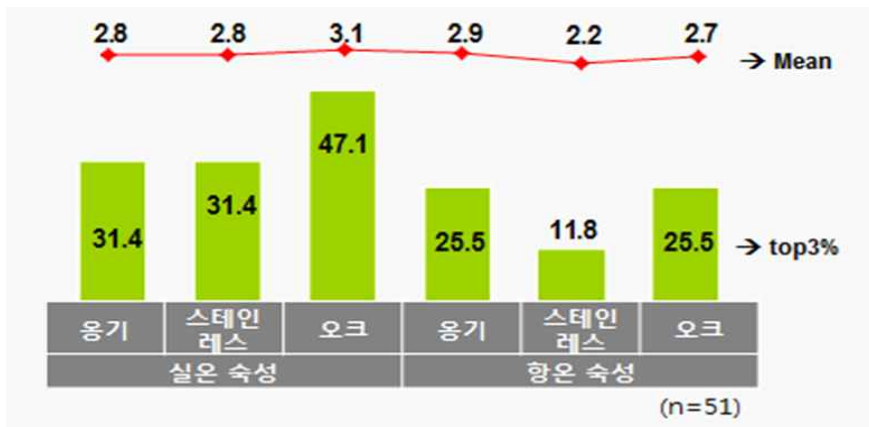
향후 음용 의향은 이전 평가와 유사하나, Top3 % 긍정 평가자를 기준으로 실온-오크통 제품의 경우 51 %가 긍정적으로 평가하였음. 반면, 향온-스테인레스통의 경우 가장 낮은 음용 의향을 보임.

[표 4.8] 향후 음용 의향



가격 제시 후 구입 의향은 가격 제시 전 대비 소폭 하락하였으나, 실온-오크통 제품의 구입 의향은 상당히 높은 것으로 나타남.

[표 4.9] 가격 제시 후 향후 음용 의향

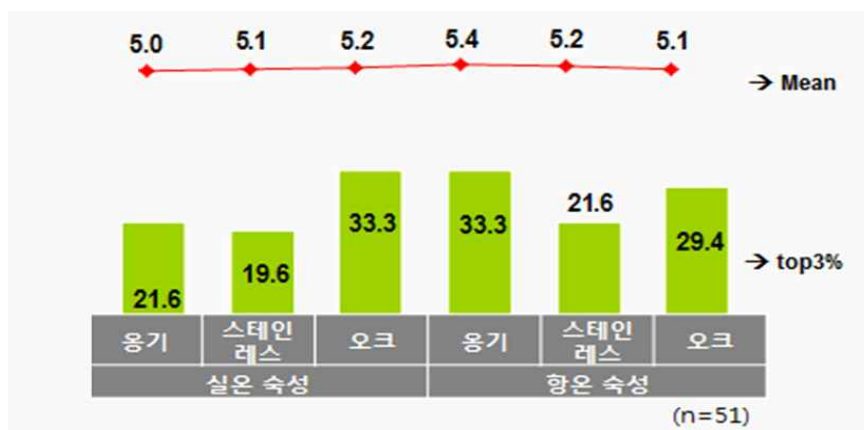


#### 4. 4차 평가 결과

##### (1) 전반적 만족도

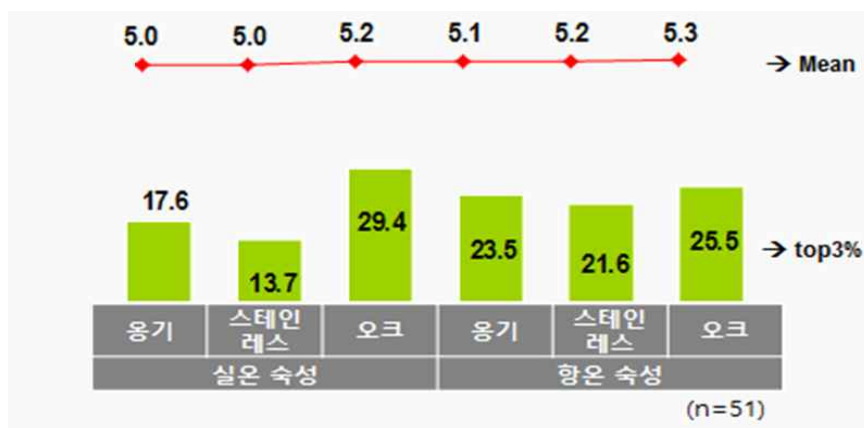
12개월 숙성 후 평가에서, 전반적인 만족도는 5.0점 ~ 5.4점 수준으로 제품간 유사한 수준이며, 통계적으로도 유의적인 차이는 없음. 숙성 초기 제품 대비 실온-스테인레스통을 제외하면, 모두 비슷한 만족도 수치를 보이고 있음. 통계적으로 유의적인 차이는 없으나 실온 대비 향온 숙성 제품에 대한 선호도가 다소 높은 경향을 보이며, 실온 숙성의 경우 오크통 > 스테인레스통 > 옹기 순으로 만족도가 높은 반면, 향온 숙성은 옹기 > 스테인레스통 > 오크통 순으로 상반되는 결과를 보임. 전반적인 만족도가 가장 높은 제품은 향온-옹기, 향온-스테인레스통, 실온-오크통 숙성 제품임.

[표 5.1] 전반적 만족도



전반적인 향에 대한 만족도는 5.0점 ~ 5.3점으로 제품간 유사하며, 숙성 초기 제품들과도 유사한 만족도를 보이고 있음. 오크통 숙성 제품의 향에 대한 만족도가 높게 나타나며, 실온-옹기, 실온-스테인레스통 숙성 제품의 향에 대한 만족도가 상대적으로 낮음.

[표 5.2] 전반적 향 만족도

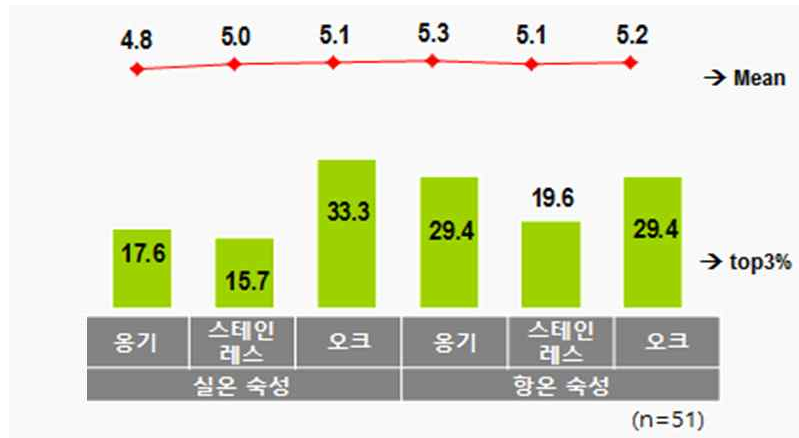


전반적인 맛에 대한 만족도는 향온 숙성 제품의 만족도가 다소 높게 나타나며, 향온-옹기, 향



온-오크통 숙성 제품의 만족도가 가장 높고, 실온-용기 숙성 제품의 만족도가 가장 낮음.

[표 5.3] 전반적 맛 만족도



(2) 주요 속성별 만족도

맛 속성별 평가에서 12개월 숙성 제품은 숙성 초기 제품 대비 주요 속성별 평가는 유사하거나 다소 낮은 수치를 보이고 있으나, 숙성이 진행되면서 과일향, 숙성향에 대한 만족도는 상대적으로 높아지는 경향을 보임. 전반적인 만족도가 가장 높은 향온-용기 숙성 제품은 부드러움, 깨끗함, 알코올향 등에서 높은 만족도를 보이고 있으며, 만족도가 가장 낮은 실온-용기 숙성 제품은 순함, 쓴맛, 과일향 등에서 낮은 만족도를 보임.

[표 5.4] 주요 속성별 만족도

구분	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스	오크통	용기	스테인레스	오크통
부드러움	5.2	5.5	5.2	5.7	5.5	5.3
깨끗함	5.2	5.4	5.0	5.6	5.5	5.1
순함	4.8	5.3	5.0	5.2	5.2	5.0
쓴 맛	4.5	5.1	4.9	4.5	4.6	4.7
단 맛	4.5	4.8	4.6	4.5	4.8	4.8
알코올향	5.0	5.2	5.2	5.5	5.1	5.0
과일향	4.2	4.4	4.7	4.5	4.6	4.9
숙성향	4.8	4.7	5.4	5.1	5.1	5.1

(3) 주요 속성별 강도 평가

12개월 숙성 후 맛 강도 평가를 보면, 쓴맛은 다소 증가하였으나, 부정적인 맛 요소인 물맛(밍밍함), 가루약 맛, 이미 등의 강도는 약해진 것으로 평가됨.

[표 5.5] 주요 속성별 강도 평가1. 맛 속성

구분	실온 속성			향온 속성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
쓴맛	5.0	4.8	5.2	5.0	4.9	5.1
단맛	4.5	4.5	4.6	4.5	4.8	4.8
뽀은맛	3.6	3.6	3.2	3.8	3.2	3.0
물맛(밍밍함)	4.1	4.0	2.7	3.9	3.9	3.0
가루약 맛	2.9	2.9	2.5	2.8	2.9	2.4
이미	2.1	1.8	2.1	1.9	1.8	1.9

12개월 숙성 후 주요 향의 강도는 다소 높아진 경향을 보임. 특히, 알코올향, 과일향, 숙성향의 경우 숙성 초기 대비 강도가 높아진 것으로 나타남. 반면 부정적인 향 요소인 누룩냄새, 약품냄새, 이취는 비슷하거나 약해진 것으로 평가되었음.

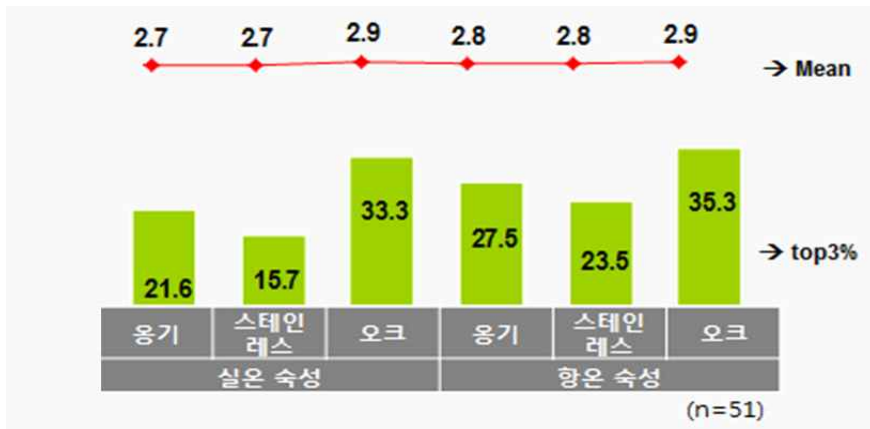
[표 5.6] 주요 속성별 강도 평가2. 향 속성

구분	실온 속성			향온 속성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
알코올향	5.2	5.0	5.4	4.9	5.3	4.8
과일향	3.7	3.9	4.8	3.9	4.1	4.5
숙성향	4.8	4.7	5.4	5.0	4.7	5.0
기름냄새	2.3	2.0	2.5	2.2	2.3	2.5
탄향	2.1	1.7	2.6	2.1	2.1	2.3
누룩냄새	2.8	2.1	2.7	2.6	2.5	2.2
약품냄새	3.0	2.7	2.8	3.0	2.9	2.4
이취	1.5	1.6	1.7	1.6	1.7	1.5

(4) 향후 구입 의향

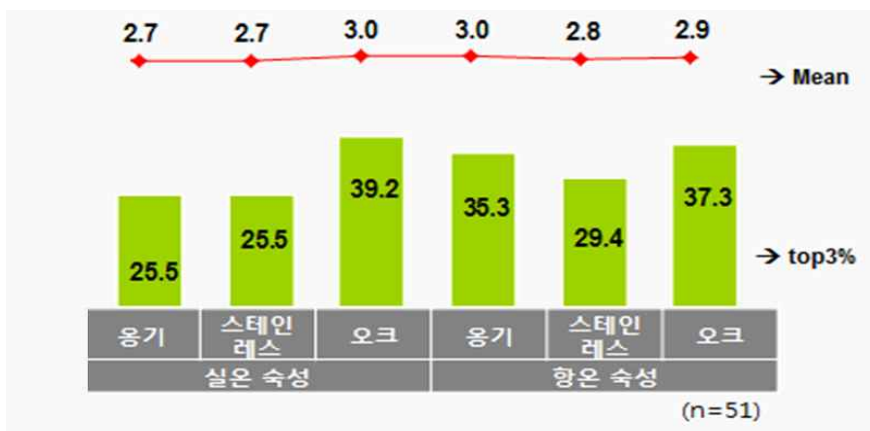
시판 국산 증류주 대비 만족도는 2.7 ~ 2.9점이며, 숙성 초기와 거의 유사한 수준으로 평가되었으며, 오크통 숙성 제품의 만족도가 근소한 차이지만 가장 높게 나타남.

[표 5.7] 기존 증류주 대비 만족도



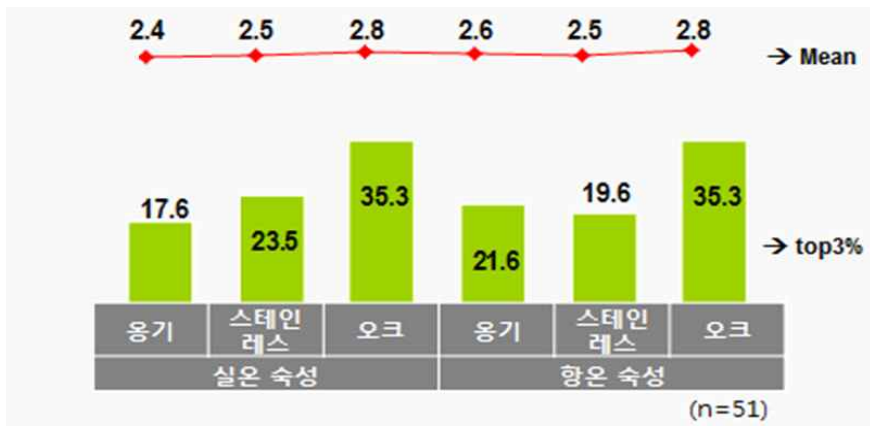
향후 음용 의향은 실온-오크통, 향온-웅기 숙성 제품이 가장 높게 나타나며, 실온-웅기, 실온-스테인레스통의 경우 상대적으로 경쟁력이 낮은 것으로 평가됨.

[표 5.8] 향후 음용 의향



가격 제시 후 구입 의향은 가격 제시 전 대비 소폭 하락하였으나, 숙성 초기와 유사한 수준을 보임.

[표 5.9] 가격 제시 후 향후 음용 의향

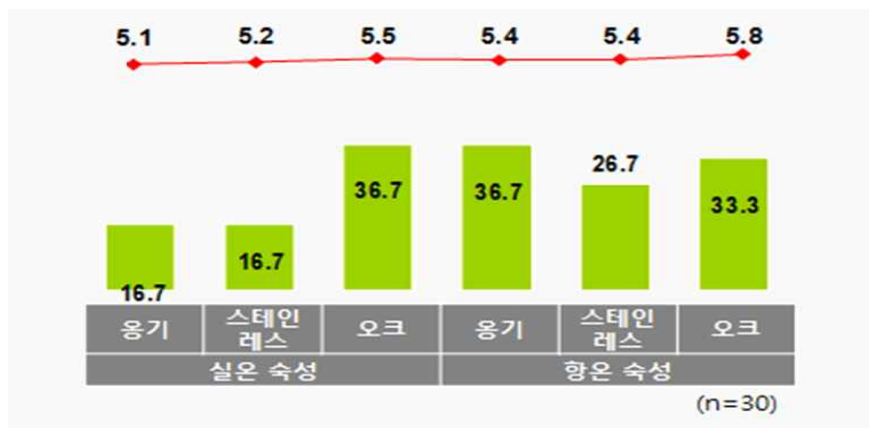


## 5. 5차 평가 결과

### (1) 전반적 만족도

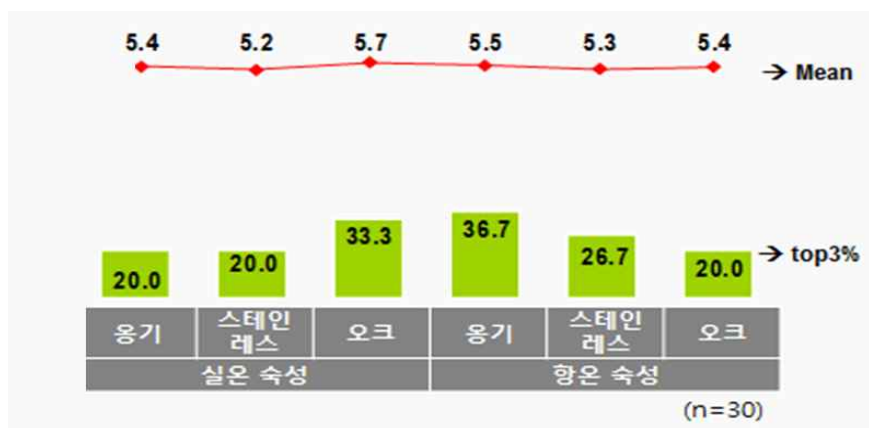
18개월 숙성 후 평가에서 전반적인 시음 제품의 만족도는 5.1점 ~ 5.8점 수준이며, 통계적으로 유의한 차이는 없음. 숙성 초기 제품 대비 6개 모두 다소 높은 수준을 보이고 있음. 통계적으로 차이는 없으나 실온 대비 향온 숙성 제품에 대한 선호도가 다소 높은 경향을 나타내며, 실온 숙성의 경우 오크통 > 스테인레스통 > 옹기 순으로 만족도가 높은 반면, 향온 숙성은 오크통에 대한 선호도가 가장 높은 것으로 나타남.

[표 6.1] 전반적 만족도



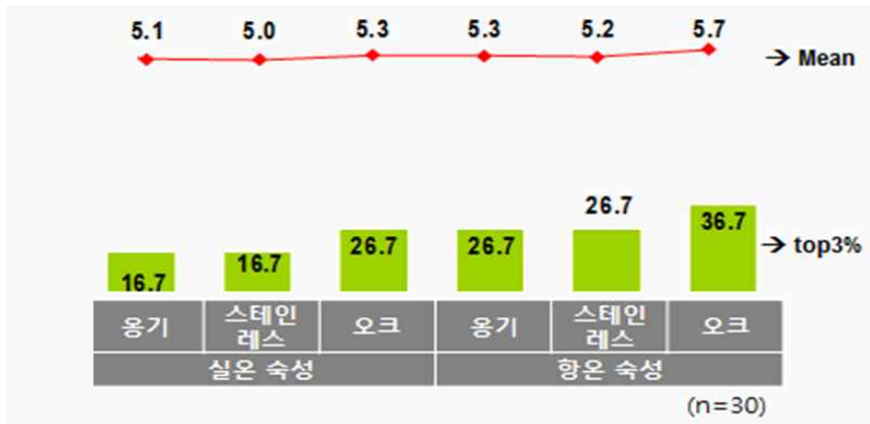
전반적인 향에 대한 만족도는 5.2점 ~ 5.7점으로 직전 평가 대비 향에 대한 선호도가 소폭 상승하였음. 오크통 숙성 제품의 향에 대한 만족도가 높게 나타나며, 향온-옹기 제품의 향에 대한 만족도 또한 높게 나타남.

[표 6.2] 전반적 향 만족도



전반적인 맛에 대한 만족도는 향온 숙성 제품의 만족도가 실온 숙성 대비 높으며, 향온-오크통 숙성 제품의 만족도가 5.7점으로 가장 높으며, 실온-옹기 숙성 제품의 만족도가 5.1점으로 가장 낮음.

[표 6.3] 전반적 맛 만족도



(2) 주요 속성별 만족도

맛 속성별 평가에서 18개월 숙성 제품은 숙성 초기 제품 대비 주요 속성별 평가에서 부드러움, 깨끗함, 순함 평가는 다소 낮은 수준이나, 쓴맛, 단맛, 과일향, 숙성향 속성은 만족도가 증가한 것으로 나타남.

[표 6.4] 주요 속성별 만족도

구분	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
부드러움	5.1	5.2	5.5	5.4	5.4	5.8
깨끗함	5.4	5.2	5.7	5.5	5.3	5.4
순함	5.1	5.0	5.3	5.3	5.2	5.7
쓴맛	5.0	5.1	5.0	5.6	5.3	5.6
단맛	5.1	5.0	4.7	5.6	5.5	5.3
알코올향	4.5	4.8	4.6	5.7	5.3	5.1
과일향	4.8	4.5	5.1	5.2	4.7	4.8
숙성향	4.0	4.3	4.5	5.1	4.5	4.7

(3) 주요 속성별 강도 평가

18개월 숙성 후 맛의 강도를 보면, 쓴맛은 다소 증가하고 물맛(밍밍한 맛)은 감소했다는 평가이며, 그 외 부정적인 맛 요소인 가루약 맛, 이미 등의 강도가 약해진 것으로 평가됨.

[표 6.5] 주요 속성별 강도 평가1. 맛 속성

구분	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
쓴맛	5.2	4.9	5.2	4.6	4.9	5.0
단맛	3.5	4.1	4.5	4.4	4.4	4.4
뽀은맛	3.7	3.2	3.3	3.2	3.4	3.0
물맛(밍밍함)	3.7	3.9	2.6	4.7	3.9	2.7
가루약 맛	3.2	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6
이미	1.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.5

18개월 숙성 후 주요 향의 강도에서 알코올향, 과일향, 숙성향 등은 강도가 높아진 것으로 나타나며, 이취 요소인 누룩냄새, 약품냄새, 이취는 약해진 것으로 평가되었음.

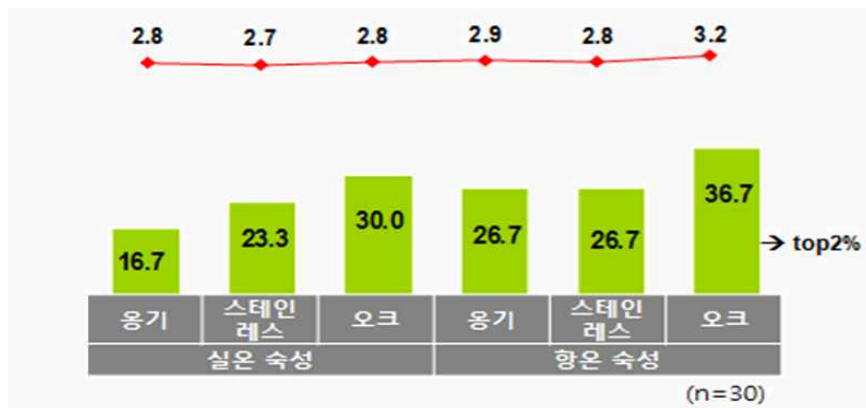
[표 6.6] 주요 속성별 강도 평가2. 향 속성

구분	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
알코올향	5.7	5.2	5.6	5.4	5.5	5.5
과일향	4.5	3.6	5.2	3.9	4.6	4.8
숙성향	5.5	4.7	5.9	4.7	4.6	5.3
기름냄새	1.8	2.2	2.0	1.9	2.1	2.0
탄향	1.8	1.9	2.7	2.0	2.0	2.6
누룩냄새	2.6	2.6	2.6	2.7	2.5	2.7
약품냄새	3.6	3.0	2.8	3.4	2.2	2.7
이취	1.6	1.7	2.0	1.4	1.3	1.7

(4) 향후 구입의향

시판 국산 증류주 대비 만족도는 전반적으로 2.7 ~ 3.2점이며, 숙성 초기 제품 대비 증가하였으며, 향온-오크통 숙성 제품의 만족도가 가장 높게 나타남.

[표 6.7] 기존 증류주 대비 만족도



향후 음용 의향은 오크통이 높으며, 향온-오크통 숙성 제품 구입 의향이 3.2점으로 가장 높음.

[표 6.8] 향후 음용 의향



가격 제시 후 구입 의향은 가격 제시 전 대비 소폭 하락하였으나, 숙성 초기보다 가격에 대한 저항감이 다소 감소한 것으로 나타남.

[표 6.9] 가격 제시 후 향후 음용 의향



## 6. 6차 평가 결과

### (1) 전반적 만족도

24개월 숙성 후 평가에서 전반적인 제품의 만족도는 내국인 기준 4.2점 ~ 6.2점 수준임. 숙성 초기 제품 대비 상승했음. 향온-스테인레스통 숙성 제품의 만족도가 6.2점으로 가장 높으며, 향온-오크통 숙성 제품도 5.9점으로 상당히 높게 평가됨. 통계적으로 향온-스테인레스통 숙성 제품과 실온-스테인레스통 숙성 제품간의 선호도는 유의한 차이가 있는 것으로 나타남. 전반적으로 향온 숙성 제품이 실온 숙성 대비 만족도가 높음.

외국인 평가 결과, 향온-오크통 숙성 제품의 만족도가 6.3점으로 가장 높고, 다음으로 실온-오크통 숙성 제품이 5.8점으로 오크통 숙성에 대한 만족도가 높았음.

반면, 향온-스테인레스통 숙성 제품의 만족도는 4.5점으로 6개 제품 중 가장 낮아 내국인 평가 결과와 대조를 보임. (6차 조사의 경우, 내국인 10명, 외국인 20명을 대상으로 실시하였으며, 30명 미만인 결과 값에 대한 통계적인 해석 시 유의를 요함)

[표 7.1] 전반적 만족도



전반적인 향에 대한 만족도는 내국인 기준 4.7점 ~ 5.8점으로 이전 평가와 유사한 수준이며, 숙성 초기 향의 선호도 대비 높음. 전반적인 향 선호도는 향온-스테인레스통 숙성 제품과 실온-온기 숙성 제품이 5.8점으로 가장 높은 반면, 실온-스테인레스통 숙성 제품의 향 만족도가 5.0점으로 가장 낮음. 외국인의 경우 오크통 숙성 제품을 선호함.

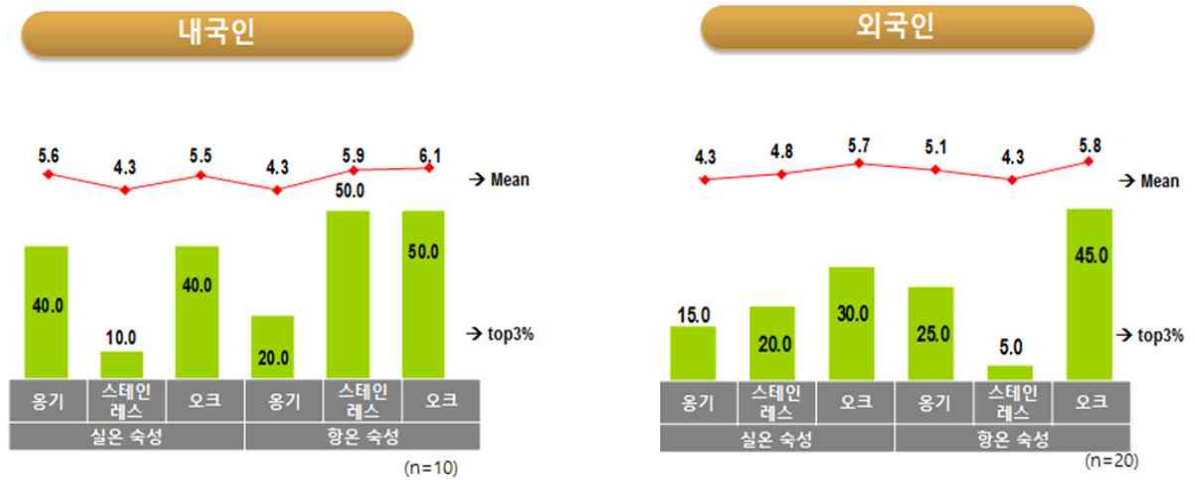
[표 7.2] 전반적 향 만족도





전반적인 맛에 대한 만족도는 전반적인 만족도와 유사하며, 내국인은 향온-오크통 숙성 제품에 대한 맛 만족도가 6.1점으로 가장 높은 선호도를 보임. 다음으로 향온-스테인레스통 숙성 제품의 선호도가 5.9점으로 높았음. 외국인은 향온-오크통 숙성 제품의 만족도가 5.8점으로 가장 높으며, 다음으로 실온-오크통 숙성 제품이 5.7점으로 높아 오크통 제품을 선호한 반면, 스테인레스통 제품을 비선호함.

[표 7.3] 전반적 맛 만족도



(2) 주요 속성별 만족도

맛 속성별 평가에서 24개월 숙성 제품 중 최선호 제품인 향온-스테인레스통, 향온-오크통 숙성 제품은 부드러움, 순함, 알코올향, 과일향의 속성이 두드러짐(내국인 평가 기준). 외국인의 경우, 주요 속성에 대한 만족도가 5점 내외의 중간 평가를 보이고 있으나, 오크통 숙성 제품은 알코올향과 숙성향에서 긍정적으로 평가함.

[표7.4] 주요 속성별 만족도

구분	대상	실온 속성			향온 속성		
		용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
부드러움	내국인	6.1	4.7	5.9	4.9	6.5	7.0
	외국인	4.9	4.8	4.6	5.0	4.5	4.9
깨끗함	내국인	6.1	5.0	5.9	5.0	6.1	6.6
	외국인	5.4	5.4	5.3	5.0	5.3	5.2
순함	내국인	5.7	4.6	5.9	4.1	6.4	6.6
	외국인	5.4	5.0	4.7	5.4	4.3	4.9
쓴맛	내국인	4.8	4.9	5.0	4.5	5.7	6.4
	외국인	4.5	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4
단맛	내국인	4.8	4.5	5.3	4.3	4.1	6.3
	외국인	4.5	3.9	4.5	4.2	3.6	4.6
알코올향	내국인	5.8	5.5	5.9	4.6	5.9	5.9
	외국인	5.0	5.3	5.5	4.7	4.5	6.0
과일향	내국인	4.6	5.1	5.2	4.0	4.8	5.3
	외국인	4.3	4.4	4.7	4.0	3.7	5.0
속성향	내국인	4.9	4.7	5.6	4.2	5.2	6.2
	외국인	4.1	4.8	5.9	4.1	4.6	5.9

(3) 주요 속성별 강도 평가

속성별 맛의 강도에서 쓴맛 및 짙은맛이 전반적으로 증가한 것으로 나타나며, 물맛(밍밍한 맛)은 오크통 속성 제품에서 감소한 것으로 나타남. 외국인의 경우는 쓴맛에 대해 내국인 대비 강도가 좀 더 세다고 평가하였으며, 이미에 대해서도 좀 더 강도가 높다는 반응임.

[표 7.5] 주요 속성별 강도 평가1. 맛 속성

구분	대상	실온 속성			향온 속성		
		용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
쓴맛	내국인	4.4	3.8	4.5	5.6	5.2	4.6
	외국인	4.6	5.2	5.3	4.8	5.5	4.7
단맛	내국인	4.4	3.9	4.6	4.2	4.1	5.1
	외국인	4.7	4.0	4.5	4.3	4.0	4.3
짙은맛	내국인	3.6	3.8	2.8	4.2	3.2	3.7
	외국인	4.3	4.0	4.6	4.6	4.5	4.4
물맛(밍밍함)	내국인	4.2	4.8	2.7	4.2	3.7	3.2
	외국인	4.6	4.2	3.7	4.4	4.2	4.0
가루약 맛	내국인	2.6	2.9	2.5	4.0	2.0	2.5
	외국인	4.0	4.2	4.2	4.3	4.4	4.1
이미	내국인	1.1	1.1	2.1	1.3	1.7	2.4
	외국인	3.1	3.0	3.1	2.9	3.3	2.7

주요 향의 강도에서 과일향, 숙성향은 강도가 높아진 것으로 나타나며, 탄향 강도 역시 조금 높게 평가되었으며, 누룩냄새, 이취 등은 감소한 것으로 나타남(내국인 기준).

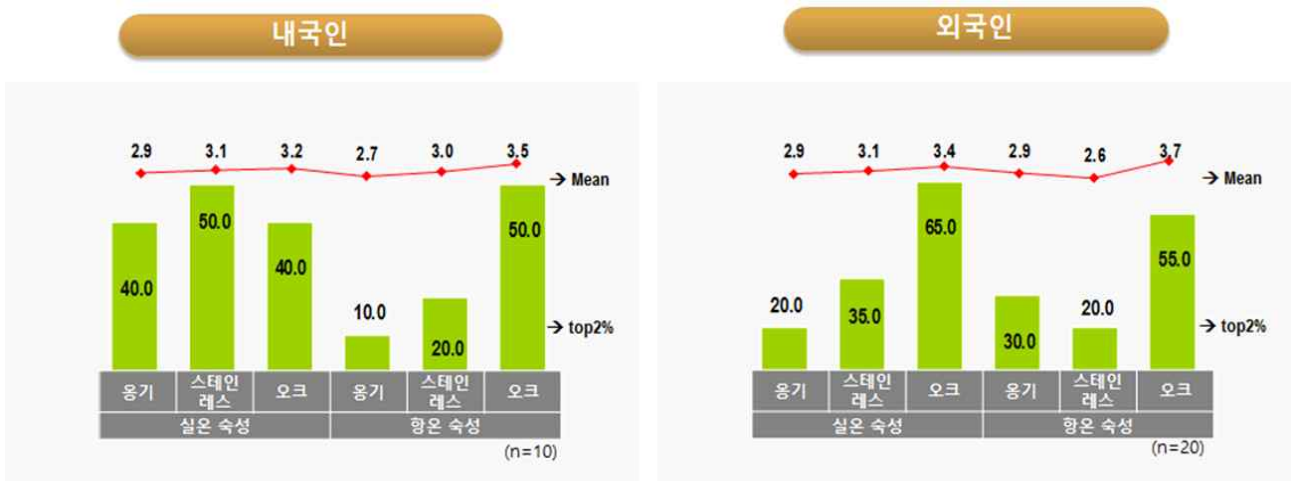
[표 7.6] 주요 속성별 강도 평가2. 향 속성

구분	대상	실온 속성			향온 속성		
		용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
알코올향	내국인	4.7	4.8	4.6	6.1	5.2	5.8
	외국인	5.0	6.0	6.3	5.7	6.1	5.5
과일향	내국인	4.0	4.4	4.1	4.1	4.1	4.0
	외국인	3.7	4.0	4.2	3.7	3.3	4.5
숙성향	내국인	4.8	4.1	5.3	4.8	4.5	5.6
	외국인	3.8	4.8	6.3	4.2	4.9	5.8
기름냄새	내국인	1.7	2.6	2.7	2.4	1.5	3.3
	외국인	3.6	4.4	4.0	3.9	3.9	4.0
탄향	내국인	2.0	2.7	2.0	2.2	1.7	2.3
	외국인	3.0	2.7	3.8	3.0	3.5	4.0
누룩냄새	내국인	2.4	2.8	2.9	2.9	2.5	2.4
	외국인	2.8	3.0	3.1	2.9	2.8	3.3
약품냄새	내국인	2.0	3.3	2.6	3.4	2.2	3.4
	외국인	3.9	4.1	3.6	4.1	4.3	3.4
이취	내국인	1.1	1.1	2.1	1.7	1.2	2.2
	외국인	3.0	3.0	3.0	2.9	3.2	2.5

(4) 향후 구입의향

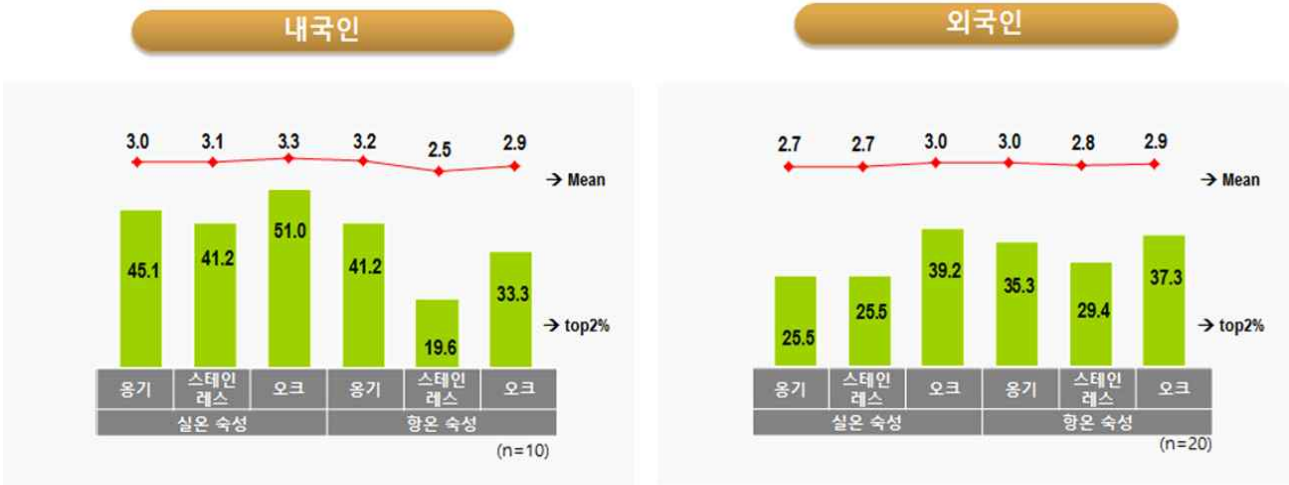
시판 국산 증류주 대비 만족도는 전반적으로 2.6 ~ 3.7점이며, 내국인, 외국인 모두 향온-오크통 속성 제품의 만족도가 가장 높음.

[표 7.7] 시판 국산 증류주 대비 만족도



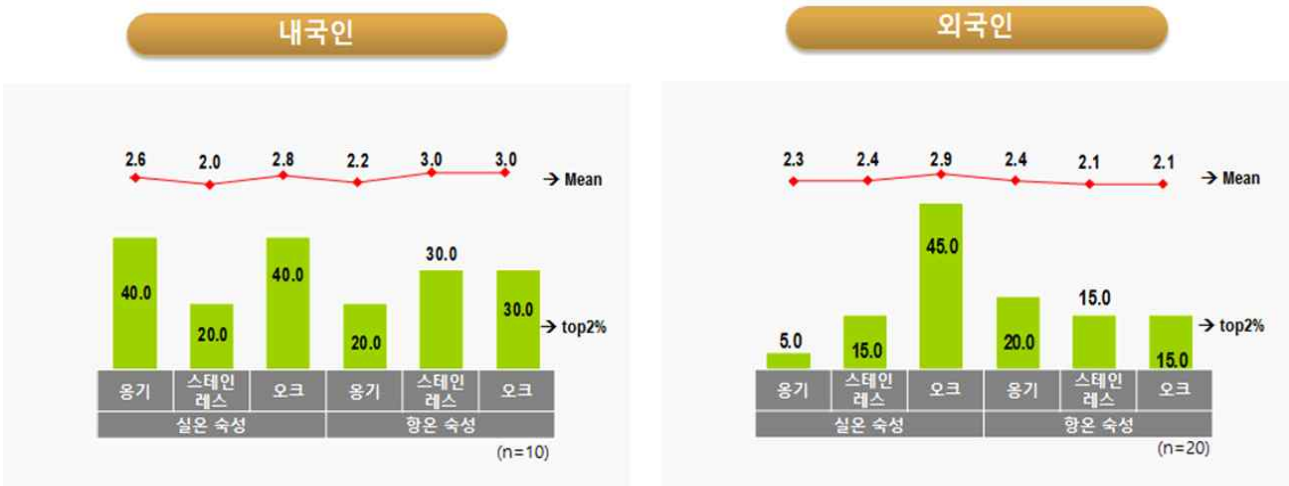
향후 음용 의향은 6개 제품 모두 2.5 ~ 3.3점으로 이전과 유사한 수준임.

[표 7.8] 향후 음용 의향



가격 제시 후 구입 의향은 가격 제시 전 대비 소폭 하락하였으나, 이전 평가와 유사한 수준임. 또, 내국인이 외국인에 비해 음용 의향이 조금 더 높게 나타났음.

[표 7.9] 가격 제시 후 향후 음용 의향



## 7. 평가 결과 종합

### (1) 전반적 만족도 (9점 척도)

내국인 평가 결과를 기준으로, 전반적 만족도를 보면, 24개월 숙성 평가에서 향온-오크통, 향온-스테인레스통 그리고 실온 오크통 숙성 제품의 만족도가 숙성이 진행됨에 따라 높아졌음. 외국인의 경우, 실온과 향온 모두 오크통 숙성 제품에 높은 점수를 주었으나, 오크통 숙성 제품 외에는 모두 내국인에 비해 낮은 점수를 제시하였음.

[표 8.1] 전반적 만족도 (평균)

숙성기간	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
숙성 초기	5.2	4.3	5.2	5.1	5.1	5.5
3개월	5.4	5.5	5.3	5.7	5.8	5.4
6개월	5.5	5.3	5.7	5.7	4.4	4.9
12개월	5.0	5.1	5.2	5.4	5.2	5.1
18개월	5.1	5.2	5.5	5.4	5.4	5.8
24개월(내국인)	5.4	4.2	5.7	4.4	6.2	5.9
24개월(외국인)	4.8	5.0	5.8	5.3	4.5	6.3

전반적 향 만족도에서는 전반적 만족도의 결과와 유사하게 향온-오크통, 향온-스테인레스통, 그리고 실온-오크통 숙성 제품의 만족도가 점진적으로 높아졌음을 알 수 있음. 외국인의 경우에는 실온과 향온 모두 오크통 숙성 제품에만 높은 점수를 주었음. 또한, 오크통 숙성 제품 외에는 모두 내국인에 비해 낮은 점수를 제시하였음.

[표 8.2] 전반적 향 만족도

숙성기간	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
숙성 초기	5.5	4.5	5.1	5.3	5.1	5.3
3개월	5.7	5.7	5.3	5.8	5.4	5.4
6개월	5.8	5.6	5.8	5.9	4.9	4.8
12개월	5.0	5.0	5.2	5.1	5.2	5.3
18개월	5.4	5.2	5.7	5.5	5.3	5.4
24개월(내국인)	5.8	5.0	5.4	4.7	5.8	5.7
24개월(외국인)	4.8	4.8	5.6	5.1	4.4	5.8

전반적 맛 만족도 역시, 위와 동일하게 향온-오크통, 향온-스테인레스통 그리고 실온-오크통 숙성 제품이 높은 만족도를 보였음. 외국인은 맛에서도 오크통 숙성 제품을 가장 선호하였음.

[표 8.3] 전반적 맛 만족도

숙성기간	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인 레스통	오크통	용기	스테인 레스통	오크통
숙성 초기	5.5	4.2	5.2	4.9	5.0	5.3
3개월	5.4	5.4	5.2	5.6	5.8	5.4
6개월	5.5	5.0	5.5	5.6	4.2	4.7
12개월	4.8	5.0	5.1	5.3	5.1	5.2
18개월	5.1	5.0	5.3	5.3	5.2	5.7
24개월(내국인)	5.6	4.3	5.5	4.3	5.9	6.1
24개월(외국인)	4.3	4.8	5.7	5.1	4.3	5.8

(2) 주요 숙성별 만족도 (9점 척도)

24개월 숙성 후 주요 숙성별 만족도를 보면, 부드러움에서는 향온-오크통 숙성 제품의 만족도가 증가하였고, 깨끗함에서는 숙성에 따른 변화가 크게 없었음. 또 순함의 경우, 향온-용기 숙성 제품에서 소폭 증가를 보였음.

맛 숙성의 경우, 쓴맛에서는 두드러진 변화가 없으며, 단맛 역시 숙성에 따른 변화는 거의 없음.

향 숙성의 경우, 알코올향에서는 숙성에 따른 변화가 크게 없었고, 과일향에서는 오크통 숙성 제품의 만족도가 소폭 상승한 것을 볼 수 있었음. 숙성향은 전반적으로 증가하였는데, 실온, 향온 모두 오크통 숙성 제품의 만족도가 가장 크게 증가하였음.

외국인의 경우, 전반적으로 목 넘김과 맛 숙성에서는 내국인 대비 다소 낮은 점수를 주었는데, 짙은맛과 물맛(밍밍함) 숙성에서는 전체적으로 내국인보다 높은 점수를 주었음. 향의 만족도에서는 내국인과 유사한 평가를 보여 주었는데, 숙성향에서는 오크통 숙성 제품에 높은 점수를 주었음.

[표 8.4] 주요 속성별 만족도1

속성	속성기간	실은 속성			항은 속성		
		옹기	스테인 레스통	오크통	옹기	스테인 레스통	오크통
부드러움	숙성 초기	5.7	4.9	5.1	5.4	5.4	6.0
	3개월	5.4	5.5	5.3	5.7	5.8	5.4
	6개월	5.5	5.3	5.8	5.7	5.0	5.1
	12개월	5.2	5.5	5.2	5.7	5.5	5.3
	18개월	5.0	5.1	5.0	5.6	5.3	5.6
	24개월(내국인)	6.1	4.7	5.9	4.9	6.5	7.0
	24개월(외국인)	4.9	4.8	4.6	5.0	4.5	4.9
깨끗함	숙성 초기	5.5	4.5	5.2	5.5	5.1	5.7
	3개월	5.7	5.7	5.3	5.8	5.4	5.4
	6개월	5.5	5.7	5.4	5.8	4.9	4.8
	12개월	5.2	5.4	5.0	5.6	5.5	5.1
	18개월	5.1	5.0	4.7	5.6	5.5	5.3
	24개월(내국인)	6.1	5.0	5.9	5.0	6.1	6.6
	24개월(외국인)	5.4	5.4	5.3	5.0	5.3	5.2
순함	숙성 초기	5.4	4.8	5.0	4.9	4.9	5.6
	3개월	5.4	5.4	5.2	5.6	5.8	5.4
	6개월	5.1	5.1	5.3	5.4	4.7	4.7
	12개월	4.8	5.3	5.0	5.2	5.2	5.0
	18개월	4.5	4.8	4.6	5.7	5.3	5.1
	24개월(내국인)	5.7	4.6	5.9	4.1	6.4	6.6
	24개월(외국인)	5.4	5.0	4.7	5.4	4.3	4.9

[표 8.5] 주요 속성별 만족도2

속성	속성기간	실온 속성			항온 속성		
		용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
쓴맛	속성 초기	4.6	4.5	5.0	5.5	4.7	4.8
	3개월	5.6	5.7	5.3	5.8	5.8	6.1
	6개월	4.8	4.9	5.3	5.0	4.3	4.9
	12개월	4.5	5.1	4.9	4.5	4.6	4.7
	18개월	4.8	4.5	5.1	5.2	4.7	4.8
	24개월(내국인)	4.8	4.9	5.0	4.5	5.7	6.4
	24개월(외국인)	4.5	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4
단맛	속성 초기	5.0	4.2	4.5	4.6	4.4	5.0
	3개월	5.6	5.3	5.1	5.5	5.8	5.7
	6개월	4.9	5.1	5.3	5.2	4.5	4.6
	12개월	4.5	4.8	4.6	4.5	4.8	4.8
	18개월	4.0	4.3	4.5	5.1	4.5	4.7
	24개월(내국인)	4.8	4.9	5.0	4.5	5.7	6.4
	24개월(외국인)	4.5	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4



[표 8.6] 주요 숙성별 만족도3

숙성	숙성기간	실온 숙성			향온 숙성		
		용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
알코올향	숙성 초기	5.2	4.9	5.3	5.7	5.1	5.3
	3개월	5.5	4.8	4.9	5.0	5.4	5.2
	6개월	5.7	5.4	5.6	5.6	4.8	4.7
	12개월	5.0	5.2	5.2	5.5	5.1	5.0
	18개월	5.0	5.0	5.3	5.4	5.4	5.4
	24개월(내국인)	5.8	5.5	5.9	4.6	5.9	5.9
	24개월(외국인)	5.0	5.3	5.5	4.7	4.5	6.0
과일향	숙성 초기	4.3	4.1	4.5	4.5	4.4	4.7
	3개월	5.3	4.5	4.4	5.3	5.1	5.2
	6개월	4.7	4.6	5.1	4.8	4.0	4.4
	12개월	4.2	4.4	4.7	4.5	4.6	4.9
	18개월	4.8	4.2	4.6	4.7	4.7	5.1
	24개월(내국인)	4.6	5.1	5.2	4.0	4.8	5.3
	24개월(외국인)	4.3	4.4	4.7	4.0	3.7	5.0
숙성향	숙성 초기	4.1	4.2	4.7	4.7	4.4	4.6
	3개월	5.1	4.8	4.5	4.8	5.0	5.4
	6개월	5.0	4.9	5.9	5.2	4.3	4.6
	12개월	4.8	4.7	5.4	5.1	5.1	5.1
	18개월	5.1	4.7	5.0	4.8	4.7	5.4
	24개월(내국인)	4.9	4.7	5.6	4.2	5.2	6.2
	24개월(외국인)	4.1	4.8	5.9	4.1	4.6	5.9

(3) 주요 속성별 강도 평가 (9점 척도)

쓴맛의 강도는 속성에 따라 별 다른 변화가 없으나, 단맛의 강도는 실온-용기, 실온-스테인레스통 속성 제품에서 소폭 감소하였음. 짠맛의 경우, 전반적으로 조금 증가하는 경향을 보이고 있으며, 물맛(밍밍함)은 속성에 따라 감소하는 추세를 보이는데, 실온과 향온-스테인레스통 속성 제품에서는 소폭 증가하는 경향을 보였음. 이미에서는 전반적으로 소폭 감소 또는 유지 추세를 나타냄.

향의 경우, 알코올향의 강도에서는 속성 기간에 따른 변화가 거의 없으며, 과일향 강도에서는 전체적으로 증가하는 추세를 보이는데, 실온-스테인레스통 속성 제품의 경우에는 거의 변화가 없음. 속성향의 강도는 모든 제품에서 증가하는 경향을 보여 주었음. 부정적인 향의 강도를 보면, 기름냄새는 유지 또는 소폭 감소하였고, 탄향은 오크통 제품에서만 증가하는 추세를 보였음, 누룩냄새는 별 다른 변화를 보이지 않았고, 약품냄새의 경우에는 일부 증가하는 부분도 있으나 경향성은 없음.

외국인의 평가를 보면, 맛의 경우 쓴맛과 단맛은 내국인과 유사한 평가를 하였으나, 짠맛과 물맛(밍밍함)은 내국인보다 강하다고 평가하였음. 가루약 맛(medicinal)과 이미 역시 내국인 대비 강하다고 평가하였음. 향의 경우, 알코올향은 내국인 대비 약간 강하게 느끼는 것 같고, 과일향과 속성향은 유사한 점수를 주었음. 부정적 향의 평가에서, 기름냄새는 내국인 대비 강하게 느꼈고, 탄향과 약품냄새 역시 상대적으로 높은 점수를 주었음. 누룩냄새는 비슷한 경향을 나타내었음. 이취 강도도 내국인 대비 강하게 느낌.

[표 8.7] 주요 속성별 강도 평가1. 맛 속성1

속성	숙성기간	실은 속성			향은 속성		
		용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
쓴맛	숙성 초기	5.1	4.8	5.2	5.0	4.9	4.8
	3개월	4.8	5.2	5.5	5.8	4.6	5.4
	6개월	5.5	5.3	4.9	4.9	5.1	5.5
	12개월	5.0	4.8	5.2	5.0	4.9	5.1
	18개월	5.2	4.9	5.2	4.6	4.9	5.0
	24개월(내국인)	4.4	3.8	4.5	5.6	5.2	4.6
	24개월(외국인)	4.6	5.2	5.3	4.8	5.5	4.7
단맛	숙성 초기	4.8	4.4	4.0	4.6	4.3	4.4
	3개월	5.1	5.2	4.8	4.7	4.9	5.1
	6개월	4.7	4.7	5.2	5.0	4.5	4.6
	12개월	4.5	4.5	4.6	4.5	4.8	4.8
	18개월	3.5	4.1	4.5	4.4	4.4	4.4
	24개월(내국인)	4.4	3.9	4.6	4.2	4.1	5.1
	24개월(외국인)	4.7	4.0	4.5	4.3	4.0	4.3
뽀은맛	숙성 초기	3.2	3.2	2.7	3.5	2.9	2.7
	3개월	4.2	4.1	3.9	4.5	3.5	4.0
	6개월	3.6	3.8	3.1	3.2	3.8	4.0
	12개월	3.6	3.6	3.2	3.8	3.2	3.0
	18개월	3.7	3.2	3.3	3.2	3.4	3.0
	24개월(내국인)	3.6	3.8	2.8	4.2	3.2	3.7
	24개월(외국인)	4.3	4.0	4.6	4.6	4.5	4.4
물맛 (핑핑함)	숙성 초기	4.2	3.7	3.3	4.1	3.7	3.9
	3개월	4.3	3.4	3.6	4.3	3.8	3.2
	6개월	3.4	3.9	3.1	3.7	4.6	3.7
	12개월	4.1	4.0	2.7	3.9	3.9	3.0
	18개월	3.7	3.9	2.6	4.7	3.9	2.7
	24개월(내국인)	4.2	4.8	2.7	4.2	3.7	3.2
	24개월(외국인)	4.6	4.2	3.7	4.4	4.2	4.0

[표 8.8] 주요 속성별 강도 평가1. 맛 속성2

속성	숙성기간	실온 숙성			항온 숙성		
		웅기	스테인레스통	오크통	웅기	스테인레스통	오크통
가루약 맛	숙성 초기	2.8	3.1	2.2	2.6	2.5	2.4
	3개월	3.4	2.9	2.7	3.2	3.1	3.0
	6개월	2.6	2.8	2.7	2.5	3.3	3.0
	12개월	2.9	2.9	2.5	2.8	2.9	2.4
	18개월	3.2	2.9	2.6	2.6	2.6	2.6
	24개월(내국인)	2.6	2.9	2.5	4.0	2.0	2.5
	24개월(외국인)	4.0	4.2	4.2	4.3	4.4	4.1
이미	숙성 초기	1.5	2.1	1.8	1.5	1.7	1.6
	3개월	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	1.9
	6개월	1.3	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5
	12개월	2.1	1.8	2.1	1.9	1.8	1.9
	18개월	1.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.5
	24개월(내국인)	1.1	1.1	2.1	1.3	1.7	2.4
	24개월(외국인)	3.1	3.0	3.1	2.9	3.3	2.7

[표 8.9] 주요 속성별 강도 평가2. 향 속성1

속성	속성기간	실온 속성			향온 속성		
		용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
알코올향	속성 초기	5.3	5.2	5.3	5.3	5.3	4.7
	3개월	5.3	5.8	5.4	5.7	5.9	5.4
	6개월	5.6	5.4	5.6	5.4	4.9	5.6
	12개월	5.2	5.0	5.4	4.9	5.3	4.8
	18개월	5.7	5.2	5.6	5.4	5.5	5.5
	24개월(내국인)	4.7	4.8	4.6	6.1	5.2	5.8
	24개월(외국인)	5.0	6.0	6.3	5.7	6.1	5.5
과일향	속성 초기	3.6	3.7	4.0	3.1	3.7	3.9
	3개월	4.1	5.0	4.4	4.1	4.5	4.8
	6개월	4.3	4.1	4.5	4.1	3.7	4.1
	12개월	3.7	3.9	4.8	3.9	4.1	4.5
	18개월	4.5	3.6	5.2	3.9	4.6	4.8
	24개월(내국인)	4.0	4.4	4.1	4.1	4.1	4.0
	24개월(외국인)	3.7	4.0	4.2	3.7	3.3	4.5
속성향	속성 초기	3.7	3.6	4.3	4.1	3.9	4.0
	3개월	4.3	4.6	4.8	4.4	4.6	5.1
	6개월	4.5	4.5	5.8	4.5	4.3	5.3
	12개월	4.8	4.7	5.4	5.0	4.7	5.0
	18개월	5.5	4.7	5.9	4.7	4.6	5.3
	24개월(내국인)	4.8	4.1	5.3	4.8	4.5	5.6
	24개월(외국인)	3.8	4.8	6.3	4.2	4.9	5.8

[표 8.10] 주요 속성별 강도 평가2. 향 속성2

속성	속성기간	실온 속성			향온 속성		
		용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
기름냄새	숙성 초기	2.3	2.4	2.2	2.3	2.4	1.7
	3개월	3.1	3.1	3.2	2.9	2.8	3.4
	6개월	2.4	2.3	2.5	2.2	2.7	3.0
	12개월	2.3	2.0	2.5	2.2	2.3	2.5
	18개월	1.8	2.2	2.0	1.9	2.1	2.0
	24개월(내국인)	1.7	2.6	2.7	2.4	1.5	3.3
	24개월(외국인)	3.6	4.4	4.0	3.9	3.9	4.0
탄향	숙성 초기	2.1	1.9	1.9	2.0	2.0	1.9
	3개월	2.8	2.8	3.1	2.7	2.8	3.6
	6개월	2.2	2.1	2.8	2.1	2.1	3.0
	12개월	2.1	1.7	2.6	2.1	2.1	2.3
	18개월	1.8	1.9	2.7	2.0	2.0	2.6
	24개월(내국인)	2.0	2.7	2.0	2.2	1.7	2.3
	24개월(외국인)	3.0	2.7	3.8	3.0	3.5	4.0
누룩냄새	숙성 초기	2.6	2.7	2.4	2.6	2.7	2.3
	3개월	3.6	3.3	3.1	3.2	2.9	3.2
	6개월	2.6	2.5	2.6	2.8	3.0	2.7
	12개월	2.8	2.1	2.7	2.6	2.5	2.2
	18개월	2.6	2.6	2.6	2.7	2.5	2.7
	24개월(내국인)	2.4	2.8	2.9	2.9	2.5	2.4
	24개월(외국인)	2.8	3.0	3.1	2.9	2.8	3.3
약품냄새	숙성 초기	2.4	3.1	2.0	3.1	2.6	1.8
	3개월	3.6	3.4	3.1	3.4	3.3	3.4
	6개월	2.9	2.7	2.5	2.4	3.2	3.0
	12개월	3.0	2.7	2.8	3.0	2.9	2.4
	18개월	3.6	3.0	2.8	3.4	2.2	2.7
	24개월(내국인)	2.0	3.3	2.6	3.4	2.2	3.4
	24개월(외국인)	3.9	4.1	3.6	4.1	4.3	3.4
이취	숙성 초기	1.4	1.5	1.5	1.4	1.6	1.5
	3개월	1.8	2.0	1.8	1.9	1.8	1.9
	6개월	1.2	1.4	1.4	1.3	1.3	1.5
	12개월	1.5	1.6	1.7	1.6	1.7	1.5
	18개월	1.6	1.7	2.0	1.4	1.3	1.7
	24개월(내국인)	1.1	1.1	2.1	1.7	1.2	2.2
	24개월(외국인)	3.0	3.0	3.0	2.9	3.2	2.5

(4) 향후 구입의향

시판 국산 증류주 대비 만족도는 2.7 ~ 3.5점 (5점 척도)으로 보통 수준임, 향온-오크통 숙성 제품과 같이 소폭 증가한 것도 있으나, 전반적으로는 큰 변화 없음. 외국인의 경우, 오크통 숙성 제품에 대해서만 시판 증류주 대비 높은 만족도를 보여 주었음.

[표 8.11] 기존 증류주 대비 만족도

숙성기간	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
숙성 초기	2.7	2.3	2.9	2.9	2.8	2.9
3개월	2.9	3.1	2.8	2.9	3.1	3.1
6개월	3.0	2.9	3.2	3.2	2.4	2.9
12개월	2.7	2.3	2.9	2.9	2.8	2.9
18개월	2.8	2.7	2.8	2.9	2.8	3.2
24개월(내국인)	2.9	3.1	3.2	2.7	3.0	3.5
24개월(외국인)	2.9	3.1	3.4	2.9	2.6	3.7

가격 제시 전 향후 음용 의향은 2.6 ~ 3.3점으로 제품간 유사한 수준으로 평가되고 있으며, 숙성 기간에 따라서도 큰 차이를 보이지 않고 있음. 향온-오크통 숙성 제품에서만 소폭 증가하였음. 외국인의 경우, 오크통 숙성 제품들은 내국인과 유사한 의향을 보였으나, 나머지 제품들에 대해서는 상대적으로 낮게 평가하였음.

[표 8.12] 향후 음용 의향 (가격 제시 전)

숙성기간	실온 숙성			향온 숙성		
	용기	스테인레스통	오크통	용기	스테인레스통	오크통
숙성 초기	2.8	2.3	3.1	2.8	2.8	2.9
3개월	3.0	3.2	2.9	2.9	3.1	3.1
6개월	3.0	3.1	3.3	3.2	2.5	2.9
12개월	2.7	2.7	3.0	3.0	2.8	2.9
18개월	2.7	2.9	2.9	2.8	2.9	3.2
24개월(내국인)	3.0	2.7	3.3	2.6	3.2	3.2
24개월(외국인)	2.4	2.3	3.0	2.3	1.9	3.3

가격 제시 후 구입 의향은 2.0 ~ 3.0점으로 가격 제시 전 대비 소폭 하락하여 여전히 가격에 대한 저항감은 다소 높은 것으로 보임. 외국인의 경우, 내국인과 유사한 수준 또는 일부 낮은

점수를 부여하였음.

[표 8.13] 향후 음용 의향 (가격 제시 후)

숙성기간	실온 숙성			항온 숙성		
	옹기	스테인레스통	오크통	옹기	스테인레스통	오크통
숙성 초기	2.5	1.9	2.6	2.3	2.5	2.6
3개월	2.4	2.8	2.6	2.3	2.6	2.9
6개월	2.8	2.8	3.1	2.9	2.2	2.7
12개월	2.4	2.5	2.8	2.6	2.5	2.8
18개월	2.4	2.5	2.7	2.7	2.6	2.9
24개월(내국인)	2.6	2.0	2.8	2.2	3.0	3.0
24개월(외국인)	2.3	2.4	2.9	2.4	2.1	2.1



### Ⅲ. 결론 및 고찰

개발 중인 증류주는 숙성 초기(1개월) 평가에서 전반적인 만족도(9점 척도)가 4.3 ~ 5.5점 수준으로 일반 소주 맛 테스트 결과와 유사한 수준을 보이며, 향온-오크통 숙성 제품이 가장 높은 점수를, 실온-스테인레스 숙성 제품이 가장 낮은 점수를 얻었음.

3개월 숙성 후 평가에서 전반적인 시음 제품의 만족도는 숙성 초기 제품(대조구) 대비 다소 높은 수준인 5.3 ~ 5.8점 수준이나, 통계적으로 유의한 차이는 아님. 실온 숙성 대비 향온 숙성 제품의 선호도가 전반적으로 높으며, 보관 용기별 만족도는 스테인레스통 > 용기 > 오크통 순으로 나타남. 오크통의 경우 만족도 평균은 상대적으로 낮으나, 7 ~ 9점 평가자인 Top3 %는 제일 많아 호불호가 뚜렷한 제품임을 알 수 있음.

6개월 숙성 후, 실온-오크통, 향온-용기 숙성 제품의 만족도가 높게 나타남. 숙성이 진행되면서 전반적인 주요 맛 속성의 만족도 및 긍정적인 맛 강도는 증가하는 경향을 보이는 반면, 부정적인 속성인 이미나 이취는 감소하고 있는 경향을 보임. 특히, 과일향, 오크향 등은 강도 및 만족도가 증가하고 있는 경향이 뚜렷하며, 부드러운 맛이나 알코올향에 대한 만족도 또한 높아지는 경향을 보임.

12개월 숙성 후 평가의 경우, 전반적인 만족도는 5.0 ~ 5.4점으로 평가 제품간 만족도는 유사한 수준이며, 통계적으로 유의한 차이는 없으나 전기(6개월 숙성) 대비 소폭 하락함. 실온 대비 향온 숙성 제품에 대한 선호도가 다소 높으며, 향온 숙성 제품은 용기 > 스테인레스통 > 오크통 순으로 선호됨. 전반적인 만족도가 가장 높은 제품은 향온-용기, 스테인레스통, 실온-오크통 숙성 제품임.

18개월 숙성 후, 전반적인 만족도는 5.1 ~ 5.8점으로 평가 제품간 만족도는 유사한 수준이며, 통계적으로 유의한 차이는 없으나 전기(12개월 숙성) 대비 전반적으로 상승함. 실온 대비 향온 숙성 제품에 대한 선호도가 다소 높으며, 향온-오크통 숙성 제품의 만족도가 5.8점으로 상당히 높은 수준으로 평가됨.

24개월 숙성 후 조사의 경우, 내국인의 전반적인 만족도는 4.2 ~ 6.2점 수준이며, 향온-스테인레스통 숙성 제품이 6.2점, 향온-오크통 숙성 제품이 5.9점으로 가장 높으며, 실온-스테인레스통 숙성 제품이 4.2점으로 가장 낮음. 숙성이 진행되면서 오크통 제품의 만족도는 상승세를 보임. 주요 속성별 만족도는 18개월 숙성 평가 대비 증가한 것으로 나타나며, 향온-스테인레스통 및 오크통 숙성 제품은 이전 숙성 제품 대비 높은 만족도를 보임.

외국인 조사의 경우, 24개월 숙성 제품을 대상으로만 실시하였는데, 전반적인 만족도는 4.5 ~ 6.3점이며, 향온-오크통 숙성 제품이 6.3점, 실온-오크통 숙성 제품이 5.8점으로 오크통 제품에 대한 선호도가 높았음. 가장 선호도가 높은 향온-오크통 숙성 제품의 경우 순함, 쓴맛, 단맛의 만족도는 4 ~ 5점대로 보통 수준이며, 알코올향 및 숙성향에 대한 만족도는 6점 수준으로 다소 긍정적으로 평가되었음.

내국인 및 외국인 모두 향후 구입 의향은 보통 수준이며, 가격 제시 후 구입 의향이 하락해 가격 저항감이 있는 것으로 평가됨.

이상의 결과로 볼 때, 온도별(항온, 실온)로는, 차이가 크지는 않으나 항온 숙성이 조금 나은 수준이고, 용기별(용기, 스테인레스통, 오크통)로는 항온, 실온 모두 오크통 숙성이 근소하게 높은 만족도를 보이고 있음. 외국인의 경우, 항온, 실온 구분없이 용기와 스테인레스통 숙성에서는 내국인보다 낮은 점수를 주었고 오크통 숙성에서는 내국인보다 높은 점수를 준 것으로 보아 오크통 숙성에 대한 선호를 알 수 있음.

숙성기간이 2년으로 비교적 짧은 점과 외국인 패널 숫자가 많지 않았던 점을 감안하고 현재까지의 결과를 정리해 보면, 항온과 실온 숙성의 차이가 크진 않지만, 보다 안정된 주질(酒質)의 확보를 위해서는 항온 숙성이 나을 것으로 생각되며, 최적 숙성 용기로는 용기나 스테인레스통 숙성에 비해 상대적으로 높은 점수를 받은 오크통 숙성이 보다 바람직하다고 여겨지는데, 이는 시판 증류주, 특히 오크통 숙성 위스키에 익숙해진 소비자 입맛이 영향을 미친 것으로 판단됨.

[제1위탁]

증류주 및 발효제의 주요 향기활성성분 구명 연구 (1~3차년도)

[제4위탁]

증류주의 품질지표 개발 (4~5차년도)

[제1위탁] 1~3차년도 증류주 및 발효제의 주요 향기활성성분 구명 연구

[제4위탁] 4~5차년도 증류주의 품질지표 개발

## 제 1 절 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

#### 가. 시판 발효제

현재 막걸리, 약주 및 증류식소주의 발효제로 널리 사용되는 시판 발효제를 수집하였다. 전통방식으로 균주를 접종하지 않고 생산되는 전통누룩의 경우 국내에서 시판되는 제품은 4종으로 상주곡자, 진주곡자, 송학곡자, 산성누룩이 있다. 전통누룩의 경우 제조사가 경영난의 이유로 많이 줄어들어 현재 시판 제품을 판매하는 4곳에서 시료를 수집하였다. 입국의 경우 일본식 코지 제조법으로 제조된 것으로 시판되는 제품으로는 조은곡식과 동산입국으로 그 중 조은곡식을 선정하여 구매하였고 국내 막걸리 중 매출 규모가 가장 큰 서울장수막걸리에서 사용되는 입국을 수집하여 시료용으로 사용하였다. 전통누룩과 달리 선발된 우수균주를 접종하여 제조한 개량누룩의 경우 (주)한국효소에서 시판되는 제품을 구매하였다. 본 제품은 모두 2012년 9-10월 경 구입하여 분쇄기(후드믹서CM-8000, 차밍아트)를 이용하여 분쇄한 후 24 mesh (710 μm)의 체를 통과한 것을 -20℃에 보관하며 실험에 사용하였다. 사용된 시료의 일반사항은 Table 1과 같다.

**Table 1. 발효제 종류 및 재료**

종류	회사명	코드	주소	재료
전통누룩	상주곡자	SJ	경북 상주시 중덕동 659-14	밀, 물
	진주곡자	JJ	경남 진주시 상평동 159-8번지 위치	국산 밀(동화원품종)
	송학곡자	SH	광주광역시 광산구 삼거동 250-3	밀
	산성누룩	SS	부산광역시 금정구 금성동 603번지	통밀 (조곡,분곡)
조효소제 (개량누룩)	(주)한국효소	HK	경기도 화성시 서신면 상안리 8-7	소맥피
입국	(주)동산	DS	경기도 용인시 처인구 유방동 603-3번지	찐쌀을 식혀 가와찌균 혼합해서 배양
	조은곡식	JE	경기도화성시 팔탄면서근리170-10	쌀, 효모입혀서 찐다. 중국(=백국)
	장수막걸리	JS	충남 진천	쌀, 백국균

나. 증류식 소주

(1) 시판 증류식 소주

국내 시판 증류식 소주는 지역적으로 유명한 제품, 무형문화제 제품, 시장 점유율이 높은 제품 등 전국에서 생산된 다양한 증류식 소주의 시료를 포함하여 총 12종을 선정하였다. 시판 증류식 향기성분 분석에는 11종을 선정하였으며, 묘사 분석에 사용된 시료는 추가로 1종(제주 고소리술)을 포함하여 총 12종을 선정하였다. 시료는 대형마트 5곳, 백화점 3곳, 우체국 사이트 직접주문 4곳을 통해 구입하였다. 시료에 대한 정보는 Table 2와 같다. 순곡 안동소주 23(SKJ)는 2014년 이후 원재료가 보리에서 쌀로 바뀌었다. 시료 12종 중 6종 (LPJ, HYJ, JRJ, OKJ, SKJ)을 선정하여 숙성 증류식 소주와 향기성분을 비교, 분석하였으며, 최종 3종 (HYJ, JRJ, SKJ)을 선정하여 숙성 증류식 소주와 향기성분의 비교, 분석을 실시하였다.

Table 2. 국내 시판 증류식 소주 수거 제품 및 관련 정보

No	Code	Sample	Manufacturer	Volume (mL)	Alcohol (%)	Distillation method	Raw Materials
1	MSJ	민속주 안동소주	(주)안동소주	400	45	상압증류	멥쌀, 찹쌀
2	HAJ	한주	한주양조	400	35	감압증류	쌀
3	NKJ	안동소주 느낌	(주)안동전통명주	360	19.8	감압증류	쌀
4	LPJ	안동소주 일품	(주)안동소주 일품	350	21	감압증류	쌀
5	HYJ	화요소주	(주)화요	375	25	감압증류	쌀
6	JRJ	일품 진로주	일품진로	375	25	감압증류	쌀 (참나무통 숙성)
7	OKJ	오크젠 소주	(주)금복주	500	25	감압증류	쌀 (오크 숙성원액 20%)
8	HBJ	허벅술	(주)한라산	720	35	감압증류	쌀, 보리
9	SKJ	순곡 안동소주 23	(주)금복주	300	23	감압증류	보리
10	WHJ	운해주	(주)금복주	375	35	감압증류	보리
11	MBJ	문배주	문배술양조원	375	23	감압증류	쌀, 조, 수수
12	KSJ	고소리술	대산영농조합법인	375	40	상압증류	좁쌀, 쌀

\* GC-O 분석시 선정된 6종의 시판제품(no 1, 2, 3, 6, 10, 11)은 진하게 표시하였다.

다. 숙성 증류식 소주

(1) 국내 시판 증류식 소주

숙성 증류식 소주의 저장 용기, 온도 및 기간에 따른 향기성분의 변화를 파악하기 위해 시판 제품 3종과 더불어 향기성분 분석을 실시하였다. 한국식품연구원에서 제조한 숙성 증류식 소주에 대한 정보는 Table 4와 같다.

**Table 4. 제조 숙성 증류식 소주 25종**

No	Code	Raw Materials	숙성 정도 (month)	Alcohol (%)	보관용기	보관온도
1	CON	Rice	0	43.61	-	-
2	6RS	Rice	6	43.33	Stainless	실온
3	6RO	Rice	6	39.09	Oak	실온
4	6RP	Rice	6	42.92	Pottery	실온
5	6CS	Rice	6	42.92	Stainless	향온
6	6CO	Rice	6	41.47	Oak	향온
7	6CP	Rice	6	42.94	Pottery	향온
8	12RS	Rice	12	43.17	Stainless	실온
9	12RO	Rice	12	43.32	Oak	실온
10	12RP	Rice	12	42.56	Pottery	실온
11	12CS	Rice	12	42.86	Stainless	향온
12	12CO	Rice	12	39.73	Oak	향온
13	12CP	Rice	12	42.41	Pottery	향온
14	18RS	Rice	18	44.45	Stainless	실온
15	18RO	Rice	18	42.23	Oak	실온
16	18RP	Rice	18	45.75	Pottery	실온
17	18CS	Rice	18	46.66	Stainless	향온
18	18CO	Rice	18	44.58	Oak	향온
19	18CP	Rice	18	44.70	Pottery	향온
20	24RS	Rice	24	44.80	Stainless	실온
21	24RO	Rice	24	43.06	Oak	실온
22	24RP	Rice	24	43.72	Pottery	실온
23	24CS	Rice	24	44.90	Stainless	향온
24	24CO	Rice	24	47.67	Oak	향온
25	24CP	Rice	24	43.60	Pottery	향온

## 2. 향기성분 분석

### 가. 향기성분 추출법 및 분석법 최적화

#### (1) 고체상 미세추출법(Solid Phase Micro-Extraction, SPME)

본 연구에서는 다양한 향기성분 추출 및 분석을 위해 다양한 방법의 향기성분 추출법을 적용하였다. 먼저 최근 향기성분 분석에서 가장 널리 사용되는 고체상 미세추출법(SPME)을 적용하였다. 다양한 휘발성분의 흡착을 확인하기 위해 다양한 흡착제와 실험조건을 비교 분석하였다. 흡착제에서 가장 우수한 것으로 최근 다수의 연구결과 보고된 divinylbenzene/carboxen/PDMS(DCP, 50/30 $\mu$ m) fiber를 사용하여 용기, 시료량, 소금 첨가량, 가열온도, 추출시간 등 조건을 조절하여 최적의 향기성분 추출조건을 확립하였다. 50mL(또는 30mL)의 SPME 유리병에 5g(7 또는 10g)의 균질화된 발효제 시료를 넣은 뒤 증류수 13mL과 internal standard 용액 0.2mL(2-methyl-1-pentanol 50 $\mu$ g/mL DW solution)을 넣고 silicon/teflon septum으로 입구를 봉하고, 흡착온도 40 $^{\circ}$ C(또는 50 $^{\circ}$ C)에서 30분 동안 평형상태를 만들었다. 유리병에 SPME fiber needle을 넣고 1시간(또는 30분) 휘발성 성분을 흡착시키고, 220 $^{\circ}$ C의 GC injection port에서 5분간 탈착시켰다. 이 방법은 용매를 사용하지 않아 용매로 인해 추출되지 못하는 화합물의 동정이 가능하며, 비교적 간편한 추출방법으로 최근 향기성분 분석에 가장 널리 적용되는 분석방법이다.

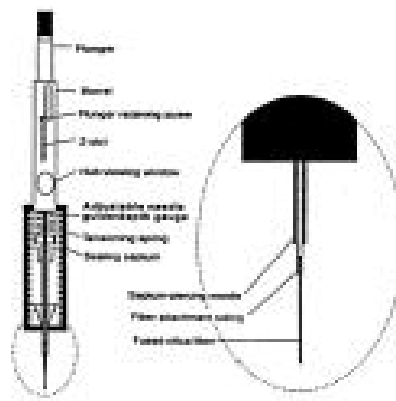


Fig. 1. Commercial solid phase microextraction (SPME) device made by Supelco (Bellefonte, PA, USA) (Harmon, 2002).

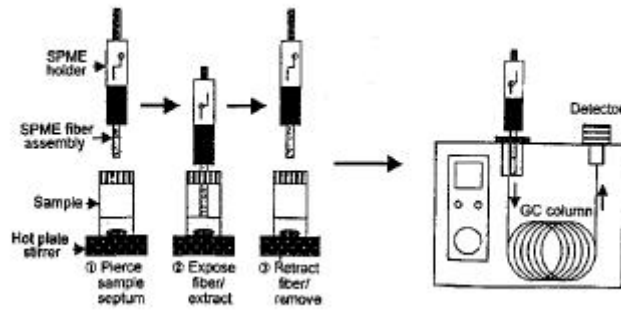


Fig. 2. Extraction process by SPME and desorption system for GC analysis (Kataoka et al., 2000).

(2) SAFE(Solvent assisted flavor evaporation)을 이용한 누룩의 향기성분 분석

고체상 미세추출법 이외의 용매를 이용한 추출법으로 최근 다양하게 적용되고 있는 SAFE을 이용하여 7종 발효제의 향기성분을 추출하였다. 수집한 총 7종의 누룩, 조효제, 입국 시료의 휘발성 향기성분의 추출을 위한 조건은 다음과 같다. 시료 10 g과 dichloromethane(J.T Baker, Phillipsburg, NJ, USA) 90 mL을 삼각플라스크(250 mL)에 옮긴 후, magnetic bar를 병에 넣고 상온에서 12시간 추출하였다. 이 때 내부표준물질로는 50ppm 농도의 2-Methyl-1-pentanol 0.5 mL을 넣고 추출하였다. 추출된 용액은 Centrifuge 35,000 rpm에서 10분 동안 고체시료와 분리시킨 후 상등액을 채취하였다.

SAFE(size 45x25x7) 방법을 이용한 휘발성 향기성분의 추출은 SAFE 장치(Fig. 3)의 시료를 받는 입구에 둥근 플라스크(500 mL)을 장착시키고, water bath 온도는 50℃로 설정하였으며, 추출된 향기성분을 포집하는 입구에는 둥근 플라스크(500 mL)을 장착시키고, 액체질소를 공급했다. Rotary pump 호스를 연결시킨 후, circulator in과 out을 각각 연결하였다. 이 때 부동액의 온도는 0℃로 설정하였다. 포집된 휘발성 향기성분을 상온에서 녹인 후, 수분제거를 위해 황산나트륨을 넣고 -18℃에서 12시간 동안 보관 한 후, vigreux column을 사용하여 2 mL로 농축하고, 0.5 mL 될 때 까지 질소로 농축하였다.

**SAFE-Apparatus used for the isolation of aroma compounds by high vacuum distillation (Solvent Assisted Flavor Evaporation, Engel et al., Eur. Food Res. Technol., 1999, 209: 237-241)**

- A dropping funnel
- B heatable SAFE-apparatus
- C distillation vessel
- D water bath (40 C)
- E magnetic stirrer
- F to high vacuum pump
- G safety cooling trap with liquid nitrogen
- H vessel for distillate
- I cooling trap with liquid nitrogen
- J, K laboratory lifting platform

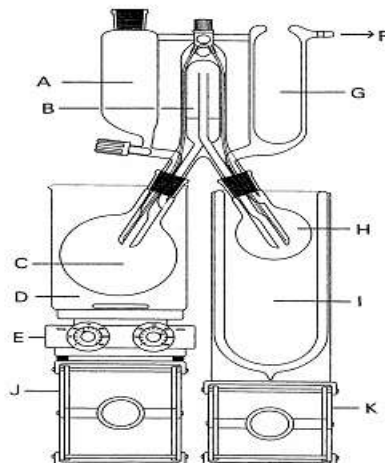


Fig. 3. SAFE 장치의 개요도



#### 다. Gas chromatography (GC/FID, GC/MS)에 의한 분석

분리된 휘발성 성분은 GC/FID와 GC/MS에 의하여 분석하였다. 향기성분 추출법 최적화를 위한 향기성분 프로파일 분석에는 HP 6890 series GC/Flame Ionization Detector (Hewlett-Packard Co., USA)를 이용하여 파악하였고 향기성분의 동정과 정량분석에는 HP 6890 series II GC/HP 5972 mass selective detector (Hewlett-Packard Co., USA)로 수행하였다.

Column은 DB-WAX(30m length × 0.32mm i.d. × 0.25 μm film thickness, J&W Scientific, Folsom, CA, USA)를 사용하였다. 이동상 기체는 FID 분석의 경우 helium으로 유속은 1.0mL/min을 유지하였고 GC/MS 분석의 경우 helium으로 유속은 1.0mL/min을 유지하였다. Dichloromethane을 사용하여 얻은 추출물 1μL는 splitless mode에서 주입하였다. SPME에서는 fiber에 흡착된 휘발성 성분을 initial purge off time을 5분으로 하여 splitless mode로 GC/MS에서 시행하였다. 오븐 온도는 40°C에서 5분간 유지한 후, 185°C까지 5°C/min의 속도로 상승시킨 후 20분간 유지하였다. 주입구와 검출기 온도는 각각 220과 250°C였다. MS의 분석 조건으로 MS ionization voltage는 70 eV, source temperature는 200°C, interface temperature는 280°C, mass spectrum scan range는 50 ~ 350 m/z 로 하였다.

휘발성 향기성분의 동정은 GC(HP 6890, Hewlett-Packard, USA) mass selective detector (MSD, model 5972, Hewlett-Packard, USA)에 의한 분리된 각각 성분의 Mass spectrometry fragmentation 패턴을 GC-MSD WILEY 275. Library (Hewlett-Packard Co., PA, USA)에 의한 표준 mass spectrum과 비교하였고 또한 각 피크의 retention index를 구하여 표준시료(또는 문헌)와의 비교를 통해 두 개의 조건에 모두 맞는 경우 동정된 것으로 하였다. Retention Index 계산은 GC 크로마토그램에서 확인된 C8-C24의 n-paraffins 표준물질의 retention time을 통해 각 화합물의 retention index를 구하였다.

휘발성 향기성분의 정량은 내부표준물질(2-Methyl-1-Pentanol)의 peak area와 동정된 휘발성분의 peak area의 비율로 나타내어 양을 비교하였다. Total ion chromatogram상의 피크 면적(peak area)는 컴퓨터에 내장된 프로그램 (GC Chemstation, Hewlett-Packard, USA)에 의해 계산하였다.

#### 라. Gas chromatography-olfactometry (GC/O)에 의한 향기활성성분 분석

향기활성성분 파악을 위해 gas chromatography/olfactometry(GC/O) 분석을 실시하였다. HP 6890 series GC/Flame Ionization Detector (Hewlett-Packard Co., USA)에서 컬럼을 1:1로 분지하여 사용하였다. GC column의 끝은 FID와 sniffing port(Gerstel ODP III, Gerstel, Germany) 사이에서 1:1로 분지하였으며 이때는 deactivated capillary column (0.5 m length 0.25 mm i.d.)을 사용하였다. GC-O 검사를 위해 패널 4명을 선정하고 이들에게 13종의 향기물질 스탠다드 용액을 이용하여 훈련을 실시하였다. 13종의 향기물질에 대한 정보는 Table 5와 같다. 훈련을 통해 다양한 종류의 향성분에 대한 감지 능력을 향상 시키고 또한 GC-O 분석 방법에 대해서도 숙지하도록 하였다. 2회에 걸쳐 스탠다드 용액을 이용하여 훈련을 실시하고 그 후 누룩 시료를 이용하여 4명의 패널이 누룩 시료(산성) 1종에 대해 분석을 실시하였다. SPME 법을 이용한 GC-O 분석의 경우 전체 향기성분 분석 시간인 50분을 반으로 나누어 각

각의 패널이 25분씩 GC-O를 실시하였고, 나머지 분석은 패널이 분석 순서를 바꾸어 전체 시료에 대한 평가가 이루어지도록 하였다. 냄새를 맡은 경우 직접 조이스틱을 누르고 향기성분의 description을 적도록 하였다.

**Table 5. GC-O 패널 교육용 향기성분 mixture 향기특성**

volatile compounds name	ppm	odor quality
Ethyl butyrate	1	fruity
Isoamyl acetate	1	banana-like
3- Methy-1-Butanol	50	alcohol-like
Ethyl hexanoate	1	fruity
Linalool	0.5	flowery
Butyric Acid	2	cheese-like
Phenethyl acetate	0.5	Honey-like, apple-like
Hexanoic Acid	10	putrid
Phenethyl alcohol	50	flowery
Eugenol	0.5	Clove-like
Vanillin	1	Vanilla-like

마. 최종 향기성분 추출 조건

(1) 국내, 일본 시판 증류식 소주의 향기성분 및 향기활성성분 분석

(가) 고체상 미량 추출법 (SPME)

시중에 판매되고 있는 증류식 소주 11종과 증류식 사케 9종에 대해 기존의 발효제에 적용한 SPME 분석법을 바탕으로 증류주 분석을 위한 최적 추출시간 조건은 Table 6과 같으며, 추출방법은 다음과 같다. 10% 알코올로 희석한 증류주 시료 5 g을 20 mL vial에 옮긴 후, internal standard 100 µl를 첨가하고 NaCl 1 g을 첨가하였다. SPME(Solid Phase Micro-Extraction) 방법으로 stirrer 위에 놓고 40℃로 중탕하여 열을 보존한 후 30분간 평형상태를 만들었다. 그 후 30분간 head space의 향기성분을 fiber에 흡착한 뒤 1분간 탈착하였다.

**Table 6. 증류식 소주의 HS-SPME 분석 조건**

Sample volume	5 g
Vial	20 mL
Sodium chloride volume	1 g
Internal standard	100 $\mu$ l (50 ppm, 2-methyl-1-pentanol)
Heating temperature	40°C
Heating time	30 min
Absorption time	30 min
Desorption time	1 min
Fiber	PDMS/DVB/CAR (Polydimethyl siloxane/Divinylbenzene/Carboxen, 50/30 $\mu$ m)

## (2) 숙성 증류식 소주 및 시판 증류식 소주의 향기성분 비교 분석

## (가) 고체상 미량 추출법 (SPME)

휘발성 향기성분을 추출 및 분석하기 위해서 Table 7과 같은 조건의 헤드스페이스 고체상미량추출법 (Headspace Solid-Phase Microextraction; HS-SPME)방법을 사용하였다. HP-SPME를 위한 추출조건은 예비실험을 통하여 설정하였다. 높은 알코올 도수에 따른 극미량의 휘발성분 분석의 한계를 극복하기 위해 알코올 도수를 10%, 20% (v/v, DW solution)로 희석실험을 실시하였다. 또한 추출온도는 40°C, 50°C 조건에서 예비실험을 실시했다. 예비실험 결과를 통해 감지 된 향기성분의 개수와 면적, 분리 면에서 좋은 결과를 분석조건으로 결정하였다. 따라서 최종 HS-SPME 분석조건은 20 mL의 headspace glass vial (Supelco, Bellefonte, PA, USA)에 각 시료의 알코올 수준을 10% (v/v, DW solution)로 희석한 시료 5 g을 넣은 뒤 내부표준 용액 0.1 mL (2-methyl-1-pentanol 50  $\mu$ g/mL DW solution), 염화소듐(NaCl) 1 g을 넣고 silicon/teflon septum (Supelco, Bellefonte, PA, USA)으로 입구를 밀봉하였다. Vial은 40°C 조건에서 30분 동안 300rpm으로 교반하면서 평형상태를 만든 후 유리병에 SPME fiber needle을 넣고 30분 동안 휘발성 향기성분을 흡착시키고, 220°C의 GC-MS injection port에서 1분간 탈착하여 분석하였다. SPME fiber (Supelco, Bellefonte, PA, USA)는 예비실험을 통해 가장 많은 휘발성 향기성분을 포집 및 농축하는 극성과 비극성의 혼합형 divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxane (DCP, 100  $\mu$ m)을 선정하여 분석에 사용하였다.

**Table 7. GC/MS 시판 및 숙성 증류식 소주 분석 조건**

Sample volume	5 g
Vial	20 mL
Sodium chloride volume	1 g
Internal standard	0.1 mL (20 ppm 2-Methyl-1-pentanol)
Heating Temperature	40 °C
Heating Time	30 min
Absorption Time	30 min
Desorption Time	1 min
Fiber	PDMS/DVB/CAR (Polydimethylsiloxane/divinylbenzene/carboxen 100 μm)

(나) GC-MS를 이용한 향기성분의 정성 및 정량분석

HS-SPME를 통해 얻은 각각의 휘발성향기성분은 GC-MS (Agilent 7890A gas chromatography /HP-5973N mass selective detector, Agilent Co., Palo Alto, CA, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 8과 같다. 즉 splitless mode를 이용하고, carrier gas는 helium을 사용하였고, 유속은 1.3 mL/min으로 흘려주었으며, column은 Stabilwax-DA column (30 m length × 0.25 mm i.d. × 0.25 μm film thickness, Restek Co., Bellefonte, PA, USA)를 사용하고, 오븐 온도는 40°C에서 5분간 유지한 후, 220°C까지 5°C/min의 속도로 상승시킨 후 5분간 유지하였다. 주입구의 온도는 220°C로 설정하였다. MS분석 조건은 MS ionization voltage는 70 eV, source temperature는 200°C, interface temperature는 280°C, mass spectrum scan range는 40~350 m/z 로 하였다.

GC/MS에 의해 분리된 peak 성분은 mass spectra와 Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-packard, Palo Alto, CA)의 mass spectra를 비교하고 library와 80% 이상 매치를 보일 때 동정된 성분으로 정하였으며, C9-C25의 *n*-alkane (Aldrich, Milwaukee, MN, USA)을 사용하여 각각 peak의 linear retention index를 구하여(Kovats) 이를 표준시료, 문헌과 비교를 통해 두 개의 조건에 모두 맞는 경우 휘발성 향기성분이 동정된 것으로 하였다. 휘발성 향기성분의 정량은 내부표준물질(2-methyl-1-pentanol)의 peak area와 동정된 휘발성 향기성분의 peak area의 비율로 나타내어 비교하였다. 이 때 향기성분의 양을 비교하기 위해 희석배수를 곱하여 그 함량으로 하였다. MS 분석을 위한 Integration 초기조건은 Threshold 값을 14.0으로 정성·정량분석 하였다.

**Table 8. GC-MS 분석조건**

Instrument	Agilent Technologies 7890A (Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA.)
Column	Stabilwax-DA column Bonded fused capillary column 30 m × 0.25 mm I.d × 0.25 μm film thickness (: Restek Corp., Bellefonte, USA)
Carrier gas	Helium gas 1.3 mL/min  H <sub>2</sub> gas 35 mL/min Air gas 250 mL/min
Mode	Splitless mode
Oven temp	40°C(5min) → 5°C/min → 220°C(5min)
Injector temp	220 °C
Detector temp	220 °C
Detector	HP-5973N mass selective detector (MSD) (Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA.)
Total time	54 min

### 3. 관능특성 분석

#### 가. 국내시판 증류식소주 12종의 묘사분석

위에 선정된 12종의 국내시판 증류식 소주 제품을 대상으로 주류 전문 관능평가 패널을 훈련 및 운영하며 제품의 향, 맛에 관한 전체적인 관능특성에 대한 정량적 묘사분석 (descriptive analysis)을 각각 실시하였다.

#### (1) 검사원(judge)

검사원은 세종대학교의 관련 전공자(조리외식경영학, 식품공학) 학부생과 대학원생 10명을 선정하였다. 실험자는 24-45세로 남성 3명, 여성 7명으로 구성하였다. 향, 맛, 텍스처/입안감 촉을 평가하는데 지장이 없으며, 용어사용 및 도출에 있어 언어의 이해에 제한이 없고, 증류식 소주를 접해본 경험이 있으며, 증류식 소주에 대한 거부감이 없는 검사원을 대상으로 하였다.

#### (2) 패널훈련

패널훈련은 총 6회로 1회에 50 - 60분에 걸쳐 진행하였다. 패널훈련은 관능검사원들이 증류식 소주의 관능적 특성과 강도에 대한 판단기준이 평이하게 정립되어, 재연성있는 결론을 보

일 때까지 반복 진행하였다. 앞서 간략히 관능검사에 관한 정의 및 절차와 관능적 감각의 종류 및 강도에 대해 관능 검사원에게 소개를 하였고, 간단한 패널 설문 및 선정된 시료 중 5종의 시료를 시음한 후 관능특성 용어 및 합의과정을 진행하였다.

본 실험에 사용된 여러 가지 다양한 증류식 소주를 제공하여 향에 관하여 익숙하도록 하였으며, 향에 관한 일련의 묘사용어를 개발, 열거하도록 하여 용어를 도출하였다. 그에 따른 향 특징에 관한 표준물질 제시 후 도출된 용어를 요약하고, 선정된 용어와 비교 및 수정하는 절차를 진행하였다. 본 실험에 사용된 여러 가지 다양한 증류식 소주를 제공하여 향미(맛)에 관하여 익숙하도록 하였으며, 향미(맛)에 관한 일련의 묘사용어를 개발, 열거하도록 하여 용어를 도출하였다. 그에 따른 향미(맛) 특징에 관한 표준물질 제시 후 도출된 용어를 요약하고, 선정된 용어와 비교 및 수정하는 절차를 진행하였다. 본 실험에 사용된 여러 가지 다양한 증류식 소주를 제공하여 텍스처/입안감촉에 관하여 익숙하도록 하였으며, 텍스처/입안감촉에 관한 일련의 묘사용어를 개발, 열거하도록 하여 용어를 도출하였다. 그에 따른 텍스처/입안감촉 특징에 관한 표준물질 제시 후 도출된 용어를 요약하고, 선정된 용어와 비교 및 수정하는 절차를 진행하였다.

시료의 묘사특성과 표준물질에 대한 검토 및 패널 간의 논의를 통해 인지하고 있는 정도에 관해 토론하는 시간을 진행하였다. 또한 Matching test를 통해 검사원이 인지하고 있는 특성과 관능특성 용어가 동일한지 알아보고, 관능검사원의 묘사특성 이해 정도를 파악한다. 관능검사원들 중 평가 성향에서 차이를 보이는 그 특징에 관한 개념을 이해시키기 위하여 개별적인 훈련을 진행하였다. 채점표와 척도에 대해 교육 후 관능검사원이 사용에 익숙하도록 한 후, 12개 시료로 실제 훈련 세션을 진행하였다.

### (3) 시료의 준비 및 제시

증류식 소주의 특성상 알코올 도수가 낮게는 21-45도까지 차이가 많이 나므로 예비실험 결과, 묘사분석에 표현하기 용이한 20도로 모든 시료의 알코올 도수를 보정하였다. 코드화 된 3자리 난수표로 1회 실험 시 시료 3개씩, 투명한 플라스틱 컵(280 mL)에  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 40 mL를 제시하였다. 각각의 시료 평가 시 입안을 헹구기 위하여 생수를 제공하고, 식빵( $3\times 4\times 1.5$  cm)을 제공하였다. 시료는 왼쪽에서 오른쪽 순서로 제시하여 평가하도록 하였다. 관능검사원들은 실험을 실시하기 1시간 전부터 음식물의 섭취와 화장품의 사용 및 흡연을 금하도록 하였다.

### (4) 관능검사 방법

위의 선정된 12종의 증류식 소주를 대상으로 주류 전문 관능평가 검사원을 훈련 및 운영하며 상품의 향, 맛, 느낌의 전체적인 관능특성에 대한 정량적 묘사분석(descriptive analysis)을 실시하였다. 의사 교환을 할 수 없는 칸막이 부스에서 실시하였고, 관능검사는 매번 오후 3시에서 5시 사이에 실시하였다.

12개의 시료를 2주에 걸쳐 2회 반복 실험을 실시하였다. 시료가 제시되는 순서는 Williams' latin square법에 의해 오차를 최소화 하였고, 척도로는 9점 척도(1:대단히 약함, 5:보통, 9:대단히 강함)에 의해 강도를 측정하였다. 패널원들은 평가한 특성의 강도를 9점 척도를 사용하여 강도를 기록하였다. 데이터의 2회 반복 실험된 결과분석을 위해 종합한 후 통계 분석

하였다. 시료간의 혼동을 줄이기 위해 시판 증류식 소주의 관능적 특성의 평가순서는 향 (Aroma), 향미(Flavor/Taste), 입안감촉 및 텍스처(Mouthfeel/Texture)는 순서대로 진행하였다.

#### (5) 묘사특성 용어 선정

국내시판 증류식 소주 11종에 대하여 묘사특성 용어를 도출한 결과는 Table 5와 같다. 향에서는 알코올향, 과일향, 신향, 단향, 누룩향, 효모향, 구수한향, 브랜디향, 아세톤향, 화학약품향의 10가지 항목, 맛에서는 알코올맛, 신맛, 쓴맛, 효모맛, 단맛, 과일맛의 6가지 항목, 텍스처/입안감촉에서는 뽀은맛, 청량감, 쏘는 느낌, 지속성, 목넘김, 바디감의 6가지 항목이 도출되었다. 묘사용어 추출을 통해 얻어진 묘사용어들 중 Stone과 Sidel이 제시한 방법에 따라 평가할 시료에 대해 최종적으로 개념의 일치가 얻어진 특성 총 22가지의 용어가 선정되었다.

#### 4. 통계 분석

본 연구에서 통계 분석은 SAS (Statistical Analysis Systems) for Windows 7.2와 XLSTAT ver. 2007.1 (Addinsoft, New York, NY, USA) 및 SPSS 22.0 (Statistical package for social science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다. 향기성분 분석으로 얻은 결과는 주성분 분석 (Principal Component Analysis)을 실시하였으며, 묘사 분석을 통해 얻은 결과는 분산분석 (Analysis of variance), 상관관계분석 (correlation coefficient)을 통해 비교하였다. 또한 증류식 소주의 관능 특성 및 향기성분 간의 관계를 보기 위해 부분 최소 제곱 회귀 분석(PLSR, Partial Least Squares Regression)을 실시하여 나타내었다.

## 제 2 절 결과 및 고찰

### 1. 7종 발효제의 향기성분 분석

#### 가. 고체상 미량 추출법 적용 및 분석법 최적화

본 연구에서는 먼저 SPME 추출 조건을 선정하기 위해 다양한 조건을 적용하였다. 먼저 vial 크기별(30mL, 50mL), 시료량(3g, 5g, 7g, 10g), NaCl 첨가량(2g, 3g), 시료 처리 조건(막자사발, food mixer), 추출시간(30분, 1시간)의 조건을 비교하여 최적의 향기성분 추출조건을 선정하였다. 시료의 양은 선행연구결과를 바탕으로 10g의 누룩(진주곡자) 시료를 가지고 분석하였다. 먼저 각각 30mL, 50mL과 100mL vial을 이용하여 10g 시료를 넣은 후 상온에서 30분 평형을 이루게 한 후 30분 동안 SPME fiber를 이용하여 흡착시켰다. 분석 결과 30mL vial을 사용한 경우에 휘발성분의 추출 효율이 높았으나, 30mL용기 보다 50mL 용기의 사용 시 더 많은 향기성분이 포집되었다. 동일한 크기의 50mL vial을 적용하여 3, 5, 10g의 시료를 넣어 향기성분 추출정도를 비교하였다. 50mL vial에 10g의 시료와 증류수 21mL을 첨가한 경우 vial의 반 이상이 시료로 올라와 SPME fiber의 손상이 염려되어 시료의 양을 줄이고자 하는 목적으로 시행되었다. 예비실험에서 7g 투입의 경우도 10g과 큰 차이가 없어 3, 5g, 10g의 시료를 넣어 테스트하였다. 5g의 시료량의 경우 피크갯수와 피크면적에서 10g 사용시와 큰 차이가 나지 않아 본 연구의 SPME 분석시 시료 투입량을 결정하였다.

용기와 시료량을 결정하고 NaCl 첨가량을 조절하였다. 기존 실험에서는 문헌을 참고하여 2g의 소금을 첨가하였다. 소금 첨가량 증가에 따른 향기성분의 추출 효율 증가를 파악하기 위해 소금 첨가량을 3g으로 늘려 비교실험을 실시하였다. 실험결과 소금 첨가 시 향기성분 추출 정도의 차이가 거의 없어 기존의 2g의 첨가량을 고정하였다. 곡자 시료를 막자사발로 분쇄하여 사용하였으나 향기성분의 추출량을 늘리기 위해 푸드믹서를 이용하여 분쇄하여 이의 차이를 분석하였다. 시료의 분쇄를 통해 좀 더 많은 양을 향기성분 추출이 이루어져 SPME 추출 효율이 증대된 것을 확인하였다. 위의 결과로 일단 푸드믹서로 분쇄한 5g의 시료를 50mL vial에 증류수(13mL), 소금 2g, 내부표준용액 0.2mL을 첨가하여 30분 동안 40도 수조에서 평형을 이루고 30분 동안 흡착시키는 조건을 선정하였다. 그러나 전반적으로 휘발성분의 추출 효율이 좋지 못하였다. 여러 향기성분 추출조건을 변형하여 휘발성분의 추출 효율을 증대하였으나 작은 피크의 경우 정량적으로 매우 낮은 수치를 나타내어 향후 GC-Olfactometry 분석에 어려움이 예상되었다. 따라서 추출시간을 늘려서 추출 효율이 낮은 작은 피크를 농축하는 실험을 수행하였다. 따라서 추출시간을 60분으로 늘려 분석을 실시하였다. 추출시간을 기존의 30분에서 1시간으로 늘려 분석한 결과, 1시간으로 SPME fiber에의 흡착시간을 늘린 경우 30분 흡착 결과와 비교하여서 작은 피크의 높이가 증가한 것을 확인할 수 있었다.

따라서 최종적으로 발효제의 HS-SPME 분석 조건으로 시료 5g을 vial (50 mL)에 옮긴 후, magnetic bar를 병에 넣고 crimper를 이용해 aluminum cap으로 capping하였다. 이때 내부 표준물질로는 50 ppm 농도의 2-Methyl-1-pentanol 수용액을 사용하였으며, 시료에 표준용액 0.2 mL을 첨가하고 NaCl 2g을 사용하였다. SPME(Solid phase micro extraction) 방법으로 stirrer위에 놓고, 40°C로 중탕하여 열을 보존한 후 30분간 stirring하여 시료와 용액이 잘 섞이



게 하였으며, 그 내부의 온도가 고르게 전해질 수 있도록 하고 평형상태를 만들었다. 300rpm에서 30분간 stirring 한 뒤 SPME fiber를 유리병에 꽂아 60분간 stirring하여 head space의 향기 성분을 fiber에 흡착한 뒤 분석하였다. Fiber에 휘발성분을 흡착한 후 GC의 주입부에 꽂아 10분간 desorption하여 분석을 실시하였다.

#### 나. HS-SPME을 이용한 7종 발효제의 향기성분 동정 및 정량분석

확립된 HS-SPME 분석법을 이용하여 7종 발효제의 향기성분 추출 및 GC-MS 분석결과는 Table 8과 같다. 발효제 7종에서 총 120여종의 휘발성 향기성분이 GC/MS를 통해 확인되었고 그 중 82개 성분의 mass spectrum을 Wiley library와 비교하거나 계산된 Kovats retention index를 문헌이나 스탠다드와 비교하여 확인하였다. 다양한 향기성분이 동정되었는데, 알코올 성분은 24개가 동정되었고 acids는 6개, aldehydes는 11개, ketones 12개, benzene 12개, hydrocarbon 9개, 기타 성분이 5개로 다양한 휘발성분이 추출된 것을 확인할 수 있었다. 주요 성분으로는 styrene이 가장 함량이 높은 성분으로 나타났고 다음으로는 hexanal, ethyl-benzene, 1-pentanol, 1-hexanol, 1-octen-3-ol, 2-ethyl-1-hexanol, butanoic acid가 주요한 성분으로 나타났다. 전반적으로 향기성분의 경우 기존의 주류에서 볼 수 있는 성분과는 다른 점을 보였고 알데하이드와 케톤류가 많이 동정된 것이 특징이라 할 수 있다. 향후 이를 활용한 발효주 제조를 통해 실제 발효제의 향기성분이 발효주와 증류주에 어떻게 이행하는지에 대한 모니터링 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

본 연구의 발효제 7종의 향기성분 분석 결과를 활용하여 3개 이상 시료에서 동정된 52개 향기성분을 이용하여 주성분 분석을 실시하였다. 분석결과는 Fig.4와 같다. 주성분 1은 전체 데이터 변동의 37.3%와 주성분 2는 29.4%를 각각 설명하는 2차원적인 모델을 나타내었다. 주성분 1과 2의 합이 67% 수준으로 전체 데이터에 대한 설명력은 적절한 수준으로 여겨진다. 먼저 시료의 분포를 살펴보면 주성분 1 상으로 오른편에 전통누룩인 진주, 산성, 상주, 송학 시료가 분포하였고 주성분 1의 반대쪽으로 PC2 상 위편으로 한국(조효소제), 아래쪽으로 입국인 장수와 조은곡식이 나타났다. 전반적으로 전통누룩, 입국, 조효소제별 향기성분 구성이나 함량에서 다른 패턴을 보인 것으로 여겨진다. 향기성분의 경우 전통누룩과 조효소제에서 대개 높은 농도를 나타내었고, 입국의 경우 다른 발효제에 비해 향기성분의 함량이 전반적으로 낮게 나타났다. 향기성분의 분포를 살펴보면 PC1 오른편으로 자리잡은 주요 향기성분은 Ethyl-Benzene(bz2), 2-Heptanone(ke2), styrene(bz7), 2-octanone(ke5), 1-hexanol(al7), 3-octanol(al8), 1-octen-3-ol(al11), 1-heptanol(al12), 1-Phenyl-Etanone(ke12), Benzyl Alcohol(al18) 등으로 전반적으로 케톤과 알코올, 벤젠류의 향기성분이 전통누룩에서 높은 함량을 나타내었다. PC 1상의 반대편으로는 알데하이드와 acids, 기타 퓨란, 일부 알코올등이 많이 자리잡아 이들 성분이 조효소제에서 많이 검출된 것으로 나타났다. 주요 향기성분으로는 2,5-Dimethyl-furan(uk4), 1-hexanal(ad1), nonanal(ad4), 2-ethyl-1-Hexanol(al13), Benzeneacetaldehyde(ad10), Phenylethyl Alcohol(al19), Octanoic Acid (ac8),

2-pentyl-Furan(uk7)등이 나타났다. 향후 이들 주요 성분을 이용하여 발효제와 이를 이용한 주류의 주요 향기성분 모니터링 및 지표 선정에 활용이 가능하리라 여겨진다.

Table 9. HS-SPME을 이용한 발효제 7종의 향기성분 (ppm, w/v)

RI	Code	Volatile compounds	장수 JS	조은 JE	한국 HK	산성 SS	진주 JJ	송학 SH	상주 SJ
<b>Acid</b>									
1613	ac3	2,5-Bis-benzoic acid						0.27	
1649	ac4	Butanoic acid				1.06			
1649	ac5	3-Methyl-butanoic acid	0.12		0.47				0.45
1820	ac6	Hexanoic acid	0.00	0.03	0.83	0.92	0.69	0.44	0.53
1922	ac7	2-Ethyl-hexanoic acid							0.25
2034	ac8	Octanoic acid		0.02	0.39	0.01			0.05
	<b>Total acid</b>		0.12	0.05	1.69	2.29	0.94	0.91	1.87
<b>Hydrocarbone</b>									
939	hc1	2,2-Dimethyl-decane					0.90		
940	hc2	2,2,4,6,6-Pentamethyl-heptane	0.37	0.15	0.19	0.50	0.95	0.55	0.42
1165	hc4	5,6-Dimethyl-decane		0.14					0.37
1270	hc5	n-Tridecane				0.79	0.19		0.16
1374	hc7	Tetradecane					0.12		0.12
1390	hc8	1-Methyl(1-2H)siletane			0.32		0.11		
1410	hc9	3-Carbonitrile-1,2-Oxazinane					0.38		
	<b>Total hydrocarbone</b>		0.97	0.29	0.51	1.29	2.65	0.55	1.07
<b>Benzene</b>									
1034	bz1	Toluene	0.13	0.25	0.58	0.72	0.66	3.27	0.70
1108	bz2	Ethyl-benzene	0.04	0.05		6.23	5.45	3.86	4.27
1124	bz3	1,4-Dimethyl-benzene		0.04		0.90	0.50	0.52	4.78
1132	bz4	1,2-Dimethyl-benzene	0.02	0.06	0.21		0.45	0.54	0.64
1168	bz5	1,3-Dimethyl-benzene	0.02			0.20	0.20	0.68	0.57
1188	bz6	Propyl-benzene				0.14	0.17		0.06
1246	bz7	Styrene				8.76	32.69	5.10	9.45
1319	bz8	2-Propenyl-benzene				0.06	0.67		0.15
1354	bz9	Ethynyl-benzene					0.15	0.12	0.10
1414	bz10	1,3-Bis-benzene	0.01	0.14					
1613	bz11	1,2-Bis(trimethylsilyl)benzene				0.09	0.40	0.1	0.04
1736	bz12	1,4-Dimethoxy benzene					0.08		
	<b>Total benzene</b>		0.22	0.54	0.79	17.1	41.42	14.19	20.76
<b>Alcohol</b>									
1164	al1	2,3-Dimethyl-1-butanol		0.10					
1201	al2	1-Pentanol	0.03			1.82	0.47	2.00	
1204	al3	3-Methyl-1-butanol	0.11	0.04	1.30	1.7	0.45	1.24	1.75
1210	al4	2-Ethoxy-ethanol		0.1					
1245	al5	1-Pentanol			0.92	1.63	7.56	1.44	1.13
1310	al6	3-Methyl-2-buten-1-ol							0.45
1344	al7	1-Hexanol	0.15	0.17	2.29	11.91	9.14	7.14	6.84
1380	al8	3-Octanol				0.12	0.21	0.18	
1387	al9	2-Butoxy-ethanol						0.09	0.13
1395	al10	3,5-Octadien-2-ol			0.33	0.22	0.25		0.14
1436	al11	1-Octen-3-ol	0.04	0.06	0.86	1.80	2.05	1.35	0.86
1441	al12	1-Heptanol				0.66	0.46	0.30	0.29
1474	al13	2-Ethyl-1-hexanol			10.83	0.13		0.12	0.10

1644	al14	2-Furan methanol			0.21					
1741	al15	2-Ethyl-6-methylphenol					0.11	0.08		
1793	al16	1-Phenyl ethanol						0.18		
1829	al17	2-Sec-Butylphenol			0.91				0.07	
1842	al18	2-Methoxy-phenol			0.21				0.02	
1855	al19	Benzyl alcohol				0.46	0.16	0.41	0.87	
1885	al20	Phenylethyl alcohol	0.16		0.45	0.00	0.15	0.05		
1887	al21	2-Methoxy-benzene ethanol	0.15	0.01	2.17	4.94	0.20	3.32	2.17	
1890	al22	2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-phenol		0.22	0.22					
2066	al23	4-Methyl-phenol					0.49			
2172	al24	2-Methoxy-4-vinylphenol		0.01	0.14	0.20	0.05		0.20	
<b>Total alcohol</b>			<b>0.74</b>	<b>0.67</b>	<b>20.84</b>	<b>25.68</b>	<b>21.64</b>	<b>17.97</b>	<b>15.28</b>	
<b>Aldehyde</b>										
1076	ad1	Hexanal	0.19	0.36	15.58	0.32	1.88	0.2	1.20	
1212	ad2	2-Hexanal			0.56					
1314	ad3	2-Heptanal		0.05	1.07	0.28	0.41	0.12	0.21	
1383	ad4	Nonanal	0.04	0.11	0.72				0.13	
1417	ad5	2-Octenal			1.97		0.41	1.5	0.26	
1514	ad6	Benzaldehyde	0.02	0.08	0.99	0.36	0.82		0.23	
1522	ad7	2-Nonenal			13.14	0.21	0.49		0.31	
1632	ad8	Benzene acetaldehyde	0.16	0.07	1.69			0.2	0.11	
1574	ad9	2,6-Nonadienal			0.74					
1629	ad10	2-Butyl-2-octenal					0.58	1.31	0.18	
1689	ad11	Trans-nonadienal			0.28					
<b>Total aldehyde</b>			<b>0.41</b>	<b>0.67</b>	<b>36.74</b>	<b>1.17</b>	<b>4.59</b>	<b>3.33</b>	<b>2.63</b>	
<b>Ketone</b>										
969	ke1	2-Pentanone					0.48			
1173	ke2	2-Heptanone	0.02		0.99	2.70	2.62	0.58	0.78	
1179	ke3	5-Methyl-5-hexanone			2.44					
1226	ke4	6-Methyl-2-heptanone					0.13	0.07		
1274	ke5	2-Octanone	0.01	0.03	0.40	0.71	1.61	0.43	0.26	
1315	ke6	2,3-Octanedione				0.11				
1327	ke7	6-Methyl-5-hepten-2-one	0.02		0.34	0.19	0.43	0.21	0.21	
1376	ke8	5-Nonanone				0.21	0.47			
1559	ke9	3,5-Octadien-2-one				0.09	0.21			
1640	ke10	1-Phenyl-ethanone				0.75	0.57	0.50	0.49	
1799	ke11	5-Pentyl-2(3h)-furanone		0.03	0.32	0.21				
2010	ke12	Dihydro-5-pentyl-2(3h)-furanone			0.47	0.57	0.21	0.12		
<b>Total ketone</b>			<b>0.05</b>	<b>0.06</b>	<b>4.96</b>	<b>5.54</b>	<b>6.73</b>	<b>1.91</b>	<b>1.74</b>	
<b>Miscellaneous</b>										
1212	un7	2-Pentyl-furan	0.09	0.05	3.24	0.92	1.47	0.31	0.40	
1308	un10	2-Methyl-1-hexene				0.19	0.07			
1322	un11	2,6-Dimethyl-pyrazine						0.30	0.17	
1402	un12	3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadiene			0.87	0.16	0.18	0.08		
1464	un20	Tetramethyl-pyrazine						0.11	0.14	
<b>Total miscellaneous</b>										

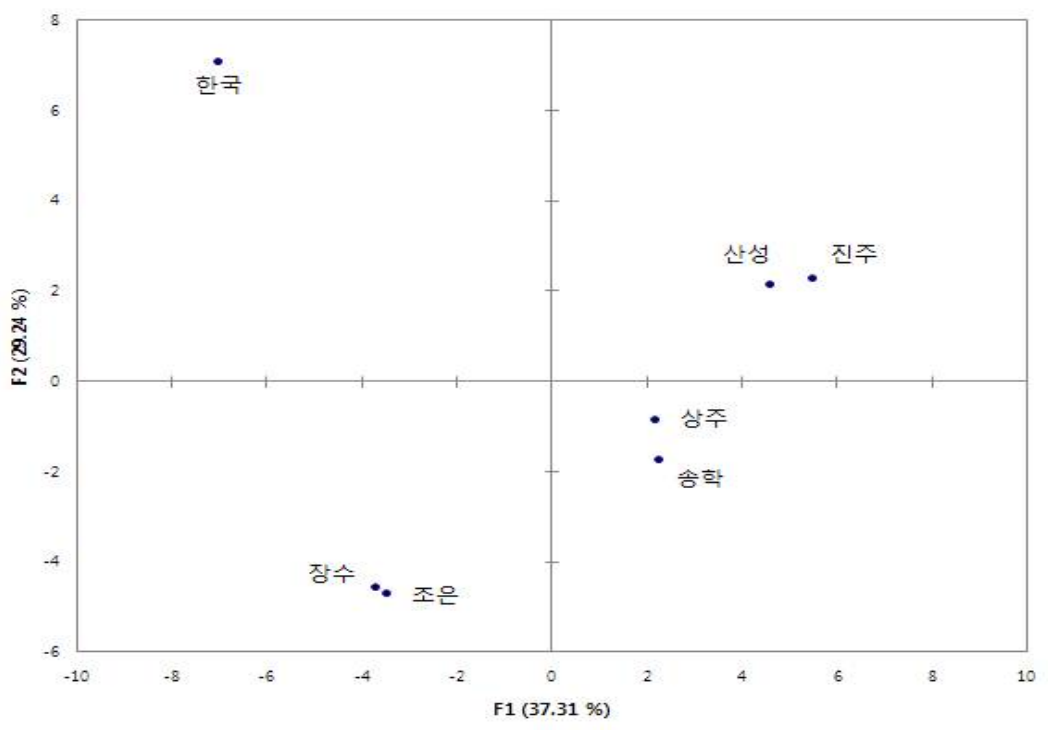
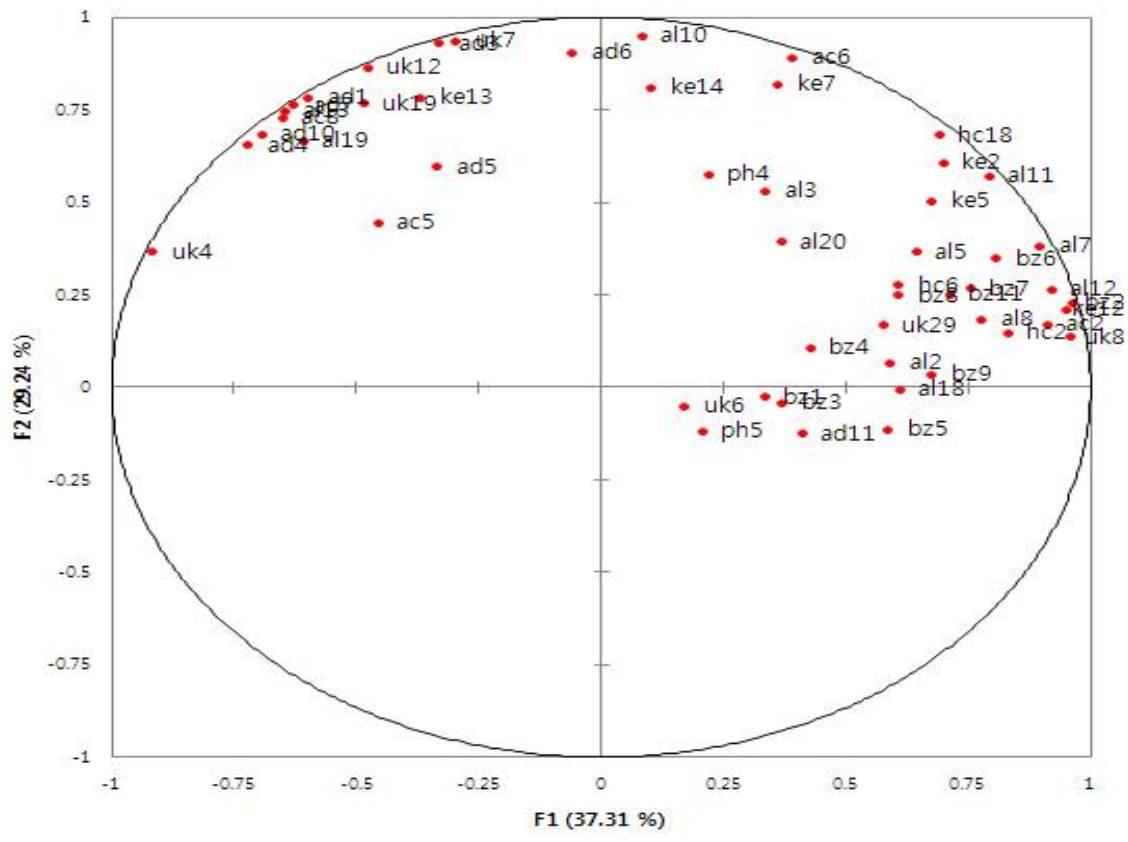


Fig. 4. HS-SPME 이용 발효제 7종 향기성분 주성분 분석(52종 향기성분 적용)

#### 다. SAFE(Solvent Assisted Flavor Evaporation)를 이용한 7종 발효제의 향기성분 분석

HS-SPME 분석에 의해 추출이 안 되거나 부족한 향기성분의 보다 많은 추출을 위해 용매를 이용한 SAFE분석법을 본 실험에 적용하였다. 기존에 사용된 용매추출법에 의한 향기성분 분석의 단점을 극복하고자 1999년에 개발되어 보고된 방법으로 복잡한 매트릭스를 가진 과실류를 포함한 식품에서 향기성분을 빠르고 정확하게 분석한다고 보고되고 있다(Engel et al, 1999). 본 연구에서는 이를 적용하여 우리 술 발효제의 향기성분을 분석하고자 하였다. 먼저 유사한 선행연구 결과를 참조하여 기본 분석 조건을 설정하였다. 수집한 총 7종의 누룩, 조효제, 입국 시료의 휘발성 향기성분의 추출을 위한 조건은 SPME 분석과 동일한 7종 시료를 대상으로 시료 10 g과 dichloromethane(J.T Baker, Phillipsburg, NJ, USA) 90 mL을 삼각플라스크(250 mL)에 옮긴 후, 상온에서 12시간 추출하고 이 용매 추출물을 SAFE를 적용하여 농축하였다.

SAFE(Solvent Assisted Flavour Evaporation) 방법을 이용한 7종 발효제의 향기성분 분석 결과는 Table 10과 같다. 총 90개의 향기성분이 동정되었고, 7개의 모든 시료에서 12개의 향기성분이 동정되었다. 전통누룩의 주요 향기성분으로는 dodecane, 1-hexanol, 2-cyclohexen-1-ol, 2,3-butanediol, 3-methyl-butanoic acid, Hexanoic acid, 1,3-bis(1,1-dimethylethyl)-benzene 으로 나타났으며, 입국과 개량누룩에 비해 acids류, aldehydes류, ketones류가 높은 농도를 차지했다. 개량누룩(조효소제)에서는 alcohol류와 Volatile phenols류가 가장 높게 파악되었으며, 입국에서는 hydrocarbones류가 가장 높은 농도를 차지했다. 향후 시판 발효제와 시판 탁 • 약주의 상관관계를 파악하고 GC-Olfactometry 분석을 적용하여 주요 향기활성성분 분석이 필요하리라 판단되고 이를 통해 다양한 관능특성의 맞춤형 제품 개발에 기초자료로 활용할 수 있으리라 여겨진다. HS-SPME 법을 이용하여 분석한 향기성분과 큰 차이를 나타내지는 않았다.

**Table 10. SAFE을 이용한 발효제 7종의 향기성분 (ppm, w/v)**

Code	KI	Volatile compound	Sample								Id <sup>5)</sup>
			SS	SJ	JJ	SH	HK	JS	JE		
<b>hydrocarbones</b>											
hc1	1007	4-methyl-decane	0.65	-	-	-	-	-	1.84	0.74	B
hc2	1010	5-ethyl-5-methyl-decane	-	2.83	3.74	-	-	-	-	-	B
hc3	1110	4-methyl-2-undecene	0.59	2.00	3.05	0.72	1.34	3.58	1.05	B	
hc4	1161	7-oxabicyclo[4.1.0]heptane	0.42	0.79	0.77	0.46	0.28	0.21	0.34	B	
hc5	1196	dodecane	1.83	2.32	2.60	1.13	1.02	2.48	0.83	A	
hc6	1213	4,6-dimethyl-Dodecane	0.22	0.87	1.34	0.49	0.30	1.17	0.23	B	
hc7	1219	4,6-dimethyl-Undecane	2.22	1.25	0.57	1.69	0.37	0.79	0.50	A	
hc8	1238	2,4,6-trimethyl-decane	-	-	0.52	-	0.36	0.70	-	B	
hc9	1238	1-iodo-dodecane	0.32	-	-	0.57	-	0.85	0.26	B	
hc10	1238	nonadecane	-	-	-	-	-	0.33	0.16	B	
hc11	1310	7-methyl-2-decene	-	1.69	2.20	-	-	-	0.83	B	
hc12	1320	1-methoxy-2-butene	-	2.61	-	-	-	-	-	B	
hc13	1320	4-ethyl-2-octene	-	-	2.61	-	-	-	-	B	
hc14	1418	2-methyl-decane	0.42	0.95	0.64	1.01	0.60	0.60	0.12	B	
hc15	1489	pentadecane	0.38	0.68	0.28	0.28	0.27	0.18	0.34	A	
hc16	1589	Hexadecane	0.43	1.13	0.37	0.03	0.18	0.85	0.31	A	
hc17	1691	heptadecane	0.22	-	-	-	-	0.38	0.02	A	
hc18	1760	octadecane	-	-	-	-	-	0.21	0.19	A	
hc19	2118	2,5,8,11,14-pentaoxapentadecane	1.95	0.31	0.48	-	0.26	3.11	0.15	B	
hc20	2388	tetracosane	2.41	-	-	-	-	-	0.64	B	
<b>total hydrocarbones</b>			12.07	17.41	19.14	6.38	4.98	17.26	6.70		

Code	KI	Volatile compound	Sample							Id <sup>5)</sup>
			SS	SJ	JJ	SH	HK	JS	JE	
<b>esters</b>										
es1	1759	butyl 2-methylpentanoate	0.9 2	0.47	0.38	0.52	0.78	0.37	0.06	B
es2	1782	methyl 2-hydroxybenzoate	2.5 6	1.59	2.64	0.55	0.96	2.13	0.61	B
es3	1875	butyl butanoate	0.9 5	0.31	-	2.71	-	-	-	B
es4	2246	ethyl hexadecanoate	-	-	-	-	-	0.17	0.02	B
<b>total esters</b>			4.4 3	2.37	3.03	3.78	1.74	2.67	0.69	
<b>alcohols</b>										
al1	1095	1,8-nonadien-3-ol	0.1 3	0.45	0.31	0.16	0.42	0.13	0.11	B
al2	1132	1-methoxy-2-propanol	-	0.88	-	-	-	-	0.30	B
al3	1161	1-methyl-2-cyclopentenol	-	-	0.56	-	-	-	0.50	B
al4	1205	3-methyl-butanol	-	1.54	-	-	-	-	-	B
al5	1221	2-ethoxy-ethanol	-	0.51	0.72	0.05	-	-	0.84	B
al6	1350	1-hexanol	2.7 7	1.07	0.67	0.94	0.31	-	-	A
al7	1397	2-butoxy-ethanol	-	-	0.80	-	-	0.37	-	A
al8	1465	2-butyl-1-octanol	2.4 3	-	0.30	-	-	0.26	-	B
al9	1466	2-cyclohexen-1-ol	2.5 6	4.41	3.29	2.17	2.18	0.80	1.19	A
al10	1569	2,3-butanediol	2.8 4	32.15	3.15	4.99	26.18	-	-	A
al11	1584	1,2-propanediol	-	1.98	-	-	0.55	-	-	B
al12	1614	2-(2-ethoxyethoxy)-ethanol	0.0 9	0.11	0.20	0.16	0.19	0.47	-	A
al13	1807	phenylethy-lalcohol	7.7 3	3.80	0.28	1.80	0.20	0.47	-	A
al14	1870	2-methyl-3-buten-2-ol	1.5 2	-	-	-	-	-	-	B
al15	1871	benzyl alcohol	6.5 7	2.86	0.30	-	0.67	-	-	A
al16	1903	benzene ethanol	6.3 3	3.68	0.23	1.78	0.24	0.39	-	A
al17	2142	2-phenoxy-ethanol	1.9 2	0.19	-	0.10	-	-	0.08	A
<b>alcohols total</b>			34. 89	53.63	10.81	12.15	30.94	2.86	3.02	

Code	KI	Volatile compound	Sample							Id <sup>5)</sup>
			SS	SJ	JJ	SH	HK	JS	JE	
<b>acids</b>										
ac1	1451	acetic acid	0.13	1.80	0.34	-	4.42	4.65	0.43	A
ac2	1623	butanoic acid	0.43	0.49	0.18	0.28	0.20	-	0.05	A
ac3	1662	3-methyl-butanoic acid	16.25	1.14	0.59	6.83	-	-	-	B
ac4	1731	Pentanoic acid	3.02	0.29	0.61	-	2.04	0.25	0.04	A
ac5	1761	2-methyl-hexanoic acid	0.64	0.91	0.51	0.28	0.18	0.52	0.39	B
ac6	1791	3-methyl-2-butenic acid	-	0.73	-	-	-	-	-	B
ac7	1836	hexanoic acid	10.61	1.99	4.35	1.08	1.73	-	-	A
ac8	1861	3-hydro-2-methyl-Propanoic acid	1.98	0.68	0.26	0.44	-	0.57	0.05	B
ac9	1947	heptanoic acid	0.34	0.41	0.07	0.07	0.23	-	-	A
ac10	2051	octanoic Acid	0.39	-	0.13	0.08	0.36	-	-	A
<b>total acids</b>			33.77	8.44	7.04	9.05	9.17	5.99	0.95	
<b>aldehydes</b>										
ad1	1089	hexanal	0.15	0.40	0.93	0.62	0.77	-	-	A
ad2	1529	benzaldehyde	-	-	0.26	-	-	1.34	-	A
ad3	1648	benzeneacet-aldehyde	0.18	-	0.14	0.01	0.46	-	-	B
ad4	1655	4-methyl-benzaldehyde	1.68	0.93	1.12	0.72	0.53	1.34	0.26	A
ad5	1656	2-methyl-benzaldehyde	0.43	1.40	0.88	0.29	0.68	0.71	0.45	A
ad6	2025	1h-pyrrole-2-carboxaldehyde	-	0.17	-	-	0.18	-	-	B
<b>total aldehydes</b>			2.43	2.90	3.33	1.65	2.63	3.38	0.71	
<b>volatile phenols</b>										
ph1	2103	2,6-bis(1-methylpropyl)-phenol	0.04	0.27	0.49	0.27	0.13	0.18	0.02	B
ph2	2210	2-methoxy-4-vinylphenol	0.14	0.18	0.03	0.29	2.15	-	-	A
ph3	2303	2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-pheno	2.61	0.49	0.57	0.21	0.39	3.22	0.36	A
<b>total volatile phenols</b>			2.79	0.94	1.09	0.78	2.66	3.40	0.37	



Code	KI	Volatile compound	Sample							Id <sup>5)</sup>
			SS	SJ	JJ	SH	HK	JS	JE	
<b>ketones</b>										
ke1	1209	4-methyl-2-heptanone	-	-	0.14	1.00	0.11	0.24	0.09	B
ke2	1281	3-hydroxy-2-butanone	0.22	0.67	-	-	2.55	-	-	B
ke3	1328	4-isopropyl-1,3-cyclohexanedione	0.86	1.85	1.47	0.82	0.77	1.73	0.47	B
ke4	1437	2-cyclohexen-1-one	1.55	2.19	1.83	0.98	1.27	1.33	1.20	A
ke5	1617	2-octanone	-	-	-	-	-	0.24	0.10	B
ke6	1633	butyrolactone	0.24	-	0.30	0.22	0.22	-	-	B
ke7	1706	5-ethylidihydro-2(3H)-furanone	1.54	0.59	0.20	0.17	0.32	-	0.08	A
ke8	2079	5-pentyl-2(5H)-furanone	0.12	0.27	0.06	0.04	0.25	-	-	B
ke9	2330	1,1'-(1,4-phenylene)bis-ethanone	3.08	1.09	1.81	0.49	0.77	4.33	0.49	B
<b>total ketones</b>			7.61	6.66	5.82	3.72	6.26	7.88	2.43	
<b>Miscellaneous</b>										
ms1	1253	styrene(ethenyl-benzene )	0.03	0.58	0.63	0.21	-	-	-	A
ms2	1315	dibutyl-cyanamide	-	-	-	-	-	2.78	0.99	B
ms3	1364	1-methyl-4-(1-methylethyl)benzene	0.06	0.69	0.17	0.48	0.39	0.25	0.06	B
ms4	1425	1,3-bis(1,1-dimethylethyl)-benzene	6.19	7.96	11.62	4.61	5.00	12.41	3.95	B
ms5	1448	1,2-dimethyl-hydrazine	-	1.12	-	0.29	-	-	-	B
ms6	1517	bacchotricuneatin c	0.24	0.74	0.26	0.92	0.24	1.44	0.11	B
ms7	1555	ethyl-dimethyl-thiophene	-	-	-	-	-	0.17	0.13	B
ms8	1898	dimethyl sulfone	0.30	0.16	0.51	0.14	1.19	-	-	A
ms9	2372	2,3-dihydro-thiophene	0.21	0.25	0.05	0.04	0.13	0.09	0.06	B
<b>total Miscellaneous</b>			7.03	11.50	13.24	6.69	6.94	17.14	5.29	

1) Average of the ppm(n=2)

2) ppm =  $\frac{\text{Area of each compound} \times \text{Amount of internal standard}}{\text{Area of internal standard} \times \text{Amount of sample}/10^6}$

3) Kovats indices of unknown compounds on DA-WAX column

4) Compounds by order of their Kovats indices in a chemical class

5) Volatiles were identified based on the following criteria: A, mass spectrum and retention index consistent with those of an authentic standard; B, mass spectrum consistent with that of the Wiley 275 mass spectrum database.

6) Volatiles not used in Principal Component Analysis.

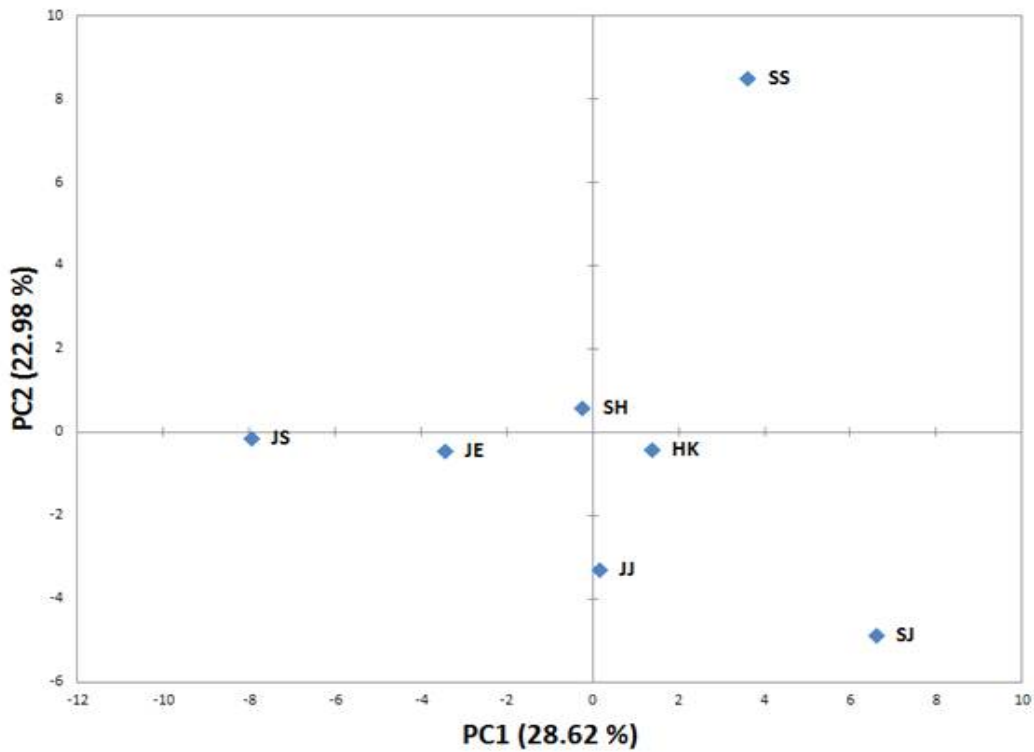
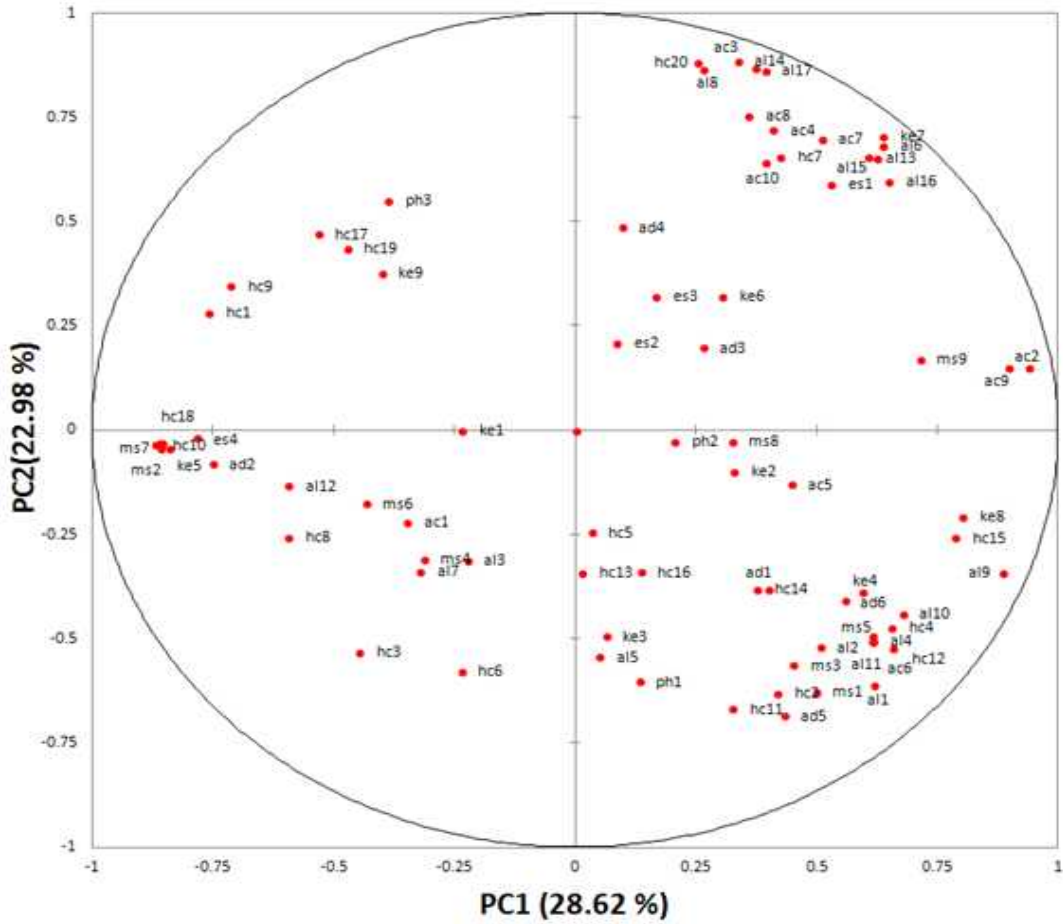


Fig. 5. SAFE 이용 발효제 7종 향기성분 주성분 분석(78종 향기성분 적용)

## 라. GC-Olfactometry 분석 조건 확립 및 HS-SPME 적용 향기활성성분 분석

HS-SPME 분석 적용 시 GC-O 가능한 충분한 수준의 향기성분의 추출여부를 파악하기 위해 1종의 누룩시료를 선정하여 간이 GC-O 분석을 실시하였다. 분석 결과, 충분한 향기활성성분이 확인되어 SPME를 활용한 GC-O 분석을 결정하였다. GC-O 분석방법 선정을 위해 Aroma Extract Dilution Analysis(AEDA)와 Detection frequency 방법을 적용하여 실시하고 본 연구의 향기활성 성분 분석 방법으로 적합한 Detection frequency 분석 방법을 선정하였다. 선정된 분석 방법을 적용하여 4명의 GC-O 패널을 선발하고 이에 대한 훈련을 실시하였다. 훈련은 기본 향기성분 믹스처를 준비하여 2회 GC-O 훈련을 실시하였다. 누룩 시료 1종에 대해 4명의 패널이 한 번씩 GC-O 분석을 실시하여 그 결과를 합산하여 각 향기활성성분의 detection frequency를 합산하였다.

7종 발효제의 HS-SPME 향기성분 분석 결과의 주성분 분석 결과(Fig. 4), 다른 향기성분 패턴을 보이는 4종의 발효제(산성누룩, 상주누룩, 한국 조효소제, 조은 입국)를 선발하여 GC-O 분석을 실시하였다. 분석결과 동정된 주요 향기활성성분은 Table 11과 같다. 각 시료에 대한 4명의 패널의 GC-O 분석결과를 합산하여 각 향기활성성분의 detection frequency를 결정하였다. 총 40종의 향기성분이 GC-O 분석을 통해 검출되었고 그중 33개의 성분이 동정되었다. Hexanal, 2-heptanone, 3-methyl-1-butanol, 2-octanone, trans-2-heptenal, 2-octenal, 1-octen-3-ol, 2-ethyl-1-hexanol, benzaldehyde, butanoic acid, 2,4-nonadienal 등이 3개 이상의 시료에서 2명 이상의 패널이 검출한 주요 향기활성성분으로 나타났다. 위 향기활성성분은 GC-MS 분석 결과에서도 주요한 성분으로 분석된바 있다. 한국 조효소제와 산성누룩에서 각각 17개와 18개의 향기활성성분이 동정되었고 상주 누룩과 조은 입국에서는 각각 14개, 13개가 검출되었다. 전반적으로 입국에서 향기성분의 함량이 낮게 나타난 결과와 비교하면 향기활성성분은 유사하게 검출된 것으로 여겨진다. 발효제의 주요 향기성분은 대개 알데하이드와 케톤류가 많았고 일부 알코올과 acid도 한 개 검출되었다. 보리나 쌀에 당화용 곰팡이의 번식을 주로 일으키는 누룩이나 조효소제의 경우 곡물의 탄수화물을 이용하여 자라는 곰팡이류의 번식과정에서 주로 알데하이드와 케톤류가 많이 생성되는 것으로 여겨진다. 입국의 경우 선발된 하나의 균주만이 접종되어 자라므로 향기성분의 조성이나 함량에서 전통누룩이나 조효소제에 비해 적은 것으로 여겨진다. 향후 이들 발효제를 사용하여 제조한 발효원주와 증류주의 향기성분 모니터링을 통해 실제 이러한 향기활성성분의 발효와 증류과정에서의 변화를 파악하고자 한다.

Table 11. HS-SPME를 이용한 발효제 4종의 GC-O 분석 결과

Retention index	Tentative identification	Detection frequency				Aroma description
		산성 SS	상주 SJ	조은 JE	한국 HK	
925	unknown				3	cereal, toasty
979	unknown				2	fermented milk
1004	unknown				3	tobacco
1034	Toluene	2			1	paint fruity
1058	unknown	2				rancid,cheese-likeodour
1076	Hexanal	2	2	3	2	grass, tallow, fat
1108	ethyl-benzene	2	2			balsamic, gasoline
1143	unknown			2		sweet, caramel
1173	2-heptanone	3	3	1	1	soap
1204	3-methyl-1-butanol	2	1	3	1	balsamic
1212	2-pentyl-furan	2	1	2	1	green bean, butter
1246	Styrene		2	2		balsamic, gasoline
1246	1-pentanol	2			1	herb, butter, resin
1274	2-octanone	3	1	3	1	soap, gasoline
1308	unknown	1				apple, green
1326	trans-2-heptenal	2	1	2	4	almond, fat, soap
1344	1-hexanol		1	2		green
1376	2-nonanone	2				hot milk, soap, green
1380	3-octanol	1				herbaceous odour
1383	1-nonanal		1		2	fruity odor
1417	2-octenal		2	2	2	green, nut, fat
1425	unknown			2		sweat
1436	1-octen-3-ol	3	1	3	2	sweat, cheese
1441	1-heptanol	1	3			herb
1464	tetramethyl pyrazine	2			2	chocolate, nutty, coffee, roasted
1474	2-ethyl-1-hexanol	0	4	1	1	rose, green
1514	benzaldehyde	1	2	2	1	sweet,strongalmondodour
1522	2-nonenal		1		4	cucumber
1559	3,5-octadien-2-one	1	3		2	fruit, fat, mushroom
1574	2,6-nonadienal				4	cucumber, wax, green
1632	benzeneacetaldehyde	2			1	cocoa, honey
1640	acetophenone		4			must, flower, almond
1649	butanoic acid	2	3	2	3	sweat
1689	2,4-nonadienal	3	3	0	2	fat, wax, green
1795	2,4-decadienal	0			3	fried, fat
1820	hexanoic acid	2		1	2	cheesy,sweat-likeodour
1855	benzyl alcohol	1	2		2	pungent,faintaromatic,fruit yodour
1885	2-phenyl alcohol	2	2			honey,rose
2034	octanoic acid				1	sweat, cheese
2172	2-methoxy-4-vinylphenol				1	spicy, clove-like, roasted peanut odour

2. 시판 증류식 소주의 향기성분 분석

### 가. 증류식 소주의 HS-SPME 적용 및 GC-MS 분석법 최적화

본 연구에서는 1차년도에 선정된 발효제의 SPME 추출 조건을 바탕으로 이를 증류식 소주의 향기성분 분석에 적용하고 일부 사항을 수정하여 증류식 소주의 향기성분 추출을 최적화하였다. SPME fiber 적용실험(PDMS/DBV/CAR, PDMS/DBV, PDMS/CAR)을 실시하였다. 세 개의 다른 fiber를 적용한 결과 PDMS/DBV/CAR를 사용한 경우 감지된 향기성분의 개수와 면적, 분리 면에서 다른 fiber에 비해 좋은 결과가 나와 이를 증류식 소주 분석에 사용하기로 결정하였다. 증류식 소주의 SPME를 이용한 향기성분 분석의 경우 시료의 알코올 함량이 매우 높아 흡착제에 알코올이 모두 흡착되어 다른 향기성분의 분석을 방해하는 것이 주로 문제가 된다. 따라서 본 연구에서는 에틸 알코올의 흡착을 최소화하고 다른 미량 향기성분의 분석 효율을 증대시키기 위해 증류식 소주의 알코올 희석도수별 최적화 실험을 실시하였다. 알코올 도수가 45도인 민속주 안동소주를 시료로 하여 이의 알코올 도수를 20%, 10%로 희석하여 SPME 분석을 실시한 결과 10%로 희석한 경우 미량 향기성분의 검출이 가장 많이 나타났고, 향기성분의 면적도 분석에 적절한 것으로 여겨진다. 이를 확인하기 위해 다른 알코올 35% 시료인 한주를 이용하여 원액(35%)과 20%, 17%, 10%로 조정하여 분석을 실시하였다. 분석 결과 일차 희석배수 조정과 유사하게 10% 희석시 가장 많은 미량 향기성분의 검출과 향기성분 분석 면적도 높게 나타나 최종적으로 증류식 소주의 시료를 알코올 10%로 희석하기로 정하였다. 향기성분의 좀 더 많은 회수를 위해 기존의 추출온도인 40도와 이를 일부 참고문헌에서 실시한 50도 조건을 비교하여 최적 추출온도를 선정하는 실험을 실시하였다. 50도로 추출 시 기존의 추출온도에 비해 미량 성분 추출이 크게 많아지지 않아, 향기성분의 변성을 최소화할 수 있는 40도 추출조건을 유지하기로 결정하였다.

따라서 최종적으로 SPME 분석 조건으로는 다음과 같다. 증류식 소주 시료를 삼차 증류수로 알코올 도수 10%로 희석한 후 5g을 취하여 vial (20 mL)에 옮긴 후, magnetic bar를 병에 넣고 crimper를 이용해 aluminum cap으로 capping하였다. 이때 내부표준물질로는 50 ppm 농도의 2-Methyl-1-pentanol 수용액을 사용하였으며, 시료에 표준용액 0.1 mL을 첨가하고 NaCl 1g을 사용하였다. SPME(Solid phase microextraction) 방법으로 stirrer위에 놓고, 40℃로 증탕하여 열을 보존한 후 30분간 stirring하여 시료와 용액이 잘 섞이게 하였으며, 그 내부의 온도가 고르게 전해질 수 있도록 하고 평형상태를 만들었다. 300rpm에서 30분간 stirring 한 뒤 SPME fiber를 유리병에 꽂아 30분간 stirring하여 head space의 향기성분을 fiber에 흡착한 뒤 분석하였다. Fiber에 휘발성분을 흡착한 후 GC의 주입부에 꽂아 1분간 desorption하여 분석을 실시하였다.

### 나. HS-SPME를 이용한 국내 시판 증류식 소주 11종의 향기성분 동정 및 정량분석

HS-SPME를 이용하여 분석한 11종 시판 국산 증류식 소주 향기성분의 정성 및 정량분석 결과는 Table 12와 같다. 시료에서 총 200여개의 휘발성 향기성분이 GC/MS를 통해 확인되었고 그 중 159개 성분의 mass spectrum을 Wiley library와 비교하고 계산된 Kovats retention index와 문헌이나 표준물질의 retention index와 비교하여 확인하였다. 다양한 향기성분이 동정되었는데 ester 성분이 72개로 가장 많이 동정되었고 특히 MSJ 시료에서 다양한

ester 성분이 검출되었다. 알코올 성분은 18개가 동정되었고 acids는 6개, aldehydes는 12개, ketones 8개, volatile phenolic 3개, furan 3개, hydrocarbon 13 개, 기타성분 24개가 동정되어 다양한 휘발성분이 추출된 것을 확인할 수 있었다. 주요 성분으로는 ethyl hexanoate, ethyl octanoate, ethyl decanoate, ethyl dodecanoate, 1-pentanol, Isoamyl alcohol, 2-phenylethanol으로 나타나 일반적인 알코올 발효 산물인 ester와 알코올류가 가장 높은 함량을 보였고 기타 aldehydes, ketones, volatile phenols 등은 낮은 수준으로 나타났다. 향기성분 분석 결과 두드러지게 다른 향기패턴을 나타낸 시료를 선발하여 기존의 GC-O 분석법을 적용하여(detection frequency 방법) 향기활성성분을 파악하고자 한다.

전반적인 상압증류를 하는 MSJ 제품의 향기성분이 다른 시료에 비해 다양하게 많은 것으로 나타났다. 그 외 시료의 원재료와 숙성 용기에 따라서도 향기성분의 패턴이 다른 것으로 나타났다. 쌀을 이용하여 감압증류를 하는 시료의 경우 유사한 향기패턴을 보였고 향기성분은 가장 적게 나타났다. 쌀을 원료로 사용한 것에 비해 보리나 기타 곡물을 사용한 경우 좀 더 다양한 향기성분이 검출되었다. 쌀을 이용한 경우도 숙성 시 오크통을 사용한 경우 운해나 진로 일품과 같이 좀 더 다양한 향기성분이 추출된 것으로 여겨진다. 향후 다양한 증류식 소주의 개발을 위해 쌀 이외의 다른 곡류와 숙성 용기에 변화를 주는 것도 좋은 다양화 방안으로 여겨진다.

본 연구의 국산 증류식 소주 11종의 향기성분 분석 결과를 활용하여 3개 이상 시료에서 동정된 65개 향기성분을 이용하여 주성분 분석을 실시하였다. 분석결과는 Fig. 6과 같다. 주성분 1은 전체 데이터 변동의 39.5%와 주성분 2는 16.3%를 각각 설명하는 2차원적인 모델을 나타내었다. 주성분 1과 2의 합이 56% 수준으로 전체 데이터에 대한 설명력은 적절한 수준으로 여겨진다. 먼저 시료의 분포를 살펴보면 주성분 1 상으로 오른쪽에 상압증류를 이용한 MSJ가 분포하였고, 주성분 1의 반대쪽으로 감압증류법을 이용하는 다른 시료들이 나타났다. 기본적으로 PC1은 증류방법에 따른 차이를 보여주는 것으로 여겨진다. PC2의 경우 시료의 원재료에 따른 차이를 나타내었다. 보리를 사용하는 WHJ, SKJ의 경우 PC2의 위쪽으로 분포하였고, 쌀을 재료로 하나 오크통 숙성을 하는 OKJ와 JRJ의 경우 PC 2 가운데 쌀을 재료로 감압증류를 하는 다른 시료와 차별화되었다. 쌀, 조, 수수를 사용하는 MBJ의 경우 쌀 증류식 소주와 더 유사한 것으로 나타났다. 향후 일본식 증류주와도 비교 분석을 통해 중요 향기성분 지표 선발이 가능하리라 여겨진다. PC1 상에서 MSJ 는 나머지샘플들과 대비를 보였는데 ethyl octanoate(es17), ethyldecanoate(es36), ethyl dodecanoate(es53), and ethyl tetradecanoate(es64)의 물질과 높은 양의 관계를 나타냈다. 이는 감압증류방식을 사용한 샘플과 유일하게 상압증류식 방법을 사용한 MSJ 따른 차이의 결과로 생각된다. PC2 상에서는 오직 보리원료를 WHJ, SKJ의 샘플과 isoamyl acetate(es6), ethyl octanoate(es17), phenethyl acetate(es52)과 높은 양의관계를 나타내었다. 또한 쌀원료를 사용한 NKJ, LPJ의 경우 알코올 함량이 낮은 결과를 나타냈다. 본 결과로 보아 일반적으로 휘발성 화합물의 조성은 원재료에 따라, 증류방식에 따라 달라지는 것을 나타낼 수 있다.

Fig. 7는 Fig. 6에서 다른 시료와의 향기성분 구성에서 차이가 명확했던 MSJ 시료를 제외하고 나머지 10종의 증류식 소주를 포함하여 다시 주성분 분석을 실시한 결과이다. 주성분 1은 전체 데이터 변동의 31.2%와 주성분 2는 18.3%를 각각 설명하는 2차원적인 모델을 나타내었다. 전반적으로 주성분 1을 따라 보리로 만든 WHJ 시료와 다른 쌀로 만든 NKJ, HBJ, LPJ

간의 대비가 두드러졌고 보리로 만든 WHJ 시료가 에스터, 키톤, 알데하이드 등 여러 가지 복합적인 향기성분이 쌀로 만든 시료에 비해 높게 나타난 것으로 나타났다. 주성분 2 상으로는 쌀, 조, 수수를 재료로 하는 MBJ 시료가 다른 시료와 대비를 이루는 것으로 나타났다. MBJ 시료의 경우 hexanal(ad1), nonanal(ad4), 1-octanol(al14), ethyl lactate(es13), ethyl 7-octanoate(es22), benzaldehyde(ad8) 와 같은 향기성분의 함량이 다른 시료에 비해 높게 나타나 다른 쌀 시료와 분리되어 나타났다. 그러나 위의 향기성분은 일반적인 강한 향기특성이 나타나는 성분은 아니므로 향후 향기활성성분 분석 결과와 연계하여 분석해야 할 것으로 여겨진다.

**Table 12. HS-SPME를 이용한 국내 시판 증류식 소주 11종의 향기성분 분석(ppm, mg/L)**

no	RI	Code	Volatile compound	MSJ	WH J	JRJ	HBJ	SKJ	HAJ	MBJ	HYJ	NKJ	LPJ	OKJ	Id
esters															
1	<945	es1	ethyl acetate	3.71	4.34	6.92		4.40	3.60	3.50	4.37		2.70	3.57	A
2	1006	es2	Isobutyl acetate	0.05	0.38	0.17	0.03	0.14	0.29	0.05	0.35		0.09	0.34	A
3	1033	es3	ethyl butyrate	0.44	0.40	0.63	0.11	0.68	0.71	0.25	0.85		0.87	0.80	A
4	1047	es4	ethyl 2-methylbutanoate	0.24	0.10	0.34	0.07	0.15	0.20				0.36	0.22	B
5	1063	es5	ethyl 3-methylbutanoate	0.16	0.05	0.33	0.02	0.15	0.07				0.13	0.19	A
6	1111	es6	Isoamyl acetate	1.38	29.4 0	5.13	2.67	15.2 7	8.16	2.11	31.2 8	0.41	14.4 1	13.3 6	A
7	1123	es7	ethyl valerate	0.94	0.08	0.33	0.06	0.13		0.04				0.20	A
8	1210	es8	Isoamyl formate	38.0 8	34.4 5	10.7 4								36.2 3	A
9	1219	es9	ethyl hexanoate	23.7 2	14.2 9	10.7 4	2.97	14.1 1	7.09	8.67	14.1 6	0.44	13.6 1	11.0 7	A
10	1269	es10	Phenacyl thiocyanate						0.24						A
11	1318	es11	ethyl heptanoate	4.49	1.38	0.72	0.30	1.12	0.46	0.51	1.35		0.28	1.04	A
12	1337	es12	Isobutyl hexanoate		0.26			0.18	0.30					0.11	A
13	1337	es13	ethyl lactate	14.3 9				0.09	0.15	0.51					A
14	1342	es14	butylhexanoate								0.19				A
15	1370	es15	2-ethylhexyl acetate		0.05			0.42							A
16	1375	es16	ethyl 6-heptenoate							0.48					B
17	1429	es17	ethyl octanoate	238. 85	70.9 7	15.7 3	15.4 8	26.7 9	49.8 1	33.9 0	42.5 7	0.50	6.34	46.2 5	A
18	1438	es18	ethyl (2E)-2-heptenoate		0.44	0.40					0.30			0.27	B
19	1442	es19	pentyl hexanoat					0.17							B
20	1444	es20	Isopentyl octanoate	5.05	0.59	0.12	0.08	0.18	0.32		0.21			0.22	B
21	1470	es21	6-methylheptyl2-propenoate											0.14	B
22	1471	es22	ethyl 7-octanoate		0.38			0.12		3.28	0.19				A
23	1501	es23	Propyloctanoate	1.04					0.21						A
24	1520	es24	ethyl nonanoate	17.8 8	1.21	0.10	0.17	0.13	0.39		0.61			0.45	A
25	1528	es25	Ethyl dl-2-hydroxycaproate	2.09	0.09	0.08		0.08	0.13	0.20			0.20		B
26	1535	es26	butyloctanoate	1.45	0.13										A

27	1538	es27	ethylE-2-octenoate		1.23		0.11	0.35			0.38			0.45	B
28	1539	es28	Isobutylcaprylate	4.39											A
26	1540	es29	octyl formate							0.44					A
29	1545	es30	Isopentyl heptanoate	0.99											A
30	1553	es31	3-methylbutyl methoxyacetate	2.21											B
31	1554	es32	Isoamyl lactate						0.20	0.19					B
32	1570	es33	ethyl 3-nonanoate	1.41				0.21							A
33	1576	es34	ethylpentadecanoate	0.97											B
34	1614	es35	3-(methylthio)-propylacetate		0.26									0.12	B
35	1625	es36	ethyldecanoate	524.73	29.74	0.62	3.10	0.65	8.13	2.23	4.07	0.07	0.24	4.33	A
36	1653	es37	2-methylbutyl octanoate	17.91											B
37	1655	es38	ethyl benzoate		0.18	0.05	0.03	0.07	0.08	0.15	0.13		0.02		A
38	1657	es39	ethyl trans-4-decenoate	10.65	1.22			0.11							A
39	1664	es40	Diethyl butanedioate	18.44	10.49	0.66	0.14	3.61	4.55	8.74	0.50	0.14	0.78	0.70	B
40	1679	es41	ethylundecanoate	2.68											A
41	1691	es42	ethylpentadecanoate	1.70											B
42	1697	es43	13-Methyl-11-pentadecanol acetate	0.67											B
43	1708	es44	propyldecanoate	1.28											A
44	1725	es45	ethyl undecanoate	3.07											A
45	1739	es46	Isobutyl decanoate	2.89											A
46	1764	es47	methyl 2-hydroxy-benzoate		0.65	0.27	0.23	0.46	0.35	0.25	0.33	0.08	0.23	0.45	B
47	1771	es48	Ethyl benzeneacetate	1.54	1.12	0.15	0.04	0.62		0.30	0.20		0.10	0.23	B
48	1776	es49	diethyl4-oxoheptadecadiolate							0.11					B
49	1776	es50	diethyl succinate						0.33						A
50	1777	es51	diethyl 4-oxo-5-penylpentanoate	2.03											B
51	1799	es52	phenethyl acetate	3.86	29.23	1.16	1.31	11.55	1.20	1.89	12.93	0.16	1.73	12.96	A
52	1833	es53	ethyl dodecanoate	160.25	1.07	0.27	0.16	0.26	1.45	0.79	0.68	0.00	0.19	0.40	A
53	1844	es54	Isoamyldecanoate	7.64					0.09						B
54	1854	es55	neopentyl nonyl oxalate								0.04	0.09	0.14		B
55	1866	es56	ethyl3-phenylpropanoate	2.02					0.03	0.17					B
56	1876	es57	ethyltridecanoate	0.65											A
57	1880	es58	ethyl 3-methylbutyl butanediate	4.92	0.65	0.03		0.14	0.46	0.31				0.05	B
58	1894	es59	Ethyl 2,4-decadienoate	0.86											B
59	1904	es60	methyl dodecadienoate	0.88											B
60	1923	es61	ethyldecanoate	1.02											B
61	1965	es62	Ethyl 4-methyloctanoate							0.13					B
62	1982	es63	farnesyl acetate 2	0.41											B
63	2031	es64	ethyltetradecanoate	69.27	0.48	0.13	0.17	0.16	0.82	0.34	0.78			0.36	A





5	2245	ac5	Decanoic acid	9.03					0.31	0.11				0.31	B
6	2455	ac6	Dodecanoic acid	1.07											B
ketones															
1	1042	ke1	2-methyl-3-heptanone											0.56	B
41	1376	ke2	2-nonanone		0.15	0.06	0.13	0.11	0.14				0.05	0.11	A
2	1549	ke2	4-iospropylcyclo-2-hexenone	2.46											B
3	1582	ke3	2-undecanone	1.61	0.15				0.07	0.06				0.08	B
4	1753	ke4	Thujone	0.96											B
5	1792	ke5	2-tridecanone	1.03											B
6	1863	ke6	5-phenyl-2-pentanone	0.32											B
7	1998	ke7	2-pentadecanone	1.02											B
172	2010	ke8	dihydro-5-pentyl-2(3H)-Furanone	0.57	0.04			0.03	0.03	0.02				0.02	B
volatile phenols															
1	1841	ph1	2-methoxy-Phenol		0.44			0.31		0.15					B
2	2172	ph2	2-methoxy-4-vinylphenol		0.39										B
3	2281	ph3	2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-Phenol	0.91	0.88	0.74	0.86	0.79	0.51	0.55	0.66	0.35	0.37	0.62	B
furans															
1	1222	fr1	2-pentyl-furan	1.06		0.08				0.85				0.13	A
2	1442	fr2	1-methoxy-2-ethoxyethyl-furan	1.15						0.43					B
3	2199	fr3	2-octyl-furan	0.60											B
hydrocarbones															
1	<945	hc1	1,1-diethoxy-ethane			0.69	3.51					1.32		0.53	A
2	1080	hc2	3-methyl-heptane							0.54					B
3	1249	hc3	1,1,2,2-tetraethoxy-ethane			0.39									B
4	1279	hc4	1,4-dimethyl-Bicyclo[2.1.0]pentane	1.03											B
5	1344	hc5	(1-methylbutyl)-oxirane	1.03											B
6	1441	hc6	1,2-dimethyl-cyclopentane						0.17						B
7	1440	hc7	1,1-dimethyl cyclohexane	0.91											B
8	1494	hc8	Pentadecane	0.54											A
9	1512	hc9	vitispirane	2.01											B
10	1741	hc10	cyclododecane							0.22				0.21	B
11	1743	hc11	Butyl-2-methylcyclopropane	3.75											B
12	2082	hc12	Tricyclo[5.3.0.0(3,9)]decane	1.75											B
13	2143	hc13	cyclododecane	0.61											B
miscellaneous															
3	1141	ms3	decamethyl-cyclopentasiloxane	0.35	0.29	0.29	0.17	0.30	0.24	0.30	0.31	0.21	0.18	0.22	B
5	1246	ms5	Styrene	0.68						0.03					A
7	1270	ms7	Benzoylbromide			0.09	0.09		0.18		0.25	0.13	0.20		B
9	1303	ms9	dodecamethyl-cyclohexasiloxane	0.22	0.16	0.16	0.10	0.19	0.29	0.28	0.41	0.08	0.09	0.17	B



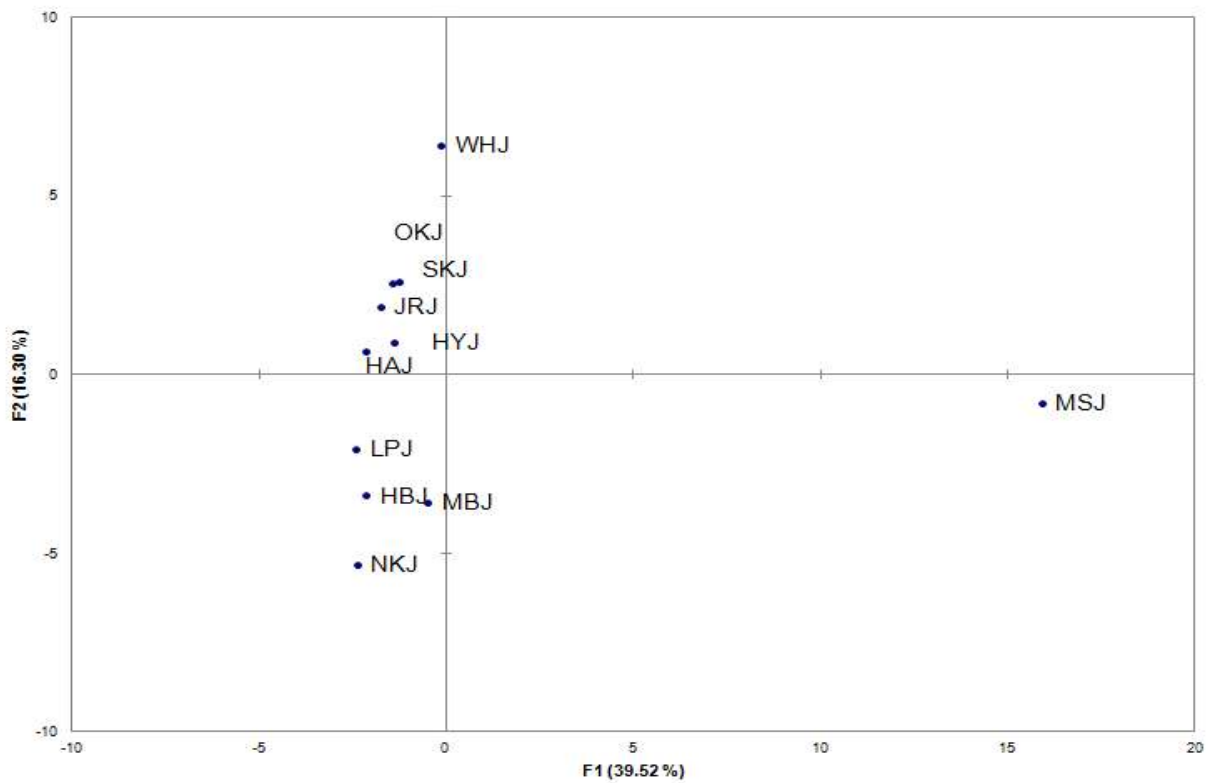
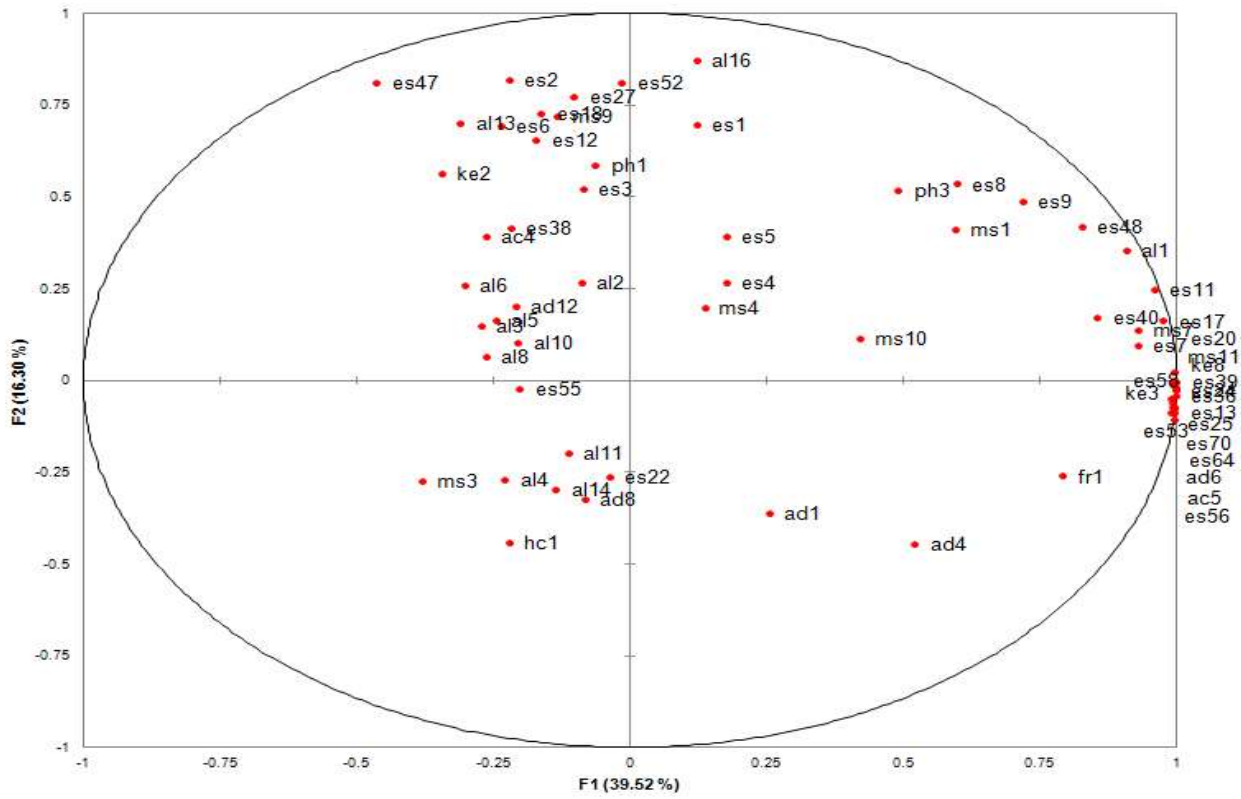


Fig. 6. 시판 증류식 소주 11종 향기성분 분석결과를 활용한 주성분 분석(65종 향기성분 적용)



다. HS-SPME을 이용한 시판 증류식 소주 6종의 GC-O 분석

GC-O 분석을 위한 시료선정은 향기성분 및 묘사분석 분석결과를 바탕으로 주성분 분석을 통해 서로 다른 관능 및 향기특성을 나타내는 6종(MSJ, HAJ, JRJ, MBI, NKJ, WHJ)을 분석 시료로 선정하였다. 휘발성향기성분과 묘사분석 결과의 PCA는 Fig. 8, 9와 같다.

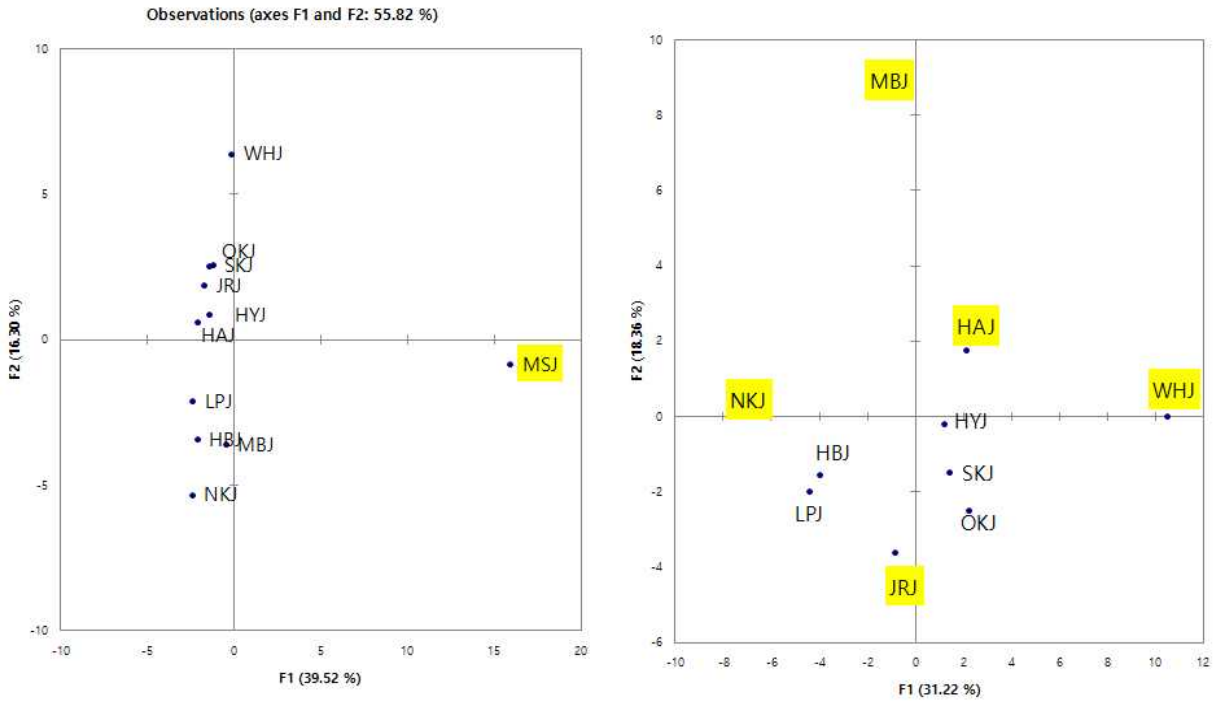


Fig. 8. 시판 증류식 소주 11종 향기성분 분석결과(왼), MSJ를 제외한 증류식 소주 10종 향기성분 분석결과(오)를 활용한 주성분 분석(65종 향기성분 적용)

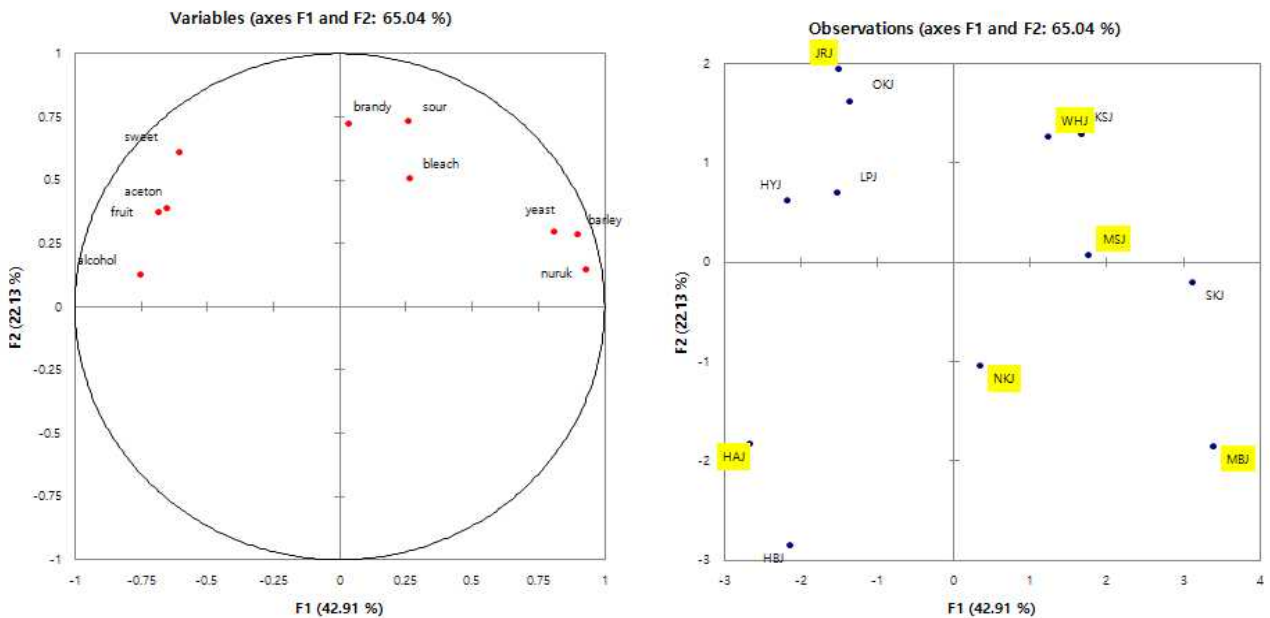


Fig. 9. 시판 증류식 소주 12종 묘사분석결과를 활용한 주성분 분석 (10개 향기 관능특성적용)

GC-O 분석결과는 Table 12와 같다. 분석결과 총 44종의 향기활성성분이 검출되었고 문헌과의 비교를 통해 33개의 향기활성물질이 동정되었다. 그 중 3개 이상 시료에서 2명 이상의 패널이 검출한 주요 향기활성성분은 ethyl-3-methylbutanoate, Isobuthyl alcohol, Isoamyl acetate, ethyl hexanoate, ethyl heptanoate, ethyl octanoate, ethyl decanoate, Diethyl butanedioate, 2-phenyl ethanol, ethyl tetradecanoate, 로 총 10개의 향기활성성분이 주요한 성분으로 나타났다. 2차년도의 발효제의 주요향기활성성분으로 알데하이드와 케톤류가 많았던 것과 비교하여 증류식 소주의 경우 증류과정을 거치면서 증류 시 에스테르화 반응에 의해 에스터류의 향기성분이 대부분의 주요향기활성성분으로 검출되었다고 보여진다. 또한 11종의 국내 시판 증류식 소주의 GC-MS 분석 시 주요 휘발성향기성분으로 ethyl hexanoate, ethyl octanoate, ethyl decanoate, ethyl dodecanoate, 1-pentanol, Isoamyl alcohol, 2-phenylethanol가 동정 되었으며, GC-O 분석과 비슷한 결과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 Ester류는 양적인 면에서 함유량이 적으나 방향(芳香)을 가지는 미량 향기성분으로도 중요시되며 특히 주류에서 alcohol류와 aldehyde류 보다 기여도가 크다는 연구결과들과 일치하는 결과를 보였다.

각각의 시료에서 MSJ의 경우 총 16종의 향기활성성분이 동정되었으며 그 중 3명 이상의 패널이 검출한 주요 성분은 8종(ethyl-3-methylbutanoate, ethyl hexanoate, 2-pentyl-furan, ethyl octanoate, 2-phenylethyl acetate, 2-phenyl ethanol, ethyl tetradecanoate, ethyl pentadecanoate)으로 휘발성향기성분분석 선행연구와 Aroma description을 비교한 결과 2-phenyl ethanol(mild, warm, rose, honey-like)과 ethyl pentadecanoate(odorless)를 제외한 6종의 향기성분이 주요 향기활성성분으로 동정되었다. JRJ의 경우 14종의 향기활성성분 중 5종(Isobuthyl alcohol, ethyl hexanoate, ethyl heptanoate, ethyl nonanoate, 2-phenyl ethanol)이 3명이상이 패널이 향기특성을 묘사하였으며 주로 과일향과 브랜디향, 꿀향과 같은 단향이 Aroma description로 나타나 선행연구와 비교하여 5종 모두 JRJ의 주요향기활성성분으로 동정하였다.

WHJ의 경우 17종의 향기활성성분 중 2종(ethyl octanoate, ethyl-hexadecanoate)의 주요 향기활성성분을 나타냈으며. 브랜디향, 왁스향과 같은 Aroma description을 보여 선행연구와 동일한 결과를 보였다. MBJ의 경우 18종의 향기활성성분 중 3종(ethyl hexanoate, ethyl octanoate, 4-ethyl phenol)으로 과일향, 브랜디향, 단향의 Aroma description를 보이는 주요향기활성성분으로 동정되었다. NKJ의 경우 10종의 향기활성성분 중 1종(Diethyl butanedioate)으로 나타났다. GC-MS 분석 시 휘발성향기성분의 양이 가장 적게 분석되었던 결과와 GC-O 분석 결과와 일치하는 것으로 나타났다. HAJ의 경우 13종의 향기활성성분 중 7종(ethyl-3-methylbutanoate, Isoamyl acetate, ethyl hexanoate, ethyl heptanoate, Isopentyl octanoate, 2-phenyl ethanol, ethyl tetradecanoate)의 주요향기활성성분을 동정했다.

GC-O 분석을 통하여 3개 이상 시료 검출되었으며 주요향기활성성분으로 2번 이상 동정된 향기활성성분은 총 6종(ethyl-3-methylbutanoate, ethyl hexanoate, ethyl heptanoate, ethyl octanoate, 2-phenyl ethanol, ethyl tetradecanoate)으로 나타났다. 2-phenyl ethanol의 경우 alcohol류 중 장미, 오렌지 꽃과 같은 천연 정유에서 발견되는 향기성분으로 알려져 있으며 뽕쌀, 보리쌀, 찹쌀탁주에서도 향기성분분석 시 높은 면적비율을 차지한다고 알려져 있다. ethyl octanoate는 파인애플향을 나타내는 것으로 보고되어지고 있으며 증류과정에서 octanoic acid와 ethanol이 에스테르화반응을 통해 생성되어진다고 생각된다. ethyl hexanoate는 사과와 주요향기성분으로 알려져 있으며 국내 시판탁주에서 검출되어 보고되어진바 있다.

**Table 12. 증류식 소주 6종의 GC-O 분석 결과**

RI	KI	Tentative identification	Detection frequency						Aroma description	Aroma characteristics
			MSJ	JRJ	WHJ	MBJ	NKJ	HAI		
<b>esters</b>										
<945	875	Ethyl acetate	2	0	0	2	0	0	꽃, 단향	ether-like, fruity odor
1033	1025	ethyl butyrate	0	0	2	0	0	0	사과, 과일향	banana, pineapple odour
1063	1066	ethyl-3-methylbutanoate	3	2	2	0	0	3	청포도, 포도사탕, 알코올, 에탄올, 꽃향	vinous, apple-like odor
1111	1110	Isoamyl acetate	0	0	0	2	2	3	코코넛향, 바나나, 바닐라향, 상큼한향	bananan-like odor
1210	1107	Isoamyl formate	0	0	2	0	0	0	화이트와인, 슬향	plum-like odour
1219	1223	ethyl hexanoate	4	4	2	3	2	4	건과일향, 알코올향, 과일향, 식초, 단향,	wine like odor
1318	1321	ethyl heptanoate	2	4	0	0	0	4	브랜디향, 꽃향, 단향, 바나나향	wine, brandy-like
1337	1325	ethyl lactate	0	0	0	2	0	0	빵굽는냄새, 카라멜향	ethereal, buttery odour
1337	1346	isobutyl hexanoate	0	0	2	0	0	0	단향, 사탕향	fruity, cocoa odour
1429	1423	ethyl octanoate	4	0	3	3	2	2	꽃향, 브랜디, 건과일향, 청포도향,알코올,	wine brandy, fruity floral odour
1444	1648	Isopentyl octanoate	0	0	0	0	0	3	커피향, 에탄올향	fruity odour
1471	1426	ethyl-7-octanoate	0	0	0	2	0	0	메주가루냄새, 발효향	odorless
1520	1523	ethyl nonanoate	0	3	0	0	0	2	사과향, 대추달인향, 초코바닐라향, 바닐라향	fatty, fruity brandy-like odour
1625	1624	ethyl decanoate	2	0	2	2	0	0	나무탄내, 약냄새, 약품냄새, 가루약냄새	oily brandy-like odour
1664	-	Diethyl butanedioate	2	2	0	2	3	2	꽃향, 브랜디향, 밀크카라멜, 단향	faint pleasant odour
1764	-	methyl-2-hydroxybenzoate	0	2	0	0	0	0	단향, 배향	with an odour of wintergreen
1739	1757	isobutyl decanoate	2	0	0	0	0	0	구린내 흠냄새	odorless
1799	1773	2-phenylethyl acetate	4	0	0	0	2	0	곡물냄새, 건과일향, 남자향수냄새	very sweet, rosy-fruity honey-like
2031	2027	ethyl tetradecanoate	3	0	0	2	0	3	누룩향, 효모향, 군덕내, 빨래삶는향	waxy odour
2125	2144	ethyl pentadecanoate	3	0	0	0	0	0	곰팡이향, 누룩향, 찢옥수수향	odorless
2228	2252	ethyl-hexadecanoate	0	0	3	0	0	0	효모냄새, 식초향, 막걸리냄새	waxy odour



RI	KI	Tentative identification	Detection frequency						Aroma description	Aroma characteristics
			MSJ	JRJ	WHJ	MBJ	NKJ	HAJ		
<b>alcohols</b>										
945	915	Ethanol	0	0	2	2	2	0	식초, 과일식초, 레몬, 박하, 과일	weak, ethereal, vinous odor
1098	1054	Isobuthyl alcohol	0	3	2	2	0	2	술잎향, 멘솔향, 단향, 달고나향, 청포도향	sweet, musty odor
1146	1121	1-butanol	0	0	2	0	0	0	고무냄새, 고무탄내	mildly alcoholic odor
1204	1185	Isoamyl alcohol	0	2	0	0	0	0	누룽지향	disagreeable odor
1341	1316	1-hexanol	0	0	0	0	2	0	새콤달콤한 과일	mild sweet, green
1887	-	2-phenyl ethanol	4	4	2	0	0	3	홍삼캔디, 과일향, 브랜드, 림향, 열대과일, 꽃향,	mild, warm, rose, honey-like
1982	1971	phenol	0	0	0	0	0	2	과일향, 오이향	a sweet, acrid odor
2145	-	4-ethyl phenol	0	0	0	3	0	0	빵냄새, 빵굽는냄새, 버터빵냄새	sweet odour
<b>aldehydes, ketones, Miscellaneous</b>										
<945	-	unknown	0	0	2	0	0	0	화이트와인, 청포도향	
1042	-	unknown	0	0	0	2	0	0	메주, 술향	
1042	-	unknown	0	0	0	2	0	0	메주향, 술향	
1141	-	unknown	2	0	0	0	0	0	꽃향, 누룩향	
1222	1229	2-pentyl-furan	3	0	0	0	0	0	민트향, 아세톤	fruit odor
1280	1278	Octanal	0	2	0	0	0	0	단향, 카라멜향	fatty orange odor
1376	1420	2-nonanone	0	2	2	0	0	0	청포도향, 스파클링와인, 단향, 시큼한향	fruity, floral, fatty, herbaceous odor
1489	-	unknown	0	0	0	2	0	0	포도향, 건포도향	
1554	-	unknown	0	0	0	2	0	0	코코넛향, 코코넛	
1741	-	unknown	0	0	0	0	2	0	꽃, 과일향	
1854	-	unknown	0	0	0	0	4	0	군밤냄새, 효모향, 분냄새	
2010	-	unknown	0	2	0	0	0	0	와인향, 와인	
2017	-	3,4-dimethoxy-Styrene	0	0	2	0	0	0	간장향, 맛밤향	sweet, floral penetrating aroma
2046	-	unknown	0	0	2	0	0	2	바닐라커피향, 단향	
2281	-	unknown	2	2	0	2	2	0	메주향, 시큼한향, 식초향, 아세톤, 꿀향, 바나나향	

### 3. 시판 증류식 소주의 정량적 관능특성 분석

#### 가. 묘사특성 용어 선정

국내시판 증류식 소주 12종에 대하여 묘사특성 용어를 도출한 결과는 Table 13과 같다. 향에서는 알코올향, 과일향, 신향, 단향, 누룩향, 효모향, 구수한향, 브랜디향, 아세톤향, 화학약품향의 10가지 항목, 맛에서는 알코올맛, 신맛, 쓴맛, 효모맛, 단맛, 과일맛의 6가지 항목, 텍스처/입안감촉에서는 뽀얀맛, 청량감, 쏘는 느낌, 지속성, 묵넘김, 바디감의 6가지 항목이 도출되었다. 묘사용어 추출을 통해 얻어진 묘사용어들 중 Stone과 Sidel이 제시한 방법에 따라 평가할 시료에 대해 최종적으로 개념의 일치가 얻어진 특성 총 22가지의 용어가 선정되었다.

#### 나. 묘사분석을 이용한 시판 증류식 소주의 관능특성

국내시판 증류식소주 12종의 삼원 분산분석(three way analysis of variance)결과는 Table 14와 같다. 각 시료(sample)간에는 알코올맛, 텍스처/입안감촉 전반을 제외한 모든 항목에서 유의적인 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ). 전반적인 텍스처/입안감촉의 각 시료(sample)간에는 모두 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이는 본 실험에서 알코올 도수를 20도로 보정하여 연구결과에 영향을 미친 것으로 여겨진다. 증류식 소주의 패널과 시료간의 교호작용(judge\*sample)이 일부인 12가지 항목(신향, 과일향, 효모향, 누룩향, 아세톤향, 화학약품향, 브랜디향, 단맛, 쓴맛, 효모맛, 뽀얀맛, 묵넘김)에서 확인되었으나 이러한 차이에도 불구하고 시료간의 유의적 차이가 확인되었다. 반면 그 외의 항목(rep\*judge, rep\*sample)에서는 낮은 수준의 유의적 교호작용이 나타났다. 이를 통해 서로 다른 방식으로 패널 간에 시료의 평가가 이루어졌으나, 시료 간에 유의적인 차이가 있는 것으로 보아 반복실험에 따라 전반적으로 패널들이 시료간의 평가를 일관된 방법으로 이루어졌음을 알 수 있었다.

**Table 13. 증류식 소주의 관능특성 정의 및 표준물질 정보**

	Attribute	Written definition	physical standards
code	향 (Aroma) ( 약한 - 강한 )		
Alcohol	Alcohol (알코올향)	Alcohol aroma	25% (W/V) ethanol
Sour	Sour (신향)	sour aroma	1 mL vinegar /50 mL distilled water
Sweet	Sweet (단향)	Sweet aroma	Honey 20 g /100 mL distilled water
Fruits	Fruits (과일향)	From fruit aroma (ex : pear)	Crushed pear 30 g /30 mL distilled water
Nuruk	Nuruk (누룩향)	Nuruk aroma	Nuruk 10 g /100 mL distilled warm water
Yeast	Yeast (효모향)	From activated yeast aroma	Yeast 0.1% in 10% warm sugar solution overnight
Brandy	Brandy (브랜디향)	Brandy aroma	70 mL brandy /30 mL distilled water
Aceton	Aceton (아세톤향)	Aceton aroma	5 mL aceton /100 mL distilled water
Bleach	Bleach (화학적냄향)	From Bleach aroma in hydrogen peroxide	2 mL hydrogen peroxide /100 mL distilled water
Barley	Barley (구수한향)	From artipical barely	artipical barely drink
맛 (Flavor/Taste) ( 약한 - 강한 )			
Alcohol_T	Alcohol (알코올맛)	Alcohol taste	25% (W/V) ethanol
Sweet_T	Sweet (단맛)	Sweet taste	sucrose 6% (W/V)
Fruits_T	Fruits (과일맛)	From fruits taste (ex : green grape)	50 mL white wine /500 mL distilled water
Sour_T	Sour (신맛)	Sour taste	Citric acid 0.25% (W/V)
Bitter_T	Bitter (쓴맛)	Bitter taste	Anhydride caffeine 0.1%
Yeast_T	Yeast (효모맛)	From activated yeast taste	Yeast 0.1% in 10% warm sugar solution overnight
텍스퍼/입안감촉 (Texture/ Mouthfeel) ( 약한 - 강한 )			
Astringent	Astringent (떫은감)	Mouthfeel of dryness	Aluminium sulfatè 0.1% (W/V)
Body	Body (바디감)	Full-bodyness while tasting	No physical standards
Continuation	Continuation (지속성)	Feeling of continuing taste	No physical standards
Pungent	Pungent (톡 쏘는 느낌)	Pungent taste	No physical standards
Swallow	Swallow (복넘김)	Iritation while swallowing	No physical standards
Cooling_s	Cooling sensation (청량감)	Cool feeling	Crushed peppemint candy

묘사분석 결과는 10명 검사원의 2회 반복 측정된 결과의 평균점과 다중비교검정 (Duncan's test) 결과는 Table 15와 같다. 관능특성에 관한 시료별 평균값 비교 및 유의도 검정에 관한 내용은 9점 척도를 사용하였다. 시료간의 차이를 잘 파악하기 위해 cob-web 그래프로 Fig. 10과 같이 제시하였다. 향 특성 분석 결과를 살펴보면 HAJ시료가 6.50로 알코올향이 가장 높게 나왔고, MBJ시료가 4.75로 가장 낮게 나타났다. 단향과 과일향은 OKJ, WHJ, HYJ 시료가 높게 나타났고, MSJ, MBJ, KSJ시료가 낮은 강도를 나타내며 두 특성사이에 유사한 경향이 있음을 볼 수 있었다. 구수한향과 효모향은 원재료가 보리인 WHJ, SKJ시료가 높게 나왔고 누룩냄새는 MSJ시료가 6.05로 높게 나오고 다른 시료들은 중간 강도 6점을 넘지 않으며 유사한 강도 수준을 보였다. 술덧을 제조할 시 원료 및 증류하는 방법, 숙성방법 등 제조방법이 최종 시료의 향 특성에 여러 측면으로 영향을 미치는 요인으로 보여 진다. 브랜디향은 참나무통에 10년 숙성한 JRJ시료가 6.70, 오크통에 10년 숙성한 OKJ시료가 6.00로 다른 시료에 비해 높은 강도를 보였다. 발효주를 증류한 후 목통에 저장 숙성한 술은 숙성과정 중에 목통으로부터의 향미가 생성되어 술의 품질을 상승시키는 작용을 하는 것으로 알려져 있다.

맛 특성을 살펴보면 증류식 소주의 높은 알코올의 특성상 알코올맛과 단맛 이외에는 다른 맛의 특성이 크게 나타나지 않았다. 알코올맛의 경우 모든 시료가 중간 값 5점 이상으로 시료의 특성이 잘 반영된 결과이며 특히 HAJ시료가 6.85로 알코올향 6.50과 동일하게 높은 값을 보였다. 신맛과 효모맛에서는 대부분의 시료가 중간 값 5점 이하의 값을 보이며 증류식 소주의 도드라지지 않는 특징임을 볼 수 있었다. 증류식 소주의 특성상 쓴맛이 두드러지는 높은 값을 보일 것으로 예상하였으나, MSJ시료 6.10값을 제외하고는 전체적으로 중간 값인 5점대를 나타냈다. 이는 증류식 소주의 도수를 20 도로 조절한 결과로 여겨진다.

입안감촉을 나타내는 뚝은맛과 바디감은 대체적으로 모든 시료에서 낮은 강도를 나타내었으며 청량감과 지속성의 경우 평균정도의 강도를 나타내며 시료간의 격차가 크게 나타나지 않았다. KSJ, MSJ시료가 다른 시료에 비해 입안 감촉 특성 전반적으로 높은 수준을 보였다. 이는 제조방법을 달리하여 나타난 결과로 생각되어진다. KSJ, MSJ시료는 나머지 10개의 시료가 감압증류를 이용하여 만들어진 것과 달리, 상압증류 방법을 이용하여 내린 증류식 소주이다. 상압증류 방법을 이용하면 증류식 소주에 좀 더 강한 특성이 나타나는 선행연구와 일치하는 결과로 보여 진다.

묘사분석 결과로 도출된 관능특성 용어간의 상관관계 유의적 차이를 보이지 않은 입안 감촉을 제외하여 분석하였다. 분석결과는 Table 16과 같다. 알코올향은 효모향, 구수한향과 음의 상관관계를 나타내었으며 아세톤맛, 알코올맛과는 높은 양의 상관관계를 나타내며 향과 맛이 동일한 평가로 이루어졌음을 알 수 있었다. 신향은 알코올맛과 음의 상관관계 나타냈다. 단향과 과일향은 과일맛과 서로 높은 양의 상관관계를 보였으며, 누룩향과 효모맛과는 음의 상관관계를 나타냈다. 발효향미인 구수한향, 누룩향, 효모향, 효모맛은 서로 특성 간에 높은 양의 상관관계를 보이며, 관능특성이 서로 연관되어 있음을 알 수 있었다.

묘사분석 데이터에 대한 주성분 분석(Principal Component Analysis) 결과는 Fig. 11과 같다(분산분석 결과 유의적 차이가 없었던 알코올맛, 전반적인 텍스처 특성은 제외하였다.). Fig. 11. a)의 경우 관능적 특성을 점으로 제시하였고 Fig. 10. b)의 경우 각 시료의 분포를 나타내었다. 그림에서 보이는 바와 같이 분석결과는 첫 번째 주성분 PC1은 데이터 편차의 37.35%, 두번째 주성분 PC2는 전체 데이터 편차의 23.71%로 각각 데이터 값을 대표하고 있다. Fig. 7의 관능특성 항목의 분포를 보면 PC1의 음의 방향으로 과일향, 과일맛, 단향, 단맛, 브랜

디향이 나타났고 오른쪽으로는 효모 관련특성(효모향, 효모맛, 누룩향, 구수한향)이 강한 대비를 나타냈고 서로 가까이 분포하여 상관관계가 높은 것으로 여겨진다. PC2 상으로는 Y축 방향으로 위쪽으로 신향, 화학약품향의 특성이 나타났고 반대편으로 알코올향과 쓴맛이 분포하였다.

시료의 분포를 살펴보면 Fig. 11. b)에서 나타난 바와 같이 PC1의 제일 오른쪽으로 SKJ, WHJ시료가 나타났다. 이 시료들의 원재료는 보리 100%로서 Fig. 5 a)에 PC1의 양의 방향으로 발효향미(효모향, 효모맛, 구수한향, 구수한맛)이 높게 나타난 것과 상관관계가 있는 것으로 생각되어진다. 반대편으로는 OKJ, JRJ시료가 분포하였는데 이 시료들은 관능특성 결과, 단향과 단맛, 과일향, 과일맛이 높게 나타났다. 또한 PC1의 왼쪽에 OKJ, JRJ시료가 브랜디향 특성이 나타났는데 이는 참나무통과 오크통에 숙성한 결과로 술을 보관한 통의 종류의 요인으로 생각되어진다.

Table 14. 증류식소주 묘사분석의 삼원분산분석 결과(n = 2 reps × 10 judges × 12 samples)

Attribute		Rep	Judge	Sample	Judge*Sample	Rep*Judge	Rep*Sample
Alcohol	F value	3.77	1.00	1.05	0.97	0.10	10.83
	Pr > F	NS <sup>1)</sup>	***	***	NS	NS	NS
sour	F value	2.59	2.05	2.91	1.46	5.57	9.10
	Pr > F	*	***	**	**	**	NS
Sweet	F value	0.18	6.29	6.36	1.08	2.47	1.60
	Pr > F	NS	***	***	NS	*	NS
Fruit	F value	0.06	3.46	6.01	1.53	2.40	1.61
	Pr > F	NS	**	***	*	*	NS
Yeast	F value	1.80	5.70	6.94	1.71	0.93	0.99
	Pr > F	NS	***	***	**	NS	NS
Nuruk	F value	7.51	8.28	14.66	1.62	3.35	2.53
	Pr > F	**	***	***	**	**	**
Barely	F value	6.30	13.93	5.68	1.08	2.25	1.32
	Pr > F	*	***	***	NS	*	NS
Aceton	F value	3.30	10.84	3.30	1.66	1.84	2.03
	Pr > F	NS	***	***	**	NS	*
Bleach	F value	1.38	14.54	4.55	1.88	2.67	2.83
	Pr > F	NS	***	***	**	**	**
Brandy	F value	0.08	22.49	9.76	2.60	2.51	1.85
	Pr > F	NS	***	***	***	*	NS
Alcohol_T	F value	0.79	10.69	1.47	0.96	0.95	1.05
	Pr > F	NS	***	NS	NS	NS	NS
Sweet_T	F value	8.69	5.98	2.65	1.65	2.56	1.49
	Pr > F	**	***	**	**	*	NS
Fruit_T	F value	0.37	8.52	3.29	1.39	4.73	0.79
	Pr > F	NS	***	**	NS	***	NS
sour_T	F value	4.80	30.14	2.34	1.21	2.68	0.81
	Pr > F	*	***	*	NS	**	NS
Bitter_T	F value	0.05	26.74	2.44	1.60	1.23	1.72
	Pr > F	NS	***	**	*	NS	NS
Yeast_T	F value	3.82	8.47	5.76	1.75	1.88	1.11
	Pr > F	NS	***	***	**	NS	NS
Pungent	F value	0.45	6.91	0.96	1.17	0.88	0.96
	Pr > F	NS	***	NS	NS	NS	NS
Astringent	F value	7.75	25.57	1.28	1.44	1.34	2.58
	Pr > F	**	***	NS	*	NS	**
Cooling_s	F value	1.94	7.59	0.67	1.01	0.82	0.73
	Pr > F	NS	***	NS	NS	NS	NS
Continuation	F value	0.00	9.26	0.53	1.07	0.89	1.16
	Pr > F	NS	***	NS	NS	NS	NS
Swallow	F value	0.00	10.45	1.11	1.43	2.04	1.17
	Pr > F	NS	***	NS	*	*	NS
Body	F value	1.87	8.69	1.09	1.03	0.72	1.17
	Pr > F	NS	***	NS	NS	NS	NS
<i>df</i>		1	9	11	99	9	11

1) NS : not significant, \*: p<0.05, \*\*: p<0.01, \*\*\*: p<0.001, \*\*\*\*: p<0.0001

**Table 15.** 증류식소주 12종의 관능특성에 관한 시료별 평균값 비교 및 유의도 검정

Code	향 (Aroma)									
	Alcohol	sour	Sweet	Fruit	Yeast	Nuruk	Barely	Aceton	Bleach	Brandy
<b>JRJ</b>	5.95 <sup>abc</sup>	4.70 <sup>bcd</sup>	6.85 <sup>a</sup>	5.60 <sup>bcd</sup>	4.35 <sup>ef</sup>	3.95 <sup>bcd</sup>	4.30 <sup>cd</sup>	5.90 <sup>a</sup>	5.15 <sup>abc</sup>	6.70 <sup>a</sup>
<b>HYJ</b>	6.45 <sup>a</sup>	4.95 <sup>abc</sup>	6.20 <sup>abc</sup>	6.70 <sup>a</sup>	4.75 <sup>de</sup>	3.50 <sup>de</sup>	4.25 <sup>cd</sup>	5.85 <sup>a</sup>	4.65 <sup>bcd</sup>	4.50 <sup>de</sup>
<b>LPJ</b>	6.25 <sup>ab</sup>	5.15 <sup>abc</sup>	6.15 <sup>abcd</sup>	6.20 <sup>abc</sup>	4.50 <sup>def</sup>	3.70 <sup>de</sup>	4.15 <sup>cde</sup>	5.60 <sup>ab</sup>	5.25 <sup>ab</sup>	4.35 <sup>cde</sup>
<b>MBJ</b>	4.75 <sup>d</sup>	4.45 <sup>d</sup>	4.75 <sup>f</sup>	4.35 <sup>f</sup>	5.55 <sup>abc</sup>	5.50 <sup>a</sup>	5.20 <sup>ab</sup>	4.70 <sup>cd</sup>	4.60 <sup>bcd</sup>	4.70 <sup>bcd</sup>
<b>NKJ</b>	6.20 <sup>ab</sup>	5.20 <sup>ab</sup>	5.40 <sup>def</sup>	5.10 <sup>defg</sup>	4.05 <sup>ef</sup>	4.00 <sup>bc</sup>	4.90 <sup>abc</sup>	4.50 <sup>d</sup>	4.55 <sup>bcd</sup>	4.25 <sup>de</sup>
<b>WHJ</b>	5.50 <sup>bcd</sup>	5.50 <sup>a</sup>	6.40 <sup>ab</sup>	6.05 <sup>abc</sup>	5.85 <sup>ab</sup>	4.65 <sup>b</sup>	5.10 <sup>ab</sup>	4.80 <sup>bcd</sup>	4.45 <sup>cd</sup>	4.80 <sup>bcd</sup>
<b>SKJ</b>	5.20 <sup>cd</sup>	4.95 <sup>abc</sup>	5.40 <sup>def</sup>	5.40 <sup>def</sup>	6.15 <sup>a</sup>	5.50 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>	4.45 <sup>d</sup>	4.25 <sup>d</sup>	5.00 <sup>bc</sup>
<b>OKJ</b>	5.95 <sup>abc</sup>	5.25 <sup>ab</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.40 <sup>ab</sup>	4.50 <sup>def</sup>	3.65 <sup>cde</sup>	4.65 <sup>bc</sup>	5.45 <sup>abc</sup>	4.20 <sup>d</sup>	6.00 <sup>a</sup>
<b>HAI</b>	6.50 <sup>a</sup>	4.45 <sup>d</sup>	5.65 <sup>bcd</sup>	5.65 <sup>bcd</sup>	3.90 <sup>f</sup>	3.20 <sup>de</sup>	3.45 <sup>e</sup>	5.45 <sup>abc</sup>	4.05 <sup>d</sup>	4.50 <sup>de</sup>
<b>MSJ</b>	6.05 <sup>ab</sup>	5.05 <sup>abc</sup>	4.85 <sup>f</sup>	4.60 <sup>fg</sup>	4.80 <sup>de</sup>	6.05 <sup>a</sup>	4.65 <sup>bc</sup>	5.35 <sup>abc</sup>	5.65 <sup>a</sup>	4.85 <sup>bcd</sup>
<b>HBJ</b>	6.05 <sup>ab</sup>	4.15 <sup>d</sup>	5.50 <sup>def</sup>	5.55 <sup>de</sup>	3.80 <sup>f</sup>	3.10 <sup>e</sup>	3.85 <sup>de</sup>	5.40 <sup>abc</sup>	3.95 <sup>d</sup>	3.85 <sup>e</sup>
<b>KSJ</b>	6.25 <sup>ab</sup>	5.25 <sup>ab</sup>	5.15 <sup>ef</sup>	4.75 <sup>efg</sup>	5.25 <sup>bcd</sup>	5.45 <sup>a</sup>	5.35 <sup>ab</sup>	5.75 <sup>a</sup>	5.55 <sup>a</sup>	5.25 <sup>b</sup>
<b>LSD (5%)</b>	0.76 <sup>***</sup>	1.01 <sup>**</sup>	0.79 <sup>***</sup>	1.04 <sup>***</sup>	1.07 <sup>***</sup>	0.96 <sup>***</sup>	0.79 <sup>***</sup>	1.03 <sup>***</sup>	1.04 <sup>***</sup>	1.14 <sup>***</sup>

1) Mean±SD. 9 point scale(0: none, 1: very weak, 5: normal, 9: very strong)

2) Means with the same letter in a row are not significantly different p<0.05 level by Fisher's least significant difference(LSD) test.

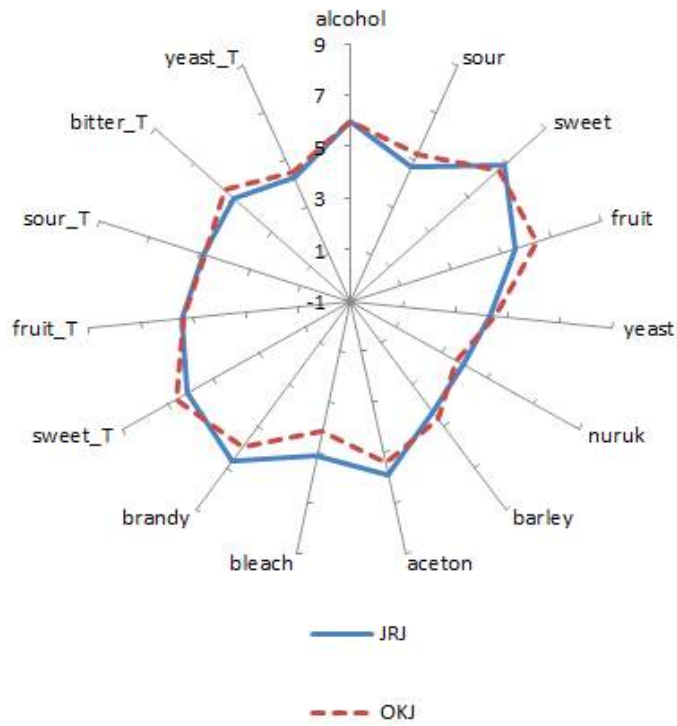
Code	맛 (Flavor / Taste)							텍스처/입안감촉 (Texture / Mouthfeel)				
	Alcohol_T	Sweet_T	Fruit_T	sour_T	Bitter_T	Yeast_T	Pungent	Astringent	Cooling_s	Continuation	Swallow	Body
<b>JRJ</b>	6.20	6.15 <sup>ab</sup>	5.45 <sup>ab</sup>	4.90 <sup>abc</sup>	4.95 <sup>cd</sup>	4.25 <sup>fg</sup>	5.40	5.00	5.80	5.50	5.75	5.25
<b>HYJ</b>	6.50	5.60 <sup>bcd</sup>	5.00 <sup>abc</sup>	5.00 <sup>ab</sup>	5.95 <sup>ab</sup>	4.80 <sup>cdef</sup>	5.15	5.05	5.45	5.20	5.45	5.00
<b>LPJ</b>	6.40	6.10 <sup>ab</sup>	5.10 <sup>abc</sup>	5.10 <sup>ab</sup>	5.25 <sup>bcd</sup>	4.15 <sup>fg</sup>	5.75	4.90	5.95	5.85	5.70	4.90
<b>MBJ</b>	6.05	5.35 <sup>cd</sup>	4.10 <sup>e</sup>	4.25 <sup>cd</sup>	5.30 <sup>bcd</sup>	5.55 <sup>ab</sup>	5.50	5.10	5.35	5.50	5.95	5.35
<b>NKJ</b>	6.25	5.30 <sup>d</sup>	4.75 <sup>bcd</sup>	4.45 <sup>bcd</sup>	5.65 <sup>abc</sup>	5.00 <sup>bcd</sup>	5.70	5.00	5.30	5.65	5.70	5.05
<b>WHJ</b>	6.00	6.05 <sup>abc</sup>	5.60 <sup>a</sup>	4.90 <sup>abc</sup>	4.75 <sup>d</sup>	5.00 <sup>bcd</sup>	5.45	5.00	5.50	5.20	5.15	4.50
<b>SKJ</b>	5.85	6.30 <sup>ab</sup>	4.90 <sup>abcd</sup>	5.15 <sup>a</sup>	5.50 <sup>abc</sup>	5.90 <sup>a</sup>	5.30	5.25	5.35	5.55	5.15	5.00
<b>OKJ</b>	6.00	6.65 <sup>a</sup>	5.35 <sup>ab</sup>	4.80 <sup>abc</sup>	5.45 <sup>abcd</sup>	4.45 <sup>efg</sup>	5.60	4.70	5.75	5.40	5.50	5.05
<b>HBJ</b>	6.85	5.70 <sup>bcd</sup>	4.55 <sup>cde</sup>	4.10 <sup>d</sup>	5.35 <sup>bcd</sup>	4.70 <sup>def</sup>	5.00	4.45	5.80	5.05	5.50	4.85
<b>MSJ</b>	6.15	5.60 <sup>bcd</sup>	4.25 <sup>de</sup>	4.75 <sup>abcd</sup>	6.10 <sup>a</sup>	5.50 <sup>abc</sup>	5.35	5.00	5.35	5.35	5.10	5.10
<b>HBJ</b>	6.80	6.20 <sup>ab</sup>	5.35 <sup>ab</sup>	4.70 <sup>abcd</sup>	5.30 <sup>bcd</sup>	3.90 <sup>g</sup>	5.15	4.30	5.70	5.40	5.35	4.60
<b>KSJ</b>	6.25	5.95 <sup>abcd</sup>	5.15 <sup>abc</sup>	5.30 <sup>a</sup>	5.95 <sup>ab</sup>	5.35 <sup>abcd</sup>	6.05	5.25	5.95	5.50	5.85	5.35
<b>LSD (5%)</b>	NS	0.90 <sup>**</sup>	0.86 <sup>**</sup>	0.73 <sup>*</sup>	0.92 <sup>**</sup>	0.96 <sup>***</sup>	NS	NS	NS	NS	NS	NS

1) Mean±SD. 9 point scale(0: none, 1: very weak, 5: normal, 9: very strong)

2) Means with the same letter in a row are not significantly different p<0.05 level by Fisher's least significant difference(LSD) test.



(1) 알코올향, 브랜디향 관련 특성이 강한 시료



(2) 효모향, 구수한맛 관련 특성이 강한 시료

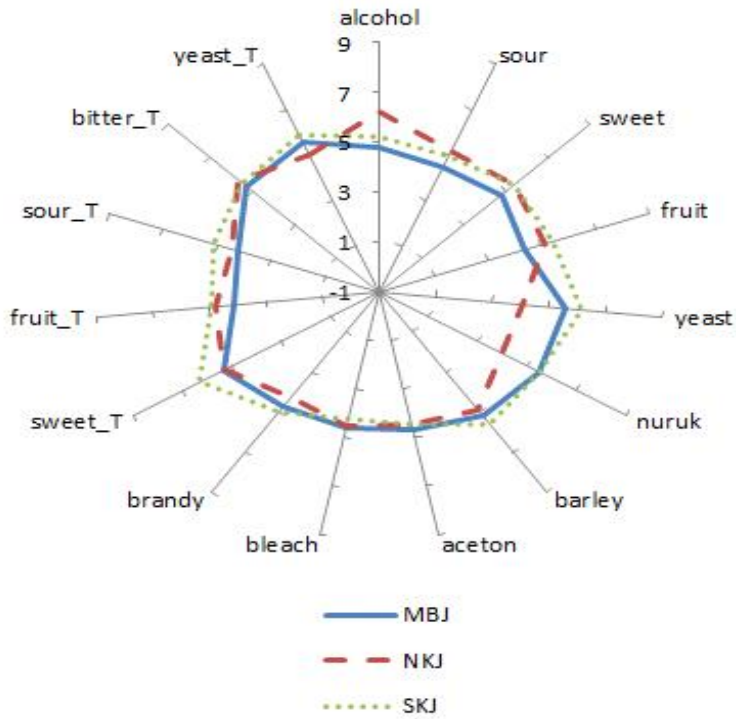
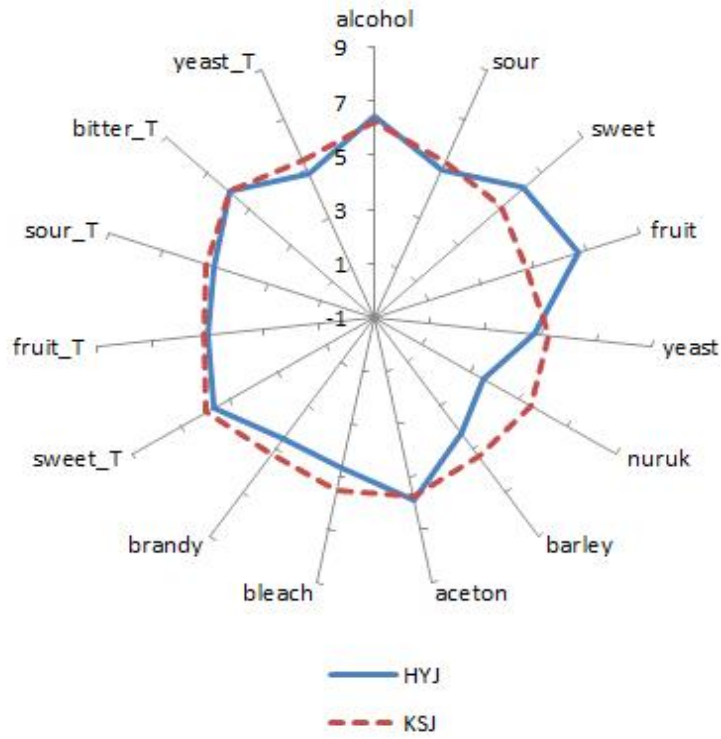


Fig. 10. 시판 증류식소주의 관능특성 평가결과 그래프 (n=10 judges x 2 replications).

(3) 신맛, 쓴맛, 떫은맛이 강한 시료



(4) 단맛, 과일맛, 바디감이 강한 시료

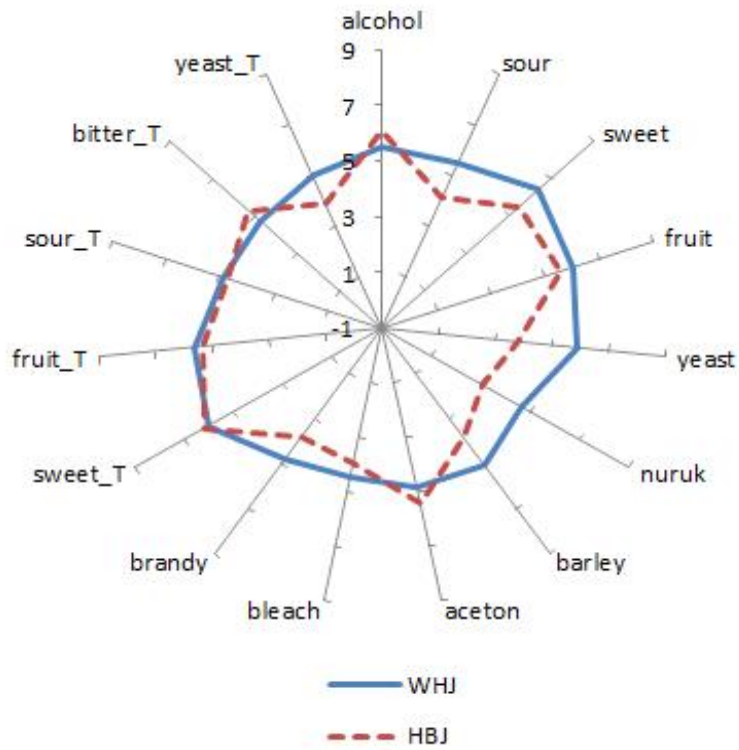
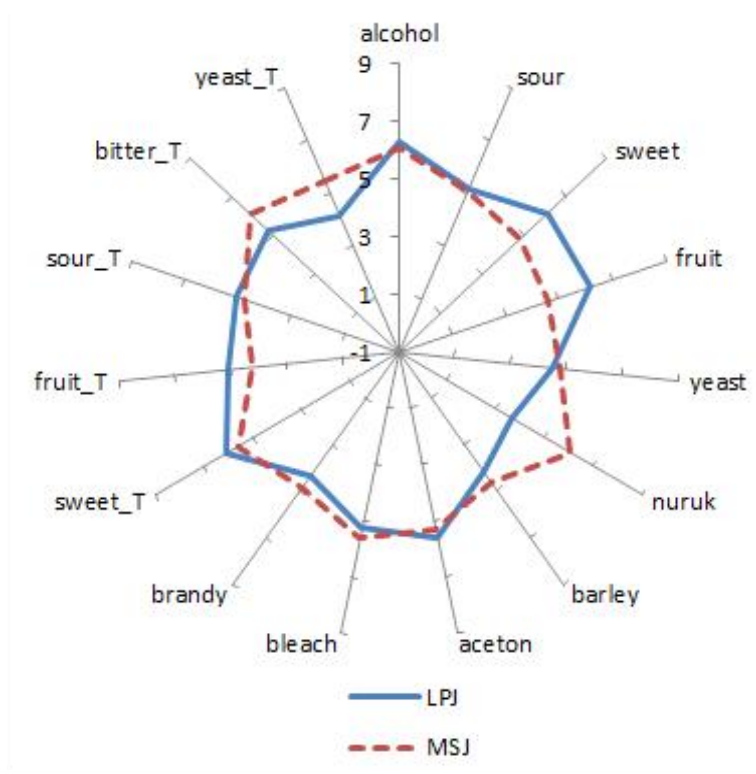


Fig. 10. 계속

(5) 신향, 아세톤향, 화학약품향이 강한 시료



(6) 단향, 단맛, 브랜디향과 대비되는 화학약품향, 쓴맛 시료

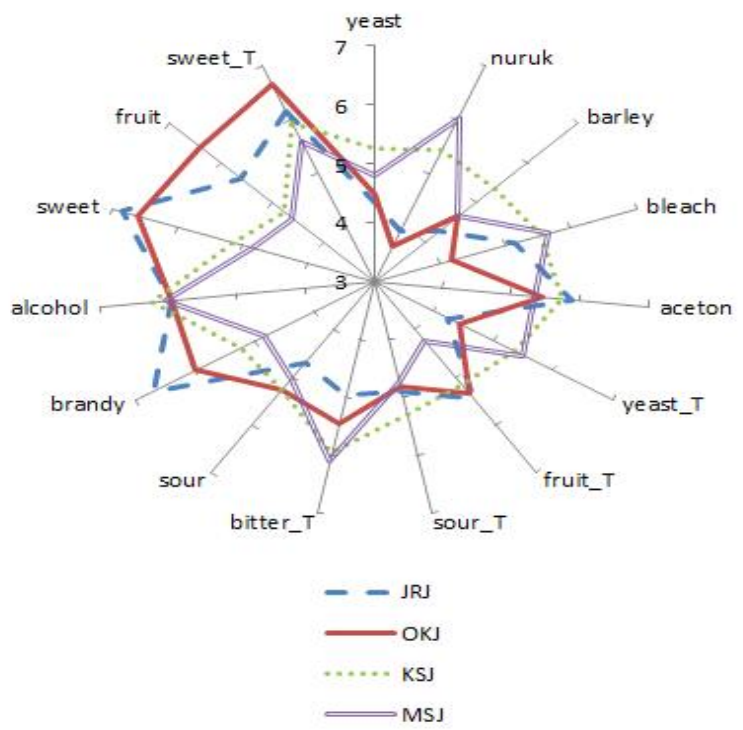
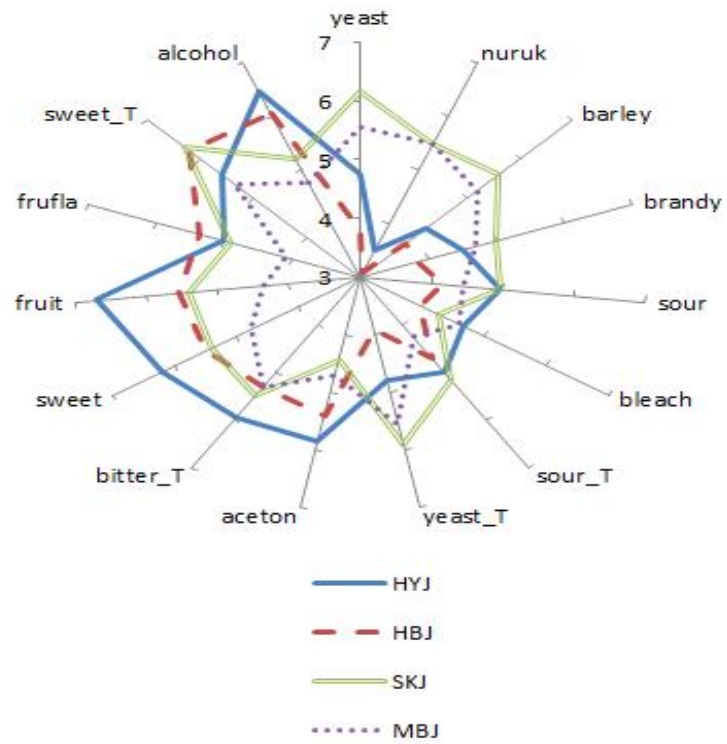


Fig. 10. 계속

(7) 알코올향, 아세톤향과 대비되는 구수한향, 효모향 시료



(8) 과일향 단맛과 대비되는 쓴맛과 구수한향 시료

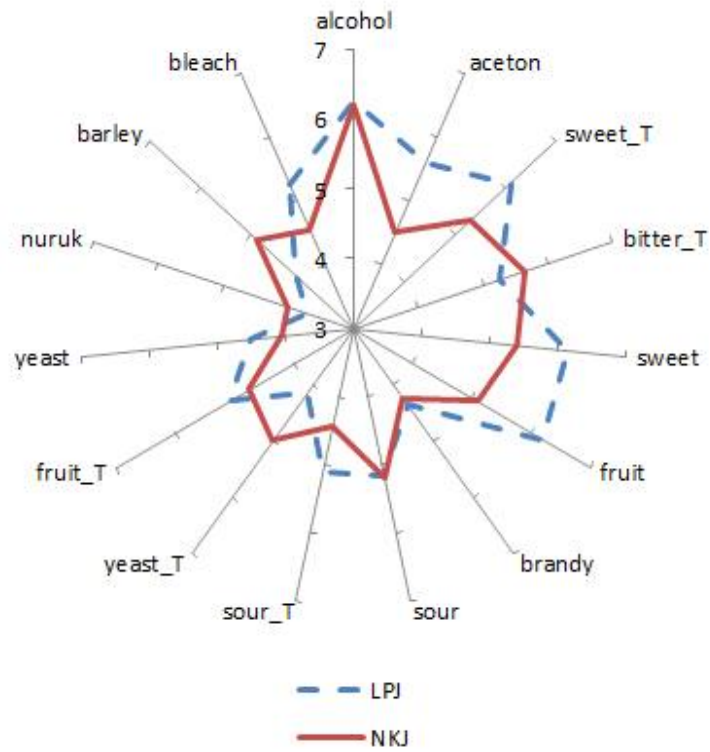


Fig. 10. 계속

(9) 아세톤향, 알코올향과 대비되는 단맛과 단향 시료

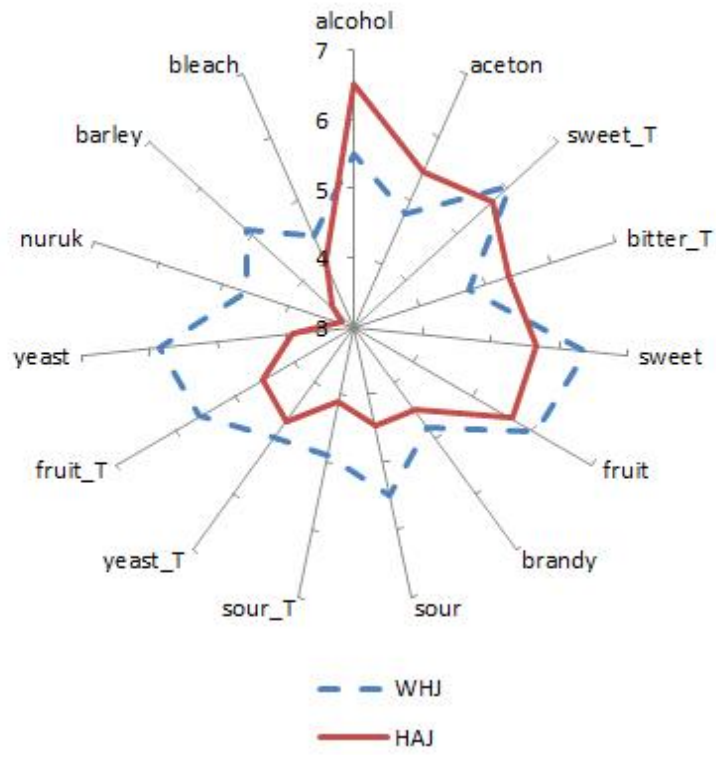


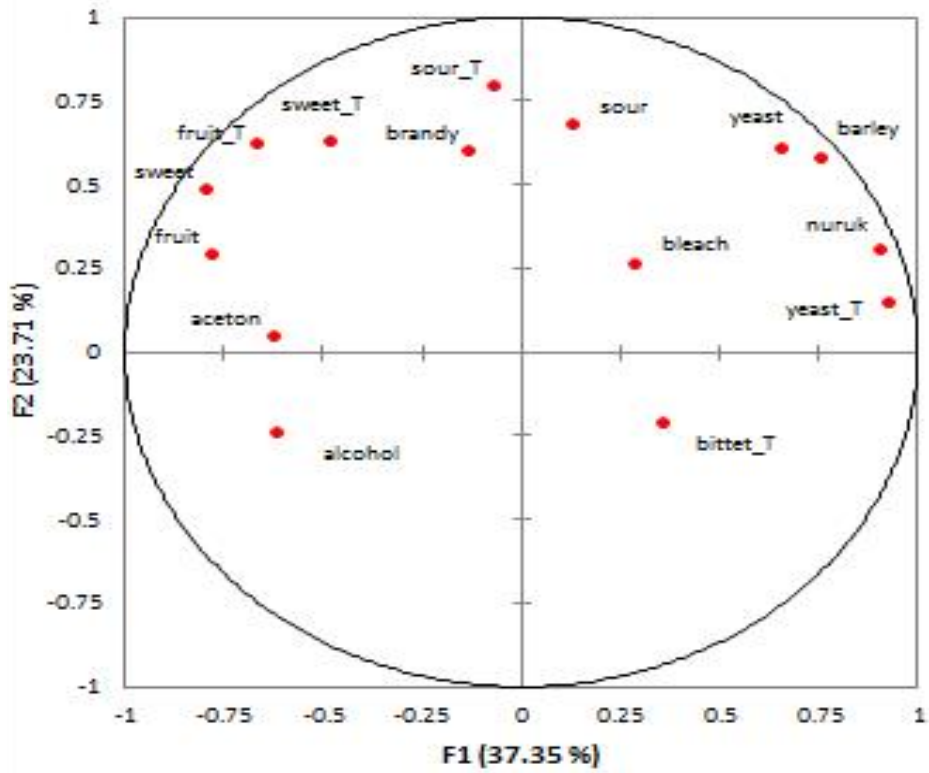
Fig. 10. 계속

Table 16. 증류식소주 12종의 관능특성 용어간의 상관관계 분석 결과

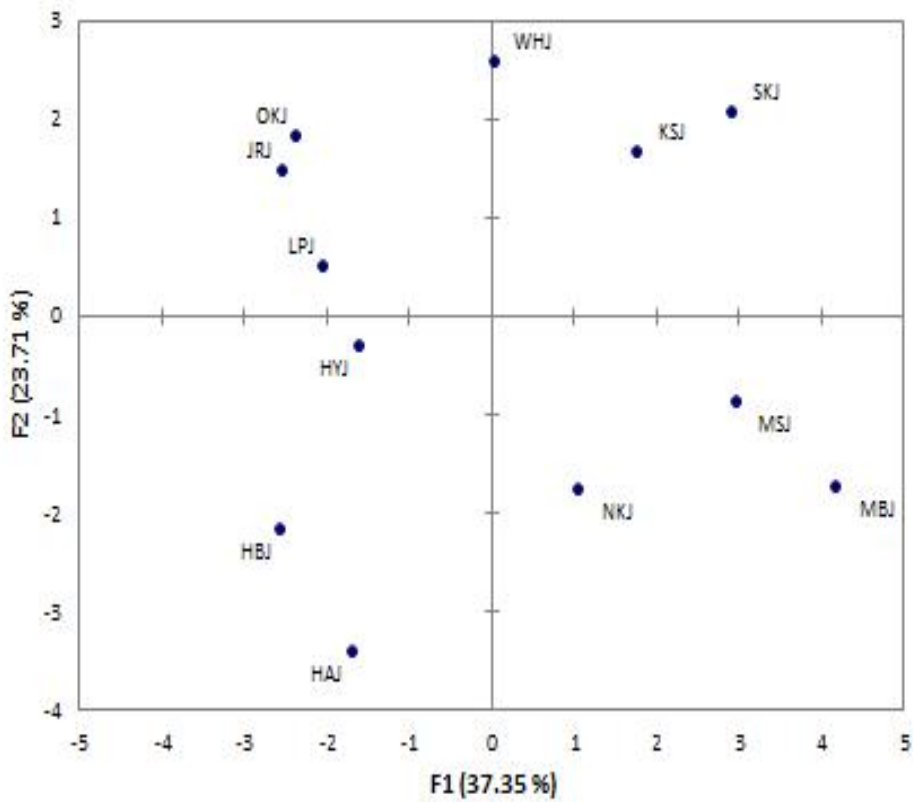
Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Alchhl	<i>1</i>															
2. Sur	0.09	<i>1</i>														
3. Sweet	0.27	0.27	<i>1</i>													
4. Fruit	0.40	0.23	<b><i>0.83</i></b>	<i>1</i>												
5. Yeast	<b><i>-0.72</i></b>	0.40	-0.19	-0.20	<i>1</i>											
6. Nink	-0.35	0.30	<b><i>-0.60</i></b>	<b><i>-0.71</i></b>	<b><i>0.74</i></b>	<i>1</i>										
7. Barel	<b><i>-0.65</i></b>	0.51	-0.32	-0.42	<b><i>0.83</i></b>	<b><i>0.79</i></b>	<i>1</i>									
8. Aceton	<b><i>0.66</i></b>	-0.11	0.42	0.37	-0.45	-0.38	-0.57	<i>1</i>								
9. Bleach	0.18	0.40	-0.16	-0.35	0.14	0.53	0.23	0.39	<i>1</i>							
10. Bandy	-0.12	0.23	0.50	0.06	0.15	0.15	0.21	0.32	0.27	<i>1</i>						
11. Alchhl_T	<b><i>0.65</i></b>	<b><i>-0.60</i></b>	0.02	0.23	<b><i>-0.77</i></b>	<b><i>-0.71</i></b>	<b><i>-0.89</i></b>	0.44	-0.27	-0.50	<i>1</i>					
12. Sweet_T	-0.17	0.14	0.57	0.49	0.07	-0.22	-0.01	0.24	-0.21	0.46	-0.19	<i>1</i>				
13. Fruits_T	0.22	0.30	<b><i>0.78</i></b>	<b><i>0.64</i></b>	-0.05	-0.45	-0.07	0.32	-0.15	0.32	-0.02	<b><i>0.72</i></b>	<i>1</i>			
14. Sur_T	0.10	0.52	0.28	0.28	0.40	0.22	0.38	0.30	0.45	0.27	-0.38	0.52	0.55	<i>1</i>		
15. Bitter_T	0.35	0.12	-0.53	-0.27	-0.05	0.32	0.13	0.17	0.39	-0.19	0.03	-0.35	-0.47	0.16	<i>1</i>	
16. Yeast_T	-0.52	0.25	<b><i>-0.63</i></b>	<b><i>-0.53</i></b>	<b><i>0.75</i></b>	<b><i>0.85</i></b>	<b><i>0.77</i></b>	-0.57	0.20	-0.01	<b><i>-0.61</i></b>	-0.37	-0.55	0.04	0.40	<i>1</i>

1) Bold Italic numbers indicate significance correlation coefficients( $p < 0.05$ )

2) Blank denotes no significant correlation.



a) 관능특성 분포도



b) 시료 분포도

Fig. 11. 시판 증류식소주 12종의 묘사분석 데이터의 주성분 분석

#### 4. 시판 증류식 소주의 향기 성분과 관능특성 모델링

11가지 시판 증류식 소주의 향기 성분과 관능특성간의 관계 파악을 위해 PLSR (Partial Least Square Regression Analysis, PLSR)을 이용하여 분석하였다. PLSR 기법은 원인이 되는 다변량 데이터 ( $X$ )에 대해 PCA를 실시하여 소수의 주성분으로 데이터 축약과정을 거친 후 이 주성분을 결과 데이터 ( $Y$ )에 해당하는 다변량 데이터를 회귀분석하는 방법이다. 이러한 방법을 통해 제품의 이화학 특성으로 관능적 특성의 설명을 용이하게 하는 다변량분석기법 중 하나이다. 본 결과는 11종의 시판 증류식 소주의 묘사분석 및 향기성분분석 결과의 주성분분석과 유사하게 나타났다. PLSR의 제 1축과 2축은 59가지 향기 성분 데이터( $X$  축)과 단맛, 신맛, 짠맛, 구강 촉감의 12가지 맛을 제외한 12가지 향기 특성의 교차 검정으로 계산되었다. 2가지 PLS 축은 관능 특성 데이터에서 전체 분산의 47%와 향기 성분 데이터의 51%를 설명했다. Fig. 12에서, A는 향기 성분과 관능적 특성 사이의 관계를 보여주었고, B는 각각 시료의 분포를 나타낸다.

관능적 특성에서, 과일 향은 단 향과 과일 맛과 양의 상관관계를 나타냈고, isobutyl alcohol(al2), isobutyl acetate(es2), ethyl butyrate(es3), 1,1-diethoxy-ethane(hc1)와 2-nonanone(ke2)와 양의 상관관계를 나타냈다. 특히 과일 향은 isobutyl acetate(es2) ethyl butyrate(es3)과 각각  $r=0.73$ 으로 상당히 높은 상관관계가 있었다. 또한 단향은 isobutylacetate(es2)와 양의 상관관계를 나타냈다. 반면에 PLS1 상의 음의 방향에서, 표백제 향은 상압 증류로 생산된 MSJ와 가까운 위치에 있었다. ethyl lactate(es13), ethyl nonanoate(es24), ethyl tetradecanoate(es64), ethyl hexadecanoate(es70)와 같은 에스터류는 주로 PLS1상의 음의 방향에 분포되어 있었고, 이러한 향기성분의 특성은 지방산과 왁스향으로 알려져 있다. ethyl nonanoate(es24), ethyl lactate(es13), ethyl tetradecanoate(es64)와 ethyl hexadecanoate(es70)은 표백제 향과 양의 상관관계를 나타냈다. 이러한 롱체인의 에스터 물질은 지방산과 ethyl alcohol 사이의 에스테르반응으로 인해 생성되고 증류식 소주의 독특한 향을 갖게 된다. 감압 증류로 생산된 것 보다 MSJ와 같은 상압 증류로 만들어진 시료에서 이러한 향기성분의 양이 매우 높게 나타났다. PLS2에서, isobutyl alcohol(al2), 1-butanol(al3), 1-pentanol(al4)와 같은 알코올류와 benzoylbromide는 관능특성인 알코올 향과 같은 방향으로 나타나 서로 관계가 높은 것으로 여겨진다. 그리고 알코올 향은 benzoylbromide와 높은 양의 상관관계를 나타냈다. 반면에 보리향, 누룩향, 이스트향, 이스트맛은 hexanal(ad1), nonanal(ad4), benzaldehyde(ad8)과 같은 알데하이드류와 2-methoxy-phenol(ph1) 같은 향기 성분과 양의 상관관계를 나타냈다.

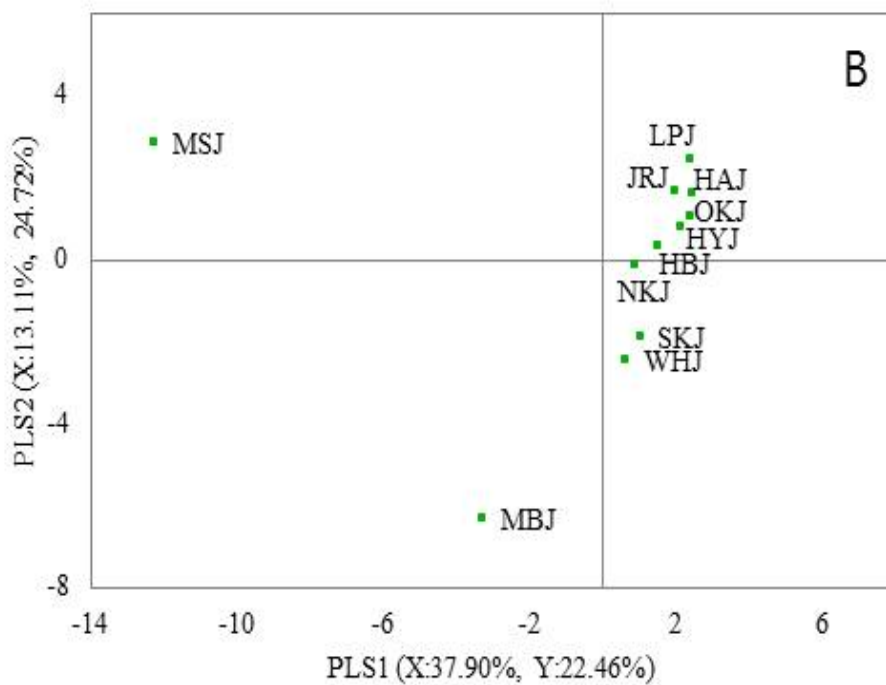
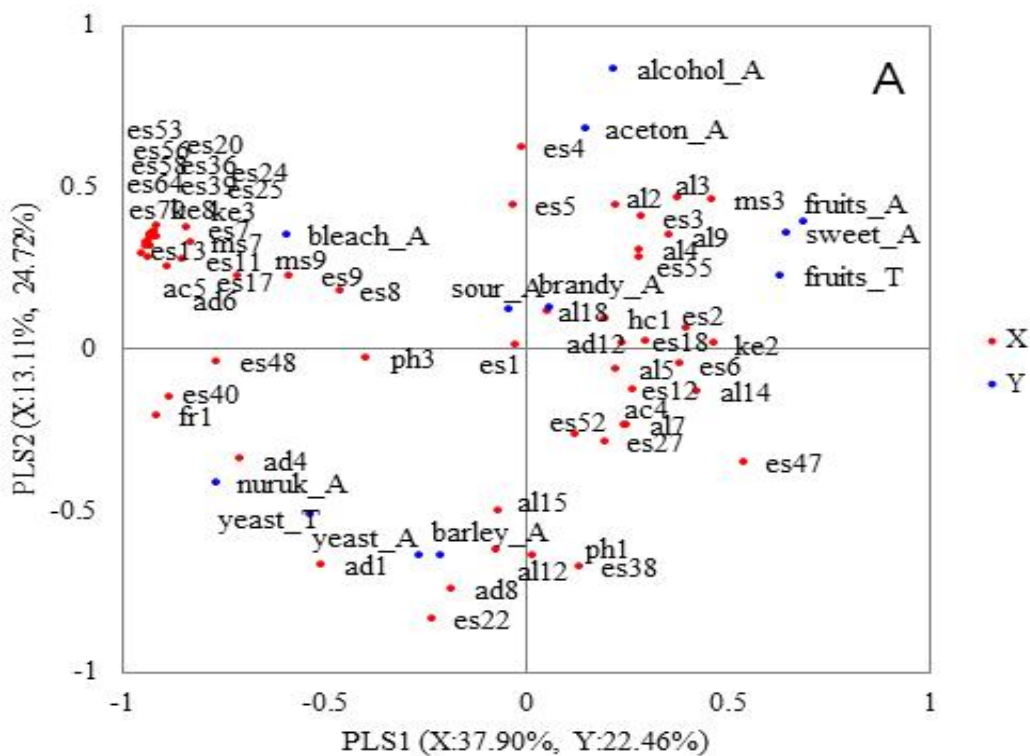
JRJ, OKJ, HYJ는 단향, 과일향, 과일맛에서 높은 강도를 나타냈다. 100% 보리로 생산된 SKJ와 WHJ와 조리, 수수, 쌀로 생산된 MBJ는 알데하이드류 향기 성분에서 강한 강도를 나타냈다. 2-methoxy-phenol(ph1)은 보리 향과 상당한 양의 상관관계를 나타냈다. 그리고 2-methoxy phenol(ph1)은 이스트 향과 양의 상관관계를 나타냈다. 이 향기 성분은 fatty-green, 풀냄새, 아몬드 냄새로 알려져 있다. 또한 숙성된 된장의 조리와 숙성과 관계가 있다.

궁극적으로, PLS 분석을 통해 시료는 1차원적으로 나누어지며 상압 증류와 감압 증류 제품으로 구분되었다. Fig. 12에서, 상압증류 방법으로 만들어진 MSJ에서 감지된 다량의 Esters 화합물은 표백제 향과 유사한 분포를 나타냈다. 반대로, alcohols, acids, aldehydes와 같은 다양한 향기 물질은 감압 증류로 생산된 다른 시료에서 감지되었다. 진공 펌프를 사용하여 저온에



서 물질을 분류하는 감압 증류 방법은 덜 가열된 향, 덜 탄 향과 향기 물질을 잘 유지하는 이 점을 나타낸다. 관능적 특성에서, 과일 향, 브랜디 향, 보리 향과 유사한 분포를 나타냈다.

향후 증류식 소주의 주요 품질지표로 활용될 수 있는 향기성분으로는 과일향 및 단향과 높은 상관관계를 나타낸 isobutyl acetate(es2), ethyl butyrate(es3), 1,1-diethoxy-ethane(hc1), 2-nonanone(ke2)으로 나타났다. 반면 상압식 증류식 소주 특유의 지방산이 강한 waxy flavor 를 내는 성분으로는 롱체인의 에스터 물질로 ethyl nonanoate(es24), ethyl tetradecanoate(es64), ethyl hexadecanoate(es70)으로 나타났고 이러한 성분은 향후 상압식 증류식 소주 품질특성 분석의 주요 지표로 사용 가능하리라 여겨진다. 반면 보리향, 누룩향, 이스트향은 hexanal(ad1), nonanal(ad4), benzaldehyde(ad8)과 같은 알데하이드류와 2-methoxy-phenol(ph1) 같은 volatile phenol 성분이 주요 지표로 사용 가능하리라 여겨진다. 향후 좀 더 다양한 증류식 소주의 수집, 향기성분 모니터링 및 데이터베이스화를 통해 좀 더 세밀한 품질 지표 선정이 가능하리라 여겨진다.



**Fig. 12.** PLSR loading illustrating the relationship between the volatile compounds(x) and sensory characteristic(y) of commercial *distilled soju* samples. The sample and volatile compound codes are defined in Table 1-3.

## 5. 저장용기 및 숙성 기간별 제조 증류식 소주의 향기성분 모니터링

### 가. 숙성 증류식 소주와 시판 증류식 소주의 향기성분 비교 분석

HS-SPME를 적용하여 분석한 저장 용기와 기간을 달리한 숙성 증류식 소주 25종과 시판 증류식 소주 3종의 향기성분 분석 결과는 Table 17과 같다. 총 28종의 샘플에서 34 esters, 11 alcohols, 4 ketones, 3 aldehydes, 11 miscellaneous, 등 총 95개의 휘발성 향기성분이 검출되었다. 28종에서 모두 검출된 휘발성 향기성분은 ethyl acetate (es1), isoamyl acetate (es4), ethyl hexanoate (es7), ethyl petanoate (es8), ethyl octanoate (es10), 3-methylbutyl octanoate (es12), ethyl decanoate (es20), diethyl butanedioate (es21), phenethyl acetate (es27), ethyl dodecanoate (es28), ethyl tetradecanoate (es31) 등 ester 11종, isobutyl alcohol (al1), isomayl alcohol (al2), phenylethyl alcohol (al9) 등 alcohol 3종으로 총 14종의 휘발성 향기성분이 모든 시료에서 검출되었다. aldehyde 및 ketone, 기타 휘발성 성분 중 모든 시료에서 검출되는 물질은 없었다.

검출된 향기 성분 중 양적으로 주요한 향기성분은 ethyl octanoate (es10)가 가장 많았으며 ethyl decanoate (es20), isoamyl alcohol (al2), phenylethyl alcohol (al9) 순으로 높은 함량을 보였다. 이들 성분은 술에서 발견되는 일반적인 향기 성분으로 본 연구결과에서도 시판 및 숙성 증류식소주의 주요 휘발성 향기성분으로 확인이 되었다. Esters의 동정된 34개의 향기성분 중에서 강한 과일향을 내는 ethyl acetate (es1)는 오크통숙성 JRJ에서 100.36으로 가장 높은 함량을 보였으며 이는 오크통에서 장기 숙성한 시료에서 높은 함량을 보여 실온 오크통 숙성의 과일향 특성에 유사한 경향을 나타내었다. 배향을 내는 isoamyl acetate (es4)는 용기에서 숙성한 시료에서 119.87~188.25의 높은 함량을 보였으며, 오크통 숙성한 증류식 소주에서 20.54~77.42의 낮은 함량을 보였다. 과일향을 지니는 ethyl hexanoate (es7)는 전반적으로 숙성 증류식 소주가 시판 증류식 소주보다 높은 함량을 보였다. 가장 높은 함량을 보인 ethyl octanoate (es10)는 와인 브랜드, 과일, 꽃향기의 특성을 지녔으며 주로 숙성 증류식 소주에서 높은 함량을 보였다. 한편 숙성 용기에 따라 다르게 발견된 향기 성분으로는 오크 용기의 경우 과일향, 사과향을 내는 ethyl 3-methylbutanoate (es3), 용매향과 발사믹향을 내는 ethyl furan-2-carboxylate (es19) 등이 존재했다. 스테인레스와 용기에서는 과일향, 풀향, 효모향을 내는 ethyl pentadecanoate (es33), 풀향, 단향을 내는 isobutyl hexanoate (es9), 브랜드향, 단향의 isobutyl decanoate (es24)가 존재했다. 용기의 경우 즉시 증류된 중국 브랜드 및 다양한 식물로 만든 생주에서 발견된 ethyl tridecanoate (es30)와 pentyl propanoate 등이 존재했다. 위에 언급된 다양한 esters 성분들 중 ethyl acetate (es1), isoamyl acetate (es4), ethyl octanoate (es12), phenylethyl acetate (es27)는 청주, 막걸리, 맥주, 소주의 주요 향미성분으로 알려져 있어 본 연구와 동일한 결과를 나타냈다.

11개의 동정된 alcohol 성분 중 술 품질을 좋게 하는 isoamyl alcohol (al2)은 모든 시료에 전반적으로 174.64~594.10의 가장 높은 함량을 보였으며, 오크통 숙성한 시료에서는 숙성기간에 따른 증가하는 경향을 나타냈다. 또한 꿀향이나 장미향을 내는 phenylethyl alcohol (al9)은 전반적으로 모든 시료에서 높은 함량을 보였다. ketones, aldehydes, miscellaneous는 모든 샘플에서 거의 검출되지 않았다. 본 결과로 보아, 증류식 소주의 주요휘발성 향기물질은 주로 esters나 alcohols 물질이 대부분이며, 주로 과일향이나, 브랜드향, 꽃향기, 풀향을 지니는 특성

을 지녔다. 또한 시판 증류식소주에 비해서 숙성 증류식소주가 더 esters나 alcohols의 다양한 향기물질이 검출되었다. 1-nonanol (al5), 2-undecanol (al6), 1-decanol (al7), 4-ethylguaiacol (al11)의 경우 오크 숙성 제품에서 주로 동정 되었는데, 이는 오크에서 숙성이 이루어지는 위스키, 브랜디, 코냑 등에서도 동정되는 성분으로 오크 숙성에 의해 생기는 향기 성분으로 사료된다. 대부분의 용기 제품의 경우 숙성된 와인에서 흙향을 낸다고 보고된 1,3,3-trimethyl-bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol (fenchol) (al4)이 동정되어, 숙성으로 인해 생성된 물질일 것으로 사료된다.

알데하이드와 케톤 물질들은 당과 펩타이드 사이의 메일라드 반응에 의해 열과 증류 과정에서 생성될 수 있다. Furfural (ad1)은 캐러멜향, 훈훈한 향 및 단향 등을 내며, decanal (ad2)과 tetradecanal (ad3)은 fatty한 향 특성을 지니는 향기성분으로 알려져 있다. 알데하이드 물질들은 전반적으로 오크 숙성한 시료에서 높게 나타났다. 이는 오크 및 오크에서 숙성을 하는 증류주인 브랜디, 위스키 등에서 발견되는 것으로 보아, 오크와 관련된 향기활성 성분인 것으로 사료된다. methylketone은 지방산의 산화에 의해 생성되며, 코냑의 경우 숙성되는 오크통의 크기, peroxidase의 농도, 산화에 의해 달라진다. 2-nonanone (ke1), 2-undecanone (ke2), 2-pentadecanone (ke4)과 같은 methylketone은 코냑에서 중요한 탄화수소이며, 숙성 조건에 따라 다르지만 숙성에 따라 농축된다고 보고된다. 한편 오크 숙성 시료에서는 버터향, 과일향을 내는 2-pentyl-furan (ms3)과 치즈향, fatty향을 내는 octanoic acid (ms11) 등 또한 동정되었다. 이밖에 1,1,6-trimethyl-1,2-dihydro-naphthalene (ms9) 등 알킬벤젠 (alkylbenzene), 알킬나프탈렌 (alkylnaphthalene)과 같은 방향족 탄화수소도 발견되었다. 이 물질들은 주로 석유 제품으로부터 유래하며, 일반적으로 플라스틱향, 석유향과 같은 불쾌한 관능 특성을 가진다고 보고된 바 있다. 그러나 직쇄상의 탄화수소로 탄소수가 많은 alkane류와 같은 화합물들은 문턱값이 높아서, 술의 향미특성에 직접적인 영향을 주지 못하는 것으로 보고된다. 따라서 기타 휘발성분으로 검출된 성분들은 본 실험의 증류식 소주의 관능특성에 직접적인 영향을 미치지 못할 것으로 사료된다.

**Table 17. Volatile compounds (mg/L)<sup>1)</sup> in distilled soju (n=2)**

Code	RI	KI <sup>2)</sup>	Volatile compound <sup>3)</sup>	Samples <sup>4)</sup>												Id <sup>5)</sup>	
				CON	6RS	6RO	6RP	6CS	6CO	6CP	12RS	12RO	12RP	12CS	12CO		12CP
Esters																	
es1	917	917	ethyl acetate	22.31	34.25	29.73	47.74	34.30	21.77	33.87	25.79	32.41	41.34	32.52	39.10	29.84	A7)
es2	1056	1057	ethyl butanoate	3.64	5.06	3.58	4.93	3.05	3.85	9.16	9.37	4.18	6.16		5.96	4.20	A
es3	1082	1075	3-methyl ethyl butanoate			1.22				0.70		0.85					A
es4	1134	1130	isoamyl acetate	98.99	141.07	47.28	170.42	108.18	20.54	147.78	85.35	62.10	138.14	125.52	28.23	119.87	A
es5	1193	1235	pentyl propanoate					0.63		1.34							A
es6	1195	1184	isoamyl propionate	0.86			1.26									1.34	A
es7	1244	1236	ethyl hexanoate	63.17	86.15	54.21	91.07	63.21	48.25	77.44	46.85	68.46	74.76	72.89	76.93	67.66	A
es8	1344	1328	ethyl heptanoate	91.96	1.90	2.16	3.24	1.65	2.07	1.88	1.21	2.44	1.43	2.17	3.18	1.46	A
es9	1361	1351	isobutyl hexanoate (2-methylpropyl hexanoate)	0.51	1.11		0.34	0.64		0.66						0.68	A
es10	1450	1458	ethyl octanoate	650.11	1118.19	541.40	108	757.02	635.62	789.32	694.73	726.54	931.25	1150.82	925.62	877.03	A
es11	1470	1477	3-methylbutyl hexanoate (isopentyl hexanoate)	3.62	7.34	1.44	3.03	3.54	1.71	4.00	2.36	1.85	3.16	1.63	2.57	3.50	A
es12	1476	1452	3-methylbutyl octanoate	6.93	17.47	6.10	29.19	17.34	5.49	14.29	15.86	9.82	31.10	17.11	16.62	19.52	A
es13	1533	1526	propyl octanoate		1.61	0.84	1.57	1.28	1.06	1.13	1.37	1.09	1.48		1.70	1.68	A
es14	1549	1548	ethyl nonanoate	3.40	8.09		17.73	7.29		6.75	7.18		10.40	7.54		8.85	A

**Table 17. Volatile compounds (mg/L)<sup>1)</sup> in distilled soju (n=2)**

Code	RI	KI <sup>2)</sup>	Volatile compound <sup>3)</sup>	Samples <sup>4)</sup>															Id <sup>5)</sup>
				18RS	18RO	18RP	18CS	18CO	18CP	24RS	24RO	24RP	24CS	24CO	24CP	HYJ	JRJ	SKJ	
Esters																			
es1	917	917	ethyl acetate	25.92	45.03	43.00	22.26	35.45	48.67	29.61	52.00	53.48	22.15	54.72	41.44	18.87	100.36	46.74	A7)
es2	1056	1057	ethyl butanoate	3.20	4.92	4.59	3.67	5.13	6.40		6.48	8.26		5.52	4.69	1.97			A
es3	1082	1075	3-methyl ethyl butanoate		1.27			1.02									2.31		A
es4	1134	1130	isoamyl acetate	79.31	75.34	148.52	81.88	38.00	188.25	58.53	23.53	186.10	66.10	77.42	121.72	65.98	28.30	76.86	A
es5	1193	1235	pentyl propanoate					1.34	2.03										A
es6	1195	1184	isoamyl propionate		1.28														A
es7	1244	1236	ethyl hexanoate	44.59	73.21	73.47	47.32	62.82	110.06	34.34	70.33	99.64	35.74	92.97	64.16	24.95	34.95	52.60	A
es8	1344	1328	ethyl heptanoate	1.20	3.71	2.90	1.53	3.46	2.36	1.11	4.11	2.13	1.06	4.92	2.09	1.34	4.14	1.88	A
es9	1361	1351	isobutyl hexanoate (2-methylpropyl hexanoate)	0.46		1.72	0.55		0.98			0.84			0.59				A
es10	1450	1458	ethyl octanoate	631.64	805.42	943.89	699.41	755.17	1330.18	592.47	846.55	1056.80	583.52	1120.63	822.43	117.82	73.43	134.66	A
es11	1470	1477	3-methylbutyl hexanoate (isopentyl hexanoate)	1.91	3.58	6.91	1.96	2.73	6.46	2.29	2.71	4.22	1.70	4.73	4.18	0.71			A
es12	1476	1452	3-methylbutyl octanoate	10.99	12.46	19.93	14.58	11.53	26.29	15.21	12.61	22.21	11.10	25.82	17.60	0.89	0.69	0.28	A
es13	1533	1526	propyl octanoate	0.93	1.71	2.82	1.24	1.65	2.19	1.25		1.62		2.63	2.18				A
es14	1549	1548	ethyl nonanoate	5.90		12.50	6.58	31.37	12.66	6.96		11.94	5.61	68.05	9.61	2.25	2.84		A

**Table 17. Volatile compounds (mg/L)<sup>1)</sup> in distilled soju (n=2)**

Code	RI	KI	Volatile compound	Samples													Id
				CON	6RS	6RO	6RP	6CS	6CO	6CP	12RS	12RO	12RP	12CS	12CO	12CP	
es15	1563	1561	isobutyl octanoate												2.93	4.30	A
es16	1564	1619	butyl octanoate	1.48	5.09	1.39	3.57	2.77	1.49	2.51	2.93		3.31			2.46	A
es17	1568	1557	ethyl E-2-octenoate	1.06		2.26	3.33	1.99	2.53	2.04	2.03	3.10	2.34	2.23	3.43	2.17	A
es18	1605	1636	methyl decanoate														A
es19	1639	1641	ethyl furan-2-carboxylate														A
es20	1654	1652	ethyl decanoate	311.75	770.48	344.81	839.29	687.03	432.73	569.81	625.53	498.88	744.89	734.32	796.92	752.15	A
es21	1688	1694	diethyl butanedioate	3.22	6.84	16.33	10.86	6.33	10.55	7.72	6.21	20.01	7.94	6.40	24.24	7.01	A
es22	1703	1709	ethyl 9-decenoate	1.50	3.93		4.44	3.69	5.50	2.74	3.78		4.08	3.77		4.10	A
es23	1735	1720	propyl decanoate				1.77	1.32			1.37				1.19	1.59	A
es24	1765	1750	isobutyl decanoate		0.37		1.37	2.86		1.85	2.13		2.37			2.64	A
es25	1797	1755	methyl 2-hydroxybenzoate	25.98	25.25				14.84					30.17			A
es26	1800	1809	ethyl benzeneacetate	0.11	0.57	3.62	1.60	2.16	1.96	1.18	0.87	3.81	1.14		3.89	0.99	A

**Table 17. Volatile compounds (mg/L)<sup>1)</sup> in distilled soju (n=2)**

Code	RI	KI	Volatile compound	Samples														Id	
				18RS	18RO	18RP	18CS	18CO	18CP	24RS	24RO	24RP	24CS	24CO	24CP	HYJ	JRJ		SKJ
es15	1563	1561	isobutyl octanoate								2.25			6.30					A
es16	1564	1619	butyl octanoate	2.24	3.49		2.52	3.00	4.93			3.45				4.75			A
es17	1568	1557	ethyl E-2-octenoate	1.54		3.02	2.03	3.62	2.71	2.20		2.53	1.83	5.04	2.35	0.74			A
es18	1605	1636	methyl decanoate					0.82						1.74					A
es19	1639	1641	ethyl furan-2-carboxylate		1.84												1.20		A
es20	1654	1652	ethyl decanoate	490.01	690.75	881.64	569.79	784.51	1107.15	642.98	742.01	884.96	481.83	1368.15	707.39	34.07	9.05	4.77	A
es21	1688	1694	diethyl butanedioate	6.31	32.60	10.12	7.29	48.13	11.00	8.57	44.46	10.72	6.85	58.49	8.87	22.18	6.49	8.29	A
es22	1703	1709	ethyl 9-decenoate	2.68			3.38	10.83	5.53			4.51	3.17						A
es23	1735	1720	propyl decanoate	0.98	1.53	2.52	1.26	1.75		1.54				3.01					A
es24	1765	1750	isobutyl decanoate	1.28		3.42	1.90		4.04			1.70	0.92		2.03				A
es25	1797	1755	methyl 2-hydroxybenzoate						20.97										A
es26	1800	1809	ethyl benzeneacetate	0.87	6.96		0.95	6.04	1.36	1.23	8.44	1.61	0.93	7.67		1.49	1.76	0.53	A



**Table 17. Volatile compounds (mg/L)<sup>1)</sup> in distilled soju (n=2)**

Code	RI	KI	Volatile compound	Samples															Id
				18RS	18RO	18RP	18CS	18CO	18CP	24RS	24RO	24RP	24CS	24CO	24CP	HYJ	JRJ	SKJ	
es27	1832	1826	phenethyl acetate	119.33	52.69	151.63	120.02	14.47	177.20	153.80	8.84	202.34	124.07	45.84	150.55	70.86	9.35	30.55	A
es28	1854	1846	ethyl dodecanoate	117.29	94.74	218.87	152.20	126.45	204.26	201.94	96.48	179.35	116.24	226.73	159.65	3.91	0.84	0.96	A
es29	1911	1894	ethyl 3-methylbutyl butanedioate	0.48	3.61	0.68					5.11				0.67				A
es30	1955	1955	ethyl tridecanoate			0.47								0.86	0.54				A
es31	2059	2056	ethyl tetradecanoate	40.71	11.37	61.96	51.50	13.94	56.27	88.68	10.35	57.28	40.25	25.16	51.04	1.30	0.39	0.52	A
es32	2077	2056	isoamyl dodecanoate (3-methylbutyl dodecanate)			0.75													A
es33	2150	2150	ethyl pentadecanoate				0.58		0.35	0.45		0.32		0.40	0.28				A
es34	2225	2227	ethyl hexadecanoate	4.18	1.42	6.00	4.46	1.77	6.27	12.73	1.88	7.24	4.99	4.85	6.55	0.31			A
Total ester				1593.97	1928.92	2601.33	1798.88	1965.01	3338.56	1858.16	1939.36	2799.80	1508.04	3211.63	2185.34	369.64	276.11	358.64	

**Table 17. Volatile compounds (mg/L)<sup>1)</sup> in distilled soju (n=2)**

Code	RI	KI	Volatile compound	Samples												Id	
				CON	6RS	6RO	6RP	6CS	6CO	6CP	12RS	12RO	12RP	12CS	12CO		12CP
Alcohols																	
al1	1117	1114	isobutyl alcohol	6.21	12.28	7.47	15.49	10.96	8.06	9.28	7.97	10.83	10.90	8.78	11.06	9.30	A
al2	1220	1218	isoamyl alcohol	204.42	336.33	444.62	594.10	284.64	212.80	291.05	239.01	265.43	320.65	356.41	280.83	263.23	A
al3	1364	1359	1-hexanol			1.61											A
al4	1593	1554	1,3,3-trimethyl-bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol							1.34			1.95				A
al5	1669	1661	1-nonanol			3.45			2.31			3.79			4.95		A
al6	1726	1738	2-undecanol			2.30						2.64					A
al7	1770	1783	1-decanol			2.33			2.60			4.19			3.87		A
al8	1774	1770	citronellol (3,7-dimethyl-6-octen-1-ol)	0.86	2.06		1.49	2.40	2.53	3.45	2.81	3.19	3.36	2.02	4.61		A
al9	1921	1931	phenylethyl alcohol (benzeneethanol)	61.41	127.84	74.32	173.68	105.80	82.57	121.87	101.79	113.65	135.97	124.90	119.29	117.15	A
al10	1973	1935	1-dodecanol	1.98	1.50	0.41			0.87	1.20	0.77			2.15	0.48		A
al11	2046	2032	4-ethyl guaiacol			0.22			0.26			0.37			0.34		A
Total alcohol				274.87	480.01	536.73	784.77	403.79	311.99	428.19	352.35	404.09	472.83	494.26	425.43	389.67	

**Table 17. Volatile compounds (mg/L)<sup>1)</sup> in distilled soju (n=2)**

Code	RI	KI	Volatile compound	Samples												Id	
				CON	6RS	6RO	6RP	6CS	6CO	6CP	12RS	12RO	12RP	12CS	12CO		12CP
Aldehydes																	
ad1	1485	1483	furfural (2-furancarboxaldehyde)			4.09											A
ad2	1517	1498	decanal			1.17						2.77					A
ad3	1621	1592	tetradecanal	8.61	9.36	0.48		1.23	8.91	0.92				9.36			A
Total aldehyde				8.61	9.36	5.74		1.23	8.91	0.92		2.77		9.36			
Ketones																	
ke1	1399	1397	2-Nonanone			4.04	1.43	0.87	1.39	0.84		1.59		1.32	1.69		A
ke2	1610	1595	2-undecanone	0.85	1.95	3.44	2.09	0.99	2.12	1.17	1.66	2.36	1.83	2.12	2.87	1.69	A
ke3	1866	1845	6,10-Dimethyl-5,9-undecadien-2-one			1.19			2.59			2.60					A
ke4	2033	2011	2-pentadecanone				0.32	0.28		0.19	0.38		0.42			0.34	A
Total ketone				0.85	1.95	8.67	3.84	2.14	6.10	2.19	2.04	6.55	2.25	3.44	4.55	2.03	

**Table 17. Volatile compounds (mg/L)<sup>1)</sup> in distilled soju (n=2)**

Code	RI	KI	Volatile compound	Samples												Id	
				18RS	18RO	18RP	18CS	18CO	18CP	24RS	24RO	24RP	24CS	24CO	24CP		HYJ
Aldehydes																	
ad1	1485	1483	furfural (2-furancarboxaldehyde)		10.37			4.65				6.88				8.06	A
ad2	1517	1498	decanal		3.05			1.76				3.37		3.74			A
ad3	1621	1592	tetradecanal						6.20								A
Total aldehyde					13.42			6.41	6.20			10.25		3.74		8.06	
Ketones																	
ke1	1399	1397	2-Nonanone			1.51						2.00	0.78	3.46			A
ke2	1610	1595	2-undecanone	1.16	3.59	1.87	1.44	2.25	2.28	1.59	4.42	1.80	1.24	2.86	1.54		
ke3	1866	1845	6,10-Dimethyl-5,9-undecadien-2-one		4.51	1.36	0.50				4.12						A
ke4	2033	2011	2-pentadecanone	0.25		0.43	0.39	0.59	0.43	0.60			0.22		0.35		A
Total ketone				1.41	8.10	5.17	2.34	2.84	2.71	2.18	10.53	1.80	2.24	6.33	1.88		

**Table 17. Volatile compounds (mg/L)<sup>1)</sup> in distilled soju (n=2)**

Code	RI	KI	Volatile compound	Samples												Id		
				CON	6RS	6RO	6RP	6CS	6CO	6CP	12RS	12RO	12RP	12CS	12CO		12CP	
Miscellaneous																		
ms1	1191	1200	dodecane	0.97	2.05	1.64	1.28	1.19	0.75	1.19		2.03	0.97	2.18	1.80	1.85	1.59	A
ms2	1197	1189	limonene (1-methyl-4-(1-methylethenyl-cyclohexene)							0.67								A
ms3	1239	1236	2-pentylfuran			0.72			0.96									A
ms4	1043	1015	decane															A
ms5	1435	1495	1,4-bis(1,1-dimethylethyl)-benzene	19.09														A
ms6	1505	1512	pentadecane				0.33	0.62		0.30		1.13						A
ms7	1544	1524	2,10,10-trimethyl-6-methylene-1-oxaspiro[4.5]dec-7-ene (vitispirane)										4.07			4.35		A
ms8	1739	1704	(S)- $\beta$ -bisabolene ((S)-1-Methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-1-cyclohexene)			1.08			1.26									A
ms9	1761	1770	1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene			2.02			1.81				2.34			4.81		A
ms10	1836	1811	1-methyl-4-(1,2,2-trimethylcyclopentyl)benzene													0.40		A
ms11	2069	2070	octanoic acid			1.52			3.83				2.78			3.49		A
Total miscellaneous				20.06	2.05	6.99	1.61	1.81	8.62	2.17		3.16	10.17	2.18	1.80	14.89	1.59	

**Table 17. Volatile compounds (mg/L)<sup>1)</sup> in distilled soju (n=2)**

Code	RI	KI	Volatile compound	Samples												Id	
				18RS	18RO	18RP	18CS	18CO	18CP	24RS	24RO	24RP	24CS	24CO	24CP		HYJ
Miscellaneous																	
ms1	1191	1200	dodecane	1.77	1.18	1.75	2.35	1.81	3.35	0.96	1.25	1.70	1.84	3.90	1.53		A
ms2	1197	1189	limonene (1-methyl-4-(1-methylethylenyl-cyclohexene)			45.01									8.28		A
ms3	1239	1236	2-pentylfuran		1.15						2.64			2.15		1.32	A
ms4	1043	1015	decane					2.96						9.12			A
ms5	1435	1495	1,4-bis(1,1-dimethylethyl)benzene						12.06								A
ms6	1505	1512	pentadecane	1.76		1.10	0.91			2.54		0.43	3.15		1.17		A
ms7	1544	1524	2,10,10-trimethyl-6-methylene-1-oxaspiro[4.5]dec-7-ene (vitispirane)		5.46			5.80			5.80			10.94			A
ms8	1739	1704	(S)- $\beta$ -bisabolene (S)-1-Methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-1-cyclohexene)		2.69			2.54						7.02			A
ms9	1761	1770	1,1,6-trimethyl-1,2-dihydroaphthalene		4.21			8.49			5.50			16.69			A
ms10	1836	1811	1-methyl-4-(1,2,2-trimethylcyclopentyl)benzene											1.42			A
ms11	2069	2070	octanoic acid		5.89			5.23			11.35			4.22			A
Total miscellaneous				3.53	20.58	47.86	3.26	26.84	15.41	3.50	26.54	2.13	5.00	55.46	10.98		1.32

**Table 17. Volatile compounds (mg/L)<sup>1)</sup> in distilled soju (n=2)**

Code	RI	KI	Volatile compound	Samples												Id	
				CON	6RS	6RO	6RP	6CS	6CO	6CP	12RS	12RO	12RP	12CS	12CO		12CP
Unknown																	
uk1	1070	-	Unknown														
uk2	1286	-	Unknown					6.84	1.78								
uk3	1370	-	Unknown	0.93	3.78				2.32				0.51				
uk4	1377	-	Unknown	1.62	1.70				0.69				1.34				
uk5	1561	-	Unknown						0.47	0.54							
uk6	1615	-	Unknown		1.38			0.89			0.90						
uk7	1676	-	Unknown	0.74	2.06					2.07							
uk8	1707	-	Unknown									7.65					
uk9	1738	-	Unknown														
uk10	1738	-	Unknown		0.23												
uk11	1739	-	Unknown								0.39						
uk12	1752	-	Unknown			0.60			0.56			0.71				1.39	
uk13	1764	-	Unknown						1.61								
uk14	1768	-	Unknown														
uk15	1768	-	Unknown				6.19										
uk16	1768	-	Unknown					1.98		1.44							
uk17	1769	-	Unknown							1.91							
uk18	1787	-	Unknown						0.37							0.48	
uk19	1792	-	Unknown														
uk20	1821	-	Unknown		0.41	0.84	0.60	0.47	0.66	0.66	0.47	0.82	0.53	0.44	1.02	0.54	
uk21	1848	-	Unknown	0.78													
uk22	1871	-	Unknown	0.47	3.26	0.88	8.58	6.39	0.71		6.21	1.15	6.76	2.08	2.36	7.48	
uk23	1875	-	Unknown											0.48			
uk24	1886	-	Unknown	0.54													
uk25	1888	-	Unknown	0.50	1.26	2.63		2.38				1.21	2.61	1.16	1.63		
uk26	1974	-	Unknown									0.57					
uk27	1974	-	Unknown					0.82									
uk28	1974	-	Unknown	1.40				0.51		0.85				2.53			
uk29	2170	-	Unknown														
uk30	2214	-	Unknown			0.21			0.19			0.38			0.74		
uk31	2366	-	Unknown					0.74			0.86						
uk32	2407	-	Unknown	19.80	8.33												
Total unknown				26.79	22.42	5.16	15.37	21.02	9.35	7.46	8.83	4.84	17.55	8.54	7.62	8.02	
Total volatile compound				1695.52	2971.32	1686.57	3564.99	2445.97	1606.92	2432.78	2217.47	1956.52	2855.45	2903.12	2528.26	2677.10	

**Table 17. Volatile compounds (mg/L)<sup>1)</sup> in distilled soju (n=2)**

Code	RI	KI	Volatile compound	Samples												Id			
				18RS	18RO	18RP	18CS	18CO	18CP	24RS	24RO	24RP	24CS	24CO	24CP		HYJ	JRJ	SKJ
Unknown																			
uk1	1561	-	Unknown			6.43									1.69				
uk2	1615	-	Unknown							14.07									
uk3	1752	-	Unknown							2.07									
uk4	1768	-	Unknown																
uk5	1792	-	Unknown																
uk6	1871	-	Unknown	0.68															
uk7	1875	-	Unknown	3.23							4.15		3.02				0.75		
uk8	1886	-	Unknown										6.79				47.91		
uk9	1888	-	Unknown				0.52						0.75						
uk10	2366	-	Unknown			55.88					0.69								
uk11	17??	-	Unknown																
uk12	1769	-	Unknown		1.69			1.50				2.15			3.17				
uk13	1974	-	Unknown		1.64														
uk14	2170	-	Unknown							3.96									
uk15	1821	-	Unknown	2.35															
uk16	1848	-	Unknown								2.28								
uk17	1070	-	Unknown														0.80		
uk18	1286	-	Unknown		0.77			1.26						1.61					
uk19	1370	-	Unknown		0.72			0.64									0.31		
uk20	1377	-	Unknown	0.33	2.00	0.74	0.47	1.08	0.61	0.59	2.35	0.50	0.32	1.55	0.40				
uk21	1676	-	Unknown								2.52						0.37		
uk22	1738	-	Unknown	5.05	2.26	9.01	6.44	3.69	8.38	9.87		8.19	4.94	6.30	6.63				
uk23	1738	-	Unknown														0.78		
uk24	1739	-	Unknown				2.17							2.19					
uk25	1764	-	Unknown	2.24								2.92				2.39			
uk26	1768	-	Unknown											1.47					
uk27	1768	-	Unknown				1.01	0.71	0.85										
uk28	1787	-	Unknown	0.57		0.86	0.67	1.07		2.06	1.72	1.17	2.91		1.01				
uk29	19??	-	Unknown		3.37						3.85								
uk30	1974	-	Unknown		0.64			0.74			0.71			1.37					
uk31	2214	-	Unknown	0.54						1.32									
uk32	2407	-	Unknown																
Total unknown				14.99	13.09	72.93	11.28	10.69	29.94	20.96	13.31	20.32	11.19	17.66	63.27	2.70	0.31		
Total volatile compound				2002.25	2432.40	3273.27	2169.35	2484.01	4041.96	2393.64	2629.16	3533.20	1930.96	3854.19	2758.50	626.31	757.64	786.99	



---

<sup>1)</sup> Average of the mg/L (n=3)

$$= \frac{\text{Area of each compound} \times \text{Amount of internal standard}}{\text{Area of internal standard} \times \text{Amount of sample}/10^6}$$

<sup>2)</sup> Kovats indices of unknown compound on DB-WAX column

<sup>3)</sup> Compounds by order of Kovats indices in a chemical class

<sup>4)</sup> See code name in Table 2,3

<sup>5)</sup> Volatiles were identified based on the following criteria: A, mass spectrum and retention index consistent with those of an authentic standard; B, mass spectrum consistent with that of the Wiley 275 mass spectrum database.

<sup>6)</sup> Bold volatile compounds are selected in Partial least squares regression

<sup>7)</sup> Reference search : Reliability of identification : A, mass spectrum and KI in agreement with the literature

## 나. 숙성 증류식 소주와 시판 증류식 소주 향기성분 주성분 분석

시판 증류식 소주와 숙성 증류식 소주 간의 향기성분 차이를 파악하기 위해 주성분 분석(Principal Component Analysis)을 실시하였다. 총 분석에 사용된 28종 시료에서 각각의 향기성분이 2종 이상의 시료에서 동정된 63개의 성분을 이용하였으며, 분석 결과는 Fig. 13과 같다. 첫 번째 주성분(PC1)은 데이터 변동의 23.58%, 두 번째 주성분(PC2)는 21.40%를 설명하고 있는 것으로 나타났다. 시판 증류식 소주와 숙성 증류식 소주의 위치를 보면, PC1 상에서 양(+)의 값에 오크 숙성 시료 9종이 분포 하였으며, 그 외 숙성 증류식 소주와 시판 증류식 소주 19종은 PC1 상의 음(-)의 값에 분포하여 나타났다. 숙성 용기에 따른 차이를 보면, PC 상에서 1, 4사분면에 오크 숙성 시료들이 위치하였고, 반대에 있는 2, 3사분면에 스테인리스 및 용기 숙성 증류식 소주 시료들이 위치하여, 오크 숙성 증류주와 상반되는 향기 성분 특성을 가지는 것으로 나타났다. 시판 증류주의 경우 3, 4사분면에 위치하여, 숙성이 진행되지 않은 CON 시료와 가까이 위치하였다. 따라서 시판 증류주는 숙성이 진행되지 않은 CON 시료와 비슷하며, 숙성 용기에 따라 다른 향기 특성을 갖는 것을 알 수 있었다. 숙성 기간에 따른 차이는 오크와 용기 숙성 시료의 경우 숙성이 진행됨에 따라 CON에서 점차 멀어지는 경향을 나타냈으나, 스테인리스 시료에서는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다.

휘발성 향기성분 향기성분과 시료의 관계를 살펴보면, 오크 시료의 경우 furfural, decanal 같은 알데하이드 및 2-nonanone, 2-undecanone, 2-tridecanone과 같은 케톤과 2-undecanol, 1-decanol, 4-ethylguaiacol과 같은 알코올 및 2-pentylfuran과 같은 향기성분들이 PCA 상으로 높은 상관관계를 나타냈다. 위와 같은 물질들은 주로 위스키, 브랜디, 코냑과 같은 오크 숙성 물질에서 유래되는 것으로, 오크 숙성 시료의 향기 지표 성분으로 역할을 할 수 있을 것으로 사료된다. 용기 숙성 시료의 경우 ethyl tetradecanoate, ethyl hexadecanoate 등과 같은 고급 에스테르류와 높은 상관관계를 나타냈다. 위와 같은 물질들은 용기 숙성을 하는 중국 청주 및 마오타이, 우량에에서도 발견되어, 용기 숙성 시료의 향기 지표 성분으로의 역할을 할 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 주성분 분석결과 숙성 용기의 차이로 인해 휘발성 향기성분 중 고급 에스테르류, 케톤류, 알데하이드류 함량에 따른 차이가 발생하였고, 이에 따라 시료 간 휘발성 향기 성분의 차이를 갖는 것으로 나타났다.

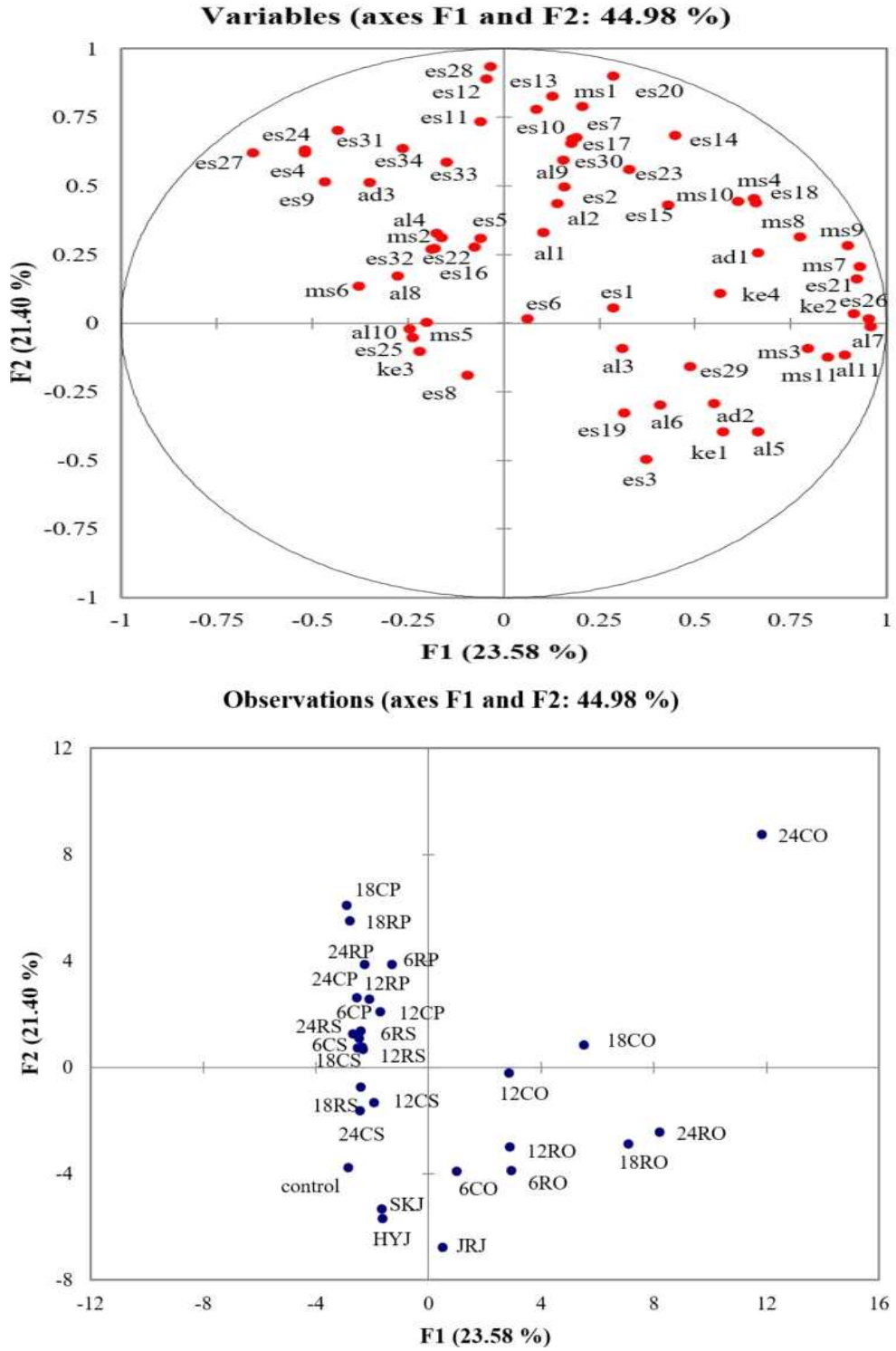


Fig. 13. 시판 3종 및 숙성 증류식소주 25종의 향기성분 주성분 분석

[제2위탁]

동중류기를 이용한 증류주의 품질특성 및 증류조건의 최적화 (1~2차년도)

## [제2위탁] 1~2차년도 동증류기를 이용한 증류주의 품질특성 및 증류조건 최적화

### 제1장 증류식소주 제조에 적합한 효모 선발 연구

#### 1.1 효모의 선택

쌀을 이용한 증류식소주 제조에 사용할 효모는 건조효모를 사용하였으며, 증류식소주 제조에 적합한 효모 선발을 위해 5종의 효모를 선택하였다. 국내에서 전통주 제조에 가장 많이 사용하는 양조용 효모인 송천효모(Y1)와 제빵용 효모인 라빠리장(La parisienne, Y2) 효모를 구입 사용하였고, 독일 슈트트가르트 증류주 연구소의 정보를 활용하여 상업적으로 생산 보급되는 효모 중 증류주 제조용 제조용으로 적합한 효모 3종을 추천받아 구입하여 사용하였다. 건조효모는 Schliessmann schwäbisch hall사의 Brennereihefe forte(Y3), KORNBAND(Y4)와 E.Begerow GmbH & Co.사의, SIHA Aktivhefe 6 Brennereihefe(Y5)이다.

#### 1.2 분석방법

##### 1.2.1 일반성분 분석

pH는 pH meter(Orion 720A, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산도(Total acid)은 AOAC법을 참고하여 국제청주류면허지원센터 주류분석 규정에 따라 CO<sub>2</sub>를 제거한 시료액 10mL를 적정기를 이용하여 0.1N NaOH로 pH8.2까지 적정한 후 호박산으로 환산하여 백분율을 나타내었다.

$$\text{총산(호박산으로) g/100mL} = \text{적정 mL 수} \times 0.0059 \times 10$$

아미노산도는 AOAC법을 참고하여 국제청주류면허지원센터 주류분석 규정에 따라 검체 10mL를 취하여 페놀프타렌지시약 몇방울을 가하고 0.1N NaOH로 담홍색이 될 때까지 중화한 후 여기에 중성포르말린 용액 5mL를 가하여 유리된 산을 0.1N NaOH로 담홍색이 될 때까지 적정하여 글리신으로 환산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{아미노산도(글리신으로) g/100mL} = \text{적정 mL 수} \times 0.0075 \times 10$$

가용성 고형분 함량(°Brix)은 과실을 착즙하여 얻는 착즙액을 굴절당도계 (Atago N, Japan)를 이용하여 측정하였다.

에틸알코올(Ethyl alcohol)은 국제청주류면허지원센터 주류분석규정에 따라 부침법(浮秤法)으로 측정하였고, 측정된 에탄올의 온도 보정은 Gay-Lussac의 주정 환산표로 보정하였다.

##### 1.2.2 유기산(Organic acid) 분석

유기산은 발효시킨 술덧을 원심분리 후 0.45 $\mu$ m Membrane filter로 여과한 다음 Ion chromatograph로 분석하였으며, 분석 조건은 Table. 1과 같다.

Table. 1. 유기산 분석을 위한 IC조건

Instrument	Metrohm 850 Professional IC
Column	Metrosep Organic acid 250/7.8
Column Temp	30 °C
Solvent system	Organic acid - H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.002 mL
Detector	Conductivity Detector
Pressure	2.76 Mpa
Flow rate	0.5 ml/min

### 1.2.3 주요 저비점 성분 분석

발효술덧 및 증류방식별, 단계별(초류, 본류, 후류)로 수득한 증류액을 발효 및 증류과정에서 생성된 향기의 주요성분인 methyl alcohol, ethyl acetate, fusel oil 등을 국제청주류면허지원센터 주류분석규정에 따라 증류주를 gas chromatograph를 이용하여 분석하였으며 그 분석조건은 Table. 2와 같다. 발효주의 전처리는 술덧을 메스실린더에 100mL를 채취한 후 간의증류기로 증류하여 증류액 90mL를 수득한 후 증류수를 채워 100mL를 표선을 맞춘 증류액을 GC에 주입하였다.

Table. 2. 휘발성 향기성분 분석을 위한 GC조건

Instrument	Hewlett Packard 7890, USA
Column	Innowax Closed Linked(30 mm × 0.2 mm × 1.0 μmID)
Column Temp	Initial 40 °C(2 min) - 5 °C/min - Final 120 °C(2 min)
Carrier gas	N <sub>2</sub>
Detector	FID
Injector temp	220 °C
Detector temp	230 °C
Flow rate	1.0 mL/min
Split ratio	50:1

### 1.2.4 주요 에스터 분석

발효술덧에 함유된 Ester류는 술덧 1mL를 20mL바이엘에 캡을 닫아 밀봉한 후 Headspace에 넣고 80°C에서 8분간 가열하여 기화시킨 후 GC에 주입하여 분석을 실시하였고, 그 분석조건은 Table. 3과 같다. 다만 발효술덧을 증류한 증류주의 ester류 분석은 GC에 직접 주입이 가능하므로 Table. 2의 분석조건으로 시행하였다.

Table. 3. 주요 Ester류 분석을 위한 GC 및 Headspace조건

Instrument	Hewlett Packard 7890, USA
	Headspace
Column	Innowax Closed Linked(30 mm × 0.2 mm × 1.0 μmID)
Headspace Temp	
Column Temp	Initial 40 °C(2 min) - 5 °C/min - Final 120 °C(2 min)
Carrier gas	N <sub>2</sub>
Detector	FID
Injector temp	220 °C
Detector temp	230 °C
Flow rate	1.0 mL/min
Split ratio	50:1

### 1.2.5 관능평가

발효 술덧을 증류한 증류식소주의 기호도를 확인하기 위해 관능평가를 실시하였다. 관능평가는 참여 연구원 및 서울벤처대학교대학원 발효식품과학과 석사, 박사과정의 학생 10명이 참여하였고, 검사에 관하여 충분히 사전 숙지를 시켰다. 또한 평가에 관련된 여러 가지 시료 제품의 종류와 품질 차이에 관하여 설명하고 검사품의 종류와 품질 차이에 관하여 설명하고 제품의 공통적인 용어도 숙지시켰다.

## 1.3 증류식소주 적정 효모 선발 실험

### 1.3.1 원료

증류식소주 적정 효모 선발 실험에 사용한 원료는 백미를 사용하였고, 경기도에서 생산한 추청 품종을 구입해 사용하였다. 발효제는 한국효소주식회사의 생쌀발효누룩인 바이오누룩R을 구입해 사용하였다.

### 1.3.2 담금배합표

쌀은 시험구별로 500g을 7~10회 세척한 다음 2시간 물에 불리고 1시간 동안 물빼기를 실시한 다음 로울러밀로 가루 내어 사용하였다. 발효에 사용한 용기는 내부에서 발생하는 CO<sub>2</sub>가 바깥으로 배출되고 내부로 공기가 유입되지 않는 공기 차단기가 설치된 유리용기를 사용하였고, 시험구별로 물 800mL, 생쌀발효누룩 10g, 효모 2.5g을 순서대로 첨가한 다음 30분간 수화시킨 다음 가루 내어 둔 쌀가루를 첨가하여 공기차단기가 설치된 두껍을 닫아 24℃로 조절된 향온기에 넣고 15일간 발효시켰다. 발효가 진행되는 동안 매일 무게 감소율, 알코올도수, 당도, pH를 측정하였다. 효모별 담금 배합표는 Table 4와 같다.

Table. 4 효모별 담금배합표

구 분		송천효모 (Y1)	라빠리장 (Y2)	Brennereihefe forte (Y3)	KORNBRAND (Y4)	SIHA Aktivhefe 6 Brennereihefe (Y5)
1단 담금	쌀	500g	500g	500g	500g	500g
	생쌀발효누룩	10g	10g	10g	10g	10g
	효모	2.5g(Y1)	2.5g(Y2)	2.5g(Y3)	2.5g(Y4)	2.5g(Y5)
	물	800mL	800mL	800mL	800mL	800mL
발효기간		15일	15일	15일	15일	15일
향온배양기 온도		25℃	25℃	25℃	25℃	25℃
예상 숙성술덧량		1,300mL	1,300mL	1,300mL	1,300mL	1,300mL
예상 알코올도수		16%	16%	16%	16%	16%

### 1.3.3 발효 경과

#### 1.3.3.1 알코올도수 변화

효모별 시험양조한 시험구에 대해 발효진행 경과를 분석하였다. 이론적으로는 100kg의 전분(또는 111kg의 당분)을 함유하는 원료로부터 71.5ℓ의 순수알코올이 만들어고 54.28kg의 CO<sub>2</sub>가 발생하여 배출된다. 따라서 발효시험구 무게를 측정하여 발효정도 및 이론적인 알코올도수를 예측할 수 있다. 실제 발효과정에서는 효모의 증식에 소비되고 에틸알코올 일부가 공기 중에 휘발하여 이론 양에 비해 알코올도수가 조금 낮게 나오지만 최종 술덧을 부침법으로 알코올도수를 측정하여 보정하면 발효도중의 알코올도수를 예측가능하다.

$$\text{알코올도수 예측 환산식(v/v\%)} = \text{CO}_2\text{배출로 인한 무게 감소량(kg)} \times 64.35 \text{ L} / 48.86 \text{ kg} \times 10 / \text{술덧의 부피 L} \times 100$$

본 시험에서 시험구의 발효기간 동안 효모별 알코올도수 변화를 분석하였다. 각 시험구별 발효 15일이 지난 후 부침법에 의해 술덧의 알코올도수를 측정된 결과 알코올 도수는 16.9~18.6 v/v%의 범위로 나타났으며 Y1 > Y5 > Y4 > Y2 > Y3 시험구 순으로 알코올도수가 높게 나타났다.

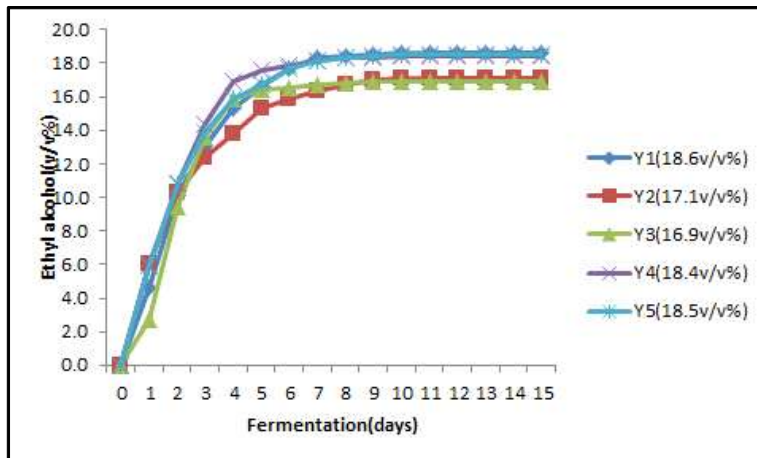


Fig. 1 효모별 발효 시험 경과별 알코올도수 변화

#### 1.3.3.2 pH 변화

효모별 시험양조한 시험구에 대해 발효진행 경과에 따른 pH변화를 측정하였다. 술덧의 오염 방지 및 안정성 확보를 위해 술덧의 pH는 낮은 것이 좋은데, Y5 시험구가 가장 낮게 나타났으며, 특히 발효가 왕성하게 진행 될 때 낮은 pH를 유지하는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2)



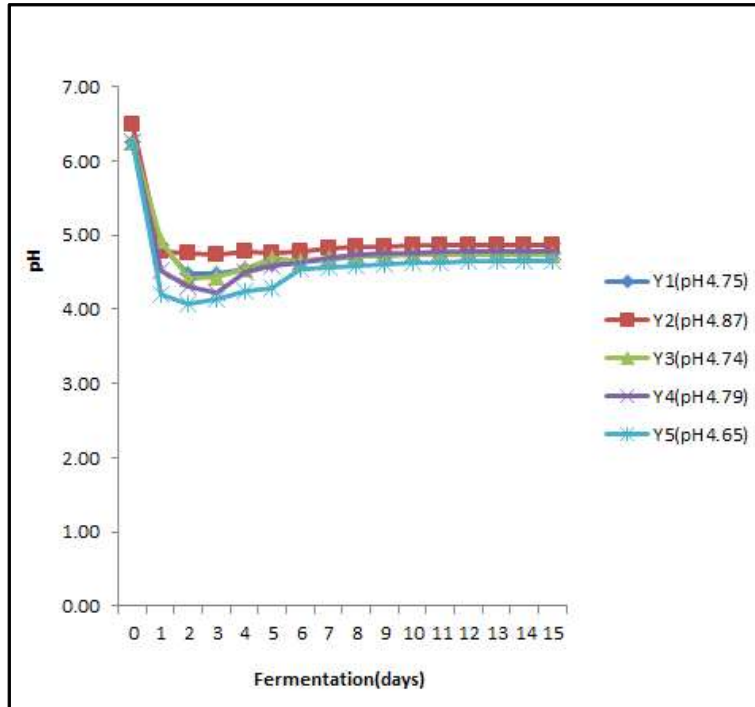


Fig.2 효모별 발효 시험 경과별 pH 변화

### 1.3.3.3 당도 변화

Brix°는 술덧의 당함량을 나타내지만, 에틸알코올 등 발효부산물에 있을 경우 굴절률이 달라져 정확한 당도를 측정할 수 없다. 그렇지만 당화와 발효이 진행정도를 측정할 수 있는 보조 자료로서 활용가치가 높다(Fig. 3).

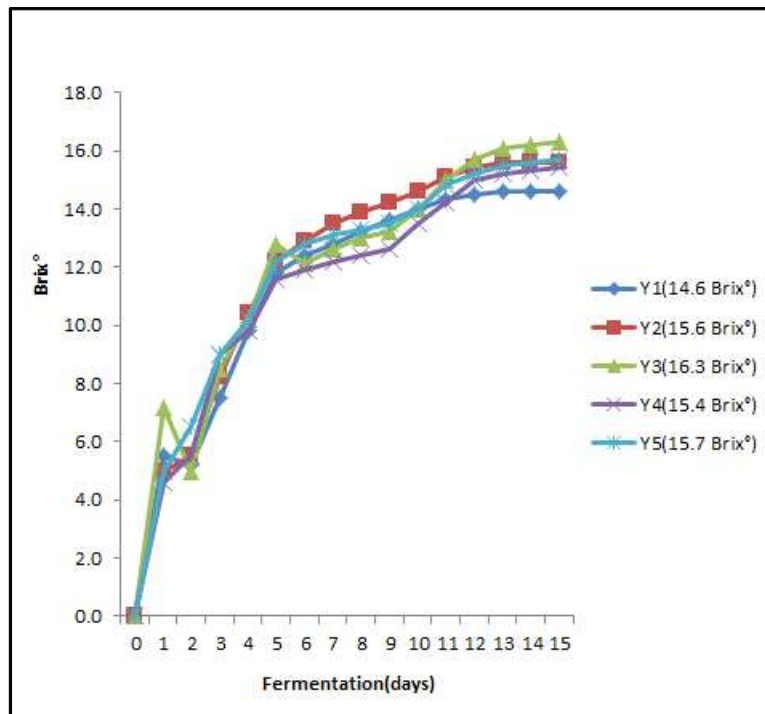


Fig. 3 효모별 발효 시험 경과별 Brix° 변화

### 1.3.4 술덧 성분분석

#### 1.3.4.1 일반성분 분석

발효가 끝난 술덧의 비중, 브릭스, 총산, 아미노산, pH, 탁도를 분석하였다. 브릭스는 대체로 알코올도수가 높을수록 낮게 나타났고, 알코올도수가 낮을수록 높게 나타났다. 총산함량은 0.23~0.25g/100mL 정도였으나 Y5는 0.3g/100mL로 높게 검출되었고, 아미노산 함량은 0.57~0.68g/100mL 정도였으나 Y5는 0.51 g/100mL로 낮게 검출되었다. 효모의 알코올 발효가 끝나면 술지게미는 가라앉고 효모의 응집성에 따라 서로 결합되어 침전하게 된다. 응집성이 나빠 술덧의 혼탁정도가 클 경우 술덧의 여과 등의 어려움이 따른다. 발효가 끝난 술덧의 혼탁정도를 살펴본바 Y2 < Y1 < Y5 < Y3 < Y4로 맑게 나타났으며, 외관은 Y4가 가장 뛰어난 것을 확인할 수 있었다.

Table. 5 효모별로 발효시킨 술덧의 일반성분 분석표

구분	송천효모 (Y1)	라빠리장 (Y2)	Brennereihefe forte (Y3)	KORNBRAND (Y4)	S I H A Aktivhefe 6 Brennereihefe (Y5)
비중(15℃)	1.0085	1.0134	1.0161	1.0106	1.0107
브릭스 °Brix	14.6	15.6	16.3	15.4	15.7
에틸알코올(%(v/v))	18.9	17.1	16.9	18.4	18.5
총산(주석산으로, g/100mL)	0.23	0.22	0.23	0.25	0.30
아미노산(글리신으로, g/100mL)	0.61	0.68	0.57	0.60	0.51
pH	4.75	4.87	4.74	4.79	4.65
탁도(EBC)	12.0	20.0	6.5	4.6	9.7

#### 1.3.4.2 주요 저비점 성분분석

효모의 종류별로 발효시킨 술덧의 주요 저비점 성분 함량을 표준품의 함량별 검량선을 이용하여 분석한 결과 Table. 6과 같다.

Table. 6 효모별로 발효시킨 술덧의 저비점 성분분석표

구분	송천효모 (Y1)	라빠리장 (Y2)	Brennereihefe forte (Y3)	KORNBRAND (Y4)	SIHA Aktivhefe 6 Brennereihefe (Y5)
Acetone(mg/L)	ND <sup>2)</sup>	ND	ND	ND	ND
Methyl alcohol(mg/L)	13.5±0.31	14.3±0.4	11.7±0.98	13±1.55	15±0.53
n-propanol(mg/L)	112.8±0.72	112.1±0.67	141±0.5	186±2.71	138.1±1.11
i-Butanol(mg/L)	279.2±1.31	217.8±1.36	229±0.45	397.4±3.12	388.4±2.8
n-Butanol(mg/L)	5.5±0.06	0±0	0±0	2.5±0.06	5.6±0.06
i-Amyl alcohol(mg/L)	476.2±2.32	448.4±2.7	405.7±0.83	568.6±4.5	592.7±3.92
n-Amyl alcohol(mg/L)	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
Fusel oil(mg/L) <sup>1)</sup>	873.7±4.26	778.3±4.68	775.6±1.76	1154.5±10.18	1124.9±7.86

\* Mean ± S.D (n=3)

1)n-propanol, i-Butanol, n-Butanol, i-Amyl alcohol, n-Amyl alcohol의 합계

2)Not detected

주요 휘발성분 분석결과 Aceton은 모든 시험구에서 검출되지 않았으며 메탄올은  $11.7 \pm 0.98 \sim 15 \pm 0.53 \text{mg/L}$ 가 검출되었다. Methanol은 펙틴분해효소 중 펙틴 메틸에스터라아제(pectin methylesterase)에 의해 과실 껍질에 존재하는 Pectin의 메틸에스터 그룹(Methyl ester group)의 가수분해 과정에서 methyl alcohol이 생성된 것으로 효모의 발효와는 관계가 없는 것으로 실험결과에서도 동일한 결과를 확인 할 수 있었다. 퓨젤유는 탄소수가 많은 알코올을 총칭하는 혼합물로 원료 중 단백질 분해 생성물인 아미노산으로부터 알코올발효시의 효모에 의한 탈아미노기(deamination) 반응과 동시에 탈카르복시(decarboxylation) 반응에 의해서 생성된 n-propyl alcohol, butyl alcohol, iso-amyl alcohol 등 각급 혼합물로서 약 50%이상이 amyl alcohol 류 이다. n-propyl alcohol과 I-butyl alcohol은  $Y4 > Y5 > Y1 > Y3 > Y2$  순으로 높게 검출되었고, iso-amyl alcohol은  $Y5 > Y4 > Y1 > Y2 > Y3$  순으로 많이 검출되었고, n-amyl alcohol은 모든 시험구에서 검출되지 않았으며, 다가 알코올을 총칭한 fusel oil은  $Y4 > Y5 > Y1 > Y2 > Y3$  순으로 많이 검출되었다.

### 1.3.4.3 주요 Ester류 성분 및 푸르프랄 분석

효모의 종류별로 발효시킨 술덧의 ester류 성분과 푸르프랄 함량을 분석하기 위해 head space와 GC를 이용하여 분석을 실시하였다. 20mL 바이알에 술덧 1mL를 주입한 후 두껍을 닫고 head space에서 80°C를 가열하여 10분간 기화시킨 다음 GC에 주입하여 성분분석을 실시하여 Table 7과 같은 결과를 얻었다.

Table. 7 효모별로 발효시킨 술덧의 주요 저비점 성분분석표

구분	송천효모 (Y1)	라빠리장 (Y2)	Brennereihefe forte (Y3)	KORNBRAND (Y4)	S I H A Aktivhefe 6 Brennereihefe (Y5)
Acetic acid isobutyl ester( $\mu\text{l/L}$ )	0.4±0.06	0.2±0.15	0.2±0	1.2±0	0.8±0.06
Ethyl acetate(mg/L)	58.1±0.15	44.9±0.5	37.1±0.17	77±0.7	59.4±0.72
Ethyl n-valerate( $\mu\text{l/L}$ )	ND <sup>1)</sup>	ND	ND	ND	ND
Ethyl n-caproate( $\mu\text{l/L}$ )	2.2±0.15	2.1±0	2±0.06	2.5±0.06	2.3±0.12
Lactic acid ethyl ester( $\mu\text{l/L}$ )	3.1±0.7	3.9±0.06	5.2±0.26	5.6±0.06	5.1±0.15
n-octanoic acid ethyl ester( $\mu\text{l/L}$ )	1.4±0.15	1.3±0	2±0.06	1.8±0	1.4±0.12
Ethyl n-caprate( $\mu\text{l/L}$ )	0.6±0.55	0.3±0.46	3±1.76	1.2±0.06	1.4±0.1
Succinic acid diethyl ester( $\mu\text{l/L}$ )	ND	ND	ND	ND	ND
Furfural( $\mu\text{l/L}$ )	13.3±1.37	14±0.95	10.6±2.05	10.1±0.61	10.4±0.32

Ester는 강한 아로마를 주는 발효부산물로서 술의 관능에 있어 중요한 부분을 차지하고 있다. 대체로 효모균체 내에서 알코올발효 시 생성되는 유기산과 에틸알코올이 결합하여 생성되거나 숙성도중 유기산이 에틸알코올과 결합하여 생성되기도 한다. 발효 중간 산물 중 가장 많은 양을 차지하는 Ethyl acetate는 효소 alcohol acetyltransferase의 촉매하에 acetyl-CoA로부터 생성되며 특히 효모 증식과

밀접한 관계가 있어 효모 증식기에는 Ethyl acetate는 생성되지 않고 발효가 시작되면 생성되기 시작한다. Ethyl acetate는 고급 주류에서 많이 검출되지만 과다 생성될 경우 ester ton이나 용매제 ton을 주므로 나쁜 영향을 미친다. 발효주의 Ethyl acetate의 함량은 Y4, Y5, Y1 시험구에서 높게 검출되었다. Ethyl acetate를 제외하고 함량이 높은 lactic acid ethyl ester는 주로 젖산발효를 통해 생성되는 것으로 Y3, Y4, Y5 시험구가 높은 반면 Y1, Y2 시험구는 낮게 검출되었다. 미량으로도 향기에 영향을 많이 미치는 ethyl n-caproate는 모든 시험구에서 비슷한 양이 검출되었고, ethyl n-caprate는 Y3, Y4, Y5 시험구가 높게 검출되었다. 파인애플, 배향기로 표현되고 1ppm이하로도 향기를 느낄 수 있는 n-octanoic acid ethyl ester는 Y3, Y4 시험구가 높게 검출되었다. Furfural은 발효과정 또는 발효주의 증류과정에서 생성되는 성분으로 발효가 불량하거나, 후류를 지나치게 많이 받거나 증류시간이 길어질 경우 증가하는 것으로 알려져 있다. 분석결과에서는 Y1, Y2 시험구가 Y3, Y4, Y5 시험구에 비해 높게 검출되는 것으로 나타났다.

#### 1.3.4.4 유기산 분석

효모별로 발효시킨 시험구 술덧의 citric acid, tartaric acid, malic acid 등 유기산 함량 변화를 Ion Chromatograph를 이용하여 정량분석을 하였다. 분별정량하기 위한 standard 시료의 chromatogram은 Fig. 4와 같다.

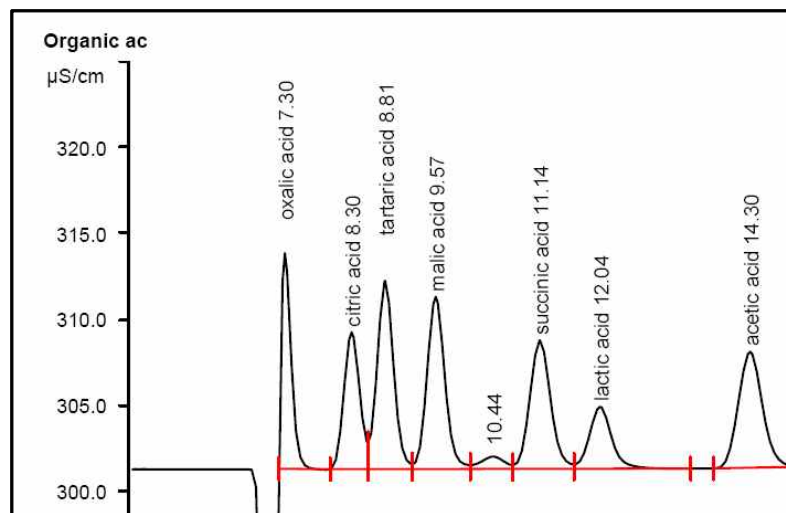


Fig. 4. 유기산 함량 분석을 위한 IC standard chromatogram

발효주에 있어서 유기산 함량은 술맛을 결정하는 중요한 요소이지만 증류주에 있어서는 그 중요성이 떨어진다. 다만, Acetic acid는 휘발산으로 증류주에도 이행하여 향기성분으로 작용하며, Lactic acid와 함께 유기산과 결합하여 Ester 성분으로 전환되어 향기성분으로 작용하기도 한다. 또한 Acetic acid는 Lactic acid와 함께 발효경과를 유추하는데 도움이 된다. 특히 Citric acid, Malic acid 등은 Lactic acid bacteria에 의해 Lactic acid, Acetic acid로 전환되기도 하며 생성된 에틸알코올이 Acetic acid bacteria에 의해 Acetic acid로 전환되기도 한다. 즉, Lactic acid, Acetic acid는 Lactic acid bacteria, Acetic acid bacteria, 야생효모의 오염측도로가 된다고 볼 수 있다. 그리고, Lactic acid bacteria, Acetic acid bacteria, 야생효모 등에 술덧이 오염되면 이들이 생성한 부산물에 의해 증류주에 나쁜 향

취가 이행되어 주질을 떨어뜨리기도 한다. 유기산 분석 결과 시험구별 유기산 함량에는 큰 차이가 있었으며, Citric acid의 함량은 Y1, Y2 시험구에 비해 독일에서 도입한 증류주용 효모의 경우 구연산 함량이 낮은 것으로 나타났다. Tartaric acid, Malic acid는 Y5 시험구를 제외한 나머지 시험구에서 큰 차이가 없었지만, Y5 시험구만 월등히 높게 검출된 것으로 나타났으며, Succinic acid는 모든 시험구에서 유사한 함량으로 검출되었다. Lactic acid bacteria, Acetic acid bacteria, 야생효모의 오염측도로가 되는 Acetic acid, Lactic acid를 살펴보면 Acetic acid의 함량은 안정적인 것으로 보아 다른 미생물의 오염은 적은 것으로 나타났으며, Lactic acid 함량은 시험구에 따라 큰 차이가 나타났으며 이는 효모의 초기 발효진행 또는 특성에 관련된 것으로 사료되며 발효진행의 따른 pH변화에서 Lactic acid가 많은 영향을 미친 것으로 사료된다.

Table. 8 효모별 시험양조한 발효술덧의 유기산 함량 비교

Compounds	송천효모 (Y1)	라빠리장 (Y2)	Brennereihefe forte (Y3)	KORNBRAND (Y4)	SIHA Aktivhefe 6 Brennereihefe (Y5)
Citric acid (mg/L)	1,024	1,042	741	886	872
Tartaric acid (mg/L)	24	17	23	15	73
Malic acid (mg/L)	145	144	76	79	500
Succinic acid (mg/L)	885	776	828	951	905
Lactic acid (mg/L)	896	313	1,309	1,169	814
Acetic acid (mg/L)	195	289	214	258	239
Total acid (mg/L)	3,169	2,581	3,191	3,358	3,403

\* Mean ± S.D (n=3)

### 1.3.5 발효원주 제성

효모별로 발효시킨 발효술덧의 총량과 술덧을 원심분리기로 6,000rpm에서 7분간 원심분리하여 상등액과 지게미를 분리하여 지게미량과 원심분리한 발효 원주량을 측정하였다(Table 9).

Table. 9 효모별로 발효시킨 술덧의 발효원주 제성량 비교

구분	송천효모 (Y1)	라빠리장 (Y2)	Brennereihefe forte (Y3)	KORNBRAND (Y4)	SIHA Aktivhefe 6 Brennereihefe (Y5)
발효술덧 총량(mL)	1,200	1,193	1,187	1,205	1,206
원심분리한 발효원주(mL)	965	947	930	982	972
술지게미량(g)	247	251	254	235	242

최종 알코올도수가 높은 시험구일수록 발효술덧 총량이 많게 나타났고, 원심분리한 발효원주는 Y4 > Y5 > Y1 > Y2 > Y3 시험구 순으로 양이 많게 나타났으며 원주의 양이 많을수록 증류주의 알코올수득량이 많아지고 제조수율이 높아지는 특징이 있다.

### 1.3.6 술덧을 증류한 증류주의 분석

#### 1.3.6.1 증류주의 알코올도수

효모별로 발효시킨 발효술덧을 원심분리한 발효원주 500 mL를 간의 증류기로 상압에서 증류하여 증류액 250 mL를 수득하여 알코올도수 함량을 2배 농축하게 되면 알코올도수 35 v/v%내외의 증류주를 제조할 수 있다. 증류액의 알코올도수는 Table. 10과 같다.

Table. 10 효모별 발효술덧 및 2배 농축 증류한 증류액의 알코올도수

구분	송천효모 (Y1)	라빠리장 (Y2)	Brennereihefe forte (Y3)	KORNBRAND (Y4)	SIHA Aktivhefe 6 Brennereihefe (Y5)
발효술덧 알코올도수(v/v%)	18.6	17.1	16.9	18.4	18.5
증류후 알코올도수(v/v%)	37.2	34.1	33.5	36.9	37.2

증류주의 알코올도수는  $Y5 = Y1 > Y4 > Y2 > Y3$  순으로 높았으며 발효술덧 알코올도수의 알코올도수가 높을수록 증류후 증류주의 알코올도수도 높은 것으로 나타났으며 알코올도수가 높을수록 제조수율을 높일 수 있다.

#### 1.3.6.2 증류주의 비중 및 탁도

발효원주를 간의 증류기로 2배 농축 증류한 증류주의 증류직후 비중 및 탁도를 측정하였다(Table 11).

Table. 11 효모별 발효술덧 및 2배 농축 증류한 증류액의 비중 및 탁도

구분	Y1 시험구 (Y1)	Y2 시험구 (Y2)	Y3 시험구 (Y3)	Y4 시험구 (Y4)	Y5 시험구 (Y5)
비중(15℃)	0.956	0.961	0.961	0.958	0.956
탁도(EBC)	3.88	5.06	4.63	1.37	3.53

비중은 알코올도수와 비례하여 검출되었다. 탁도는 증류주의 혼탁정도를 나타내는 것으로 Y4, Y5, Y1, Y3, Y2 시험구 순으로 낮게 검출되었고 Y2 시험구는 탁도가 매우 높았다. 증류주의 탁도가 높으며 고분자 지방산 등에 의해 숙성과정에 나쁜 향취의 원인이 되고 여과가 어려운 결점이 따른다.

#### 1.3.6.3 증류주의 주요 저비점 성분

효모의 증류별로 발효시킨 술덧을 증류한 증류주의 주요 저비점 성분 함량을 표준품의 함량별 검량선을 이용하여 분석한 결과 Table. 12와 같다.

Table. 12 효모별로 술덧을 증류한 증류주의 주요 저비점 성분분석표

구분	송천효모 (Y1)	라빠리장 (Y2)	Brennereihefe forte (Y3)	KORNBRAND (Y4)	SIHA Aktivhefe 6 Brennereihefe (Y5)
Acetone(mg/L)	ND <sup>2)</sup>	ND	ND	ND	ND
Methyl alcohol(mg/L)	30±0	27.9±2.72	25±0.32	27.2±0.35	31.4±0.83
n-propanol(mg/L)	215.4±0.42	211.2±0.85	268.1±0.06	354±3.32	271.7±0.45
i-Butanol(mg/L)	537.3±0.72	412.8±1.71	436±1.11	768.3±10.24	771.4±2.75
n-Butanol(mg/L)	10.4±0.06	2.8±0	2.8±0.05	4.8±0.06	11±0.06
i-Amyl alcohol(mg/L)	923.2±0.95	859.7±3.6	777.4±1.93	1,103.2±13.64	1,180±4.86
n-Amyl alcohol(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND
Fusel oil(mg/L) <sup>1)</sup>	1,686.4±0.2	1,486.5±6.07	1,484.3±3	2,230.3±27.02	2,234±7.9

\* Mean ± S.D (n=3)

1)n-propanol, i-Butanol, n-Butanol, i-Amyl alcohol, n-Amyl alcohol의 합계

2)Not detected

발효주의 증류한 증류주의 주요 저비점 성분의 함량은 발효주를 증류한 증류주의 함량비율과 큰 차이가 발생하지 않는 것으로 나타났으며, Fusel oil 전체 함량은 Y5 > Y4 > Y1 > Y2 > Y3 순으로 높게 검출되었으며 Y5, Y4 시험구가 높은 반면 Y2, Y3 시험구는 적게 검출된 것을 확인할 수 있었다.

#### 1.3.6.4 증류주의 주요 Ester류 성분 및 푸르프랄 분석

효모의 종류별로 발효시킨 술덧을 증류한 증류주는 GC에 직접 주입이 가능하므로 Head space를 이용하지 않고 GC로 주요 ester류 성분과 푸르프랄 함량을 표준품의 함량별 검량선을 이용하여 분석한 결과 Table. 13과 같다.

Table. 13 효모별로 발효시킨 술덧의 주요 저비점 성분분석표

구분	송천효모 (Y1)	라빠리장 (Y2)	Brennereihefe forte (Y3)	KORNBRAND (Y4)	S I H A Aktivhefe 6 Brennereihefe (Y5)
Acetic acid isobutyl ester( $\mu$ l/L)	ND <sup>1)</sup>	ND	ND	ND	ND
Ethyl acetate(mg/L)	142.6±0.74	95.1±0.15	91.8±0.47	187.5±3.5	169.4±0.9
Ethyl n-valerate( $\mu$ l/L)	ND	ND	ND	ND	ND
Ethyl n-caproate( $\mu$ l/L)	ND	ND	ND	ND	ND
Lactic acid ethyl ester( $\mu$ l/L)	7.5±0.06	4.8±0.3	11.9±0	4.9±0	4.7±0.1
n-octanoic acid ethyl ester( $\mu$ l/L)	ND	ND	ND	ND	ND
Ethyl n-caprate( $\mu$ l/L)	ND	ND	ND	ND	ND
Succinic acid diethyl ester( $\mu$ l/L)	7±0.15	7.3±0.29	7.4±0.2	6.5±0.36	7.3±0.06
Furfural( $\mu$ l/L)	5.4±0.78	5.7±0.25	5.3±0.31	4±0.4	4.2±0.35

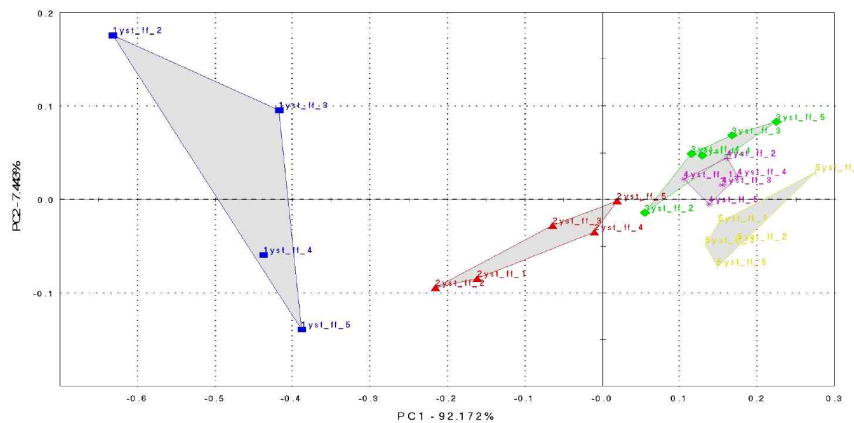
\* Mean ± S.D (n=3)

1)Not detected

발효주를 Head space를 이용하여 GC로 분석하였을 때에는 ethyl n-valerat, succinic acid diethyl ester를 제외하고는 모든 성분이 검출되었는데 발효주를 증류한 증류주에서는 ethyl n-valerat, ethyl n-caproate, ethyl n-caprate, acetic acid isobutyl ester도 검출되지 않았다. 이는 발효주를 증류하지 않고 head space가 80℃에서 기화시켜 GC에 주입하는 반면 증류주는 100℃내외의 높은 온도에서 증류하는 과정에서 끓는점이 낮은 주요 향기성분인 Ester류의 소실이 많은 것으로 판단된다. 향후 증류과정에서 ester류의 소실을 최소화 할 수 있는 증류법을 적용하여 증류주의 아로마를 증가시키는 연구가 필요할 것으로 판단되었다. 마찬가지로 푸르푸랄 함량도 발효주를 측정할 함량에 비해 증류주에서 낮게 검출된 것도 동일한 이유에서 기인한 것으로 판단할 수 있다. 다만, 발효주를 head space를 이용하여 GC로 분석하였을 때에는 succinic acid diethyl ester가 검출되지 않았지만, 증류주에서는 7 $\mu$ L/합량 내외로 검출된 것은 head space가 80℃에서 기화시켜 GC에 주입하여 고비점 성분이 이행하기 어렵지만, 높은 온도에서 증류한 증류주에서는 고비점 성분이 일부 증류될 수 있어 미량 검출된 것으로 추측할 수 있다.

### 1.3.6.5 증류주의 향 패턴 분석

효모의 종류별로 발효시킨 술덧을 증류한 증류주를 전자코( $\alpha$ -Moss Fox 3000)로 PCA방식에 의한 향 패턴 비교분석을 실시하였다(Fig. 5).



\* 송천효모 : 1yst\_ff, 라바리장 : 2yst\_ff, Brennereihefe forte : 3yst\_ff, KORNBRAND : 4yst\_ff, SIHA Aktivhefe 6 Brennereihefe: 5yst\_ff

Fig. 5 증류주의 향패턴 분석

분석결과 Y3, Y4, Y5 시험구의 향패턴은 유사한 경향을 나타냈고, Y1과 Y2 시험구는 향 비교에서 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 향 패턴으로 보았을 때 Y3, Y4, Y5 시험구는 유사한 형태의 효모로 발효패턴도 유사한 것으로 추측 가능하며 Y2, Y1 시험구는 전혀 다른 발효 패턴으로 효모 발효하는 것을 추측할 수 있다.

### 1.3.6.6 증류주의 관능검사

상기 증류주의 알코올 도수를 동일하게 하기 위해 증류수를 첨가하여 알코올 도수를 34 v/v%로 조정한다. 다음 20℃ 향온조에서 2달간 숙성시킨 후 관능평가를 실시하였다. 관능평가 기준은 적정효모 선정에서는 Table 8의 서식에 따라 외관, 향기, 맛에 대하여 5점 척도법(매우 좋다 : 5점, 좋다 : 4점, 보통이다



: 3점, 좋지 않다 : 2점, 매우 좋지 않다 :1점)에 의해 실시하였으며, 평가점수를 합산하여 점수가 높을수록 품질이 뛰어난 것으로 판단하였다.

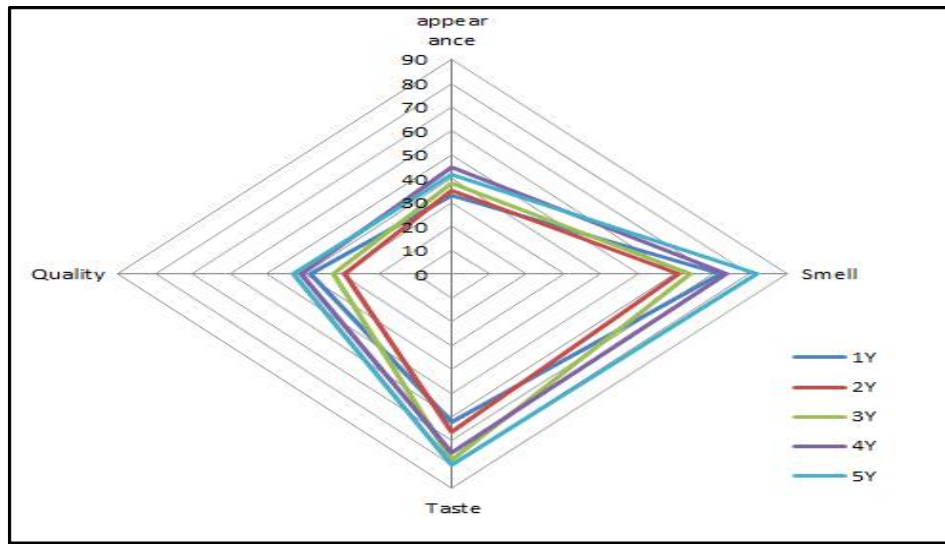


Fig. 6 효모별로 제조한 증류주 관능평가 결과

효모별로 제조한 발효곡주를 상압증류한 증류주의 관능검사 결과 총점은 Y5(247점) > Y4(235점) > Y1(205점) > Y3(212점) > Y2(191점) 시험구 순으로 Y5 시험구가 가장 좋은 평점을 기록하였고, Y2 시험구가 가장 낮은 평점을 기록하였다. Y5 시험구는 시각적 평가를 제외한 후각적, 미각적, 종합평가에서 1위를 차지하였고, Y4 시험구도 관능이 뛰어난 것으로 나타났다.

#### 1.4 증류식소주 적정 효모 선발 연구 결과 요약

쌀을 이용한 증류주 개발에 있어서 선결연구과제로 증류식소주 제조에 적합한 효모 선정 실험을 실시하였다. 효모는 송천효모(Y1), 라빠리장(La parisienne, Y2), Brennereihefe forte(Y3), KORNBRAND(Y4)와 SIHA Aktivhefe6 Brennereihefe(Y5)를 사용하였고 발효제는 생쌀발효누룩인 바이오누룩R를 사용하여 생쌀발효 방식으로 동일한 조건에서 효모만 달리하여 비교 실험을 실시하였다. 발효진행 속도를 살펴본 바 5가지 효모에서 대부분 7일 이내에 주발효가 완료되는 것으로 나타났으며, 알코올도수는 Y1 > Y5 > Y4 > Y2 > Y3 시험구 순으로 높게 나타났다. 효모별로 발효시킨 발효술덧의 저비점 향기성분 중 fusel oil은 Y4 > Y5 > Y1 > Y2 > Y3 순으로 많이 검출되었다. 강한 아로마를 주는 발효부산물로서 술의 관능에 있어 중요한 부분을 차지하는 ester류 중 ethyl acetate의 함량은 Y4, Y5, Y1 시험구에서 높게 검출되었다. 발효가 왕성하여 알코올도수가 높은 시험구가 대부분 Ester류도 높게 검출되는 것을 확인할 수 있었다. 증류주의 제조수율과 관련된 발효술덧의 술지게미를 제외한 발효원주량은 Y4 > Y5 > Y1 > Y2 > Y3 시험구 순으로 많이 수득할 수 있었다. 발효술덧을 증류하여 2배 농축한 증류주의 알코올 도수는 Y5 = Y1 > Y4 > Y2 > Y3 순으로 높았으며 탁도는 Y4 > Y5 > Y1 > Y3 > Y2 시험구 순으로 낮게 검출되었고 Y2 시험구는 탁도가 매우 높았다. 증류주의 Fusel oil 전체 함량은 Y5 > Y4 > Y1 > Y2 > Y3 순으로 높게 검출되어 발효주와 유사한 성분패턴을 보였다. 끓는점이 낮은 주요 향기성분인 Ester류는 100℃내외의 높은 온도에서 증류하는 과정에서 많이 소실되는 것으로 나타나 Ester류의 소실을 최소화 할 수 있는 증류법을 적용하여 증류주의 아로마를 증가

시키는 연구가 필요할 것으로 판단할 수 있었다. 대체로 저비점 향기성분, Ester류의 함량이 높은 시험구가 관능검사에서도 높은 점수를 획득한 것을 확인할 후 있었다. 증류주의 관능검사 결과 총점은 Y5(247점) > Y4(235점) > Y1(205점) > Y3(212점) > Y2(191점) 시험구 순으로 Y5 시험구가 가장 좋은 평점을 기록하였고, Y2 시험구가 가장 낮은 평점을 기록하였다. 관능검사 결과 품질이 가장 뛰어난 Y5 시험구는 발효술덧의 알코올도수, 지게미를 제외한 여과주의 수량 등에서 매우 높은 평가를 받았으므로 쌀을 이용한 증류식소주 개발에 적합한 효모는 Y5 시험구의 SIHA Aktivhefe6 Brennereihefe(Y5)를 선정하게 되었다.

## 제2장 동증류기를 이용한 증류주의 이화학적 특성 규명 및 데이터 해석

### 2.1 상압다단식증류기의 특성

#### 2.1.1 증류의 종류

상압증류의 경우 가압이나 감압 없이 상압에서 증류하는 방식으로 열, 냉각 등을 통해 증류를 수행하게 된다. 분류기, 농축기, 시아닌흡착기(katalysator) 등의 구조와 설치에 상압증류의 기능이 달라진다. 감압증류의 경우는 술덧 중 열에 약한 성분들이나 향기성분 등을 보호할 목적으로 감압장치를 통해 감압 증류를 실행하는 경우가 있으며 자비점이 40~60℃ 또는 그 이하로 낮아지게 된다. 유럽의 경우 일반적으로 과실이나 곡류를 이용한 증류주 제조에는 감압증류는 사용되지 않으며 에센스나 향료 제조를 목적으로 사용된다. 상압증류는 기압 1bar에서 실시하지만 감압증류 시에는 공기가 차단된 증류기를 이용하여 기압이 250~100 mbar에서 실시하게 된다. 감압증류의 장점은 열에 약한 아로마 성분을 유지할 수 있다는 것과 자비점이 낮아 열취가 적다는 점이다. 또한 감압증류의 경우 에너지 소비가 적다는 것이 장점이지만 진공펌프를 가동하는데 소요되는 에너지를 감안해야 한다. 압력과 알코올 농도에 따른 자비점은 Table 14와 같다.

Table. 14 압력과 알코올 농도에 따른 자비 점 비교

알코올 농도		50	100	190	250	380	500	760	mm Hg
증량%	vol%	67	133	253	333	507	667	1013	mbar
0	0	38.05	51.33	65.30	71.50	81.60	87.45	100	
10	12.4	32.80	45.70	59.15	64.95	74.33	80.55	91.45	
20	24.5	29.40	42.15	55.49	60.55	70.09	76.35	87.15	
30	36.2	27.10	39.75	53.64	58.15	67.80	73.95	84.65	
40	47.3	25.60	38.10	52.40	56.55	66.82	72.40	83.10	
50	57.8	24.60	37.25	51.16	55.40	65.93	71.30	81.90	
60	67.7	23.90	36.60	49.85	54.65	65.12	70.50	81.00	
70	76.9	23.25	36.00	48.95	54.10	64.34	69.70	80.20	
80	85.5	22.60	35.40	48.69	53.60	63.71	69.00	79.35	
90	93.3	21.95	34.70	48.70	53.15	62.81	68.25	78.50	
100	100.0	21.55	34.25	50.05	53.05	63.14	68.05	78.30	

감압 증류기에서는 압력이 133 mbar이면 알코올농도 36.2vol%가 약 40℃에서 자비되는 반면 대기압상태에서는 약 85℃에서 자비된다. 물의 경우 대기압에서 100℃에서 자비되는 반면 감압상태에서는 133 mbar에서 약 51℃에서 자비된다.

## 2.1.2 증류방식

### 2.1.2.1 단식증류기

구리나 스테인레스 재질의 단순한 증류기로서 일차증류주와 이차증류주가 순서대로 증류되는 단일방식과 일차증류주와 이차증류주가 동시에 서로 마주보며 증류되는 복식방식이 있다. 단식증류기에서는 일반적으로 증류를 2회 실시하며 단식 증류를 통해 증류된 일차증류주에는 발효즙으로부터 생성된 알코올, 물 및 거의 모든 휘발성 성분들이 함유되어 있다. 일차증류주는 대부분 탁하며 에스터향과 퓨젤향이 강하며 알코올 농도는 25~35% vol. 정도이다. 증류후 남은 찌꺼기는 주박이라 부르며 알코올 농도는 0~1% vol. 이다. 이차증류주는 일차증류주에서 필요한 성분만을 비점차이를 이용, 증류하여 얻은 것으로 초류, 중류, 후류 등으로 분리하게 된다. 비점이 78.4℃ 이하인 휘발성이 강한 성분들과 비점이 78.4℃ 이상인 휘발성이 약한 성분들을 분리하는 기술은 분석 장비를 통해 가능하지만 무엇보다도 전문지식과 경험 특히 관능적인 경험이 중요하다

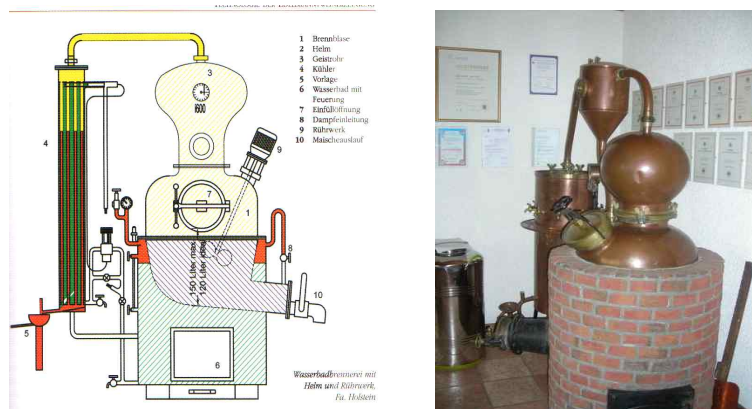


Fig. 7 단식증류기

### 2.1.2.2 다단식증류기

증류원리는 단식증류기와 같으나 증류기의 구조가 단일 증류기와 농축 탑으로 이루어진 것이 특징적이다. 다단식증류기는 단식증류기와는 다르게 일차증류로서 증류공정이 완성되고 얻어진 증류주는 단식증류기의 이차증류주와 유사한 품질의 초류, 중류, 후류 등으로 분리된다. 고 품질의 증류주 제조를 위해선 증류공정을 서서히 진행하는 것이 중요하며 일반적으로 80%이상으로 알코올을 농축하기 위해서는 최소한 Y4의 증류가 필요하다.

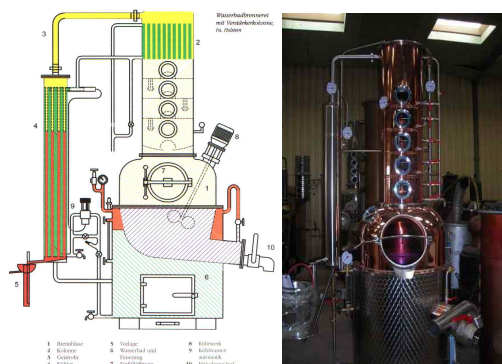


Fig. 8 다단식증류기

다단식증류주의 경우 농축기에는 중형과 채형 등 두 가지 종류의 형태가 있으며 꺾질이 많고 묽은 술덧의 경우 중형 농축 탑을 사용하고, 얇은 술덧의 경우 채형 농축 탑을 사용하게 된다. 자비를 하게 되면 대부분의 물은 농축 탑 바닥에 남게 되며 알코올 증기는 계속해서 다음 바닥으로 올라가게 된다. 따라서 바닥에는 물이 축적되고 증기에는 알코올이 축적되게 된다. 각 바닥의 액체(알코올-물)가 머무르는 시간은 바닥지름, 중지름 및 배출구의 높이에 달려있다. 바닥에 액체가 많을수록 자비 정도는 격렬해지며 큰 중에서는 작은 중에서보다 자비가 균일하게 되며 구리접촉면도 넓다. 바닥에 액체가 많을수록 보통 격렬하게 자비를 하게 되어 알코올 농축이 잘 되지만 향기성분은 적어진다. 반면 바닥에 액체가 적으면 알코올 농축이 적게 되지만 향기성분은 많아지게 된다

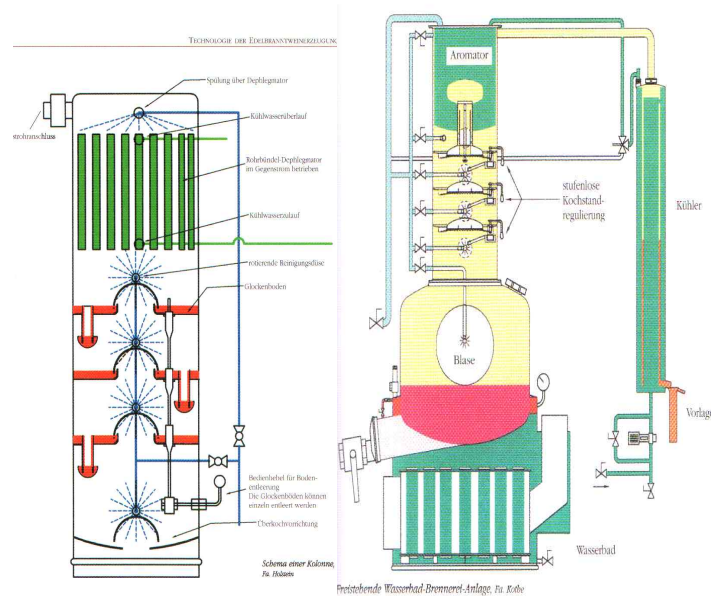


Fig. 9 농축 탑의 구조

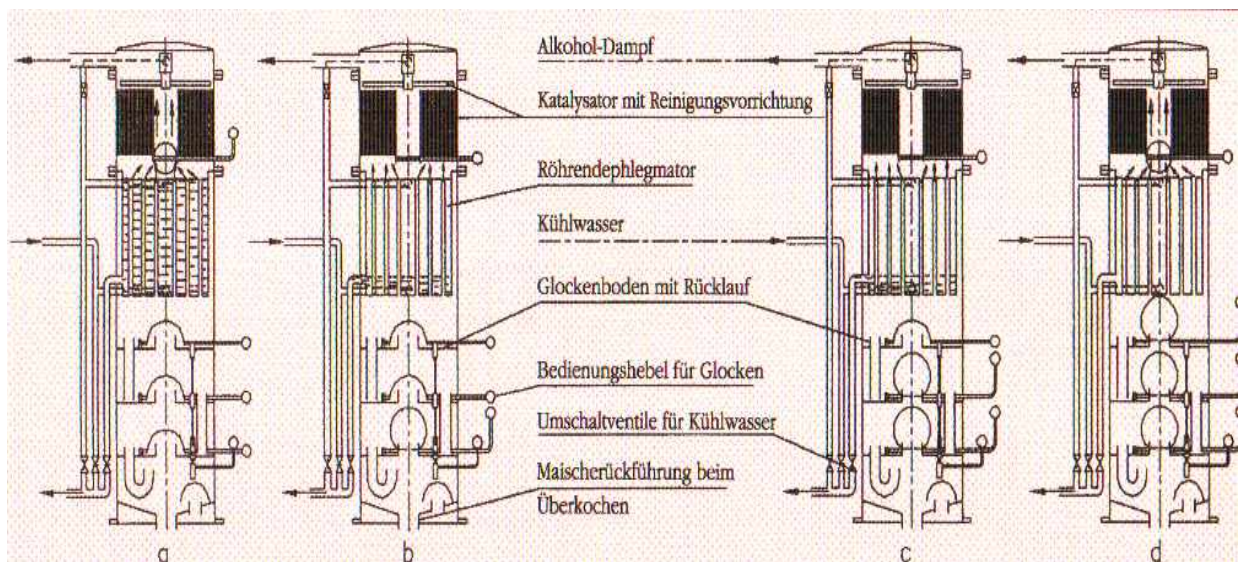


Fig. 10. 농축 탑의 기능

농축 탑의 가동상태	농축 탑의 효과	응용
a) 모든 종바닥과 분류기는 가동하며 시아닌흡착기는 가동하지 않은 상태	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 고농도의 알코올 획득</li> <li>● 향기성분 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 와인효모, 과즙 및 가루성 재료의 증류</li> </ul>
b) 1개 종바닥은 끄고 분류기는 때때로 끄며 시아닌흡착기는 가동	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 저 농도의 알코올 획득</li> <li>● 향기성분 증가</li> <li>● 에틸카바메이트 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 씨 있는 과실의 증류</li> </ul>
c) 2개 종바닥 끄고 분류기는 때때로 끄며 시아닌흡착기는 가동	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 저 농도의 알코올 획득</li> <li>● 향기성분 증가</li> <li>● 에틸카바메이트 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 씨 있는 과실의 증류</li> </ul>
d) 모든 종바닥, 분류기 및 시아닌흡착기를 완전히 끄	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 저 농도의 알코올 획득</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 주정이나 약초추출물 증류</li> </ul>
e) a)와 b)를 여러 가지 형태로 조합가능		

### 2.1.3 증류기의 재질과 여과기

증류기의 재질은 보통 스테인레스 또는 구리로 되어있다. 스테인레스의 경우 구리보다 내구력이 강하여 오랫동안 사용이 가능하다. 또한 열전도율이 우수하며 특히 세척과 살균하기에 좋은 재질로 알려져 있다. 그러나 스테인레스의 경우 과실을 재료로 하는 증류주제조시에는 맛과 향이 저하되는 단점을 갖고 있어 과실증류주제조에는 거의 사용하지 않는다. 한편 동증류기는 산에 강한 재질이며 열전도율도 우수하고 불순물인 황화합물을 제거시켜주는 기능을 갖고 있다. 황화수소가 알코올과 결합하면 mercaptane 이 형성되어 품질에 심각한 저하를 가져오게 된다. 시아닌흡착기(catalyser)는 보통 스테인레스 재질의 증류기 사용 시 냉각기 앞에 부착하여 사용하였는데 동 재질의 증류기를 사용하거나 증류를 서서히 하는 경우에는 필요하지 않았다. 스테인레스 재질의 증류기의 경우 특히 씨가 있는 과실을 증류할 경우 에틸카바메이트의 함량이 높은 수치를 나타내기 때문에 동증류기를 사용하게 되고 또한 부차적으로 시아닌흡착기를 설치하는 경우가 있다. 시아닌흡착기는 넓은 표면적을 이용하여 에틸카바메이트 뿐 아니라 황화합물과 초산 및 휘발산 등을 감소시킬 수 있다.

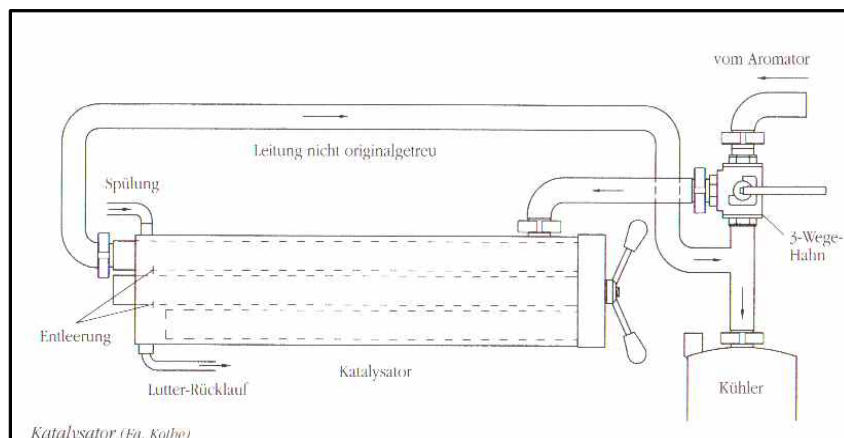


Fig.11 catalyser 구조

#### 2.1.4 다단식 상압증류기의 형태 및 증류조건

상압다단식증류기는 한국양조연구소에 설치되어 있는 코테사의 제품으로 증류기 재질은 구리로 제작된 것을 사용하였다. 농축기 형태는 종형이고 4개의 종바닥으로 구성되어 있으며 증류기의 가열방식은 간접가열방식으로 가열관에서 타는 것을 방지하기 위해 설치된 교반기로 교반을 실시한다. 증류조건은 가열온도는 110℃에서 증류를 실시하며 냉각수 입구의 온도는 교반기가 설치되어 18℃, 출구의 온도는 29℃에서 증류를 실시하였다. 1회 증류시간은 초류 유출시간까지 30 ~ 40분, 본류는 130 ~ 160분, 후류 20~40분으로 총 180 ~ 240분 소요되었다.

## 제2장 구리증류기로 제조한 증류주의 품질특성 연구를 위한 발효술덧 품질 특성

### 1. 원료

구리증류기를 이용한 증류주의 품질특성 및 증류조건 최적화를 위한 연구에 사용한 쌀은 2013년 철원농협에서 생산한 철원 오대미 쌀을 사용하였고, 효모는 1차년도에 한국식품연구원에서 개발한 효모를 제공 받아 배양하여 사용을 하였으며 발효제는 조은곡식의 입국을 구입하여 사용을 하였다.

### 2. 분석방법

#### 2.1 일반성분 분석

pH는 pH meter(Orion 720A, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산도(total acid)은 AOAC법을 참고하여 국제청주류면허지원센터 주류분석 규정에 따라 CO<sub>2</sub>를 제거한 시료액 10mL를 적정기를 이용하여 0.1N NaOH로 pH8.2까지 적정한 후 호박산으로 환산하여 백분율을 나타내었다.

$$\text{총산(호박산으로) g/100mL} = \text{적정 mL 수} \times 0.0059 \times 10$$

가용성 고형분 농도(°Brix)은 과실을 착즙하여 얻는 착즙액을 굴절당도계 (Atago N, Japan)를 이용하여 측정하였다.

에틸알코올(Ethyl alcohol)은 국제청주류면허지원센터 주류분석규정에 따라 부침법(浮秤法)으로 측정하였고, 측정된 에탄올의 온도 보정은 Gay-Lussac의 주정 환산표로 보정하였다.

#### 2.2 주요 저비점 성분 분석

발효술덧 및 증류방식별, 단계별(초류, 본류, 후류)로 수득한 증류액을 발효 및 증류과정에서 생성된 향기의 주요성분인 methyl alcohol, ethyl acetate, fusel oil 등을 국제청주류면허지원센터 주류분석규정에 따라 증류주를 gas chromatograph를 이용하여 분석하였으며 그 분석조건은 Table. 2와 같다. 발효주의 전처리는 술덧을 메스실린더에 100mL를 채취한 후 간의증류기로 증류하여 증류액 90mL를 수득한 후 증류수를 채워 100mL를 표선을 맞춘 증류액을 GC에 주입하였다.

Table 1. 휘발성 향기성분 분석을 위한 GC조건

Instrument	Hewrett Packard 7890, USA
Column	Innowax Closed Linked(30 mm × 0.2 mm × 1.0 μmID)
Column Temp	Initial 40 °C(2 min) - 5 °C/min - Final 120 °C(2 min)
Carrier gas	N <sub>2</sub>
Detector	FID
Injector temp	220 °C
Detector temp	230 °C
Flow rate	1.0 mL/min
Split ratio	50:1

### 2.3 주요 에스터 분석

발효술덧에 함유된 Ester류는 술덧 1mL를 20mL바이알에 캡을 닫아 밀봉한 후 Headspace에 넣고 80°C에서 8분간 가열하여 기화시킨 후 GC에 주입하여 분석을 실시하였고, 그 분석조건은 Table. 3과 같다. 다만 발효술덧을 증류한 증류주의 ester류 분석은 GC에 직접 주입이 가능하므로 Table. 2의 분석조건으로 시행하였다.

Table 2. 주요 Ester류 분석을 위한 GC 및 Headspace조건

Instrument	Hewrett Packard 7890, USA
	Headspace
Column	Innowax Closed Linked(30 mm × 0.2 mm × 1.0 μmID)
Headspace Temp	
Column Temp	Initial 40 °C(2 min) - 5 °C/min - Final 120 °C(2 min)
Carrier gas	N <sub>2</sub>
Detector	FID
Injector temp	220 °C
Detector temp	230 °C
Flow rate	1.0 mL/min
Split ratio	50:1

### 2.4 관능평가

발효 술덧을 증류한 증류식소주의 기호도를 확인하기 위해 관능평가를 실시하였다. 관능평가는 참여 연구원 및 서울벤처대학교대학원 발효식품과학과 석사, 박사과정의 학생 20명이 참여하였고, 검사에 관하여 충분히 사전 숙지를 시켰다. 또한 평가에 관련된 여러 가지 시료 제품의 종류와 품질 차이에 관하여 설명하고 검사품의 종류와 품질 차이에 관하여 설명하고 제품의 공통적인 용어도 숙지시켰다.

## 3. 발효술덧 제조

구리증류기를 이용한 증류주의 품질특성 및 증류조건을 최적화를 위한 연구를 위한 발효술덧 제조에서 쌀은 철원농협에서 제조한 철원오대미를 구입하여 사용을 하였으며 발효제는 조은곡식의 입국을 구입하여 사용하였다. 쌀은 7~10회 세척한 다음 2시간 물에 불리고 1시간 동안 물빼기를 실시한 다음 스팀을 이용하여 1시간동안 증자한 후 식혀서 사용하였다. 발효에 사용한 용기는 내부에서 발생하는 CO<sub>2</sub>가 바깥으로 배출되고 내부로 공기가 유입되지 않는 공기 차단기가 설치된 스테인레스 스틸 용기를 사용하였고 알코올도수의 변화가 없는 시점까지 발효를 시켰다. 발효가 진행되는 동안 매일 알코올도수, 당도,

pH를 측정하였다.

### 3.1 발효술덧의 담금배합표

Table 3. 담금배합표

구 분		내용	비고
총원료 (입국 + 쌀)		18 kg	
총 급수량		30.6 L	
1단 담금 (5일)	입국	4.15 kg	
	물	4.98 L	
	효모		입국양의 0.2%
2단 담금 (10~12일)	쌀	13.85 kg	
	물	25.62 L	
발효기간		17 일	
발효온도		23~25℃	
예상 숙성술덧량		48 L	
예상 알콜올도수		18.0%	

### 3.2 발효진행 경과에 따른 일반성분 분석

#### 3.2.1 알코올도수 변화

입국을 사용하여 담금을 한 발효 술덧의 발효진행 경과에 따른 알코올도수 변화를 측정하였다(Fig.1). 1단 담금에서는 담금초기에는 입국 4.15kg에 물을 4.98L를 사용한 농담금이라 알코올도수를 측정하기가 어려웠으며, 발효 4,5일차에는 알코올농도가 14%, 16%로 왕성한 발효력을 보여 정상적으로 발효가 진행이 됨을 알 수 있었다. 1차 담금은 5일간 진행하였으며, 2차담금 2일차는 알코올농도가 12 %(v/v)를 나타내었으며 발효가 진행될수록 알코올생성량은 증가하여 2차담금 5일차에는 알코올도수가 15.8% (v/v), 7일 차에는 16.9%(v/v)을 나타내었다. 2차담금 9일차부터 알코올생성량이 일정하게 유지되어 11일차와 12일차에는 알코올농도가 18.0%(v/v)로 변화가 없어 발효 종료시점으로 결정하였다.

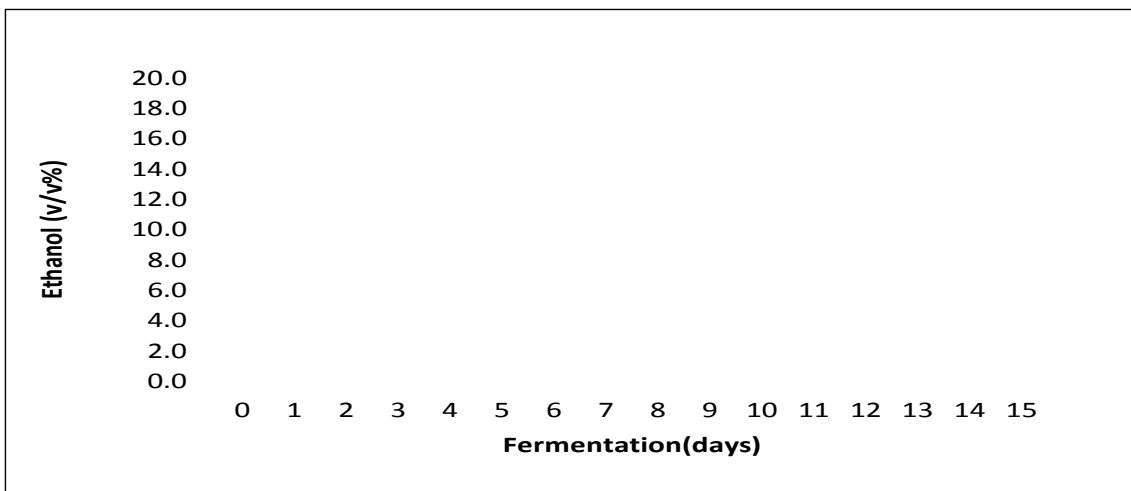


Fig.1 발효 시험 경과별 알코올도수 변화



### 3.2.2 pH 변화

발효진행 경과에 따른 pH변화는 Fig.2와 같다. 1차담금은 농담금이어서 발효초기 6.5의 pH를 나타내었으며 2일, 3일차에 pH는 발효중 호박산, 젖산, 초산, 구연산 등 유기산 생성으로 인해 급속히 낮아졌으며 5일차 2차담금에서는 pH가 잠시 상승하다가 다시 낮아져 발효 9일째에는 3.50이었으며 그후 발효기간이 증가할수록 pH는 일정하였다. 술덧의 오염 방지 및 안정성 확보를 위해 술덧의 pH는 낮은 것이 유리한데 입국으로 담금한 술은 입국자체의 풍부한 유기산으로 인하여 pH가 낮게 나타나며, 1차년도의 실험결과에서도 재래누룩 및 개량누룩보다 pH는 낮게 나와 입국으로 술덧 제조시 좀 더 안전한 것으로 판단된다.

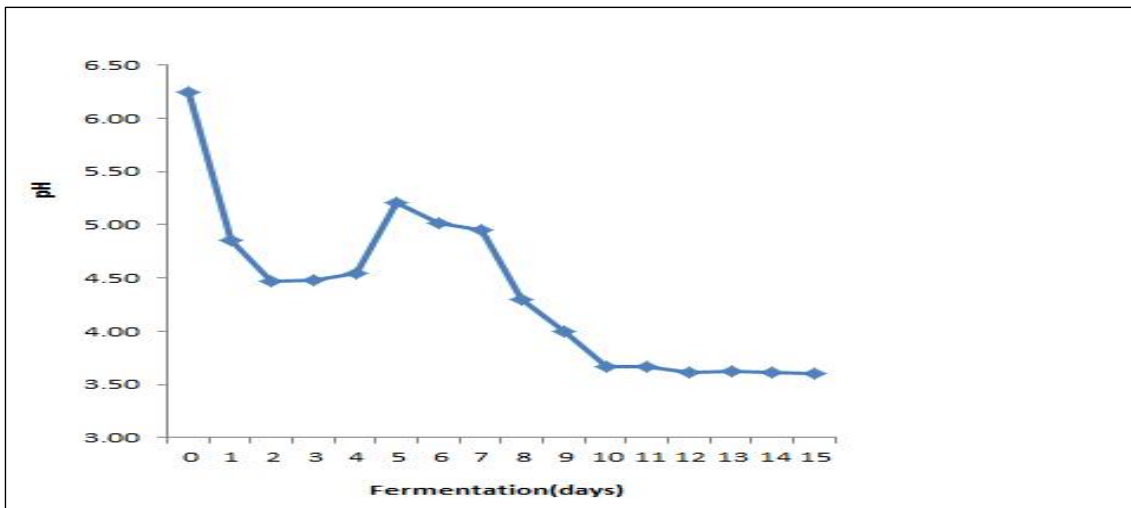


Fig.2 발효 시험 경과별 pH 변화

### 3.2.3 Brix° 변화

Brix°는 발효기간이 경과할수록 감소하였으며 전체적으로 정상적인 발효패턴을 보였다. 발효 종료시점에는 5Brix°를 나타내었다.

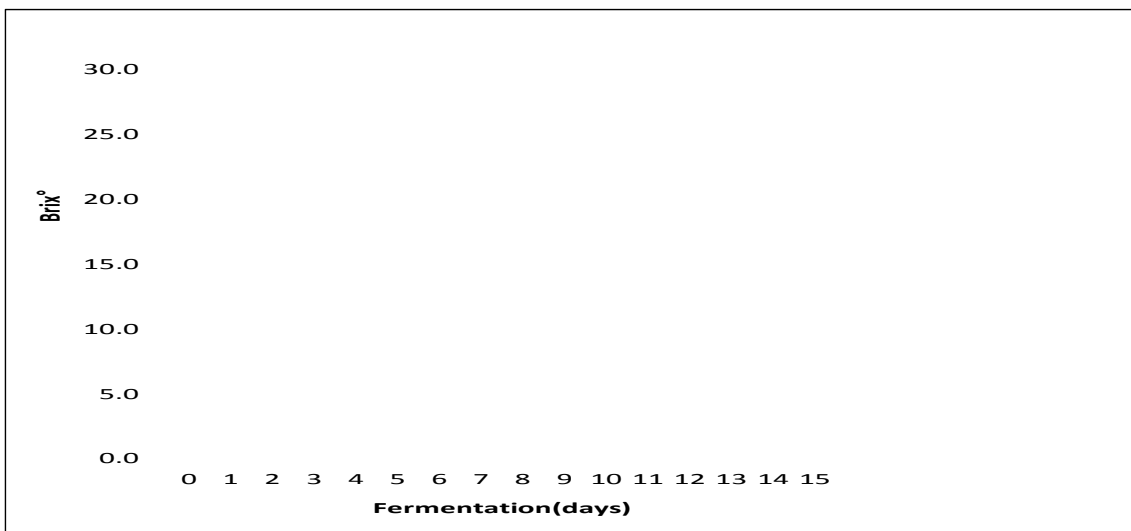


Fig. 3. 발효 시험 경과별 Brix° 변화

### 3.2.4 Acidity 변화

술덧의 발효진행 경과에 따른 산도 변화는 Fig와 같다. 발효제로 입국을 사용한 술덧은 2차담금 3일차에 4.8 값을 보이다가 발효가 진행되면서 조금씩 감소하여 2차담금 12일차에는 5.0을 나타내어 정상적인 산도값을 보였다.

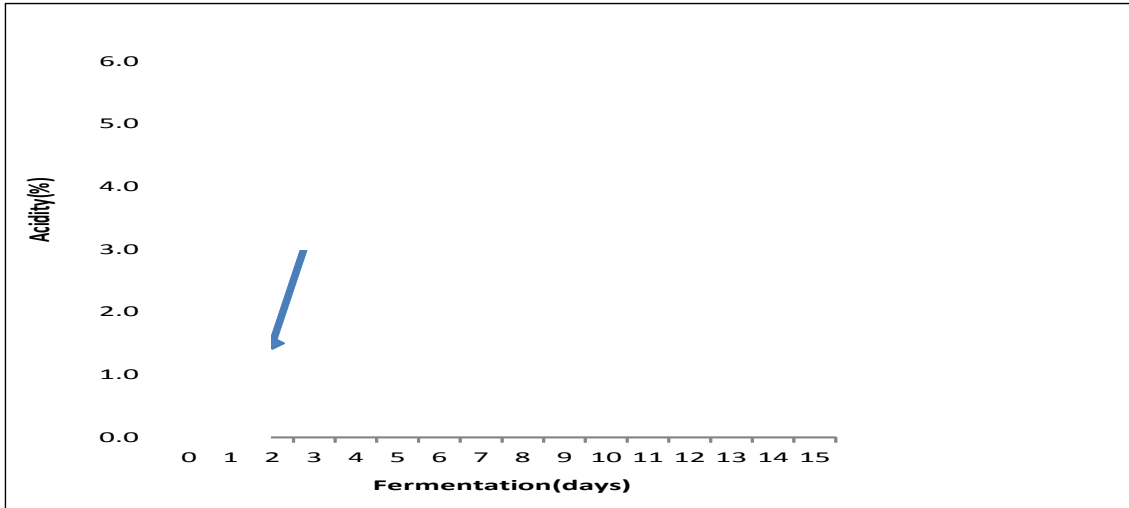


Fig.4 발효 시험 경과별 Acidity 변화

### 3.3 발효진행 경과에 따른 발효술덧의 저비점 성분 분석

발효술덧의 알코올도수를 측정하기 위해 메스실린더에 100 mL를 채취한 후 간이증류기로 증류하여 증류액 90 mL를 수득한 후 증류수를 채워 100mL를 표선을 맞춘 증류액을 제조하는데, 이때 알코올도수를 측정하고 남은 증류액으로 발효진행 경과에 따른 발효술덧의 주요 저비점 성분 중 acetone, methyl alcohol, n-propanol, i-butanol, n-butanol, i-amyl alcohol 농도 변화를 GC로 분석하였다. 분석결과 acetone, methyl alcohol 및 n-Butanol은 검출이 되지 않았으며 n-propanol, i-Butanol 및 i-amyl alcohol의 발효진행 경과에 따른 농도변화를 Fig. 5-Fig.7 에 나타내었다. Methyl alcohol은 펙틴분해효소 중 펙틴 메틸에스터라아제(pectin methylesterase)에 의해 과실 껍질에 존재하는 pectin의 메틸에스터 그룹(methyl ester group)의 가수분해 과정에서 생성이 되는데, 1차년도 발효제를 달리한 실험에서도 입국을 사용한 실험구에서는 검출되지 않았다. 이는 재래누룩과 개량누룩이 밀기울을 사용함에 따라 밀 껍질에 다수 존재하는 펙틴 성분에 의해 기인한 것으로 사료된다. 메탄올은 유해한 성분으로 증류주의 종류에 따라 500 ~ 1,000 mg/L이하로 규제하여 관리하고 있다.

#### 3.3.1 발효진행 경과에 따른 n-propanol 농도비교

n-propyl alcohol은 원료, 발효제, 효모의 종류에 따라 생성하는 농도가 다르며, 특히 야생효모가 많이 번식한 술덧에서 많이 검출이 되는데 2차담금 2일차에는 89.0 mg/L를 나타내었으며 2차담금 5일차까지 111.5 mg/L로 증가하다가 6일차에는 108.7mg/L로 감소한 후 7일차부터는 발효경과에 따른 n-propanol 생성량의 변화는 크지 않았다.

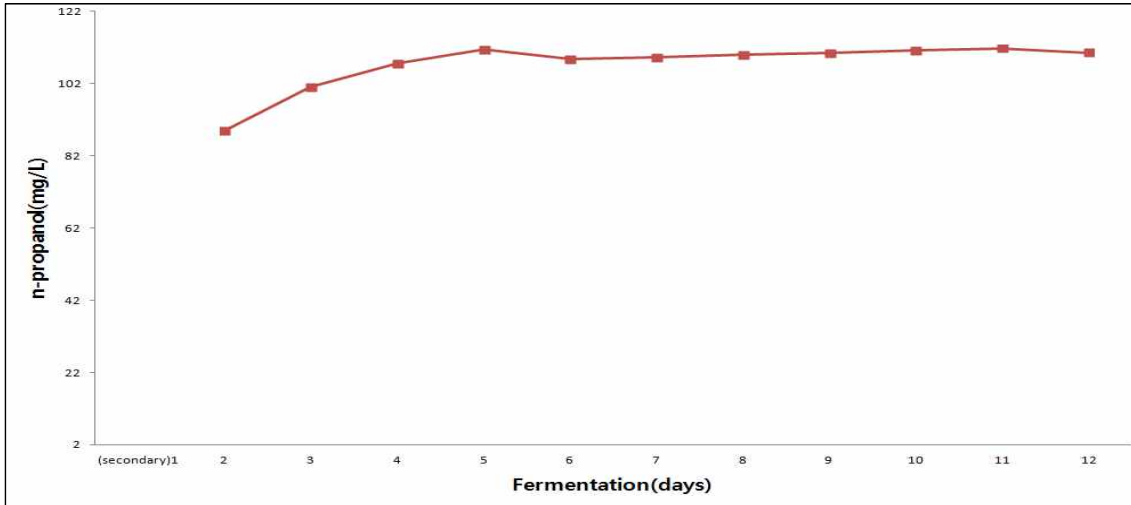


Fig.5 발효 시험 경과별 n-propanol 변화

### 3.3.2 발효진행 경과에 따른 i-Butanol 농도비교

i-Butanol은 퓨젤유 중 비교적 많이 존재하는 성분으로 2차담금 2일차에는 190.0 mg/L를 나타내었으며 2차담금 5일차까지 246.3 mg/L로 증가하다가 6일차에는 240.1mg/L로 감소한 후 7일차부터는 발효경과에 따른 n-propanol 생성량의 변화는 크지 않았다.

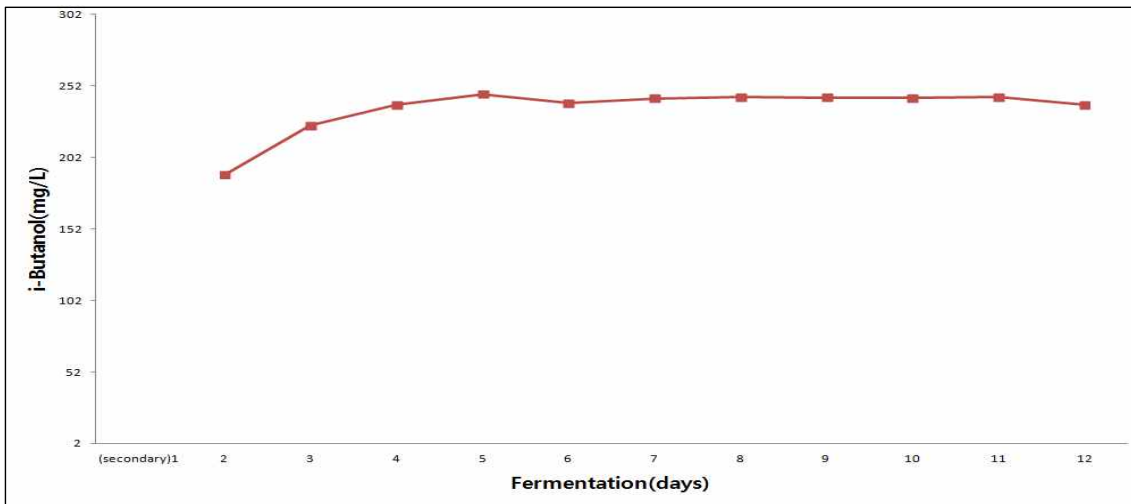


Fig.6 발효 시험 경과별 i-Butanol 변화

### 3.3.3 발효진행 경과에 따른 i-amyl alcohol 농도비교

i-amyl alcohol은 퓨젤유 중 가장 많이 존재하는 성분으로 2차담금 2일차에는 281.8 mg/L를 나타내었으며, 2차담금 5일차까지 393.3 mg/L로 증가하다가 6일차부터는 생성량에 큰 변화가 없었다.

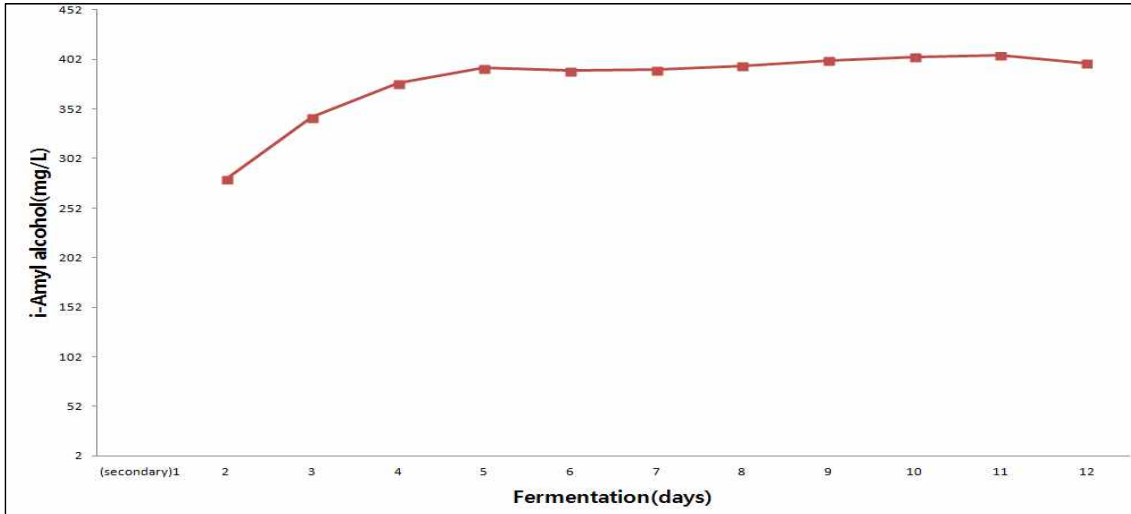


Fig. 7 발효 시험 경과별 i-Amyl alcohol 변화

### 3.4 발효술덧의 주요 Ester류 성분 및 프루프랄 분석

발효술덧의 알코올도수를 측정하기 위해 메스실린더에 100 mL를 채취한 후 간이증류기로 증류하여 증류액 90 mL를 수득한 후 증류수를 채워 100 mL를 표선을 맞춘 증류액을 제조하는데, 이때 알코올도수를 측정하고 남은 증류액으로 2차담금 후 12일이 지난 발효술덧의 ester류 성분과 프루프랄 농도를 GC를 이용하여 실시하였다.

Table 4. 술덧의 주요 ester 성분분석표

성분	측정값
Acetic acid isobutyl ester( $\mu\text{l/L}$ )	ND
Ethyl acetate(mg/L)	61.2
Lactic acid ethyl ester( $\mu\text{l/L}$ )	4.4
n-Octanoic acid ethyl ester( $\mu\text{l/L}$ )	ND
Ethyl n-caprate( $\mu\text{l/L}$ )	11.3
Succinic acid diethyl ester( $\mu\text{l/L}$ )	ND
Furfural( $\mu\text{l/L}$ )	ND

Ester는 강한 아로마를 주는 발효부산물로서 술의 관능에 있어 중요한 부분을 차지하고 있다. 대체로 효모균체 내에서 알코올발효 시 생성되는 유기산과 에틸알코올이 결합하여 생성되거나 숙성도중 유기산이 에틸알코올과 결합하여 생성되기도 한다. 발효 중간 산물 중 가장 많은 양을 차지하는 ethyl acetate는 효소 alcohol acetyltransferase의 촉매하에 acetyl-CoA로부터 생성되며 특히 효모 증식과 밀접한 관계가 있어 효모 증식기에는 ethyl acetate는 생성되지 않고 발효가 시작되면 생성되기 시작한다. Ethyl

acetate는 고급 주류에서 많이 검출되지만 과다 생성될 경우 ester ton이나 용매제 ton을 주므로 나쁜 영향을 미친다. Lactic acid ethyl ester는 주로 젖산발효를 통해 생성되는 것으로 4.4 $\mu$ L/L가 검출되었으며, ethyl n-caprate는 11.3 $\mu$ L/L가 검출되었다. 파인애플, 배향기로 표현되고 1ppm이하로도 향기를 느낄 수 있는 n-octanoic acid ethyl ester는 검출이 되지 않았다. Furfural은 발효과정 또는 발효주의 증류과정에서 생성되는 성분으로 발효가 불량하거나, 후류를 지나치게 많이 받거나 증류시간이 길어질 경우 증가하는 것으로 알려져 있는데 2차담금 12일차 술덧의 분석결과에서는 검출이 되지 않았다.

### 3.5 발효비율

2차담금 12일 후 발효술덧의 알코올도수는 18.0%(v/v)이었으며, 발효술덧의 용량은 48.6L, 압착여과한 술덧량은 41.4 L였다. 알코올 환산량과 이론적알코올생산량으로 계산한 발효비율은 79.4%로 1차년도 입국으로 실험한 결과인 입국(Sample A) 82.9%, 입국(Sample E) 79.1%와 비슷한 결과를 나타내었다. 발효제로 입국을 사용한 술덧을 압착여과한 후 남은 술지게미량은 1.6kg으로 사용한 원료의 약 8.8%였다. 1차년도 발효제로 누룩을 사용한 술덧의 발효비율은 67.8-77.0%으로 생곡으로 만든 누룩을 사용함에 따라 지게미 농도 증가 및 당화력 부족 등으로 회수하는 술덧량 및 알코올도수가 낮은 것에서 기인한 것으로 판단할 때 알코올 환산량으로만 보았을 경우 발효제로 입국을 사용하는 것이 경제성이 가장 뛰어난 것을 확인할 수 있다.

Table 5. 발효술덧의 총량 및 술지게미량

구분	측정값
발효술덧 총량(L)	48.6
제성한(100~130mesh) 발효원주(L)	41.4
술지게미량(kg)	1.6

Table 6. 발효술덧의 발효비율

발효주 알코올도수 (v/v%)	발효술덧 용량 (L)	압착여과 술덧량 (L)	알코올 환산량(L)	이론 알코올 수득량(L)	발효비율 (%)
18.0	48.6	41.4	7.45	9.39	79.4

\* 이론알코올수득량(L) = 원료량 18kg × 알코올환산계수(0.715L/kg) × 원료의 순도(0.73) = 9.39L

\* 발효비율(%) = 알코올환산량 / 이론적알코올생산량

## 제3장 증류주의 아로마 및 유해물질 저감화 연구

### 3.1 상압다단식 구리증류기

#### 3.1.1 증류의 종류

상압증류의 경우 가압이나 감압 없이 상압에서 증류하는 방식으로 열, 냉각 등을 통해 증류를 수행하게 된다. 분류기, 농축기, 시아닌흡착기(katalysator) 등의 구조와 설치에 상압증류의 기능이 달라진다. 감압 증류의 경우는 술덧 중 열에 약한 성분들이나 향기성분 등을 보호할 목적으로 감압장치를 통해 감압증류를 실행하는 경우가 있으며 자비점이 40~60℃ 또는 그 이하로 낮아지게 된다. 유럽의 경우 일반적으로 과실이나 곡류를 이용한 증류주 제조에는 감압증류는 사용되지 않으며 에센스나 향료 제조를 목적으로 사용된다. 상압증류는 기압 1bar에서 실시하지만 감압증류 시에는 공기가 차단된 증류기를 이용하여 기압이 250~100 mbar에서 실시하게 된다. 감압증류의 장점은 열에 약한 아로마 성분을 유지할 수 있다는 것과 자비점이 낮아 열취가 적다는 점이다. 또한 감압증류의 경우 에너지 소비가 적다는 것이 장점이지만 진공펌프를 가동하는데 소요되는 에너지를 감안해야 한다.

#### 3.1.2 증류방식

##### 3.1.2.1 단식증류기

구리나 스테인레스 재질의 단순한 증류기로서 일차증류주와 이차증류주가 순서대로 증류되는 단일방식과 일차증류주와 이차증류주가 동시에 서로 마주보며 증류되는 복식방식이 있다. 단식증류기에서는 일반적으로 증류를 2회 실시하며 단식 증류를 통해 증류된 일차증류주에는 발효즙으로부터 생성된 알코올, 물 및 거의 모든 휘발성 성분들이 함유되어 있다. 일차증류주는 대부분 탁하며 에스터향과 퓨젤향이 강하며 알코올 농도는 25~35% vol. 정도이다. 증류후 남은 찌꺼기는 주박이라 부르며 알코올 농도는 0~1% vol. 이다. 이차증류주는 일차증류주에서 필요한 성분만을 비점차이를 이용, 증류하여 얻은 것으로 초류, 중류, 후류 등으로 분리하게 된다. 비점이 78.4℃ 이하인 휘발성이 강한 성분들과 비점이 78.4℃ 이상인 휘발성이 약한 성분들을 분리하는 기술은 분석 장비를 통해 가능하지만 무엇보다도 전문지식과 경험 특히 관능적인 경험이 중요하다

##### 3.1.2.2 다단식증류기

상압다단식증류기는 코테사의 제품으로 증류기 재질은 구리로 제작된 것을 사용하였다. 농축기 형태는 종형이고 4개의 중바닥으로 구성되어 있으며 증류기의 가열방식은 간접가열방식으로 가열관에서 타는 것을 방지하기 위해 설치된 교반기로 교반을 실시한다. 증류조건은 가열온도는 110℃에서 증류를 실시하며 냉각수 입구의 온도는 교반기가 설치되어 18℃, 출구의 온도는 29℃에서 증류를 실시하였다. 1회 증류시간은 초류 유출시간까지 30 ~ 40분, 본류는 130 ~ 160분, 후류 20~40분으로 총 180 ~ 240분 소요되었다.







Fig. 8 실험에 사용한 상압다단식증류기

### 3.1.3 다단식증류기 증류조건

증류는 농축기의 개방형태에 따라 4가지 조건(C0(농축기 모두 닫음), C1(농축기 1개 개방), C2(농축기 2개 개방), C3(농축기 3개 개방))으로 증류를 하였다. 각각 10L를 증류하여 45%의 증류주 3.7L를 얻었다.

Table 7. 아로마 강화를 위한 증류조건

C0	C1	C2	C3
농축기 모두 잠금	농축기 1개 개방	농축기 2개 개방	농축기 3개 모두 개방
			

### 3.2 숙성조건

증류기를 통해 생산된 증류주는 알코올취와 불균형한 맛과 향을 나타내어 미완성의 제품으로 볼 수 있다. 맛과 향의 안전화를 위한 숙성기간 제품 특유의 성분과 원하는 품질 등 물리·화학적, 관능적 안정성을 갖기 위해서는 숙성을 거쳐야 한다. 숙성의 의미는 최적상태에 도달하기 위한 일련의 과정을 말하는데 숙성과정에는 미생물적, 생화학적, 효소 공학적 및 물리·화학적 반응에 의해 이루어지며 발효식품에

서는 최적의 품질을 갖기 위해 필수적인 공정이다. 특히 증류주의 숙성은 일정한 기간동안 최적의 품질을 갖기 위한 일련의 물리·화학적 과정으로 정의되며 증류주 종류에 따라 숙성기간이 다르다. 곡류와 과실을 발효시킨 후 증류하여 나무통에 숙성시키는 위스키와 브랜드닌 숙성기간이 법적으로 규정되어 있다. 일반적으로 숙성공정은 3단계로 구분되어 진행이 된다.

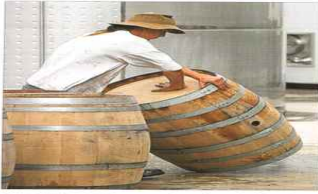
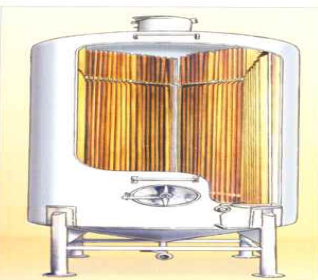
- 에탄올의 기능특성의 영향에 따라 증류주의 안정화된 구조 정립
- 제품 특유의 내부성분의 조합
- 나무통의 성분들과 상호작용 및 산화작용에 따른 숙성

숙성 중 첫 번째 일어나는 현상은 에탄올과 물의 혼합이며, 이때 부피수축이 발생하게 되면서 열이 발생한다. 알코올과 물의 혼합시 새롭게 형성되는 구조는 일정한 역학구조를 갖게되고 안정화 과정을 거친다. 두 번째 숙성과정에서는 증류주 내부구조의 안정화와 성분들의 조합이 일어나게 된다. 이 단계에서 조합을 위한 기간은 증류주의 맛과 향의 종류와 형태 및 상호작용에 달려 있으며 증류주의 전체 품질을 결정하게 된다. 수일 또는 수개월 후에는 증류주가 부드러워지고 안정화를 갖게 된다. 에스테르화 및 산화적 과정은 적당한 반응기가 존재하면 활성화 될 수 있으며 제품의 특성에 맞는 품질을 나타내는데 기여하게 된다. 증류주에 고급알코올, 에스터, 카보닐복합체 등 아로마성분이 다량 존재하면 상대적으로 숙성기간이 길어지게 된다. 또한 증류주의 종류에 따라 저장용기가 달라지게 되는데 예를 들면 위스키, 럼, 칼바도스 및 데킬라등은 나무통(오크통)에 숙성함에 따라 품질이 향상되나 진, 보드카와 같은 증류주는 오히려 장기간의 숙성에 따라 품질저하가 나타날 수 있다. 증류주의 숙성에 사용되는 용기의 재질에는 참나무, 밤나무, 푸레나무 등의 나무통과 옹기류, 스테인레스, 법랑, 유리등의 재질이 사용된다. 숙성이 증류주의 알코올농도는 고농도(75% 정도)에서 숙성하는 경우와 60%로 희석하여 숙성하는 경우, 그리고 단계별(80/70/60/50 %)로 알코올 농도를 낮춰 저장하는 방법 등이 있다. 일반적으로 증류 후 최소 2개월간의 숙성기간을 거쳐 판매되는 것이 아로마형성이나 거친 맛을 완화시켜 줄 수 있다. 숙성온도는 증류주의 아로카 형상과 숙성을 위해 10℃이하는 피하는 것이 좋고 또한 고온(25~30℃)에서의 숙성은 숙성용기의 재질에 따라 알코올 및 아로마 손실을 가져올 수 있다. 또한 숙성기간중 햇빛을 차단하고 어두운곳에 숙성하는 것이 에테르성 오일성분의 차단을 막아 품질을 유지시켜준다.

[다양한 숙성방법]

구분	특징
열처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 밀폐용기에서 증류주를 60~70℃에서 열처리하거나 온도가 45~50℃이며 습도가 70~75%인 저장고에서 3개월 숙성하면 부켓이 형성되고 맛이 부드러워지는 효과가 있다. 이는 산화과정은 가속화시키고 목재로부터의 추출된 성분들의 여러 화학적인 변화들에 의해 생성된 것으로 판단됨</li> <li>● 열처리후 3개월간의 저장기간을 통해 3~4년간 숙성기간의 효과가 나타났으며 아세테이트, 에스터, 산, 푸르푸랄, 바닐라에 및 당 분석을 통해 그 효과를 입증하였음</li> </ul>



산소 또는 오존처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 산소를 직접 주입하여 숙성의 효과를 시도하였으나 품질에 미치는 영향이 없으며 이는 산화과정이 너무 빨리 진행되어 그 효과가 없는 것으로 판단됨</li> </ul>
<p>오크목재를 입힌 탱크에 산소주입</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 이 방법의 목적은 오크통을 이용할 경우 발생하는 증류주의 증발을 막고 증류주와 오크와의 접촉면을 최대화하여 오크통의 효과를 보려는 것임</li> <li>● 이 탱크에 산소나 공기를 최소한 유입시켜 산화과정을 유도하여 품질을 최적화시킴</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small;">Neuen Blödigkeit zu teuer sind zu aufwendig für preisgünstige Abzuckerung.</p>  </div>
오크 목재	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 오크목재를 이용한 숙성은 목재널판지를 이용하거나 오크 칩을 이용하는 것으로 그 목적은 증류주와 오크성분의 반응을 통해 리그닌의 알코올화와 헤미셀룰로오스의 수화 반응을 일으키기 위함이다</li> <li>● 25~30℃에서 1% 염산용액으로 24시간동안 오크 용출을 하며 그 후 염산을 제거하는 세척작업을 하거나 1% 수산화나트륨 용액으로 23~25℃에서 2~6일간 오크용출을 하며 40℃의 물로 세척하고 냉수로 다시 세척하는 방법이 있음</li> </ul>
목재 엑기스	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 온도, 압력 및 시간 등을 조절하여 오크성분의 추출을 인위적으로 하여 숙성되고 있는 증류주에 투입하면 숙성속도가 빨라지게 된다</li> </ul>
목재 칩	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 목재칩 이용은 목재 칩을 다양한 모양으로 해서 숙성되는 증류주에 투입하는 방식이다. 목재 칩은 오크통을 만드는 재질의 것을 사용하거나 오크통 제작시 남는 것을 이용하기도 한다. 목재 칩 제작은 오크통을 제작하는 과정처럼 오크 칩을 굽는 과정을 거치며 이 과정에서 생성되는 칩의 상태가 증류주 품질에 큰 영향을 미치게 된다.</li> <li>● 목재성분과 그 전구체는 굽는 과정을 통해 새로이 아로마 성분인 알데히드와 푸란 성분들로 생성된다. 이와 같은 오크 칩을 통해 장기간의 숙성기간을 단축시킬 수 있으며 이와 같은 양조기술은 기존의 증류주를 오크통에 투입하는 방식에서 오크 칩을 증류주에 투입하는 새로운 방식의 숙성기술로 볼 수 있다.</li> </ul>

### 3.3 숙성 용기

숙성 기간 중 증류주의 숙성정도와 품질은 사용되는 용기의 선택에 달려있다. 숙성용기의 최적선택은 증류주의 양과 종류, 숙성기간 및 숙성기후조건, 용기연한 등의 여러 요소에 의해 달라진다. 증류주에 사용될 수 있는 숙성용기를 살펴보면 다음과 같다.

[증류주 숙성용기]

용기종류		특징	사용목적
목재	참나무	목재재질은 공통적으로 산화와 목재와의 접촉을 통해 숙성의 효과가 나타나며 시간과 온도에 따라 알코올 감소가 나타남 참나무의 경우 그 외 증류주의 색깔의 변화가 나타남. 세척과 보수작업에 시간적 투자 많음	참나무에 적응하는 증류주 종류의 숙성에 알맞고 새것과 중고제품도 사용하는데 문제없음.
	밤나무	참나무보다 효과가 덜함	브랜드 등 색소변화가 필요하면서 단기간의 중간저장용기로 사용
	푸레나무	색깔변화가 없고 숙성효과가 적음	색소 변화가 필요 없는 과일 및 곡류 증류주의 저장용기로 사용
용기재질		저장용기로서 문제없으며 세척과 보수문제 없음. 쉽게 깨지며 무게가 있어 수송에 어려움	원료 및 완제품보관에 용이하며 세척이 용이하여 여러 종류의 제품저장가능
금속재질	구리	저장용기로 부적당	사용불가
	주석도금 구리	단기저장용기로 적당하며 장기저장용기로는 부적당. 주석도금용기의 상태 점검필요	중간 단기저장용기로 사용
	알루미늄	부식성이 있으며 알루미늄의 증류주 유입가능성으로 인해 사용불가	사용불가
	무 표면보호철	산과 산소 및 부식 가능성 있음. 부식으로 인한 세척에 어려움	94% 알코올 저장가능, 여러 종류의 증류주 저장에 문제 발생
	표면보호처리철	알코올 저장에는 문제가 없으나 충돌시 금이 갈수 있음	오크통에 적응 못하는 증류주 저장이나 음료저장가능
스테인레스	증류주저장에 문제없고 세	장기간 이용가능하며 다양한	

		척이 용이하나 단가가 비쌈	종류의 증류주 저장가능
플라스틱재질	폴리에틸렌, 폴리에스터	알코올, 산 에스터 및 에테르 오일에 불변성이 필요 용기이동 용이하며 증류주색 소변경이 없으며 세척용이, 아로마가 강한 증류주제품일 경우 다양한 증류주 저장에 어려움	중장기적인 저장용기로서 문제없음. 세척용이
벽돌재질		알코올, 산 에스터 및 에테르 오일에 불변성이 필요 대용량의 증류주 저장시 사용	와인저장고로 주로 사용하지 만 일반 알코올저장용기로서 문제없음

### 3.2.4 증류주 제조

#### 3.4.1 증류수율

2차 담금 후 12일이 지난 발효술덧의 알코올도수는 18.0 v/v% 이었으며 100~130mesh로 걸러낸 술덧을 상압다단식증류기로 증류를 실시하였다. 증류과정에서 모든 알코올을 회수 할 수 없으므로 증류비율을 95%로 추정하여 초류와 본류를 합한 증류액의 알코올도수가 45 v/v%가 되도록 증류를 실시하였다. 그리고 산출액의 3 v/v%를 초류로, 나머지 97%는 본류로 채취하였으며, 일반적으로 초류는 아세톤, 알데히드, 메탄올 등이 다량 함유되어 있어 주질을 저하시키므로 사용하지 않는다.

18.0 v/v%, 10.0L를 증류하여 증류비율 95%, 받고자 하는 증류주의 알코올도수 45 v/v%라면

$$18.0 \text{ v/v\%} \times 10.0\text{L} \times 0.95 / 45 \text{ v/v\%} = 3.8\text{L}$$

즉, 초류,본류(+후류)를 합한 총 증류주 양이 3.8L를 받고 여기에서 초류는 3%인 0.1L, 본류는 97%에 해당하는 3.7L를 채취하면 된다.

일반적으로 단식으로 실시하는 상압 및 감압증류기나 본류대비 후류를 20%내외 추가로 수득하면 알코올도수 5-20%(v/v)에 이르기 때문에 버리지 않고 다음 증류에 첨가하여 버려지는 알코올을 회수하여 증류비율을 향상시킨다. 반면, 상압다단식증류의 경우 1차년도 실험에서 후류를 본류대비 20%정도 수득해본 바 알코올도수가 0.5-0.8%(v/v)로 매우 낮게 나타났다. 따라서 상압다단식증류기는 후류를 별도로 수득하지 않고도 높은 증류수율을 획득하게 됨에 따라 증류에 따른 동력 소비량을 줄일 수 있어 경제적인 증류법임을 알 수 있다. 증류는 농축기의 개방형태에 따라 4가지 조건(C0(농축기 모두 닫음), C1(농축기 1개 개방), C2(농축기 2개 개방), C3(농축기 3개 개방))으로 증류를 하였는데, 각각 10L를 증류하여 45%의 증류주 3.7L를 얻었다.

Table 8. 농축기 개방 형태에 따른 증류주 채취량

농축기 개방형태	알코올도수 (v/v%)	발효술덧 용량(L)	본류의 증류비율 (%)	이론 알코올도수 (v/V%)	초류 + 본류 (L)	초류 (L)	본류 (L)
C0	18.0	10	95%	45%	3.8	0.1	3.7
C1	18.0	10	95%	45%	3.8	0.1	3.7
C2	18.0	10	95%	45%	3.8	0.1	3.7
C3	18.0	10	95%	45%	3.8	0.1	3.7

Table 7 에 따라 증류한 결과 Table 8와 같이 실제 본류의 알코올도수와 수득량을 얻을 수 있었다. 증류비율은 발효주를 100%알코올 환산량(발효주 알코올도수 × 발효술덧 용량) 대비 실제알코올 수득량을 의미한다.

Table 9. 농축기 개방형태별 알코올도수 및 제조 평균수율 비교

농축기 개방형태	100%알코올 환산량 (L)	본류의 알코올도수 (v/v%)	본류 수득량 (L)	증류비율 (%)	발효비율 (%)	증류주 수득비율 (%)
C0	1.8	45.6	3.7	93.7	79.4	74.4
C1	1.8	44.8	3.7	92.1	79.4	73.1
C2	1.8	45.2	3.7	92.9	79.4	73.8
C3	1.8	45.3	3.7	93.1	79.4	73.9

\* 증류비율 = 본류의 알코올도수\*본류수득량/100%알코올환산량(L)

\* 증류주수득비율 = 증류비율 \* 발효비율 / 100

### 3.4.2 농축기 개방형태에 따른 증류주의 주요 저비점 성분 비교

농축기의 개방형태에 따라 증류한 증류액의 주요 저비점 성분 중 acetone, methyl alcohol, n-propanol, i-butanol, n-butanol, i-amyl alcohol 농도 변화를 GC로 분석하였다. 초류는 농축기개방을 하지 않은 C0의 실험구를 측정하였으며, 본류는 농축기의 개방형태에 따라 4가지 조건(C0(농축기 모두 닫음), C1(농축기 1개 개방), C2(농축기 2개 개방), C3(농축기 3개 개방))으로 증류한 후 분석하였다. Acetone은 끓는점이 약 56°C로 methyl alcohol(65°C)에 비해 끓는점이 낮아 증류 초기에 증류되어 나오는 물질로 초류에는 16.3mg/L가 검출이 되었으나 초류 3%를 제외한 97%를 받는 본류에는 개방형태와 상관없이 검출되지 않았다. Methyl alcohol은 초류에서는 56.9 mg/L로 본류 19.9-24.0 mg/L에 비해 2배이상 검출이 되었으며, 개방형태에 따라서는 C2(농축기 2개 개방) 실험구에서 19.9 mg/L로 가장 낮게 검출이 되었다. Ethyl acetate는 끓는점이 약 77°C인 성분으로 acetone 및 methyl alcohol과 비슷한 증류 초기에 증류되어 나오는 성분이라 초류에 923.2 mg/L로 본류 92.0-130.2 mg/L에 비해 7배 이상 많은 양이 검출되었다(Table 10).

Table 10. 농축기 개방형태별 알코올도수 및 제조 평균수율 비교

구분	농축기 개방형태	Acetone (mg/L)	Ethyl acetate (mg/L)	Methyl alcohol (mg/L)	n-propanol (mg/L)	i-Butanol (mg/L)	n-Butanol (mg/L)	i-Amyl alcohol (mg/L)
초류	C0	16.3	923.2	56.9	358.6	776.4	3.1	547.2
본류	C0	ND	121.1	24.0	299.4	651.3	4.9	1117.7
	C1	ND	130.2	21.0	285.6	635.6	4.7	1076.5
	C2	ND	96.1	19.9	266.6	553.3	4.3	944.5
	C3	ND	92.0	21.6	264.6	549.9	4.3	942.1

3.4.3 농축기 개방형태에 따른 증류주의 ester류 비교

효모의 종류별로 발효시킨 술덧을 증류한 증류주는 GC에 직접 주입이 가능하므로 Head space를 이용하지 않고 GC로 주요 ester류 성분과 프루프랄 농도를 표준품의 농도별 검량선을 이용하여 분석한 결과 Table 11과 같다.

Table 11. 효모별로 발효시킨 술덧의 주요 저비점 성분분석표

구분	초류	본류			
	C0	C0	C1	C2	C3
Acetic acid isobutyl ester( $\mu\text{l/L}$ )	11.0	ND	ND	ND	ND
Ethyl n-caproate( $\mu\text{l/L}$ )	4.5	ND	ND	ND	ND
Lactic acid ethyl ester( $\mu\text{l/L}$ )	ND	8.2	6.2	6.0	6.6
n-Octanoic acid ethyl ester( $\mu\text{l/L}$ )	6.3	8.5	11.3	9.0	10.1
Ethyl n-caprate( $\mu\text{l/L}$ )	8.3	20.5	23.0	22.1	22.8
Succinic acid diethyl ester( $\mu\text{l/L}$ )	0.0	10.3	30.8	2.5	3.4
Furfural( $\mu\text{l/L}$ )	ND	ND	ND	ND	ND

3.5 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 주요 저비점 성분 및 ester류 성분변화 분석

농축기의 개방형태에 따라 4가지 조건(C0(농축기 모두 닫음), C1(농축기 1개 개방), C2(농축기 2개 개방), C3(농축기 3개 개방))으로 증류한 증류액을 10°C와 25°C 항온항습기에 넣고 6개월간 숙성시키면서 월 1회 주요 저비점 성분 중 acetone, methyl alcohol, n-propanol, i-butanol, n-butanol, i-amyl alcohol, n-amyl alcohol 농도변화를 표준품의 농도별 검량선을 이용하여 분석하였다.

### 3.5.1 숙성기간 및 숙성온도에 따른 methyl alcohol 농도비교

Methanol은 펙틴분해효소 중 펙틴 메틸에스터라아제(pectin methylesterase)에 의해 과일 껍질에 존재하는 pectin의 메틸에스터 그룹(methyl ester group)의 가수분해 과정에서 Methyl alcohol이 생성된 것으로 효모의 발효와는 관계가 없는 것이다. 메탄올은 유해한 성분으로 증류주의 종류에 따라 500 ~ 1,000 mg/L이하로 규제하여 관리하고 있다. 다만, 브랜디, 테킬라, 위스키 등 타 증류주의 메탄올 농도에 비해 본 실험의 발효제별 제조한 증류식소주의 메탄올 농도는 매우 적게 검출된 것을 확인할 수 있었다. 증류기의 농축기 모두 잠금상태에서 증류된 샘플에서(C0) 메탄올이 타 샘플에서보다 다소 높게 검출되었으며 숙성온도와 기간은 메탄올 농도 변화에는 영향이 없는 것으로 나타났다(Fig.9).

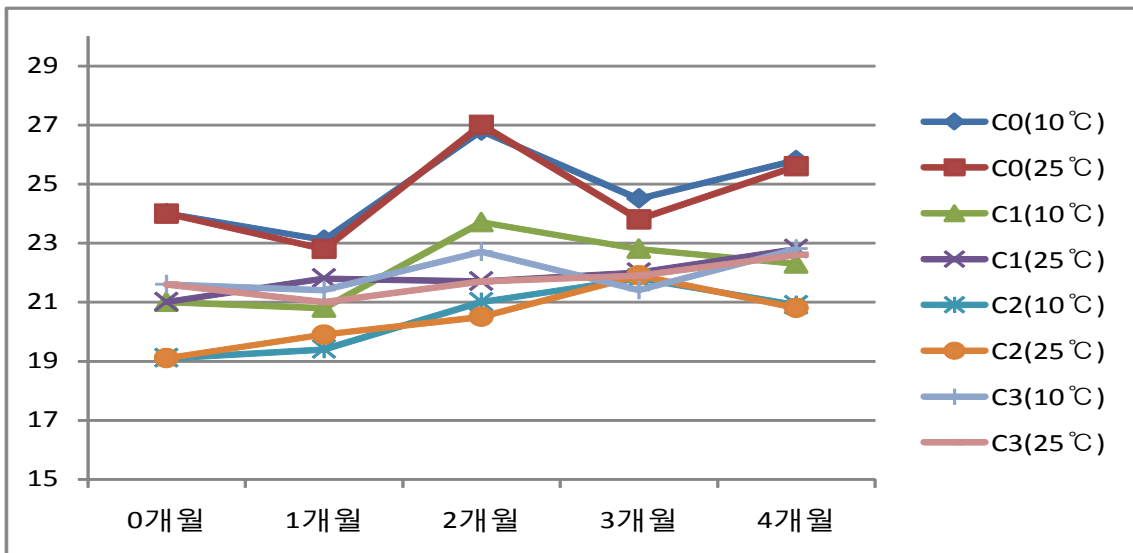


Fig.9 증류주의 숙성기간 및 숙성온도에 따른 methyl alcohol 농도 비교

### 3.5.2 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 n-propanol 농도비교

탄소수가 많은 알코올을 총칭하는 퓨젤유는 원료 중 단백질 분해 생성물인 아미노산이나 효모가 증식을 위해 필수적인 아미노산을 생합성하는 과정에서 생성되는 부산물로서 알코올발효시의 효모에 의한 탈아미노기(deamination) 반응과 동시에 탈카르복시(decarboxylation) 반응에 의해서 생성된다. 일반적으로 아미노산이 결핍되면 효모는 부족한 아미노산을 생합성하게 되고 그 과정에서 고급 알코올이 생성되는 매커니즘을 갖고 있고, 반대로 원료의 아미노산이 과다하게 분포하여 있어도 퓨젤유의 생성을 증가시키게 된다. 퓨젤유 성분도 숙성기간에 따른 변화가 작았지만, 발효제별 농도에는 큰 차이가 있었다. 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 n-propanol 농도 결과는 Fig. 10과 같다. 증류기의 농축기 모두 잠금상태에서 증류된 샘플에서(C0) n-propanol이 타 샘플에서보다 숙성온도와 관계없이 높게 검출(300 mg/L)되었으며 그 다음으로 농축기 1개 개방한 샘플(C1)에서 높게 검출(285 mg/L)되었다. 마지막으로 농축기를 2개(C2) 또는 모두 개방한 샘플(C3)에서 n-propanol이 가장 낮게 나타났다(265 mg/L). 숙성기간 동안 n-propanol은 샘플간 큰 차이가 없었으며 숙성온도 역시 n-propanol의 농도 변화에는 영향이 없는 것으로 나타났다. 따라서 n-propanol의 농도는 증류기의 농축기 개폐여부가 농도에 영향을 미치며 숙성온도와 기간은 영향이 없는 것으로 나타났다(Fig.10).

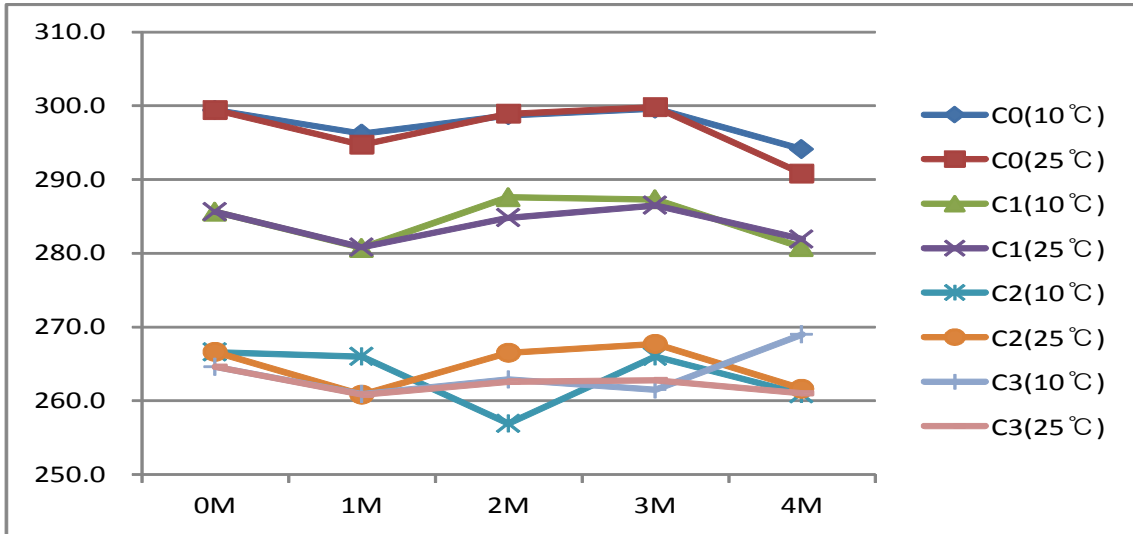


Fig. 10 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 n-propanol 농도(mg/L)비교

### 3.5.3 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 i-Butanol 농도비교

i-butyl alcohol은 퓨젤유 성분 중 비교적 많이 존재하는 것으로 증류기의 농축기 모두 잠금상태에서 증류된 샘플에서(C0) i-butanol이 타 샘플에서보다 숙성온도와 관계없이 높게 검출(650 mg/L)되었으며 그 다음으로 농축기 1개 개방한 샘플(C1)에서 높게 검출(638 mg/L)되었다. 마지막으로 농축기를 2개(C2) 또는 모두 개방한 샘플(C3)에서 i-butanol이 가장 낮게 나타났다(550 mg/L). 숙성기간 동안 i-butanol은 샘플간 큰 차이가 없었으며 숙성온도 역시 i-butanol의 농도 변화에는 영향이 없는 것으로 나타났다. 따라서 i-butanol의 농도는 증류기의 농축기 개폐여부가 농도에 영향을 미치며 숙성온도와 기간은 영향이 없는 것으로 나타났다(Fig.11).

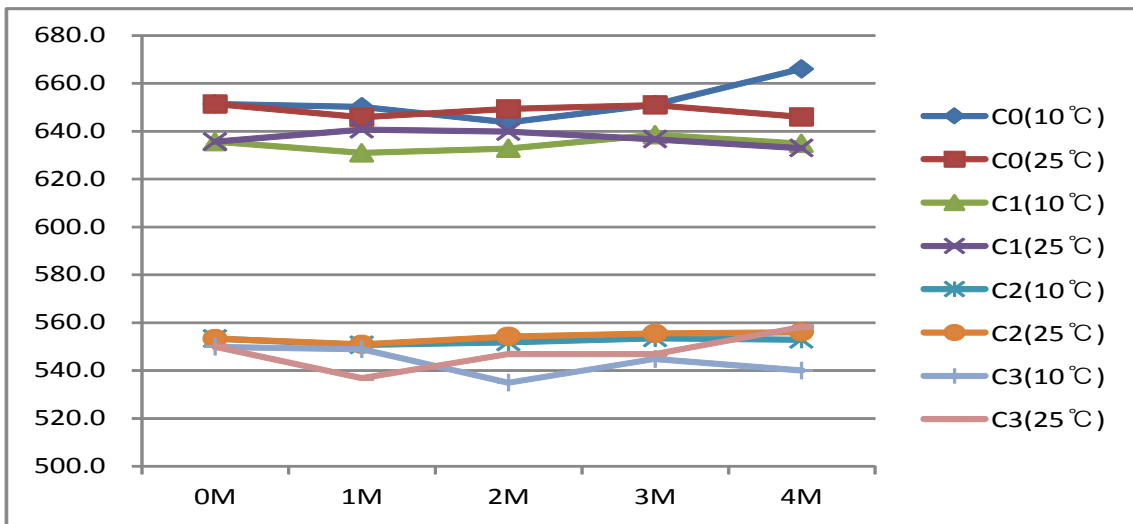


Fig. 11 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 i-Butanol 농도(mg/L) 비교

### 3.5.4 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 i-amyl alcohol 농도비교

i-amyl alcohol은 퓨젤유 성분 중 가장 많이 존재하는 것으로 증류기의 농축기 모두 잠금상태에서 증류된 샘플에서(C0) i-amyl alcohol이 타 샘플에서보다 숙성온도와 관계없이 높게 검출(1,120 mg/L)되었으

며 그 다음으로 농축기 1개 개방한 샘플(C1)에서 높게 검출(1,070 mg/L)되었다. 마지막으로 농축기를 2개(C2) 또는 모두 개방한 샘플(C3)에서 i-amyl alcohol이 가장 낮게 나타났다(950 mg/L). 숙성기간 동안 i-amyl alcohol은 샘플간 큰 차이가 없었으며 숙성온도 역시 i-amyl alcohol의 농도 변화에는 영향이 없는 것으로 나타났다. 따라서 i-amyl alcohol의 농도는 증류기의 농축기 개폐여부가 농도에 영향을 미치며 숙성온도와 기간은 영향이 없는 것으로 나타났다(Fig.12).

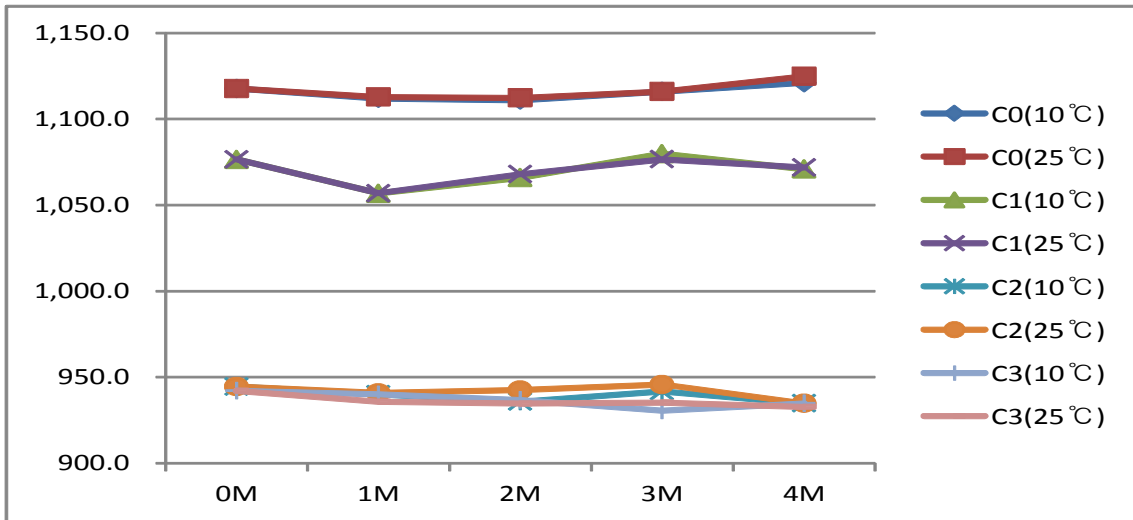


Fig. 12 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 i-amyl alcohol(mg/L) 농도 비교

### 3.5.5 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 n-Butanol 농도 비교

n-Butanol은 증류기의 농축기 모두 잠금상태에서 증류된 샘플에서(C0) n-Butanol이 타 샘플에서보다 숙성온도와 관계없이 높게 검출(5 mg/L)되었으며 그 다음으로 농축기 1개 개방한 샘플(C1)에서 높게 검출(4.2 mg/L)되었다. 마지막으로 농축기를 2개(C2) 또는 모두 개방한 샘플(C3)에서 n-Butanol이 가장 낮게 나타났다(3.2 mg/L). 숙성기간 동안 n-Butanol은 샘플간 큰 차이가 없었으며 숙성온도 역시 n-Butanol의 농도 변화에는 영향이 없는 것으로 나타났다(Fig.13).

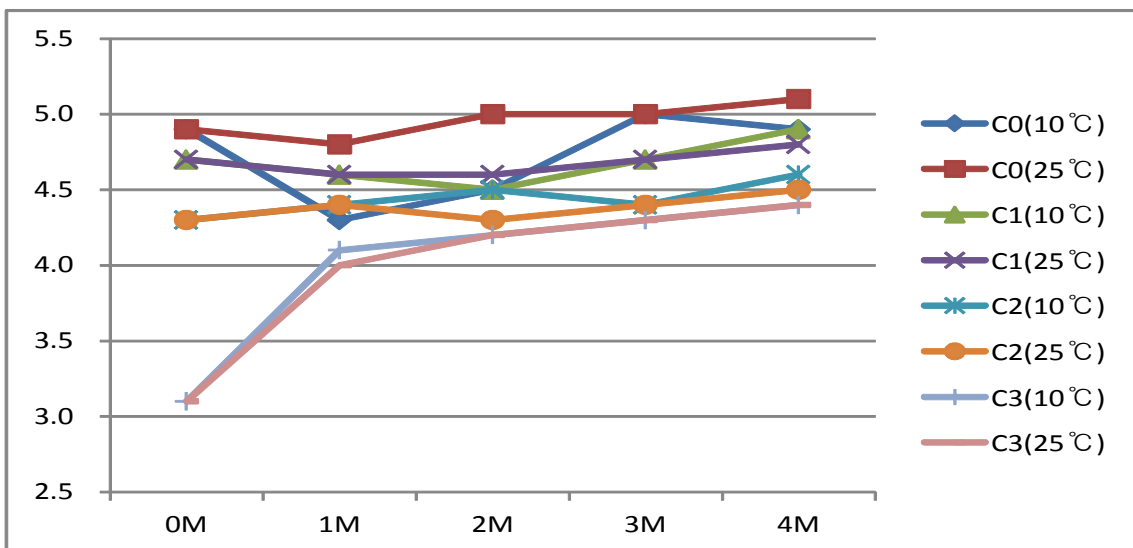


Fig. 13 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 n-Butanol(mg/L) 농도 비교



### 3.5.6 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 higher alcohol 농도 비교

Higher alcohol 총량은 증류기의 농축기 모두 잠금상태에서 증류된 샘플에서(C0) 타 샘플에서보다 숙성온도와 관계없이 높게 검출(2,070 mg/L)되었으며 그 다음으로 농축기 1개 개방한 샘플(C1)에서 높게 검출(2,000 mg/L)되었다. 마지막으로 농축기를 2개(C2) 또는 모두 개방한 샘플(C3)에서 higher alcohol이 가장 낮게 나타났다(1,760 mg/L). 숙성기간 동안 higher alcohol 은 샘플간 큰 차이가 없었으며 숙성온도 역시 higher alcohol 의 농도 변화에는 영향이 없는 것으로 나타났다(Fig.14).

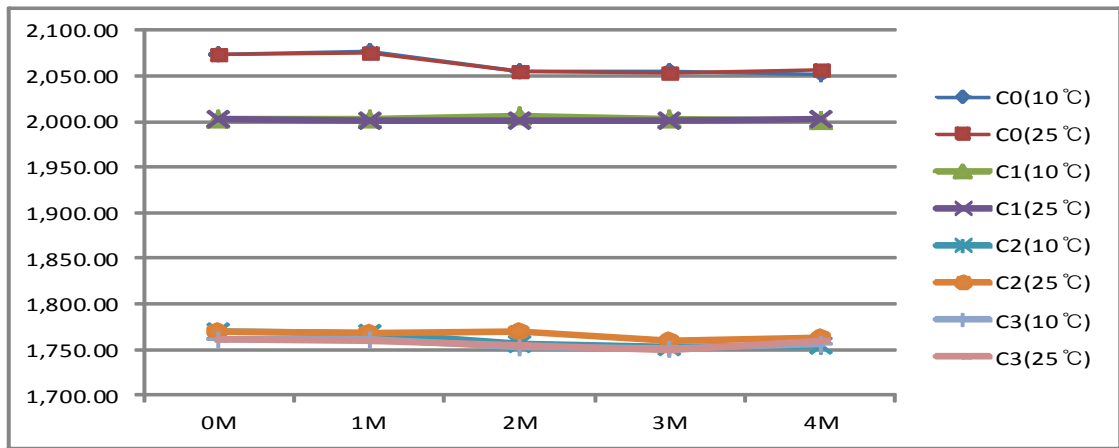


Fig. 14 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 higher alcohol(mg/L) 농도 비교

### 3.5.7 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 ethyl acetate 농도비교

Ethyl acetate는 ester류 중 가장 많이 존재하는 성분으로 효모의 발효도중 효소의 촉매하에 acetyl-CoA로부터 생성되며 과다 함유된 증류주에는 ester ton이나 용매제 ton을 느끼게 한다. 그리고 ethyl acetate는 당농도가 높을수록 농도가 증가하며 발효온도가 높을수록 생성량이 급격히 증가하는 것으로 알려져 있다. 증류기의 농축기 1개 개방한 상태에서 증류된 샘플에서(C1) ethyl acetate이 타 샘플에서보다 숙성온도와 관계없이 높게 검출(130 mg/L)되었으며 그 다음으로 농축기모두 잠금한 샘플(C0)에서 높게 검출(120mg/L)되었다. 마지막으로 농축기를 2개(C2) 또는 모두 개방한 샘플(C3)에서 ethyl acetate이 가장 낮게 나타났다(90~100 mg/L). 숙성기간 동안ethyl acetate은 샘플간 큰 차이가 없었으며 숙성온도 역시 ethyl acetate의 농도 변화에는 영향이 없는 것으로 나타났다(Fig.15).

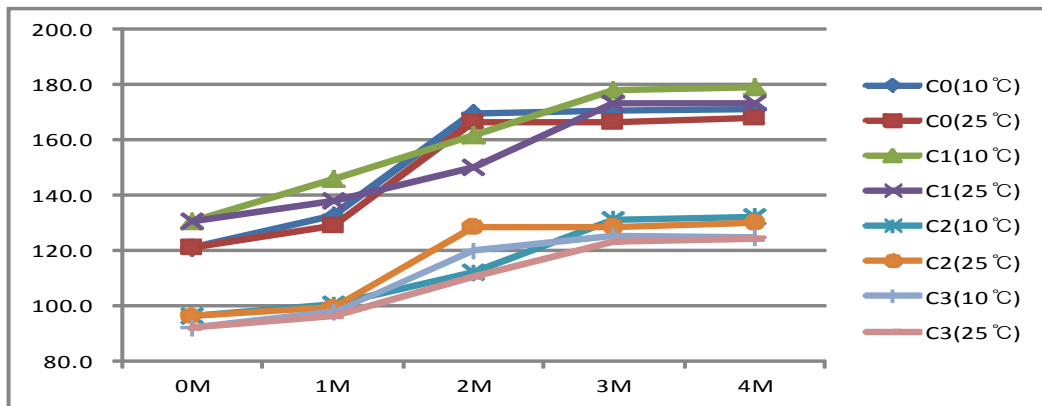


Fig. 15 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 ethyl acetate(mg/L) 농도 비교

### 3.5.8 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 ethyl n-caproate 농도비교

Ethyl n-caproate도 효모에 의해 지방산의 분해 합성과정에서 생성된 지방산과 알코올의 결합으로 합성되는 성분으로 원료의 지방산 농도와 효모의 종류 등에 많은 영향을 받는다. 증류기의 농축기 1개 개방한 상태에서 증류된 샘플에서(C1) ethyl n-caproate이 타 샘플에서보다 숙성온도와 관계없이 높게 검출(23 mg/L)되었으며 그 다음으로 농축기2개 개방한 샘플(C2)에서 높게 검출(22 mg/L)되었다. 마지막으로 농축기를 3개(C3) 또는 모두 잠금한 샘플(C0)에서 ethyl n-caproate이 가장 낮게 나타났다(21 mg/L). 숙성기간 동안 ethyl n-caproate은 샘플간 큰 차이가 없었으며 숙성온도 역시 ethyl n-caproate의 농도 변화에는 영향이 없는 것으로 나타났다(Fig.16).

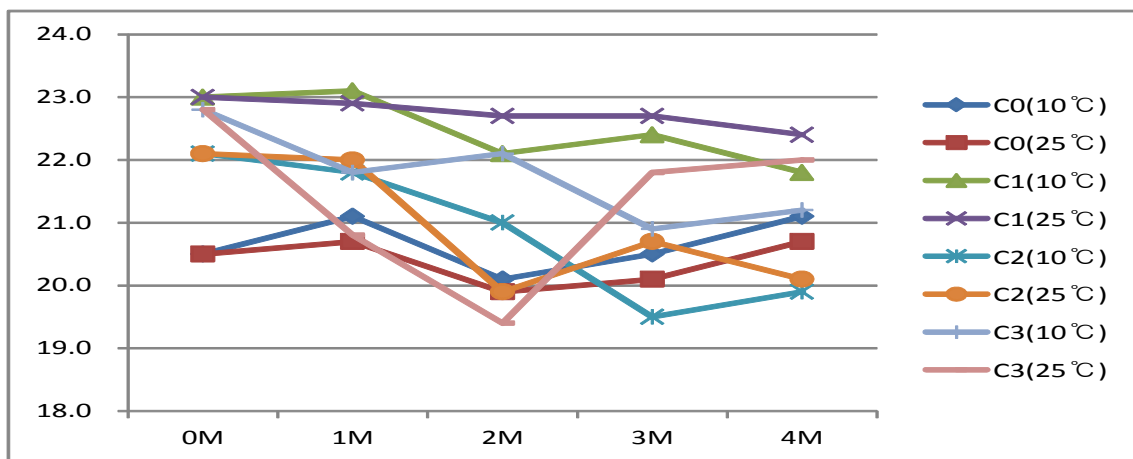


Fig. 16 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 ethyl n-caproate( $\mu\text{g/L}$ ) 농도 비교

### 3.5.9 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 lactic acid ethyl ester 농도비교

Lactic acid ethyl ester는 주로 유산균에 의한 젖산 발효를 통해 부산물로 생성되며 유산균 오염측도를 확인할 수 있는 성분이다. 증류기의 농축기 모두 잠금상태에서 증류된 샘플에서(C0) 타 샘플에서보다 숙성온도와 관계없이 높게 검출(8.2 mg/L)되었다. 숙성기간 동안 lactic acid ethyl ester 은 샘플간 큰 차이가 없었으며 숙성온도 역시 lactic acid ethyl ester 의 농도 변화에는 영향이 없는 것으로 나타났다(Fig.17).

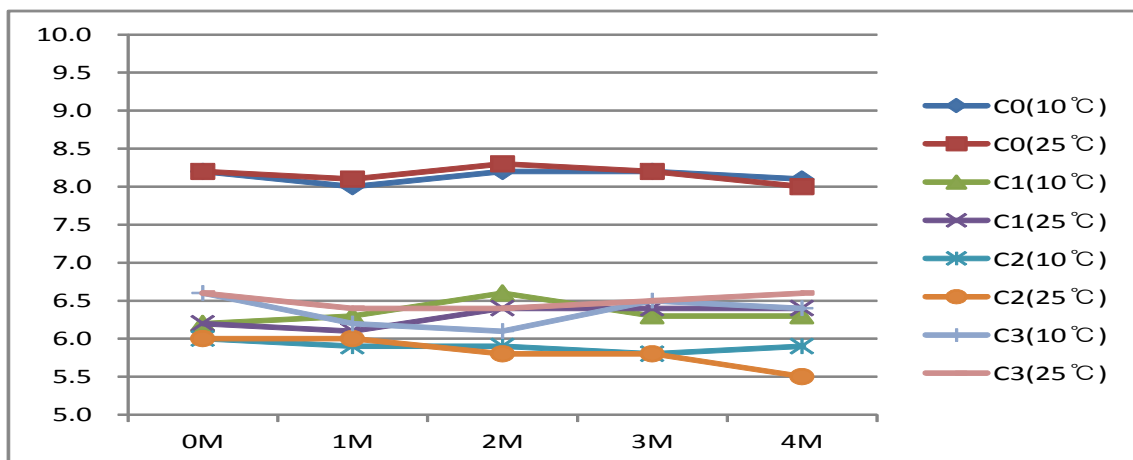


Fig. 17 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 lactic acid ethyl ester( $\mu\text{g/L}$ ) 농도 비교

### 3.6.0 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 n-caprate 농도비교

n-caprate도 효모에 의해 지방산의 분해 합성과정에서 생성된 지방산과 알코올의 결합으로 합성되는 성분으로 원료의 지방산 농도와 효모의 종류 등에 많은 영향을 받는다. 증류기의 농축기 1개 개방한 상태에서 증류된 샘플에서(C1) 타 샘플에서보다 숙성온도와 관계없이 높게 검출(11 mg/L)되었다. 그 다음으로 농축기 모두 개방한 샘플(C3)에서 높게 검출(10mg/L)되었다. 마지막으로 농축기를 2개(C2) 또는 모두 잠금한 샘플(C0)에서 n-caprate이 가장 낮게 나타났다(8~9 mg/L). 숙성기간 동안 n-caprate은 샘플간 큰 차이가 없었으며 숙성온도 역시 n-caprate의 농도 변화에는 영향이 없는 것으로 나타났다(Fig. 18).

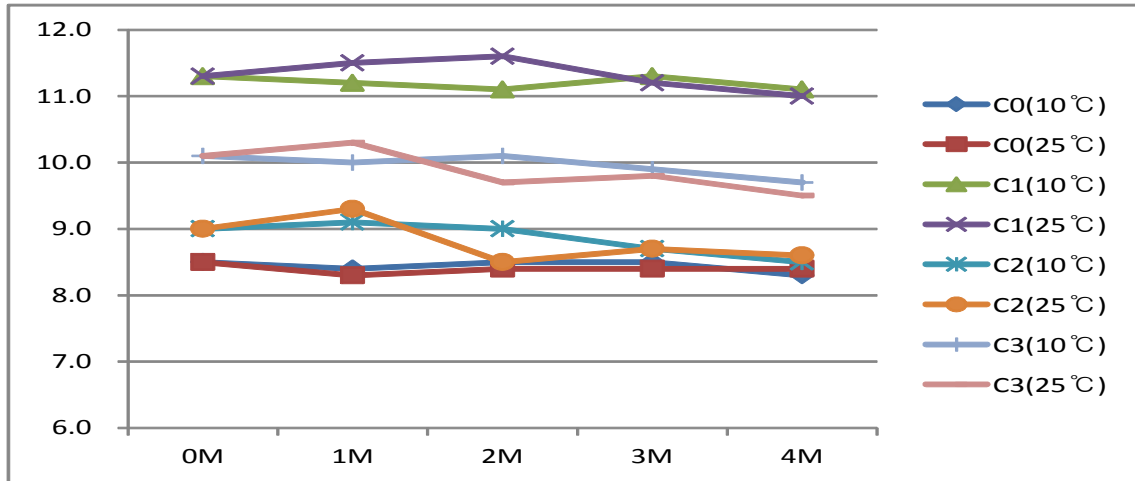


Fig. 18 숙성기간 및 숙성온도에 따른 증류주의 n-caprate 농도(μg/L) 비교

### 3.6.1 에틸카바메이트 분석

증류주를 숙성 및 제성한 40 v/v% 과실증류주의 에틸카바메이트 농도를 분석하였다. Gas chromatograph로 분별정량을 위한 Standard 시료의 Chromatogram은 Fig. 19와 같다. 에틸카바메이트 최소기준치는 곡류를 이용한 증류주인 경우 국내 주세법이나 식품위생법에는 정의되어 있지 않다. 다만 해외의 기준치에 비교하여 본 실험에서 분석된 증류주의 에틸카바메이트의 농도는 13~16ppb를 나타내어 매우 낮게 나타났다. 숙성기간중에도 큰 변화를 나타내지 않았다. 따라서 증류기의 개폐여부와 숙성기간과 상관없이 Fig 20과 같이 담금조건하에 동증류기를 이용하여 증류하면 에틸카바메이트 저감화에 효과가 나타나는 것을 알수 있었다. 증류주 등에서의 에틸카바메이트 농도 저감화 기술은 첫째, 시안화물 등 에틸카바메이트 전구체 생성 억제를 통한 저감화로 시안화배당체가 술덧으로 침출되지 않도록 하고 효모에 의해 요소, N-carbamyl 화합물이 생성되지 않도록 하고 젖산균의 의해 시트룰린이 생성되지 않도록 관리하는 것이다. 둘째, 제조 공정 및 유통 관리를 통한 저감화 방안으로 침출, 발효 및 유통 과정 중 빛에 노출을 최소화하고, 온도를 25°C이하로 관리하고 침출, 발효 및 유통 기간을 최소한으로 유지하는 것이다. 셋째, 증류주의 증류방법 개선을 통한 저감화로 구리로 된 증류기를 사용하고, 술덧을 끓일 때 직화하지 말고 스팀을 이용하여 가열하고 감압증류를 통하여 증류하고, 초류와 후류는 버리고, 본류만 사용하는 것이다. 한편 동증류기는 산에 강한 재질이며 열전도율도 우수하고 불순물인 황화합물을 제거시켜주는 기능을 갖고 있다. 황화수소가 알코올과 결합하면 mercaptane이 형성되어 품질에 심각한 저하를 가져오게 된다. 본 실험에서는 곡류를 이용한 증류주 제조로 인해 에틸카바메이트가 극히 소량 검출된 것으로 나타났다.

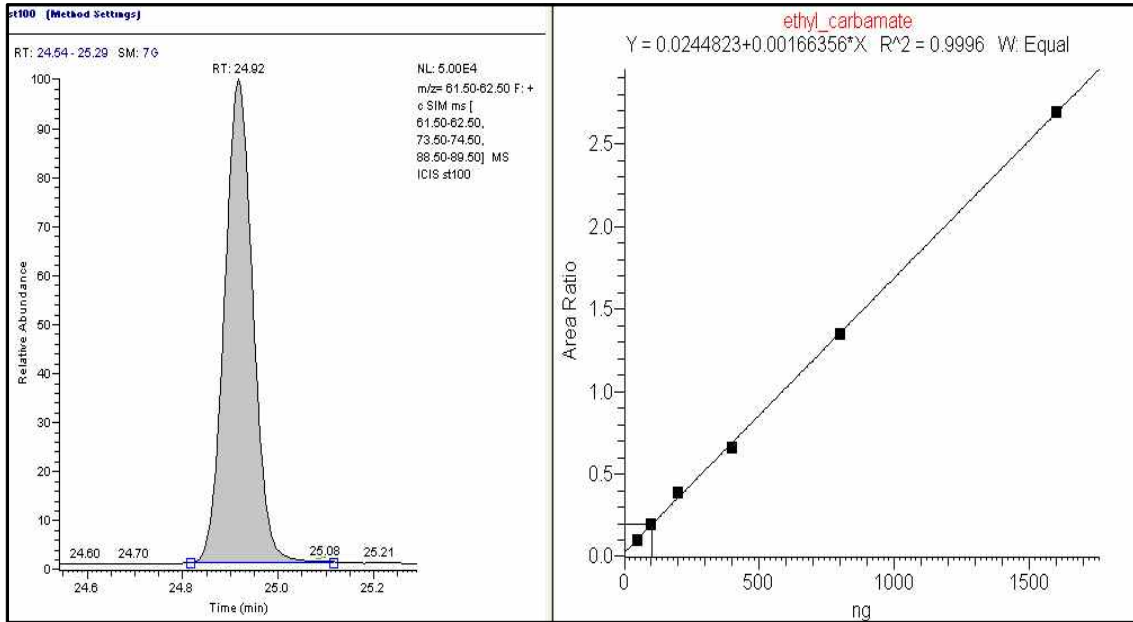


Fig. 19 에틸카바메이트 분석을 위한 GC-MS Standard chromatogram

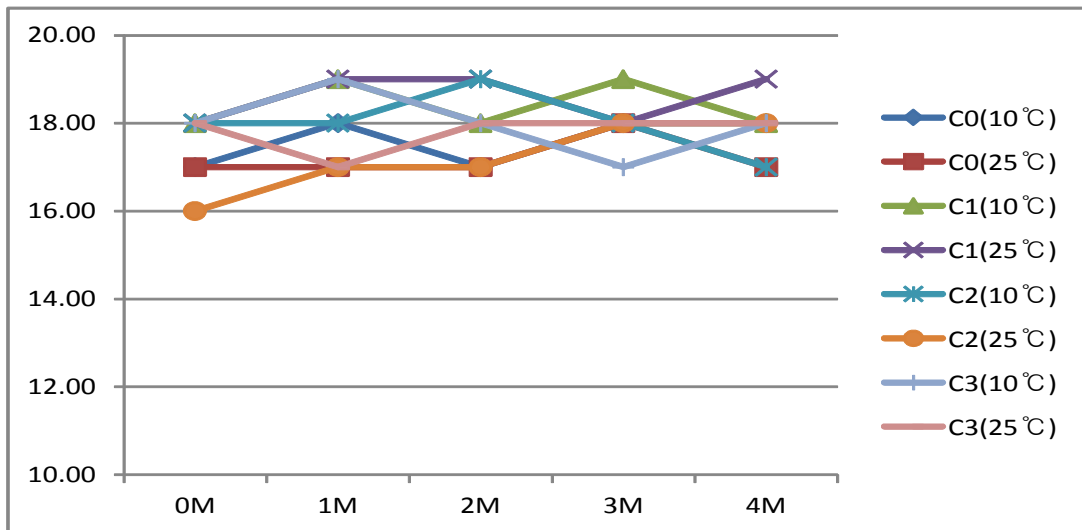


Fig. 20 발효제별 제조한 증류주의 숙성기간에 따른 ethyl carbamate 농도( $\mu\text{L/L}$ ) 비교

Ethyl carbamate(에틸카바메이트 : Urethane)는 식품의 발효와 저장 중 대사과정에서 자연적으로 일어나는 화학반응에 의해 발생하는 독성물질로 알코올 음료나 발효식품에 주로 함유되어 있다. 특히, 알코올 음료에서는 청주, 포도주, 위스키 등에 존재하며, 발효식품에는 요구르트, 치즈, 김치, 간장, 된장 등에 함유되어 있는 것으로 알려져 있다. 1943년의 쥐에 대한 폐암 유발 실험 등, 여러 동물 실험을 통해 에틸카바메이트의 다양한 암 유발이나 신장, 간, 면역계 등에 대한 독성이 밝혀진 바 있다. 1970년대 초기에 식품 및 알코올 음료에 대한 연구에서 에틸 카바메이트의 존재가 확인되었다. 단기간 동안 체내에 에틸카바메이트를 일정농도 이상 흡수하면 출혈, 의식불명, 구토 등을 야기할 뿐 아니라 폐, 간, 신장 등에 손상을 일으킬 수 위험과 발암가능성이 있는 물질로 알려져 있다. 체내에 흡수된 에틸카바메이트는 대사 과정 중 Cytochrome P450 2E1 효소에 의하여 일부가 Vinyl carbamate epoxide를 생성한다. 이 대사산물이 DNA, RNA 및 단백질 등의 생체분자들과 부가생성물질을 형성하여 돌연변이 및 발암 유발을

나타내는 것으로 알려져 있다. IARC(International Agency of Research on Cancer, 국제 암 연구기관)에서는 다양한 동물 실험 결과 및 동물 실험에서의 에틸카바메이트 발암 기작 등이 인간의 체내에 대해서도 높은 유사성을 가지고 적용 가능하다고 판단하였다. 이에 따라 그 발암 위험도를 ‘인간에 대하여 발암가능성이 있는 물질’을 의미하는 ‘Group 2B’에서 ‘인간에 대한 발암성이 우려되는 물질’을 의미하는 ‘Group 2A’로 상향 조정하였다(IARC, 2007). 에틸카바메이트는 냄새가 없고 물, 에틸알코올, 기타 유기용매에 잘 용해되며 과실주의 경우 과실 종자에 함유되어 있는 시안화합물과 발효 중 효모에 의해 생성되는 대사산물인 N-carbamyl phosphate, Urea(요소) 등과 에틸알코올과의 반응에 의해서 생성된다. 그리고, 맥주, 포도주, 기타음료 등의 주류에 살균제로 사용되었던 Diethyl dicarbonate(1972년 FDA에 의해 사용금지 됨)와 암모니아의 반응에 의해서 생성되는 것으로 알려져 있다. 특히 에틸카바메이트는 발효주에서 열, 온도, 저장조건(저장온도가 높거나 저장기간이 길수록) 등에 따라 그 농도가 증가될 수 있으므로 체계적인 모니터링을 실시하여 에틸카바메이트 생성 저감화 방법을 모색할 필요가 있다.

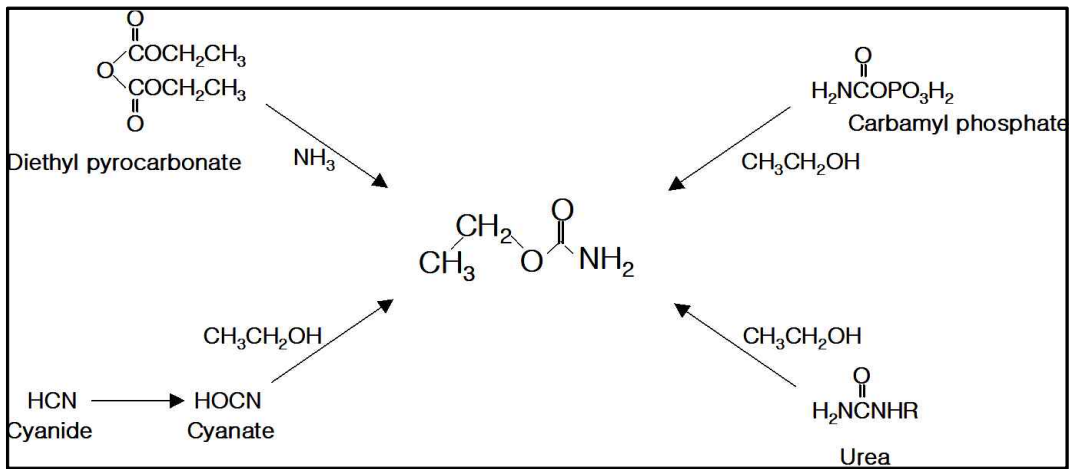


Fig. 21 발효식품 및 알코올음료에서의 에틸카바메이트 생성 기작

1972년 미국에서는 diethyl dicarbonate가 암모니아와 반응하여 에틸카바메이트를 생성된다는 것이 알려진 후 이 물질의 사용을 금지하였다. 1985년 캐나다 LCBO(Liquor Control Board of ontario)에서 포도주와 증류주 등에 에틸카바메이트 함유량이 높다는 것을 발견하고 캐나다 보건기구에서 주종별 알코올 함유량에 따라 에틸카바메이트의 농도를 제한하였다.

표. 20 캐나다의 에틸카바메이트 관리기준

(단위 : ppb)

구 분	기준규격	구 분	기준규격
테이블 와인	30	과실주	400
디저트 와인	100	리큐르	400
증류주	150	청주	200

미국은 와인, 위스키에 함유된 에틸카바메이트의 농도를 정부가 아닌 생산자, 판매자 단체 등의 협회에서 자율적으로 관리하고 있다. DISCUS(Distilled Spirit Council of U.S)에서 1989년 이후 생산되는 위스키에 대해 에틸카바메이트 농도를 125 ppb로 감소시키겠다는 자율 규제안을 설정하였고, 와인의 경우 Wine Institute와 American Association of Vintners에서 1988년 이후 생산된 테이블 와인에 대해 15

ppb 이하, 1989년 이후 생산되는 디저트 와인은 60 ppb 이하로 자율 규제안 설정하여 관리하고 있다. 이와 같이 미국은 자율기준을 적용하고 있어 수입품에 대해서도 경우 동 기준을 준수하여야 한다.

국가	기준(ppb)				
	wines	Fortified wines	증류주	청주	과일 브랜드
미국(자율기준)	15	60	-	-	-
체코	30	100	150	200	400
프랑스	-	-	150	-	1,000
독일	-	-	-	-	800

2007년 CCCF(CODEX committee on contaminants in food)와 제64차 JECFA(Joint FAO/WHO expert contaminants in food additive) 회의에서 알코올 음료 중 에틸카바메이트에 대한 논의가 있었고, 2009년 CCCF에서 핵과류를 이용한 증류주 중 에틸카바메이트 저감화를 위한 실행규범을 개발할 것을 제안하였다. 현재, CODEX 오염물질분과위원회에서 핵과류를 사용한 증류주의 에틸카바메이트 저감화를 위해 「핵과류를 사용한 증류주 중 에틸카바메이트 오염 예방 및 저감화에 대한 실행규범」을 추진하고 있다. 국내에서 주류 중 에틸카바메이트 함유량을 조사한 사례는 2004년 식품의약품안전청 보고서에 따르면 국내 시판 주류 45건에 대한 함유된 에틸카바메이트 모니터링 결과 소주 0.83~10.07 ppb, 맥주 0.45~0.61 ppb, 탁주 0.40~0.93 ppb, 과실주 3.48~689.87 ppb, 청주 8.42~30.30 ppb, 위스키 13.85~30.00 ppb, 포도주 1.67~11.70 ppb, 약주 5.64~40.00 ppb의 에틸카바메이트가 검출된 것으로 보고되었다<sup>9)</sup>. 2006년 식품의약품안전청 보고서에 따르면 국내에서 가장 널리 유통되고 소비되는 수입주류 150건에 대한 모니터링 결과 맥주의 경우 2.5~39 ppb, 청주 8~263 ppb, 위스키 6.3~112 ppb, 보드카 11.3~23.5 ppb, 소흥주 53~94 ppb, 일본소주 10.5~38 ppb, 코냑 8.5~38.5 ppb, 테킬라 7~9.5 ppb, 럼 21.3~31.5 ppb, 리큐르 5~1,832.5 ppb, 와인 10.5~364.8 ppb, 알코올성 음료 4~20.5 ppb으로 나타났다. 한국분석과학회(2008)에서 시중에 유통 중인 주류에 대한 모니터링 결과 씨가 있는 과실을 원료한 과실주가 높게 검출(불검출~549 ppb) 되었으며, 다른 주류에 비해 리큐르(157~230 ppb)의 에틸카바메이트가 높게 검출된 것으로 나타났다.

시판주류 중 에틸카바메이트 함유량(한국분석과학회, 2008)

주종	시료수	함유량( $\mu\text{g}/\text{kg}$ , ppb)		
		최소	최대	평균
증류주	5	불검출	196	62
과실주	11	불검출	549	105
약주	3	불검출	45	15
소주	6	불검출	불검출	불검출
청주	3	불검출	60	28
리큐르	2	157	230	194
기타주류	1	12	12	12

9) 2004년 식품 의약품안전청 보고서; Food Sci. Biotechnol. 2006, 15. 112; J.Microbiol. Biotechnol. 2006, 16. 480

매실침출주의 증류방법별 EC의 변화

구분	EC(ppb)	알코올 농도(%)	증류비율(%)
증류전	164	19.6	-
감압	22	42.51	97.6
상압	43	43.48	99.8

가열로 인한 EC 생성을 배제하기 위하여 주정(Alc. 19.74%)에 EC 시약을 첨가하여 상압증류시 초류(Head), 중류(Medium), 후류(Tail)에서의 EC 농도를 확인한 결과, 초류 < 중류 < 후류 순으로 EC 농도가 증가하며, 알코올도수가 낮은 용액(후류)의 증류시에 함께 증류되어 유출된다. 상압으로 증류시 EC의 총 증류비율은 11.3%(후류 제외시 5.0%)로 증류전 용액에 포함되어 있던 EC 중 일부분만 증류되는 것으로 확인된 바 있다.

증류 분획별 EC의 농도

구분	EC (ppb)	알코올 농도(%)	증류액 부피(mL)	증류비율 (%)	누적증류비율 (%)
증류전	302	19.74	1,800	-	-
초류	19	77.79	50	10.9	-
중류	52	58.05	500	81.7	92.6
후류	172	12.16	200	6.8	99.4

※ EC의 증류비율 : 11.3%(후류 포함), 5.0%(후류 제외)  
 (EC 증류비율 = 증류후 총EC/증류전 총EC × 100)

3.6.2 SO<sub>2</sub> 분석

일반적으로 와인 효모는 발효중에 아황산을 20 mg/L 이하를 생성하며 이 아황산은 아황산 결합 성분들과 결합상태로 발효중에 분포하게 된다. 발포성 와인 효모인 *S. bayanus*는 와인 효모와는 달리 아황산을 100~200 mg/L 생성한다. 이는 *S. bayanus* 효모가 와인 효모 보다 아황산 흡수 및 분해 과정에 관여하는 효소의 결핍에 기인한다. 즉, 이 효모는 포도즙의 황산염을 분해하여 세포안으로 이송을 도와주는 효소 sulfate permease와 ATP-sulfurylase는 활성화 되어있는 반면 아황산염을 분해하여 황으로 분해하는 효소 sulfite reductase는 활성화가 저하되어 있어 결국 아황산염의 생성이 증가되는 것이다. 특히 아황산염은 법적으로 허용 함유량이 정해져있으므로 아황산이 와인에 적게 함유되도록 유도하며 그러한 관점에서 보면 자연발효보다는 주모를 이용한 발효를 수행하는것이 최상이다. 아황산염과 같이 황화수소(H<sub>2</sub>S)도 발효과정시 소량 분비되는 부산물로서 포도즙의 황산염의 환원으로 인해 생성되며 썩은 계란 냄새(난취)를 연상시키는 성분이다. 와인에 따라 난취는 고기나 베이컨 또는 고무냄새를 연상시키기도 한다. 일반적으로 와인에는 황화수소가 거의 검출이 안되나 만일 효모가 pantothenic acid가 부족하면 생성된 황화수소는 homocystein으로의 연속 반응이 이루어지지 않아 세포밖으로 배출되어 어린와인에 함유될수 있다. 황화수소가 와인에 다량 함유되면 황화수소는 와인의 부산물들과 연속반응을 일으켜 와인 품질을 저하시키게 된다. 황화수소의 생성 정도는 효모 종류에 따라 다르며 포도즙의 pH가 높을수록 발효 온도가 증가할수록 황화수소는 증가한다. 황화수소는 향 역치가 낮아 와인에 10~80 µg/L 함유되도 향을 느낄수가 있다. 미세 혼탁물이 많을수록 황화수소도 증가하나 어린와인에 함유되는 양은 극

히 적다. 생성된 황화수소의 대부분은 CO<sub>2</sub>에 의해 같이 휘발되며 나머지는 와인 안정화 과정에서 소멸된다. 황화수소는 효모 증식중에는 생성되지 않으며 포도즙이나 과쇄즙에 첨가한 아황산으로부터 생성되는 경우는 거의 없다. 효모 대사산물로서 와인에는 황화수소와 관련된 황을 함유하는 성분들이 많으며 특히 황화수소가 함유되어 있는 와인에는 thioacetic acid-s-ethyl ester 및 thioacetic acid-s-methyl ester 등의 효모 대사산물이 함유되어 있다. 이 대사산물은 와인 저장시 가수분해 되어 methyl-mercaptan과 ethyl-mercaptan으로 유리화 된다. 가수분해 속도는 pH, 온도, 알코올 농도 및 와인 구성성분 등에 달려 있으며 thioacetic acid-s-ethyl ester 및 thioacetic acid-s-methyl ester이 감소할수록 mercaptan과 disulphide는 증가하게 된다. Thioacetic acid-s-ethyl ester 및 thioacetic acid-s-methyl ester는 향 역치가 높아 농도가 강할때만 향을 느낄수 있으며 오히려 그들의 유도체인 mercaptan으로 인해 난취를 느끼게 된다. 와인 난취의 일차적인 원인 물질은 황화수소이다. 다량의 황화수소가 포함된 발효즙에서는 효모가 더 많은 thioacetic acid ethyl ester 및 thioacetic acid methyl ester를 생성하게 되고 그로부터 유리된 mercaptan이 난취의 주요성분이 된다. 또 mercaptan으로부터 생성된 disulphide는 향에는 영향은 미치지 않으나 와인 품질을 저하시킨다. 일반적으로 썩은 달걀 냄새를 함유하는 와인에는 표에서 보는바와 같이 정상적인 와인에서보다 황을 함유하는 성분들이 많이 분포되어 있다. 즉 효모세포의 단백질 분해 과정에서 생성되는 2-mercaptanethanol, 2-methyl-3-furantiol, 2-methyl-3-hydroxythiophen 등이 존재하는데 2-mercaptanethanol과 2-methyl-3-furantiol의 경우 백포도주에서 향 역치가 각각 1.0 µg/L, 0.4µg/L 이다. Dimethylsulphide (DMS)는 와인의 장기간의 저장에 따라 disulphide로 산화되기 때문에 발효 후 7개월째에 0.1~0.24 µg/L 검출되며 최대량은 5~10년 후에나 생성되고 cabernet sauvignon 와인의 경우 910 µg/L까지 검출되는 경우도 있다. 일반적으로 효모를 와인에서 너무 늦게 제거해도 효모가 cystin, cystein 및 glutation으로부터 DMS를 생성하기 때문에 DMS의 양은 증가하게 된다. 스트레스를 받은 포도 품종으로부터 제조된 와인은 통산 “stress ton”을 나타내고 1~2년 후에 맛 역치가 50 µg/L인 methional을 생성하게 된다. 이 methional은 효모취와 유사한 향을 풍겨 이를 감소시킬 목적으로 와인에 아스코빈산 (ascorbic acid)를 첨가하기도 하는데 그로인해 4,5-dihydro-2-methylthiophen-3-on이 생성된다.

황 함유 성분	무황화수소	유황화수소	맛	맛역치 µg/L 와인
H <sub>2</sub> S	0-6.5	n.d.-8.2	썩은 달걀향	10-80
Thioacetic acid -S-methylester	1.2-2.8	3.9-85.1	치즈향	10-300
Thioacetic acid-S- ethylester	-	1.4-135.2	치즈향	10-40
Methyl-mercaptan	0.5-1.2	2.0-7.1	썩은 달걀향	2-10
Ethyl-mercaptan	-	n.d.-5.5	양파향	1.1
Dimethylsulfide	9-29	1-53	아스파라거스향	25-60
Dimethyl-disulfide	-	n.d.-2.3	아스파라거스향	
Methylethyl-disulfide	-	n.d.-3.0		
Diethyl-disulfide	-	n.d.-2.4	마늘향	4.3
4,5-Dihydro-2-methylthiophene-3-on	19-62	15		
3-methylthio-propion acid ethylester	0.9-35	0.9-14		
Acetic acid-3-methylthio-propylester	0.02-0.8	0.04-0.6		
3-methylthio-propanol (Methionol)	193-1,588	224-5,655	끓인 양배추향	
3-ethylthio-propanol (Ethionol)	0.03-0.6	0.1-7.2		



Cis-Tetrahydro-2-methylthiophene-3-ol	0.9-29.9	3.9-94.8	
Trans-Tetrahydro-2-methylthiophene-3-ol	0.4-23	4-72	
Bezothiazol	0.3-12	0.7-14	가축향

난취 예방을 위해서는 포도에 함유되어 있는 황 성분을 최대한 감소시켜야 하고 따라서 포도의 황 성분의 원인이 되는 포도 곰팡이병 예방을 위해 뿌리는 살충제의 사용을 중단하는 것이다. 또 벤토나이트를 사용하여 포도즙의 청징을 유도하는 황 성분을 제거하는 방법도 있다. 또 포도즙이나 과쇄즙에 diammonium hydrogen phosphate  $[(NH_4)_2HPO_4]$ 나 diammonium sulfate  $[(NH_4)_2SO_4]$ 를 1 g/L 첨가하여 효모의 질소 영양 상태를 증진시키면 난취문제를 해소하는데 도움이 된다. 특히 고온 건조한 지방의 포도는 질소 함유량이 적고 그로인해 황화수소와 황 함유물등이 증가하게 되기 때문에 와인의 난취가 자주 발생하기 때문에 질소를 첨가하는 것은 효과적이다. 근래 과다 질소 시비로 인한 환경오염 때문에 질소 시비가 감소하여 포도의 질소 함유량이 줄어든 상태이므로 온화한 기후 지역에서도 포도즙이나 과쇄즙에 효모 영양을 위해 질소를 첨가하는것은 난취 예방을 위해 유용한 일이다. 난취를 제거하는 또 다른 방법은 황산구리 ( $CuSO_4$ )를 10 mg/L 와인에 첨가하고 여과시에  $CuS$ 를 제거하면 된다. 독일의 경우 포도에 구리가 함유된 살충제를 사용한적이 있으면 와인에 황산구리 ( $CuSO_4$ )를 사용할 수 없고 황산구리로 처리된 와인은 구리 ( $Cu$ )가 1mg/L 이상 함유될 수 없으며 황산구리 첨가도 1회만 하도록 규정하고 있다. 황산구리 사용시 유의할 점은 난취의 주 원인인 mercaptan은 황산구리와 반응하여 대부분 제거되나 mercaptan의 유도체인 disulphide는 제거되지 않는 상태로 와인에 분포되어 있어 황산구리 첨가 방법이 최상의 방법이라고 할 수는없다. 또 황산구리의 과다사용 (2 mg/L)은 와인의 구리 혼탁을 유발하므로 피하는것이 좋다. 본 실험에서는 곡류를 이용한 증류주제조에서 이산화황을 검출하였으나 Fig 22에서와 같이 이산화황이 증류후 극히 미량(1 ppm)이하를 나타내어 증류과정중 구리에 이산화황이 다량 흡착되어 그 농도가 감소된 것으로 판단된다. 맥주에서의 이산화황 허용량(1~10 ppm), 와인(20 ppm)과 비교하였을 때 구리 증류기를 이용한 이산화황의 농도는 매우 적게 검출되었음 알수 있다. 따라서 스테인리스 재질의 증류기보다 구리증류기를 이용한 증류주 제조가 고품질의 증류주제조에 유리한 것을 알수 있다.

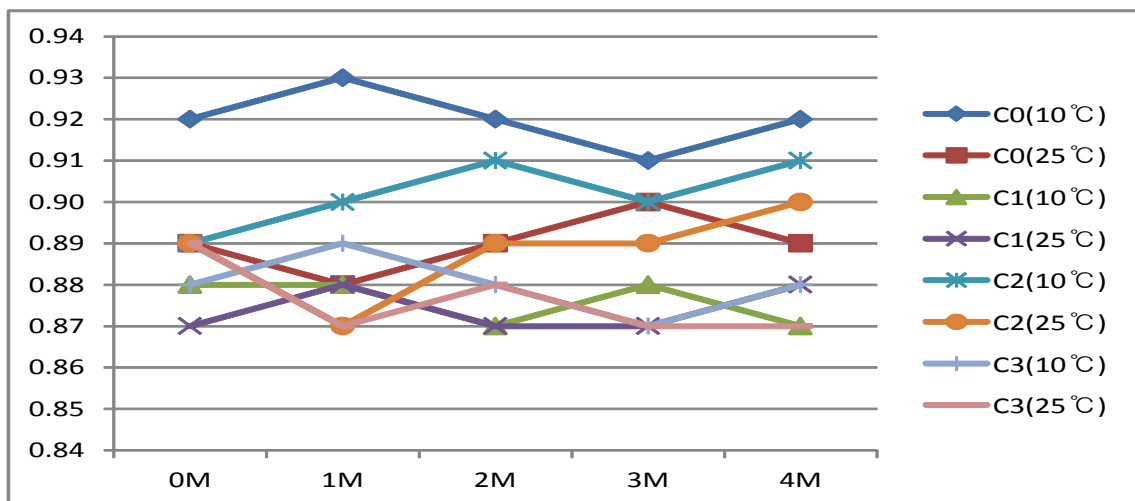


Fig. 22 발효제별 제조한 증류주의 숙성기간에 따른 이산화황 ( $\mu\text{L/L}$ )농도 비교

### 3.6.2.4 증류주의 관능검사

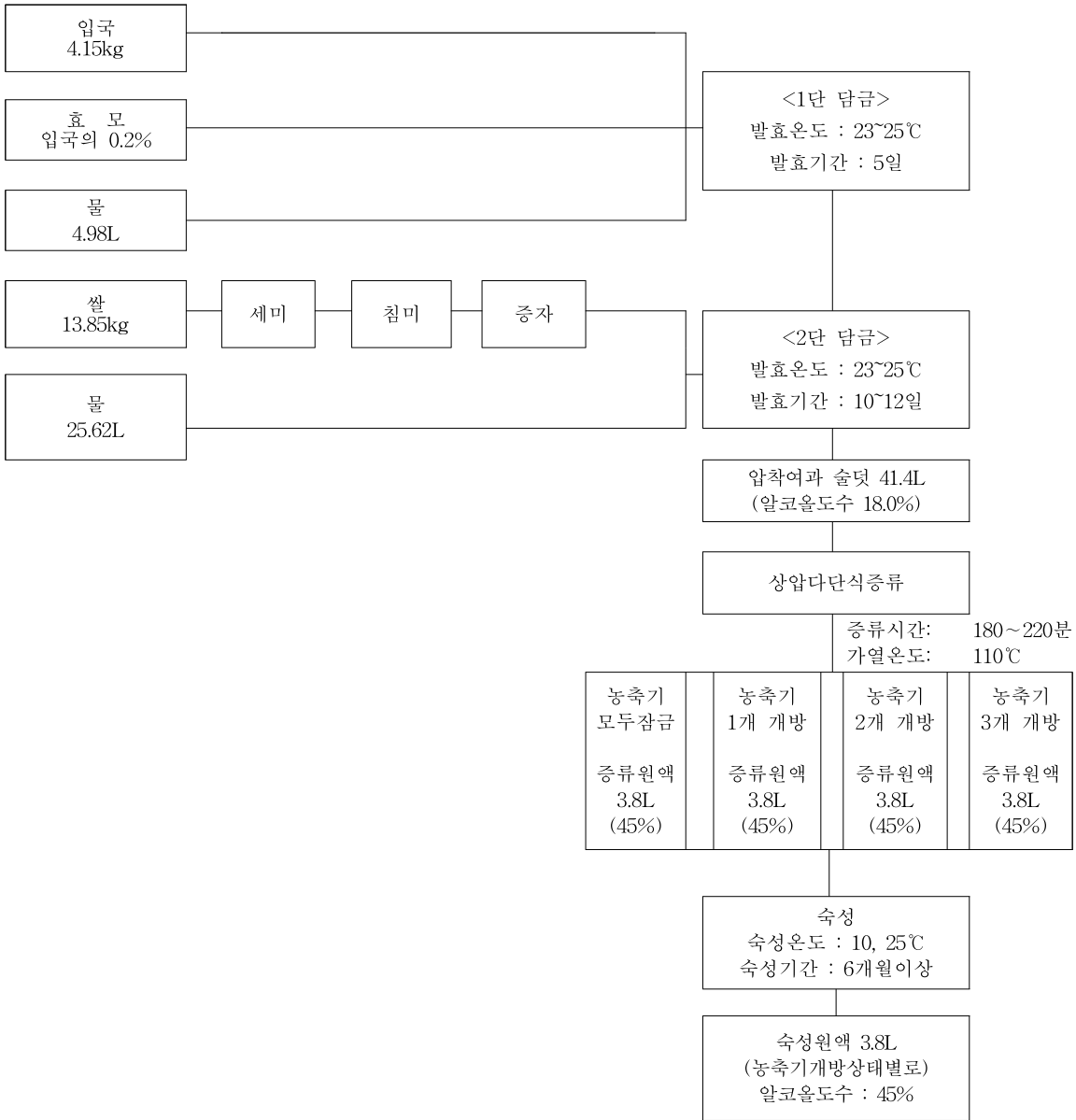
상기 증류주의 알코올 도수를 동일하게 하기 위해 증류수를 첨가하여 알코올 도수를 34 v/v%로 조정하고 다음 20℃ 항온조에서 2달간 숙성시킨 후 관능평가를 실시하였다. 관능평가 기준은외관, 향기, 맛에 대하여 5점 척도법(매우 좋다 : 5점, 좋다 : 4점, 보통이다 : 3점, 좋지 않다 : 2점, 매우 좋지 않다 :1점)에 의해 실시하였으며, 평가점수를 합산하여 점수가 높을수록 품질이 뛰어난 것으로 판단하였다. 전체적으로 증류주의 유해성분(에틸카바메이트 및 이산화황)을 저감화하고 아로마 성분이 강한 샘플(증류 농축기 모두 개방한 것, C0)이 관능평가에서 가장 우수한 평가를 받았다. 그 다음으로는 증류 농축기를 1개 개방한 것, 2개개방한 것, 모두 개방한 것 순으로 관능평가가 좋게 평가 되었다(Fig. 23).



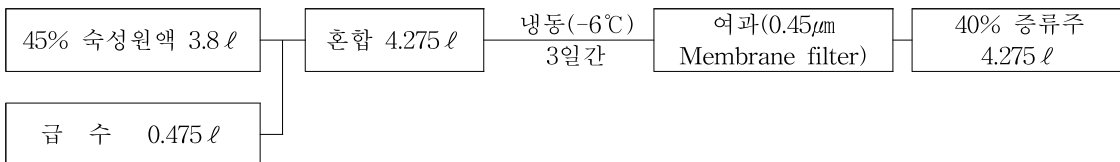
Fig. 23 증류 농축기 조작방법에 따라 제조한 증류주 관능평가 결과

### 3.7 제조공정도 및 레시피

#### 가. 증류원액 제조공정



#### 나. 숙성원액 제성공정 (농축기 개방상태별 증류액 3.8L 기준)



제조원가

40% 증류주 제조원가 계산서

구분	항목	가격	산출근거
원주 세전가격	500mL	2,036원	4,071원 × 0.5 = 2,036원

- 원주 세전가격 원가계산 내역

구분	품목	용량	가격	산출근거
원료	입국	4.15kg	20,750원	5,000원/kg
	쌀	13.85kg	48,470원	3,500/kg
부재료	효모	8g	400원	50,000원/kg
40% 증류식소주 제조수량	17.1L		69,620원	
	L당 가격		4,071원	

상압다단식 증류기를 이용한 일반증류주 제조원가 계산서 (500mL기준)

구분	항목	가격	산출근거
나주세전가격	500mL	2,036원	4,071원 × 0.5 = 2,036원
부자재	병	260원	
	병마개	25원	
	라벨	20원	
	박스(20개/박스)	78원	
	케이스	200원	
	기타	30원	
	소계	613원	
제조경비	수도, 전기, 유류, 소모품, 수선비, 감가상각비	250원	경비 : 10,000,000원/년 년간 생산예정량 : 20,000L 10,000,000원 / 20,000L × 0.5 = 1,500원
일반 관리비	인건비, 판매비, 복지비, 판촉비, 영업비, 운반비	2,000원	경비 : 50,000,000원/년 년간 생산예정량 : 20,000L 40,000,000원 / 20,000L × 0.5 = 1,500원
제조원가		5,512원	
이윤		551원	10%
제조원가		6,063원	
주세		2,172.9원	72%/2(지역특산주 주세감면)
교육세		651.9원	주세의 30%
공급가액		8,887.8원	
부가세		888.8원	10%
출고가격		9,776.6원	

[제3위탁]

전자코, 전자혀를 이용한 증류주의 향미특성 분석 (3~5차년도)

## 1절 국내시판 증류식소주 12종의 묘사분석

### 1. 연구수행 접근방법

#### 가. 이론적 접근방법

##### (1) 실험조건

##### (가) 시료

시판 증류주 13종을 선정하여 구입하여 사용하였다.

상품명	알코올%	원재료	증류방법
화요41	41	쌀 원액 100%(국산)	감압증류
안동소주일품	21	쌀 원액 100%(국산)	감압증류
안동소주일품	40	쌀 원액 100%(국산)	감압증류
문배술	25	조, 수수쌀	감압증류
안동소주느낌	19.8	쌀 원액 100%(국산)	감압증류
제주 고소리술	40	좁쌀53%(제주), 쌀4.7%(국산)	상압증류
제주허벅술	35	쌀51.12%, 보리	감압증류
한주	35	쌀 원액 100%(국산)	감압증류
민속주안동소주	45	멥쌀(국산), 누룩(통밀)	상압증류
화요25	25	쌀 원액 100%(국산)	감압증류
안동소주23	23	쌀 원액 100%(국산)	감압증류
일품진로	25	오크통숙성 쌀증류식소주원액100%	감압증류
오크젠	25	오크통숙성 쌀증류식소주원액20%	감압증류

#### 나. 실험적 접근방법

##### (1) 전자코분석

희석하지 않은 각각의 시료 0.7 g을 10 mL vial에 넣은 다음 70℃에서 5분간 350 rpm으로 교반하고 90℃의 주입구 온도를 유지한 가운데 주입하였다. Headspace 분석 시 syringe purge는 9.9초를 유지한 후 thermostatted tray holder에 놓은 후 2.5 mL를 취하여 시료로 사용하였으며 headspace system을 이용하여 시료의 기체 성분을 분석하였다. 시료는 자동시료채취기가 연결된 전자코(SMart Nose300, SMart Nose, Marin-Epagnier, Switzerland)로 분석하였다. 분석에 사용된 전자코는 질량 분석기(Quadrupole Mass spectrometry, Balzers Instruments, Masin-Epagnier, Switzerland)가 연결되어 있으며 휘발성 물질들은 70eV에서 이온화시켜 180초 동안 생성된 이온물질을 사중극자(quadrupole) 질량 필터링을 거친 후 특정 질량 범위(10-200 amu)에 속하는 물질을 정수단위로 측정하여 channel수로 사용하였다. 실험분석 초기에 공기 시료를 대조구로 사용하였으며 각각의 시료는 3회 반복을 실시하였다.

##### (2) 판별함수분석(Discriminant Function Analysis)

DFA는 판별함수 분석으로서 휘발성 향기성분으로부터 생성되는 10에서 200amu의 ion

fragment 중 각 시료 간에 차별성이 높은 20-30여 개의 fragment(m/z)를 독립변수로 선택하였다. 선택된 독립변수의 해당 감응도 값을 이용하여 다음 식에 따라 판별함수분석(DFA)를 실시하였으며 종속변수에 영향을 주는 독립변수를 검정하였다.

$$DFA=B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3\cdots\cdots\cdots + B_nX_n$$

B<sub>0</sub>는 constant값이고 B<sub>1</sub>는 coefficients를, x는 각각의 amu값에서의 감응도를 나타낸다. 이들 독립변수 중에서 종속변수를 예측할 수 있는 판별함수 값은 DF1, DF2, DF3.....DFn으로 나타났다. 여러 독립변수들 중에서 종속변수에 영향력을 주는 순서를 기준으로 DF1과 DF2를 비교하여 각 시료간의 휘발성분의 차이를 전체적인 패턴으로 나타내었다.

### (3) 통계분석

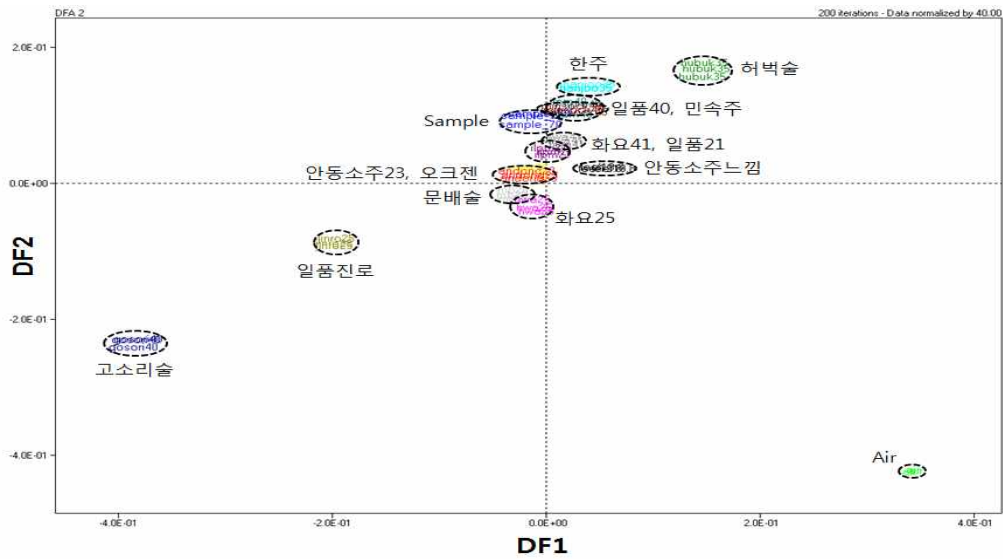
각기 다른 channel의 감응도는 matrix형태로 기록되었으며 이온화되어 얻어진 분자들 중 차별성이 높은 분자량(m/z)을 갖는 variables 그룹을 선정하여 판별함수분석을 실시하였다. 이때 사용된 소프트웨어는 SMart Nose statistical analysis software를 사용하였다.

### (4) 전자혀분석

증류주의 맛 분석에는 전자혀(Astree2, Alpha MOS, Toulouse, France)를 이용하였다. 시료는 여과(Whatman No. 6, Whatman International Ltd, Kent, UK)과정을 거친 후 5배 희석한 것을 25 mL 취하여 유리용기에 담아 자동시료측정기를 이용하여 분석을 실시하였다. 전자혀는 7가지의 맛 센서를 가진 모듈(Sensor array # 5, Alpha MOS, Toulouse, France)이 사용되었으며 7가지의 맛 센서 중 GPS(803-0140)센서와 SPS(803-0155)는 standard 센서로써 보정의 역할을 했으며 SWS(단맛, 신맛 803-0160), STS(짠맛, 매운맛, 금속맛 803-0145), SRS(신맛, 짙은맛, 쓴맛 803-0135), BRS(쓴맛, 짙은맛 803-0165, Alpha MOS, Toulouse, France), UMS(감칠맛, 짠맛, 짙은맛 803-0150)센서는 5가지 맛을 나타냈다. 전자혀 분석의 통계 처리에는 Alpha MOS에서 제공하는 소프트웨어(Alpha soft 14.1 version, Alpha MOS, Toulouse, France)를 사용하였다.

## 2. 연구수행 결과

### 가. 시판증류주의 전체 향기패턴 분석



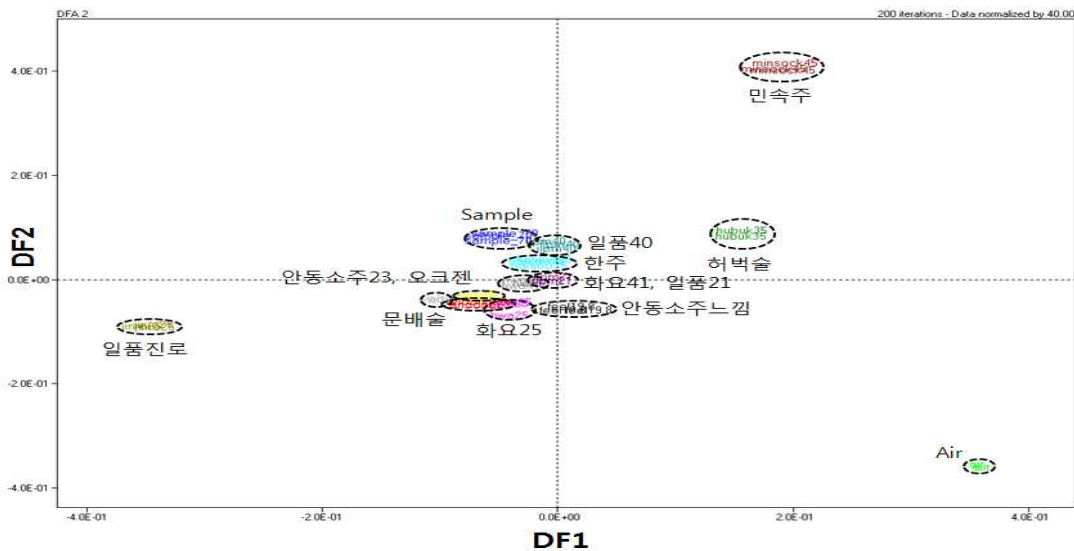
**Figure 1.** Discriminant function analysis of the obtained data by mass spectrometry based on electronic nose of commercial Korean distilled sojues. (DF1:  $r^2=0.997$ ,  $F=6302.80$  / DF2:  $r^2=0.9988$ ,  $F=1742.50$ )

시판 증류주 13종과 원주를 포함한 전체 증류주의 분석결과를 Figure 1에 나타내었다. 전자코에 의한 분석 결과는 시료 간에 휘발성분의 패턴을 인지함으로써 차이가 있는지 없는지 여부를 확실히 판단해주는 매우 효과적인 방법으로써, 본 실험에서 사용하고 있는 통계 처리 방법인 판별함수분석은 이러한 부분을 보다 잘 설명해 줄 수 있는 방법이라고 할 수 있다. 판별함수분석은 시료간의 차이를 갖는 수십 개의 ion fragment가 갖고 있는 특성의 의미를 함축하여 2차원 그래프로 표현되며, 그래프의 x축에는 DF1, y축에는 DF2로 시료간의 차이를 거리차로 구별하게 된다. 시료간의 변화를 구분 짓는 판정의 성공률은  $r^2$ 값으로 나타내고 판정의 영향력을 F값으로 나타낸다. 따라서 시료간의 차이를 나타내는 F값이 증가함에 따라 영향력 또한 증가한다고 볼 수 있다.

전체 증류주를 분석한 결과, DF1의 F값이 6302.80이며 DF2의 F값은 1742.50으로 약 3배의 차이를 보이며, 주로 DF1에 의하여 구분되어짐을 확인하였다. DF1값을 기준으로 냄새를 갖지 않는 공기를 대조구로 보았을 때 공기가 양의 방향에 위치하였고, 증류주의 시료가 음의 방향에 위치하는 것을 볼 수 있었다. 따라서 DF1의 (화살표 방향) 으로 이동할수록 혹은 공기로부터 멀리 위치할수록 휘발성분이 증가한다고 추측할 수 있으며 공기로부터 가장 멀리 떨어진 고소리술이 향기 성분이 가장 많으며 다른 증류주들이 중앙에 뭉친 것에 비해 따로 구분된 것으로 보아 독특한 향기성분을



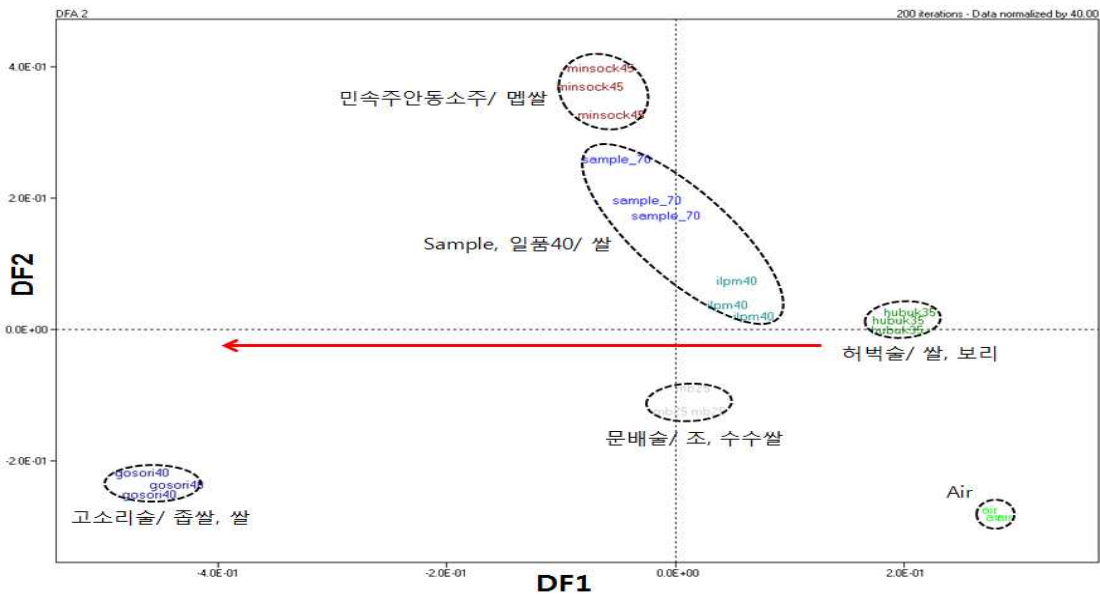
갖는 것으로 추측되어 진다. 이는 고소리술의 원재료가 좁쌀 53%, 쌀 4.7%로 원재료의 차이에서 오는 차이인 것으로 보인다.



**Figure 2.** Discriminant function analysis of the obtained data by mass spectrometry based on electronic nose of commercial Korean distilled sojues except gosori. (DF1:  $r^2=0.9994$ ,  $F=3465.80$  / DF2:  $r^2=0.9989$ ,  $F=1993.00$ )

고소리술을 제외한 증류주의 향기패턴을 분석한 결과를 Figure 2에 나타내었다. 공기로부터 민속주, 허벅술, 일품진로의 순으로 멀어지며 구분되어졌다. 공기로부터 가장 멀다른 증류주들과 뭉쳐서 위치하는 오크젠 또한 오크통에서 10년 숙성시킨 제품이지만 이는 숙성원액의 20%를 블렌딩한 제품으로 100%원액을 사용한 일품진로보다는 향기성분이 적은 것을 볼 수 있다. 공기로부터 가장 가까이에 민속주와 허벅술이 위치하여 다른 증류주와 구분되어졌는데 이는 민속주의 원재료가 멥쌀, 허벅술의 원재료가 쌀 51.12%, 보리를 함유하기 때문에 원재료의 차이에서 오는 차이로 보여진다.

## 나. 원재료에 따른 시판 증류주의 향기패턴 분석



**Figure 3.** Discriminant function analysis of the obtained data by mass spectrometry based on electronic nose of various ingredient types of commercial Korean distilled sojues. (DF1:  $r^2=0.9974$ ,  $F=885.22$  / DF2:  $r^2=0.9900$ ,  $F=231.67$ )

원재료에 따른 시판 증류주 분석결과를 Figure 3에 나타내었다. DF1의 F값이 885.22이며 DF2의 F값은 231.67으로 약 4배의 차이를 보이며, 주로 DF1에 의하여 구분되어짐을 확인하였다. 증류주의 원재료에 따라 확실하게 구분되었으며 화살표의 방향으로 공기로부터 가장 멀리 떨어진 좁쌀로 만든 고소리술이 향기성분이 가장 많았다. 고소리술 다음으로 멬쌀, 쌀, 조가 포함된 수수쌀로 만든 증류주들이 위치하였으며 공기와 가장 가깝게는 보리가 포함된 쌀로 만든 허벅술이 위치하였다. 따라서 원재료가 좁쌀인 증류주가 향기 성분이 가장 많으며 멬쌀, 쌀, 수수쌀로 만든 증류주가 가운데에 미세한 차이를 보이며 위치하였고 쌀의 함량이 적고 보리가 함유된 증류주가 향기성분이 가장 적음을 확인하였다. 원재료가 쌀 100%인 시판 증류주만을 선택하여 분석한 결과를 Figure 4에 나타내었다. DF1의 F값이 557.61이며 DF2의 F값은 79.21으로 약 7배의 차이를 보이며, 주로 DF1에 의하여 구분되어짐을 확인하였다. 원주의 샘플이 화살표의 방향으로 공기로부터 멀리 떨어진 음의 방향에 위치하는 것으로 보아 숙성하기 전 원주샘플의 향이 나뉠 강한편인 것으로 판단되어진다.

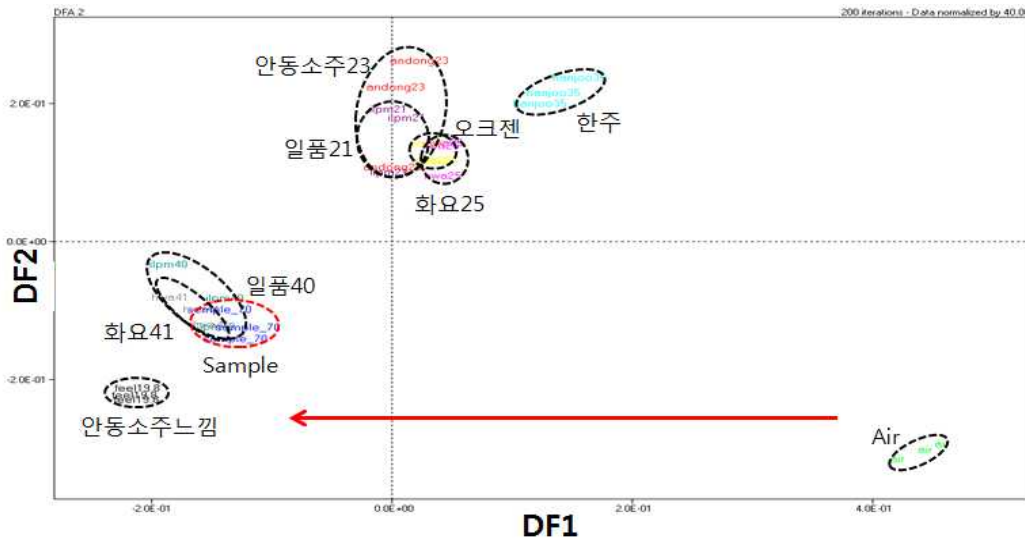


Figure 4. Discriminant function analysis of the obtained data by mass spectrometry based on electronic nose for commercial Korean distilled sojues made of rice 100%. (DF1:  $r^2=0.9974$ ,  $F=557.61$  / DF2:  $r^2=0.9900$ ,  $F=79.21$ )

#### 나. 전자혀분석

##### (1) 시판 증류주의 맛 패턴분석

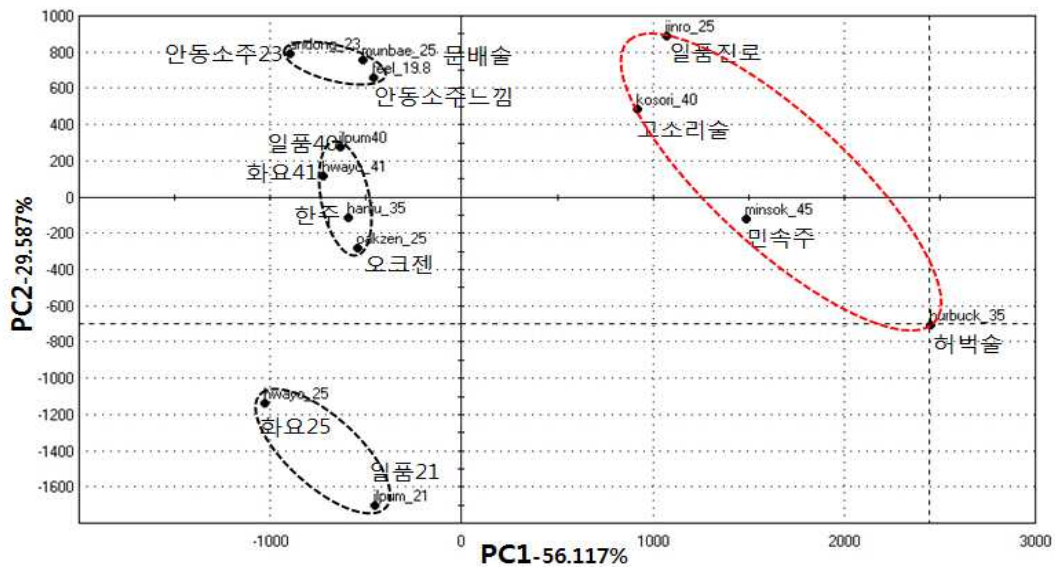


Figure 5. Principal component analysis of changes in organoleptic characteristics of commercial Korean distilled sojues by electronic tongue.

시판 증류주의 전자혀 분석결과를 주성분 분석하여 그 결과를 Figure 5에 나타내었다. 전자코의 결과와 마찬가지로 PC1의 양의 방향으로 원재료가 쌀이 아닌 증류주가 위치하였고 음의 방향으로 원재료가 쌀인 증류주들이 위치하여 원재료에 따라 맛이

구분됨을 보였다.

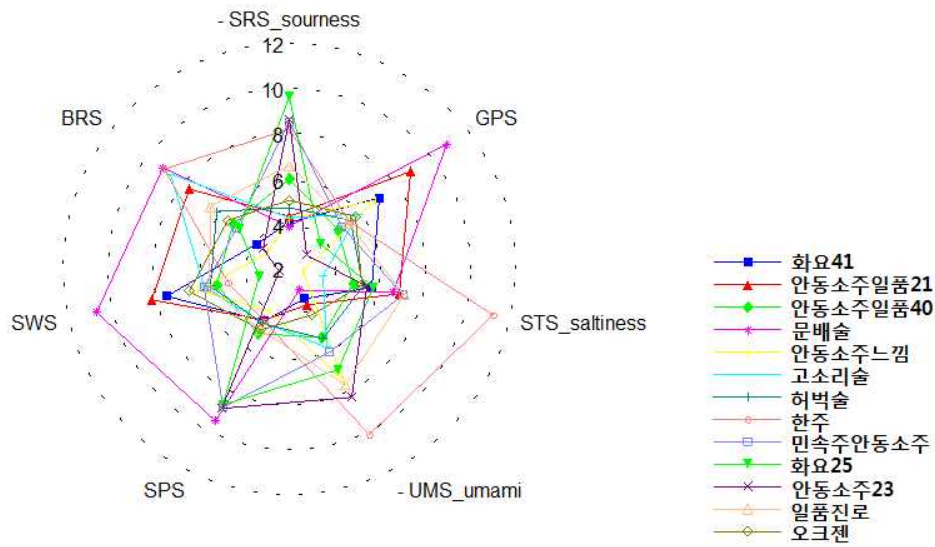


Figure 6. Changes in organoleptic characteristics of commercial Korean distilled sojues by electronic tongue.

전자혀로 분석한 시판 증류주의 관능특성을 레이더로 나타낸 결과를 Figure 6에 나타내었다. 원재료가 쌀이 아닌 증류주들이 레이더의 안쪽으로 위치하여 전체적인 맛의 센서의 감도가 낮은 것으로 나타났으며 쌀로 만든 증류주들이 레이더의 바깥쪽으로 위치하여 전체적인 맛의 감도가 높은 것으로 나타났다. 시판 증류주의 샘플마다 각기 다른 특성을 나타내었으나 특징적으로 한주의 경우 짠맛과 우마미의 감도가 가장 높았으며, 문배술의 경우 단맛의 감도가 가장 높았다.

## 2절 증류주의 향미특성 분석

### 1. 연구수행 접근방법

#### 가. 이론적 접근방법

##### (1) 실험조건

##### (가) 실험시료

원주샘플과 숙성재, 숙성조건을 달리하여 1개월 숙성시킨 시료를 제공받아 사용하였다.

약어	알코올%	숙성재	숙성조건
CT-OA20	41.04	오크아메리칸	항온
CT-P20	43.37	웅기	항온
CT-S20	43.29	스테인리스	항온
RT-OA20	41.27	오크아메리칸	실온
RT-P20	46.46	웅기	실온
RT-S20	43.33	스테인리스	실온
0 Month	43.3		

#### 나. 실험적 접근방법

##### (1) 전자코분석

희석하지 않은 각각의 시료 0.7 g을 10 mL vial에 넣은 다음 70℃에서 5분간 350 rpm으로 교반하고 90℃의 주입구 온도를 유지한 가운데 주입하였다. Headspace 분석 시 syringe purge는 9.9초를 유지한 후 thermostatted tray holder에 놓은 후 2.5 mL를 취하여 시료로 사용하였으며 headspace system을 이용하여 시료의 기체성분을 분석하였다. 시료는 자동시료채취기가 연결된 전자코(SMART Nose300, SMART Nose, Marin-Epagnier, Switzerland)로 분석하였다. 분석에 사용된 전자코는 질량분석기(Quadrupole Mass Spectrometer, Balzers Instruments, Masin-Epagnier, Switzerland)가 연결되어 있으며 휘발성 물질들은 70eV에서 이온화시켜 180초 동안 생성된 이온물질을 사중극자(quadrupole) 질량 필터링을 거친 후 특정 질량 범위(10-200 amu)에 속하는 물질을 정수단위로 측정하여 channel 수로 사용하였다. 실험분석 초기에 공기 시료를 대조구로 사용하였으며 각각의 시료는 3회 반복을 실시하였다.

##### (2) 판별함수분석(Discriminant Function Analysis)

DFA는 판별함수 분석으로서 휘발성 향기성분으로부터 생성되는 10에서 200amu의 ion fragment 중 각 시료 간에 차별성이 높은 20-30여 개의 fragment(m/z)를 독립변수로 선택하였다. 선택된 독립변수의 해당 감응도 값을 이용하여 다음 식에 따라 판별함수분석(DFA)를 실시하였으며 종속변수에 영향을 주는 독립변수를 검정하였다.

$$DFA=B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3\cdots\cdots\cdots + B_nX_n$$

B<sub>0</sub>는 constant값이고 B<sub>1</sub>는 coefficients를, x는 각각의 amu값에서의 감응도를 나타낸다. 이들 독립변수 중에서 종속변수를 예측할 수 있는 판별함수 값은 DF1, DF2, DF3..... DF<sub>n</sub>으로 나타냈다. 여러 독립변수들 중에서 종속변수에 영향력을 주는 순서를 기준으로 DF1과 DF2를 비교하여 각 시료간의 휘발성분의 차이를 전체적인 패턴으로 나타내었다.

### (3) 통계분석

각기 다른 channel의 감응도는 matrix형태로 기록되었으며 이온화되어 얻어진 분자들 중 차별성이 높은 분자량(m/z)을 갖는 variables 그룹을 선정하여 판별함수분석을 실시하였다. 이때 사용된 소프트웨어는 SMart Nose statistical analysis software를 사용하였다.

### (4) 전자혀분석

증류주의 맛 분석에는 전자혀(Astree2, Alpha MOS, Toulouse, France)를 이용하였다. 시료는 여과(Whatman No. 6, Whatman International Ltd, Kent, UK)과정을 거친 후 5배 희석한 것을 25 mL 취하여 유리용기에 담아 자동시료측정기를 이용하여 분석을 실시하였다. 전자혀는 7가지의 맛 센서를 가진 모듈(Sensor array # 5, Alpha MOS, Toulouse, France)이 사용되었으며 7가지의 맛 센서 중 GPS(803-0140)센서와 SPS(803-0155)는 standard 센서로써 보정의 역할을 했으며 SWS(단맛, 신맛 803-0160), STS(짠맛, 매운맛, 금속맛 803-0145), SRS(신맛, 짙은맛, 쓴맛 803-0135), BRS(쓴맛, 짙은맛 803-0165, Alpha MOS, Toulouse, France), UMS(감칠맛, 짠맛, 짙은맛 803-0150)센서는 5가지 맛을 나타냈다. 전자혀 분석의 통계 처리에는 Alpha MOS에서 제공하는 소프트웨어(Alpha soft 14.1 version, Alpha MOS, Toulouse, France)를 사용하였다.

### 3. 연구수행 결과

#### 가. 전자코 및 전자혀 분석결과

##### (1) 전자코를 이용한 숙성주의 향기 패턴 변화

###### (가) 숙성용기에 따른 향기 패턴 변화

총 0개월에서부터 24개월 간 원주를 온도조건인 향온, 실온 그리고 각 숙성용기 오크, 스테인리스, 옹기 각각에 저장 후 분석했던 자료들을 토대로 0, 6, 12, 18, 24개월의 자료들을 선별하여 온도조건, 숙성용기 별 숙성기간에 따른 개발증류주의 향기패턴을 전자코를 통해 전체적인 경향을 분석한 결과는 다음과 같다.

###### ① 6개월 숙성

원주를 6개월간 각 숙성온도 및 숙성용기 조건에 따라 숙성시킨 후 질량분석기가 장착된 전자코로 분석하고 판별함수로 통계처리 한 결과(Fig. 7)는 다음과 같다. 각 조건에서 얻은 VOCs(Volatile organic compounds) 샘플들을 전자코로 분해하고 얻은 수십 개의 ion fragments(m/z)들 중에서 공기 중에서도 보편적으로 존재하여 차별성이 크지 않는 40m/z 이하의 ion fragments 들은 제외하고 또한 숙성주의 휘발성분을 파악하는 본 연구에 목적에 따라 통계프로그램이 제시한 ion fragments들의 우선순위(discriminant power)중에서도 향기성분이라 간주되는 범위로서 60m/z이상의 범위 내 감응도 값이 높은 ion fragments만을 선별하여 판별함수분석을 실시하였다. 시료간의 차이를 구분 짓는 판정의 성공률은 R<sup>2</sup>값을 통해 파악하고 판정의 영향력은 F값을 통해 파악하였다.

판별함수분석의 특성 상 아주 많은 차수로 형성 된 분석데이터를 어떠한 시점으로 봤을 때 가장 잘 구분되어져 판별되는지 확인하는 통계절차로서 본 보고서에서는 가장 영향력이 높은 DF1과 DF2의 기준으로 하여 판별하되 DF3를 통해 매우 다양한 향기성분의 판별을 3차원적 시점에서도 추가적으로 파악하고자 하였다. 즉 2차원 측면에서 x축은 DF1, y축은 DF2를 기준으로 먼저 판별한 뒤 판별이 불명확한 경우 y축은 DF2를 고정 한 후 x축을 DF3 시점으로 돌려 추가적으로 향기성분을 판별하고자 하였다(Fig. 7A).

우선 각 숙성용기(오크통, 스테인리스 통, 옹기)별 6개월간 향온과 실온에서 원주를 숙성시켜 전자코로 분석한 결과(Fig. 7B) DF1과 DF2의 R<sup>2</sup>이 각각 0.9990과 0.9969로 높은 판별 성공률을 보였으며 DF1의 F값이 2709.30, DF2의 F값이 459.61로 DF1이 약 6배 정도 영향력이 커 x축 기준으로 판별할 경우, 보편적으로 특정 냄새성분이 없다고 간주되는 공기(AIR)을 대조구로 봤을 때 AIR가 x축 우측방향에 위치함으로서 6개월 간 모든 숙성용기 내 숙성주들의 향기성분이 유의적으로 증가됨을 파악 할 수 있었다. 오크통 숙성주의 경우 향온보단 실온 숙성주에서 향기성분이 더 풍부했으리라 판단되고 옹기숙성주 역시 실온에서 더 많은 휘발성분이 유래했다고 사료된다.

또한, 스테인리스 통 외 오크통 및 옹기에서는 항온숙성과 실온숙성 조건에서 약간의 경향차이를 보였는데 이는 오크통 숙성주 및 옹기숙성주의 향기성분 정도가 온도에 영향을 어느 정도 받는 것이라 사료된다. 즉, DF1과 DF2를 통해서는 오크통숙성주가 상대적으로 향기성분에 있어서 차별화 된 특징을 가지고 있음을 판별 할 수 있었고 추가적으로 y축인 DF2를 고정시키고 x축을 DF3 방향으로 돌려 향기성분의 분포도를 파악해본 결과(Fig. 7C) 오크통숙성주의 차별화 된 향기성분 중에서 항온숙성 조건이 그 정도가 더 많음을 파악 할 수 있었다. 그리고 스테인리스 통 숙성 외 숙성옹기에서 온도조건에 따라 향기성분 조성이 어느 정도 차이가 남을 확인 할 수 있었다.

### ② 12개월 숙성

12개월간 각 숙성온도 및 숙성옹기 조건에 따라 숙성시킨 증류주의 향기패턴결과는(Fig. 8A)는 다음과 같다. DF1과 DF2의  $R^2$ 이 각각 0.9992과 0.9855로 높은 판별 성공률을 보였으며 DF1의 F값이 6310.90, DF2의 F값이 328.45로 영향력이 큰 DF1과 DF2기준으로 이차원적 판별 시 오크통, 스테인리스 통 옹기 각각에서 유래한 고유향기성분에 의해 숙성주의 향기성분이 뚜렷이 판별됨을 확인 할 수 있었고 특히 실온 옹기숙성주의 경우 1년 정도 숙성 시켰을 시 다른 숙성주들에 비해 특유의 향기성분이 아주 두드러지게 나타나고 있음이 판별되었다. 따라서 옹기 숙성주는 항온보다 실온에서 많은 향기성분이 유래 했으리라 판단되고 오크의 경우 또한 실온이 상대적으로 많은 향기성분이 유래 했으리라 사료됐다. 6개월 숙성주의 향기성분분석 결과와 동일하게 스테인리스 숙성주를 제외한 오크통 숙성주와 옹기숙성주의 경우 항온, 실온조건에서 향기성분에 차별성이 있음을 확인 할 수 있어 오크통과 옹기 내 숙성주의 경우 외부온도에 의해 고유향기성분 정도가 영향을 받을 것이라 사료됐다. y축은 DF2를 고정 한 후 x축을 DF3 시점으로 돌려 추가적으로 향기성분을 판별한 결과(Fig. 8B) 실제적으로 스테인리스 통을 제외한 나머지 오크통 및 옹기 내 숙성시킨 숙성주의 향기성분이 온도조건에 따라 차이가 뚜렷이 나타나고 있음을 확인할 수 있었다.

### ③ 18개월 숙성

18개월간 각 숙성온도 및 숙성옹기 조건에 따라 숙성시킨 증류주의 향기 패턴결과는(Fig. 9)는 다음과 같다. DF1과 DF2의  $R^2$ 이 각각 0.9990과 0.9969로 높은 판별 성공률을 보였으며 DF1의 F값이 2356.50, DF2의 F값이 759.85로 영향력이 큰 DF1과 DF2기준으로 이차원적 판별 시 우선적으로 18개월의 숙성기간을 기점으로 실온 옹기숙성주 고유 향기성분이 다른 숙성주의 향기성분과 비교했을 때 확연히 두드러지는 경향을 파악할 수 있었다. 12개월 시점에서 두드러졌던 실온 옹기숙성주의 향기성분이 6개월 동안 더욱 두드러진 경향을 보였으리라 사료되며 추후 숙성기간의 경과에 따른 향기패턴의 변화를 지속적으로 분석할 필요가 있다고 사료된다. 18M\_PR의 향기성분이 상대적으로 너무 두드러져 다른 숙성주의 향기성분 판별 시 상대적 차이가 많이 나지 않은 것처럼 보이나 DF2를 기준으로 향기 성분이 없다고 판단되는 AIR를 상측기준으

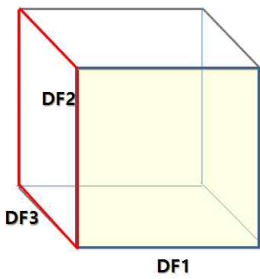


로 나머지 향기성분의 정도를 판단했을 시 각 숙성용기 고유의 향기 성분에 따라 뚜렷하게 구분이 되었고 y축 기준 AIR에서 상대적으로 멀리 위치한 오크통 숙성주의 향기성분이 더 풍부할 것으로 사료되며 특히 실온에서 숙성 됐을 때 상대적으로 더 많은 향기성분이 유래 했으리라 판단된다. 또한 전 개월 수와 유사하게도 스테인리스 숙성주를 제외하고 온도조건에 따라 향기성분에 차이가 있는 경향을 확인 할 수 있었다.

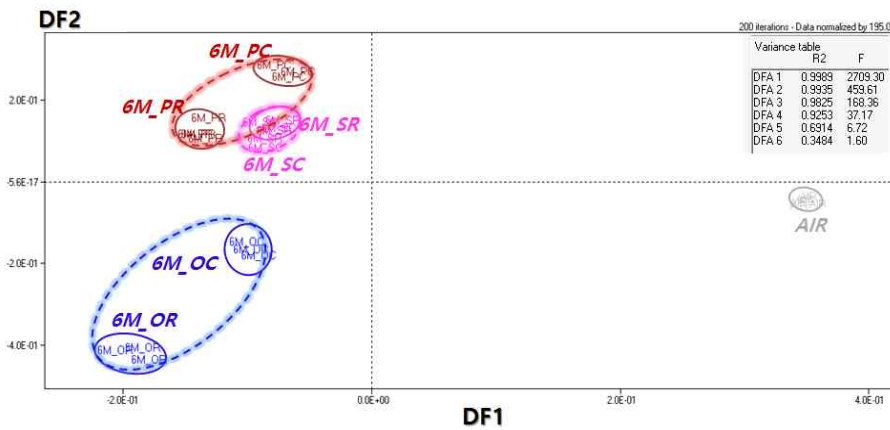
#### ④ 24개월 숙성

24개월간 각 숙성온도 및 숙성용기 조건에 따라 숙성시킨 증류주의 향기 패턴결과는(Fig. 10)는 다음과 같다. DF1과 DF2의  $R^2$ 이 각각 0.9992와 0.9851로 높은 판별 성공률을 보였으며 DF1의 F값이 5516.00, DF2의 F값이 275.33로 영향력이 큰 DF1과 DF2기준으로 이차원적 판별 시 오크통, 스테인리스통 용기 각각의 환경에서 유래한 고유향기성분에 의해 숙성주의 향기성분이 뚜렷이 판별되었으며 온도조건에 대한 각 숙성용기별 향기성분이 차이나는 조건은 오크통 숙성주에서만 뚜렷하게 판별되고 있음을 확인 할 수 있었고 항온조건보단 실온조건에서 향기성분이 더 많이 유래되고 있음을 확인 할 수 있었다.. 6개월 전부터 향기패턴이 아주 두드러지던 실온 용기 숙성주는 18개월 이후 그 정도가 많이 감소한 경향을 보였고 2년이 경과한 시점에서는 항온숙성과 실온숙성에 있어서 큰 차이가 판별되지 않음을 확인 할 수 있다. 이는 12개월부터 18개월 전 후 실온에 위치한 오크통의 관리 과정 중 발생한 외부적 요인인지 실제 용기 숙성 시 나타나는 경향인지 명확한 판단이 필요하다 판단되며 이는 추후 반복 실험을 통해 재검증 할 필요가 있다고 사료되는 바이다. 스테인리스 통에서 원주를 숙성시킬 경우 역시 온도조건에 의해서는 유의적 차이를 확인 할 수 없었다.

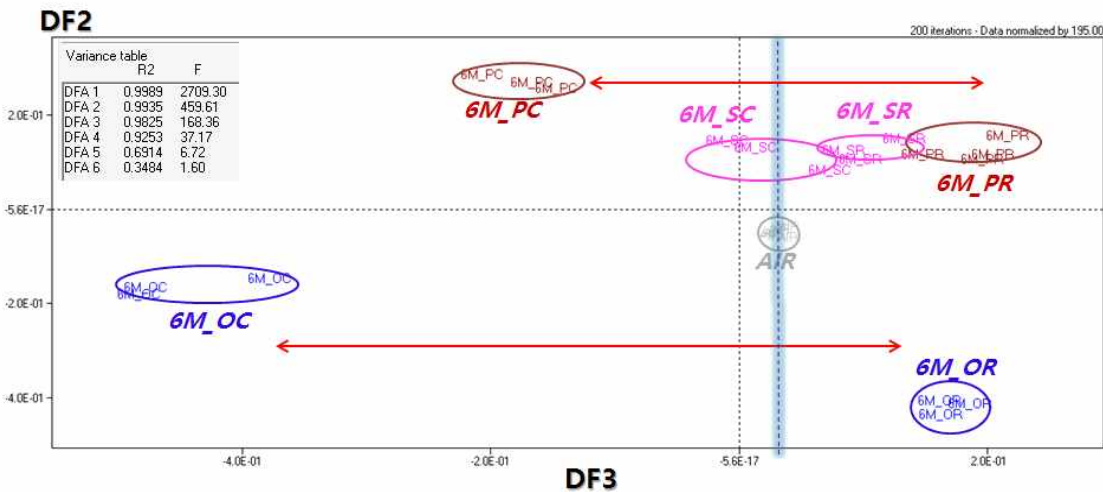
(A)



(B)

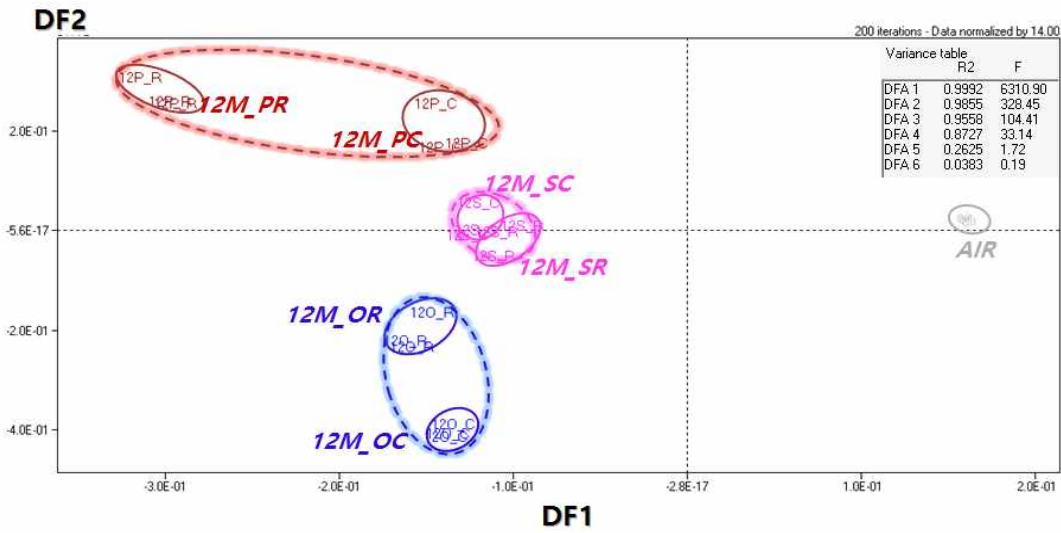


(C)

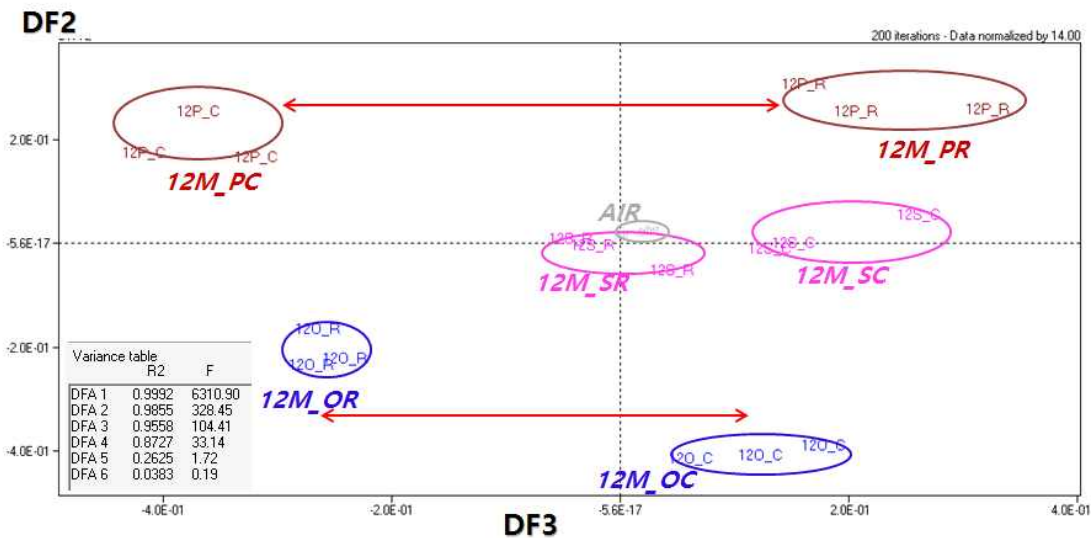


**Figure 7.** Discriminant function analysis of the obtained data by electronic nose based on mass spectrometry for distilled soju aged in pottery, oak barrel and stainless steel for 6months at constant and room temperature (DF1:  $R^2=0.9989$ ,  $F=2069.30$ ; DF2:  $R^2=0.9935$ ,  $F=459.61$ , DF3:  $R^2=0.9825$ ,  $F=168.36$ ), A; The 3D form of discriminant function analysis as DF1, DF2 and DF3, B; The 2D form of discriminant function analysis as DF1 and DF2 and C; The 2D form of discriminant function analysis as DF2 and DF3.

(A)



(B)



**Figure 8.** Discriminant function analysis of the obtained data by electronic nose based on mass spectrometry for distilled soju aged in pottery, oak barrel and stainless steel for 12months at constant and room temperature (DF1:  $R^2=0.9992$ ,  $F=6310.90$ ; DF2:  $R^2=0.9855$ ,  $F=328.45$ , DF3:  $R^2=9558$ ,  $F=104.41$ ), A; The 2D form of discriminant function analysis as DF1 and DF2 and B; The 2D form of discriminant function analysis as DF2 and DF3.

(A)

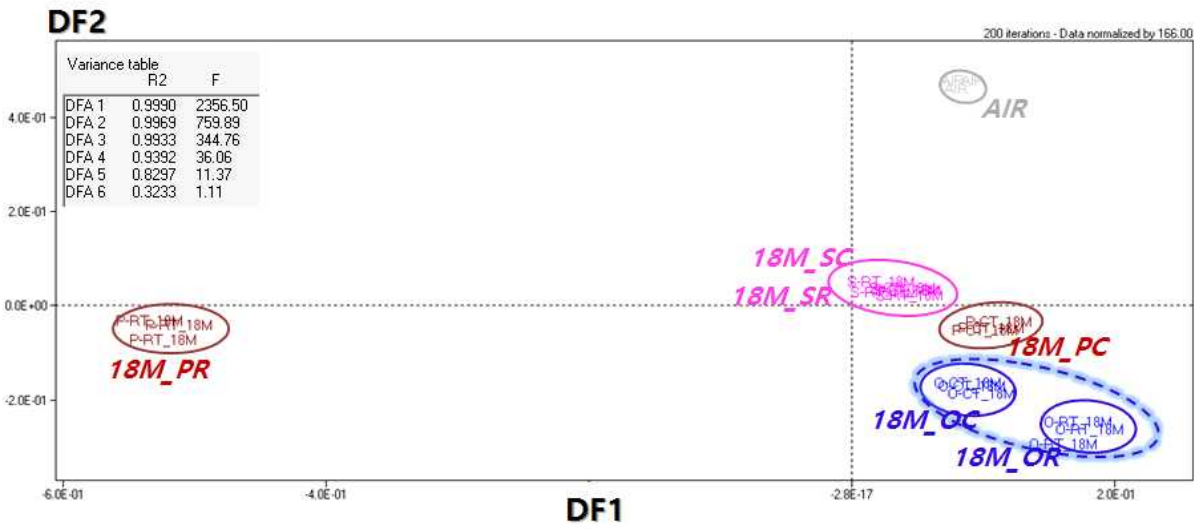


Figure 9. Discriminant function analysis of the obtained data by electronic nose based on mass spectrometry for distilled soju aged in pottery, oak barrel and stainless steel for 18months at constant and room temperature(DF1:R<sup>2</sup>=0.9990, F=2356.50; DF2:R<sup>2</sup>=0.9969, F=759.89), A; The 2D form of discriminant function analysis as DF1 and DF2.

(A)

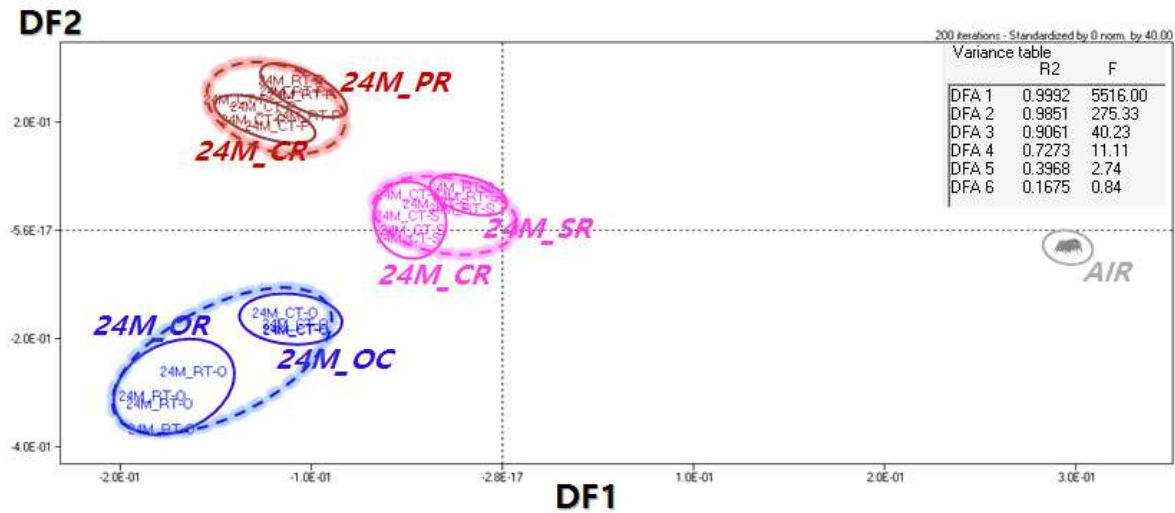


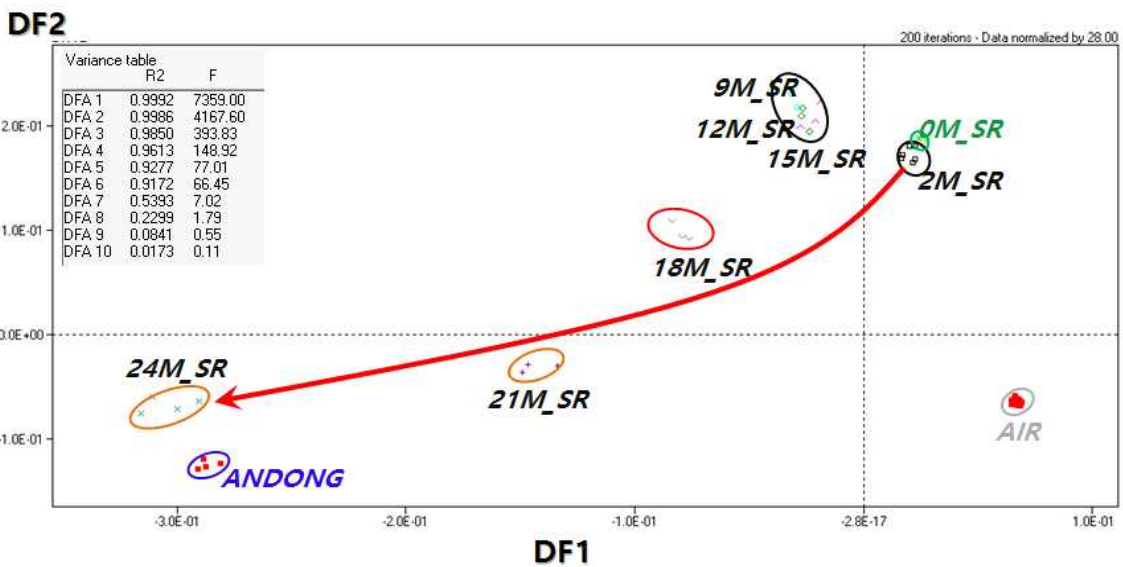
Figure 10. Discriminant function analysis of the obtained data by electronic nose based on mass spectrometry for distilled soju aged in pottery, oak barrel and stainless steel for 24months at constant and room temperature(DF1:R<sup>2</sup>=0.9992, F=5516.00; DF2:R<sup>2</sup>=0.9851, F=275.33), A; The 2D form of discriminant function analysis as DF1 and DF2.

(나) 숙성기간에 따른 향기 패턴 변화

총 0개월에서부터 24개월 간 원주를 온도조건인 향온, 실온 그리고 각 숙성용기 오크, 스테인리스, 옹기 각각에 저장 후 분석했던 자료들을 토대로 0, 2, 9, 12, 15, 18, 21 그리고 24개월의 자료들을 토대로 온도조건, 숙성용기 별 숙성기간에 따른 개발증류주의 향기패턴의 경향성과 또 동일한 숙성용기조건에서 숙성된 시판증류주와의 비교를 통한 전체적인 경향을 전자코로 분석한 결과는 다음과 같다. .

① 실온 스테인리스 통 숙성

실온 스테인리스 통 내에서 원주를 24개월 간 숙성 시킨 결과(Fig. 11)는 다음과 같다. DF1과 DF2의 R<sup>2</sup>이 각각 0.9992와 0.9986으로 높은 판별 성공률을 보였으며 DF1의 F값이 7359.00, DF2의 F값이 4167.60으로 영향력이 큰 DF1과 DF2기준으로 이차원적으로 모든 시료의 전반적 향기성분을 판별한 결과 향기성분이 상대적으로 적다고 간주되는 AIR를 기준으로 숙성기간이 경과함에 따라 x축 기준 AIR와 반대방향으로 향기성분이 변화는 경향성을 파악 할 수 있으며, 이는 숙성기간이 늘어남에 따라 실온 스테인리스 통에서 원주를 숙성시킬 시 향기성분이 증가하게 됨을 의미한다. 총 2년간의 숙성기간을 범주로 지정했을 때 숙성초기로 판단되는 0~15개월의 숙성시점에서는 뚜렷한 향기패턴이 나타나지 않지만 18개월을 기점으로 점진적인 향기성분의 증가경향을 확인할 수 있다. 이러한 향기성분의 경향은 실제 시판되고 있는 스테인리스탱크에서 1년 이상 숙성시킨 안동소주일품과 비교해봤을 때 마지막 2년 째 숙성되는 시점이 되었을 때 향기패턴이 유사해짐을 확인 할 수 있었다.



**Figure 11.** Discriminant function analysis of the obtained data by electronic nose based on mass spectrometry for commercial distilled soju and distilled soju aged in stainless steel for 2, 9, 12, 15, 18, 21 and 24months at room temperature(DF1:R<sup>2</sup>=0.9992, F=7359.00; DF2:R<sup>2</sup>=0.9986, F=4167.60).

② 향온 스테인리스 통 숙성

향온 스테인리스 통 내에서 원주를 24개월 간 숙성 시킨 결과(Fig. 12)는 다음과 같다. DF1과 DF2의 R<sup>2</sup>이 각각 0.9989와 0.9984로 높은 판별 성공률을 보였으며 DF1의 F값이 5254.80, DF2의 F값이 3820.20으로 영향력이 큰 DF1과 DF2기준으로 이차원적으로 모든 시료의 전반적 향기성분을 판별한 결과 향기성분이 상대적으로 적다고 간주되는 AIR를 기준으로 숙성기간이 경과함에 따라 x축 기준 AIR와 반대방향으로 향기성분이 변화는 경향성을 파악 할 수 있으며, 이는 숙성기간이 늘어남에 따라 실온 스테인리스 통에서 원주를 숙성시킬 시 향기성분이 증가하게 됨을 의미한다. 이는 상온과 유사한 경향을 보였으나 마지막 24개월의 숙성시점에서 시판 숙성주 안동일품소주와의 경향성을 비교했을 때는 다른 상이한 경향을 보였다. 판별함수분석을 통해 얻은 안동일품소주의 DF1과 DF2의 값을 각각 (x1, y1)으로 보고 24M\_SR과 24M\_SC의 DF1과 DF2의 값도 각각 (x2, y2)그리고 (x3, y3)이라 두고 △ANDOG-24M\_SC와 △ANDOG-24M\_SR 간의 거리를 계산한 결과 각각 0.097과 0.089로서 실온에서 숙성시켰을 경우에 시판제품과 더 유사한 패턴을 가짐을 확인 할 수 있었고 스테인리스 통의 경우 2년 정도의 숙성기간을 거치면 시판제품을 target으로 했을 때 증류주의 향기성분에 있어서 적당할 것이라 사료되는 바이다.

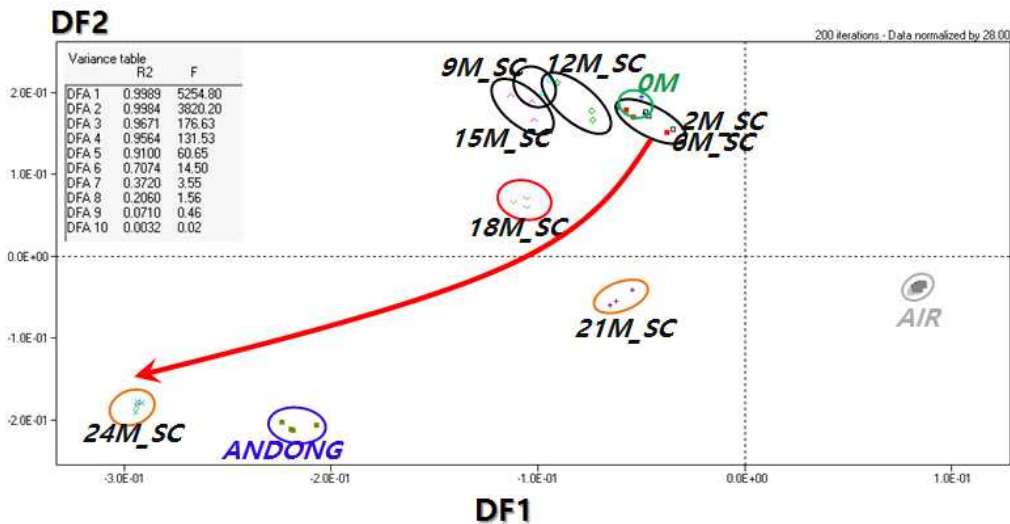
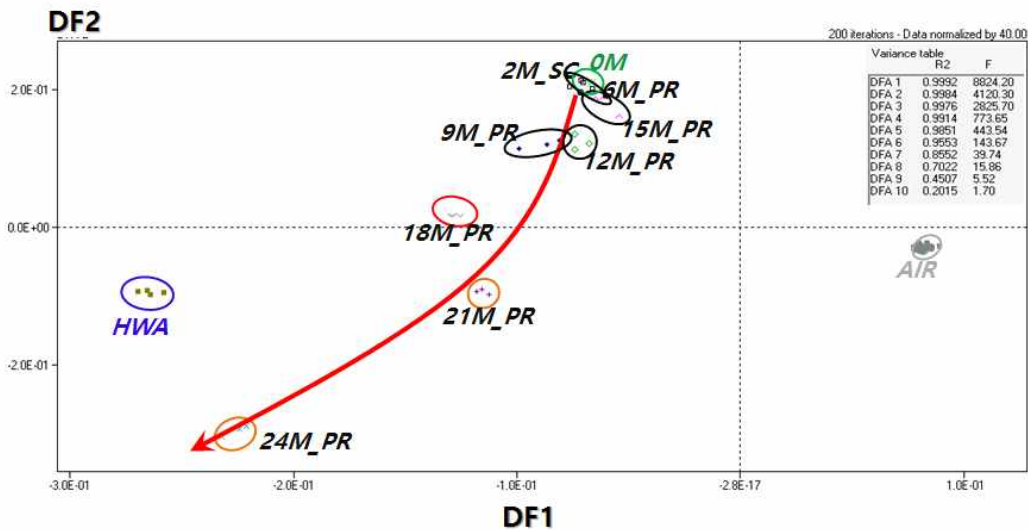


Figure 12. Discriminant function analysis of the obtained data by electronic nose based on mass spectrometry for commercial distilled soju and distilled soju aged in stainless steel for 2, 6, 9, 12, 15, 18, 21 and 24months at room temperature(DF1:R<sup>2</sup>=0.9989, F=5254.80; DF2:R<sup>2</sup>=0.9984, F=3820.20).

### ③ 실온 용기 숙성

실온 용기 내에서 원주를 24개월 간 숙성 시킨 결과(Fig. 13)는 다음과 같다. DF1과 DF2의  $R^2$ 이 각각 0.9992와 0.9984로 높은 판별 성공률을 보였으며 DF1의 F값이 8824.20, DF2의 F값이 4120.30으로 영향력이 큰 DF1과 DF2 기준으로 이차원적으로 모든 시료의 전반적 향기성분을 판별한 결과 향기성분이 상대적으로 적다고 간주되는 AIR를 기준으로 숙성기간이 경과함에 따라 x축 기준 AIR와 반대방향으로 향기성분이 변화는 경향성을 파악 할 수 있으며, 이는 숙성기간이 늘어남에 따라 실온 용기에서 원주를 숙성시킬 시 향기성분이 증가하게 됨을 의미한다. 총 2년간의 숙성기간을 범주로 지정했을 때 숙성초기로 판단되는 0~15개월의 숙성시점에서는 뚜렷한 향기패턴이 나타나지 않지만 18개월을 기점으로 점진적인 향기성분의 증가경향을 확인할 수 있다. 이러한 향기성분의 경향은 실제 시판되고 있는 용기에서 3~6개월 이상 숙성시킨 화요41제품과 비교해봤을 때 유사한 개월 수 인 3~6개월 숙성시점의 향기성분의 경향이 상이한 것을 확인 할 수 있었고 시판되는 제품과는 다른 특징의 향기패턴을 가지고 있음을 확인 할 수 있었다.



**Figure 13.** Discriminant function analysis of the obtained data by electronic nose based on mass spectrometry for commercial distilled soju and distilled soju aged in pottery for 2, 6, 9, 12, 15, 18, 21 and 24months at room temperature(DF1: $R^2=0.9992$ ,  $F=8824.20$ ; DF2: $R^2=0.9984$ ,  $F=4120.30$ ).

④ 향온 용기 숙성

향온 용기 내에서 원주를 24개월 간 숙성 시킨 결과(Fig. 14)는 다음과 같다. DF1과 DF2의  $R^2$ 이 각각 0.9987와 0.9977로 높은 판별 성공률을 보였으며 DF1의 F값이 5498.90, DF2의 F값이 2970.60으로 영향력이 큰 DF1과 DF2 기준으로 이차원적으로 모든 시료의 전반적 향기성분을 판별한 결과 향기성분이 상대적으로 적다고 간주되는 AIR를 기준으로 숙성기간이 경과함에 따라 x축 기준 AIR와 반대방향으로 향기성분이 변화는 경향성을 파악 할 수 있으며, 이는 숙성기간이 늘어남에 따라 향온 용기에서 원주를 숙성시킬 시 향기성분이 증가하게 됨을 의미한다. 이는 실온과 유사한 경향을 보여 숙성기간이 경과함에 따라 향기성분이 증가하는 전반적인 경향은 향온과 실온조건이 동일하지만 숙성초기시점과 2년 전후 시점으로는 향기성분의 변화패턴이 일치하지 않고 온도에 따라 차이를 확인 할 수 있었다.

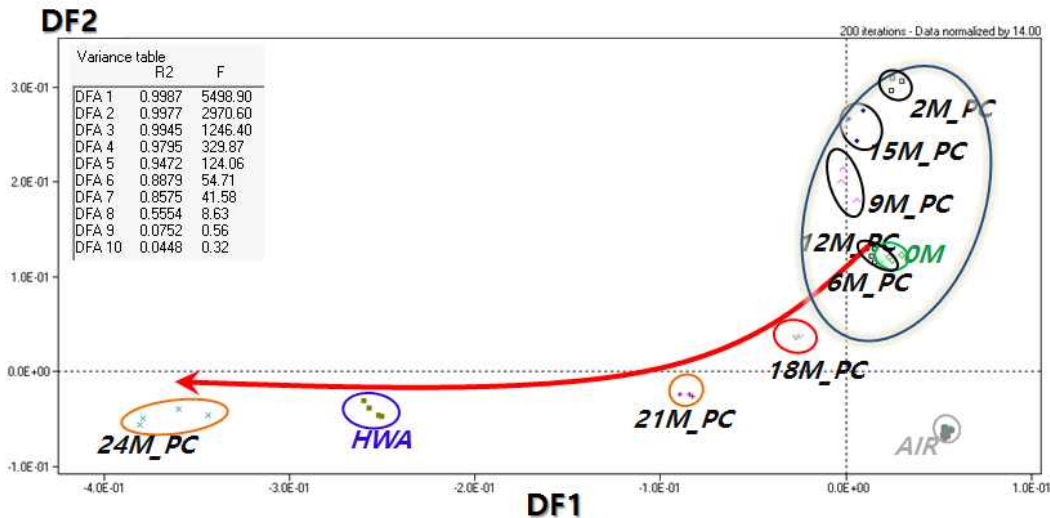


Figure 14. Discriminant function analysis of the obtained data by electronic nose based on mass spectrometry for commercial distilled soju and distilled soju aged in pottery for 2, 6, 9, 12, 15, 18, 21 and 24months at room temperature( $DF1:R^2=0.9987$ ,  $F=5498.90$ ;  $DF2:R^2=0.9977$ ,  $F=2970.60$ ).



⑤ 실은 오크통 숙성

실은 오크통 내에서 원주를 24개월 간 숙성 시킨 결과(Fig. 15)는 다음과 같다. DF1과 DF2의 R<sup>2</sup>이 각각 0.9990와 0.9959로 높은 판별 성공률을 보였으며 DF1의 F값이 4911.00, DF2의 F값이 1226.50으로 영향력이 큰 DF1과 DF2 기준으로 이차원적으로 모든 시료의 전반적 향기성분을 판별한 결과 향기성분이 상대적으로 적다고 간주되는 AIR를 기준으로 18개월 전 후반의 숙성기간을 기준으로는 숙성기간이 경과함에 따라 향기성분의 증감패턴이 뚜렷하게 판별되지 않아 보이지만 2년 정도 숙성기간이 경과 했을 때는 x축 기준 AIR와 반대방향으로 향기성분이 증가하는 경향성을 파악 할 수 있었다. 실제 시판되고 있는 일 품진로제품인 오크통에서 10년간 숙성시킨 숙성주와 비교하여 판별하게 되면서 숙성기간의 확연한 차이에 의해 DF2기준 y축의 상측부분과 하측부분이 뚜렷이 구분되고 있으며 상이한 향기패턴을 보이고 있음을 확인 할 수 있었다.

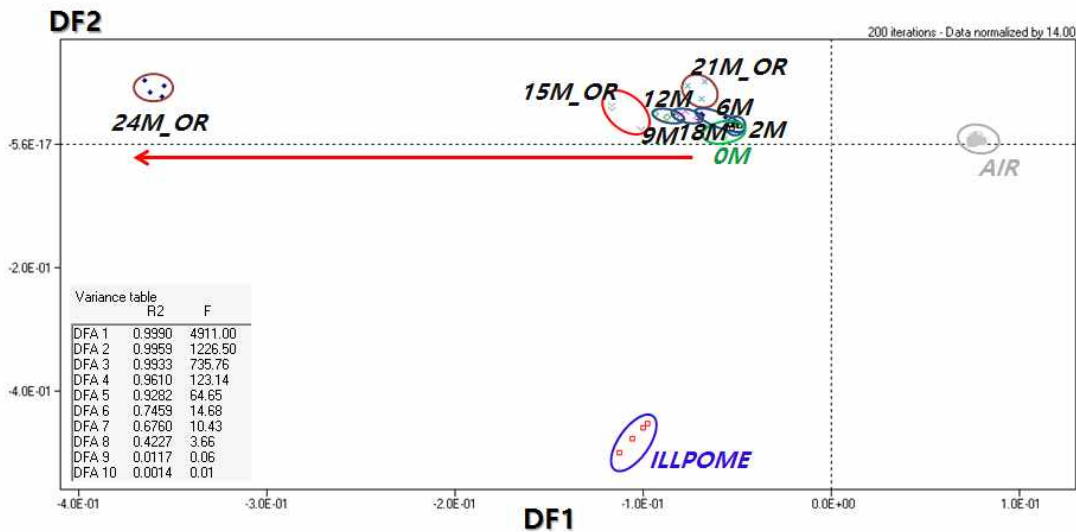


Figure 15. Discriminant function analysis of the obtained data by electronic nose based on mass spectrometry for commercial distilled soju and distilled soju aged in oak barrel for 2, 6, 9, 12, 15, 18, 21 and 24months at room temperature(DF1:R<sup>2</sup>=0.9990, F=4911.00; DF2:R<sup>2</sup>=0.9959, F=1226.50).

⑥ 향온 오크통 숙성

실온 용기 내에서 원주를 24개월 간 숙성 시킨 결과(Fig. 16)는 다음과 같다. DF1과 DF2의 R<sup>2</sup>이 각각 0.9994와 0.9982로 높은 판별 성공률을 보였으며 DF1의 F값이 9150.60, DF2의 F값이 3254.90으로 영향력이 큰 DF1과 DF2 기준으로 이차원적으로 모든 시료의 전반적 향기성분을 판별한 결과 향기성분이 상대적으로 적다고 간주되는 AIR를 기준으로 숙성기간이 경과함에 따라 x축 기준 AIR와 반대방향으로 향기성분이 변화는 경향성을 파악 할 수 있으며, 이는 실온 오크통 숙성주의 향기패턴과 전반적으로는 유사하지만 숙성기간이 경과함에 따라 각 숙성개월 수 별 향기성분의 패턴을 비교해보면 동일 하지 않고 각자 특유의 향기 패턴이 존재하고 있음을 확인 할 수 있었다.

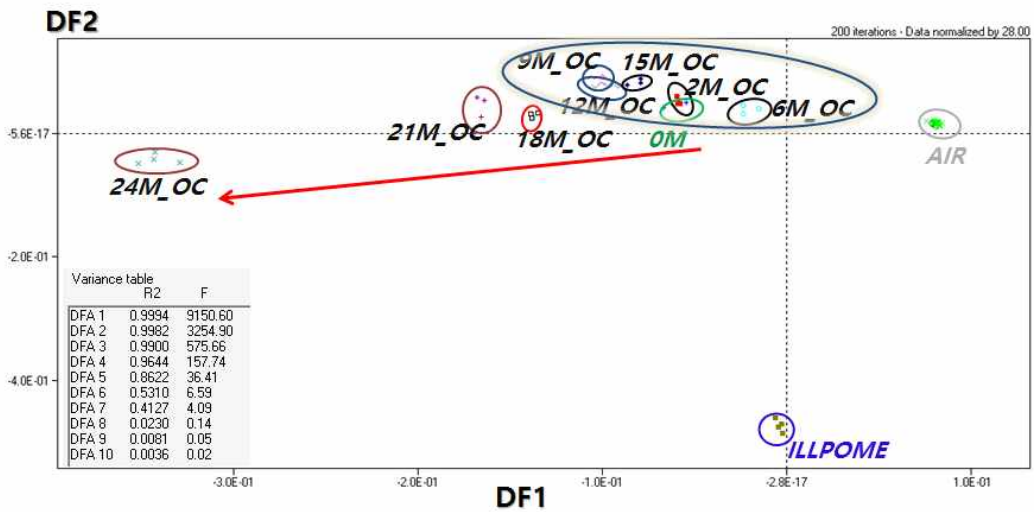


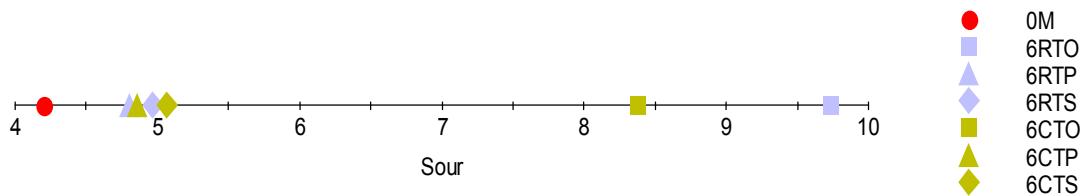
Figure 16. Discriminant function analysis of the obtained data by electronic nose based on mass spectrometry for commercial distilled soju and distilled soju aged in oak barrel for 2, 6, 9, 12, 15, 18, 21 and 24months at room temperature(DF1:R<sup>2</sup>=0.9994, F=9150.60; DF2:R<sup>2</sup>=0.9982, F=3254.90).

## (2) 전자혀를 이용한 숙성주의 맛 패턴 변화

### (가) 숙성온도 및 용기별 향기 패턴 변화 비교

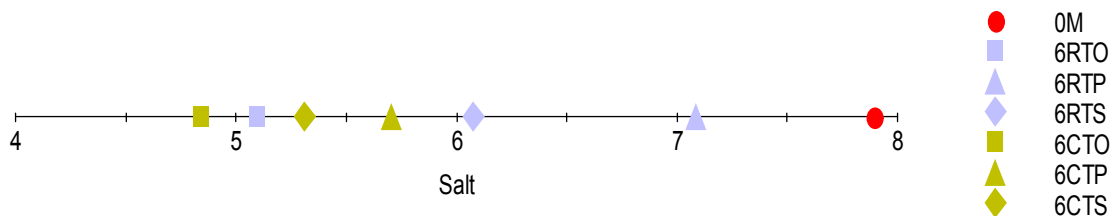
#### ① 6개월 숙성

숙성 온도(항온, 실온) 및 용기(스테인레스, 옹기, 오크)에 따른 숙성기간 별 맛 패턴의 변화를 전자혀의 각 센서 (신맛, 짠맛, 단맛, 쓴맛)를 통해서 분석한 결과 (Fig.17) 사람이 맛의 차이를 감지할 수 있다고 판단되는 정도인 분석물질의 전후 감도 값의 차 2를 기준으로, 숙성용기 별 증류주의 신맛의 감도는 6개월 간 항온숙성 시켰을 때와 실온숙성 시켰을 때의 감도는 큰 차이가 없음을 파악 할 수 있었으며 6개월 간 숙성시켰을 때 온도에 따라서는 숙성주의 신 맛에 큰 영향을 주지 않는 경향을 보일 것이라 사료된다. 원주를 6개월 간 숙성용기 별로 숙성시켰을 때 신 맛의 감도변화(Table 1.)는 오크통에 숙성 시켰을 시 실온(6RTO) 약 9.55 그리고 항온(6CTO) 약 8.58 정도로 원주(0M) 약 4.2정도를 기준으로 봤을 때 다른 재질의 용기보단 상대적으로 큰 폭 상승했음을 파악 할 수 있었다. 즉, 6개월 간 오크통에 증류주를 숙성시킬 시 사람이 감지할 수 있을 정도의 신 맛이 증가하는 경향을 보일 것이라 사료된다.



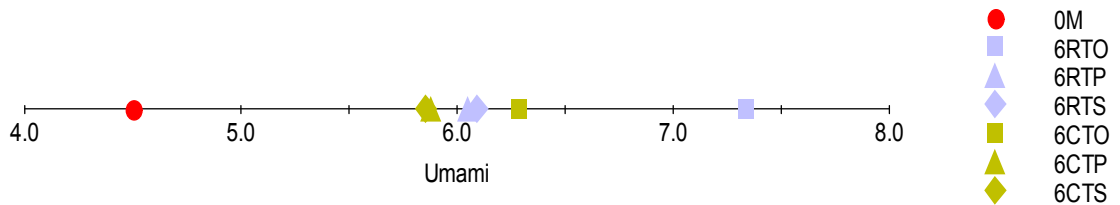
**Figure 17.** The organoleptic characteristic about sourness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 6months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

6개월 간 원주를 향온숙성 시켰을 때와 실온숙성 시켰을 때의 숙성용기 별 짠 맛의 감도 차이는 그래프(Fig.18)상으로 봤을 땐, 향온(CT)숙성이 원주를 기준으로 상대적으로 짠 맛의 감도가 더 줄었다고 보여 질 수 있으나, 실제 값이(Table 10.) 원주(0M) 약 7.894, 오크통 실온저장(6RTO) 약 5.092, 옹기 실온저장(6RTP) 약 7.083, 스테인리스 실온저장(6RTS) 약 6.077, 오크통 향온저장(6CTO) 약 4.841, 옹기 향온저장(6CTP) 약 5.706 그리고 스테인리스 향온저장(6CTS) 약 5.307로서 숙성온도에 따라서는 감도 차가 크지 않았음을 판단할 수 있었다. 즉, 6개월 간 숙성용기별 원주를 숙성시켰을 때 온도(향온, 실온)에 따라서는 짠 맛의 감도가 유의적인 차이가 나지 않는 경향을 보인다고 사료된다. 원주의 짠 맛 감도는 처음부터 강한 경향을 보였으며, 6개월 간 숙성시켰을 시 원주의 짠 맛 감도가 완화되었다고 판단되는 숙성용기는 오크통 과 스테인리스 통 순으로서 상대적으로 옹기에 증류주를 단기간 숙성시킬 경우 짠 맛의 경우 비교적 유지가 가능하다고 판단되는 바이다. 즉, 6개월간 증류주를 숙성시킬 경우 오크통 과 스테인리스 통 순으로 원주의 짠 맛으로 여겨지는 강한 맛을 상대적으로 완화시키는 경향을 보인다고 사료되며 짠 맛의 감도가 증가하는 경향을 보이는 옹기의 경우 다른 숙성용기와의 차이적 특성으로서 옹기재질인 흙에서 유래되는 알칼리토 금속류, 무기질 중 증류주에 용출되면서 나타나는 상호작용에 의해 짠 맛을 나타내는 물질의 농도가 감소하지 않고 비교적 높은 패턴을 보이면서 단기 숙성 중 짠 맛의 강도가 원주와 별 차이 없이 유지되는 경향을 보이는 것이라 사료된다.



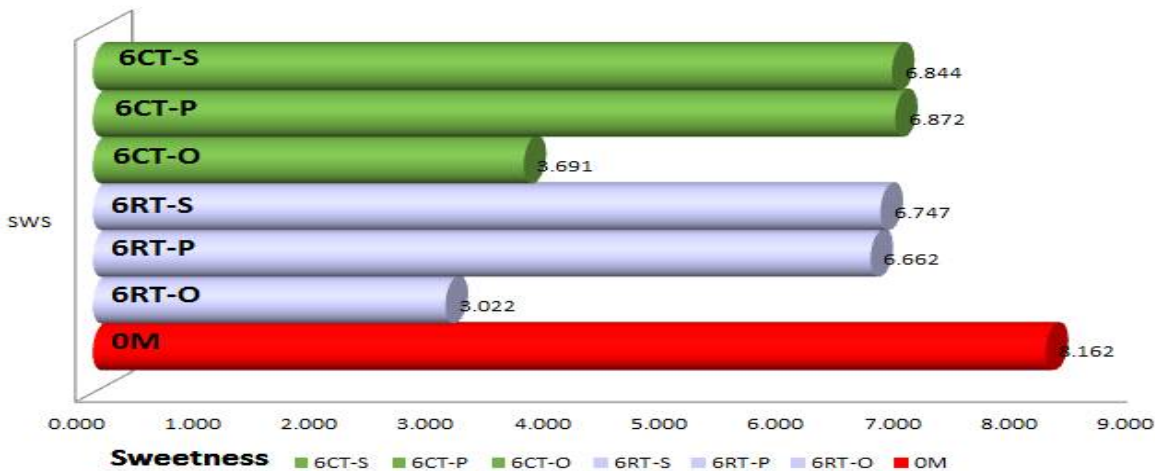
**Figure 18.** The organoleptic characteristic about saltiness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 6months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

감칠맛의 경우 6개월간 숙성시켰을 때 실제 맛의 감도 값(Table 1.)으로 원주 (0M) 약 4.499, 오크통 실온저장(6RTO) 약 7.377, 옹기 실온저장(6RTP) 약 6.049, 스테인리스 실온저장(6RTS) 약 6.091, 오크통 항온저장(6CTO) 약 6.289, 옹기 항온저장(6CTP) 약 5.879 그리고 스테인리스 항온저장(6CTS) 약 5.855로서 오크통 내에서는 1.088차이로 실온숙성 시 미세하게 감칠맛의 감도가 더 강한 경향을 보였지만 사람이 감지 할 만큼의 유의적 차이는 아니라고 사료되는 바이다. 즉, 감칠 맛의 경우 6개월 간 각 숙성용기 별로 숙성 시 항온숙성과 실온숙성의 유의적 맛의 감도 차는 없는 경향으로 사료된다. 감칠맛의 경우 단기간 숙성을 시키게 되면 원주를 기준으로 숙성용기별 맛의 감도정도는 모두 상승하는 경향을 보였으며 특히, 실온조건에서 오크통 내 숙성 시킬 시 그 정도가 비교적 높은 경향을 보임을 파악 할 수 있었다. 즉, 6개월 간 증류주를 오크통에서 실온 조건으로 숙성 시켰을 때 감칠맛의 유의적 상향에 의해 원주보다는 조금 더 풍부한 맛을 느낄 수 있을 것이라 사료되는 바이다.



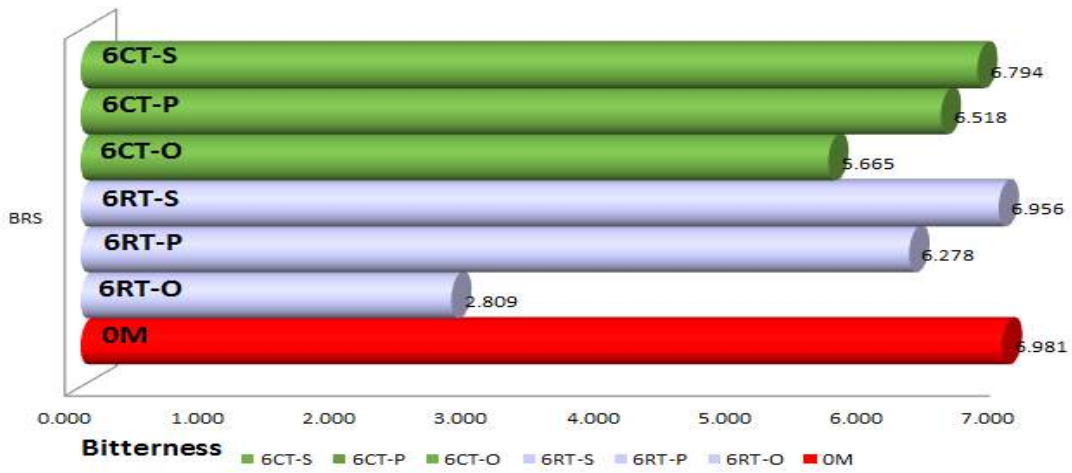
**Figure 19.** The organoleptic characteristic about umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 6months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

단 맛 감도 변화는 6개월간 숙성용기 별 항온숙성과 실온숙성 조건에 있어서 유의적 차이가 없는 것으로 사료되며, 전체적인 경향은 단기간 원주를 숙성시켰을 시 단 맛의 정도가 숙성용기 모두 감소하는 경향(Fig. 20)을 보였다. 특히 오크통에서의 단 맛의 감도(Table 1.)가 원주(OM) 기준으로 실온, 항온조건 각각 4.471, 5.14 차이로 유의적으로 감소되는 경향을 보였다. 이는 사전연구 결과였던 숙성기간이 지남에 따라 오크통의 경우 다른 용기와는 달리 나무재질로서 리그닌 성분이 분해되어 glucose가 형성 돼, 숙성기간에 따라 당의 감도 정도가 뚜렷이 증가하는 경향을 보이는 것과는 반대의 결과를 보였다. 이는 단 맛을 감지하는 전자혀의 센서반응 지표물질이 glucose 단일물질이 아닌 증류주 matrix 내 이온화 되어있는 여러 전해질들과 센서들의 연속적인 반응에 의한 패턴화 된 결과로 나타나면서 차이가 발생한 것으로 사료되며 이 부분에 있어서는 추후 사람대상으로 관능평가를 실시하여 결과를 비교분석 할 필요가 있다고 사료되는 바이다.



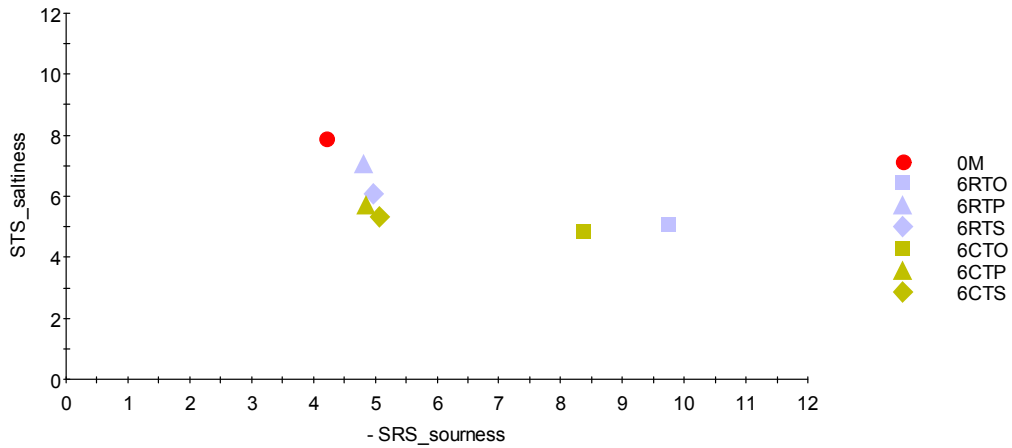
**Figure 20.** The organoleptic characteristic about sweetness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 6months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

쓴 맛의 경우 6개월간 숙성시켰을 때 스테인리스 통과 옹기에서 항온숙성과 실온 숙성 시켰을 때 실제 감도차이(Table 1.)가 0.438, 0.613로 유의적 차이를 보이지 않았지만 오크통의 경우 2.856의 감도차이로 항온보단 실온에서 쓴 맛의 감소경향이 더 나타나는 유의적 결과를 보였다. 즉, 원주를 6개월간 숙성 시켰을 때 사람이 인지할 수 있을 정도로 원주의 강한 쓴 맛이 감소되었다고 판단되는 조건은 실온에서의 오크통 숙성조건(Fig. 21)이라 판단되며, 실제 맛의 감도 값(Table 1.)으로는 원주(OM) 약 6.981, 오크통 실온저장(6RTO) 약 2.809로 4.172의 큰 차이를 보였다.



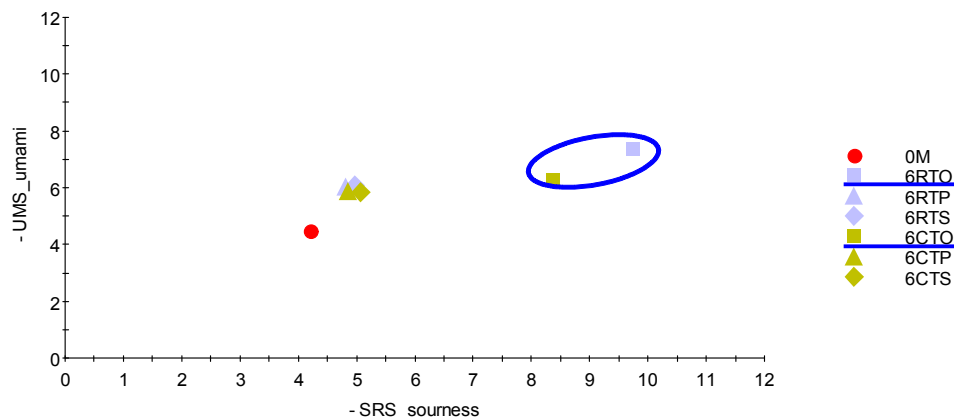
**Figure 21.** The organoleptic characteristic about bitterness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 6months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

맛의 감도는 전자혀 분석 시 선별되는 물질 간의 상대적인 값으로 나타나는데, 전자혀분석 전용소프트웨어 시스템(AlphaSoft version 14)상 지정된 신 맛과 짠맛(Fig. 22), 신 맛과 감칠 맛(Fig. 23) 그리고 짠 맛과 감칠 맛(Fig. 24)간의 감도정도를 비교하였을 때의 결과로는 다음과 같다. 신 맛, 짠 맛, 감칠 맛 중 6개월 간 숙성시켰을 때 뚜렷하게 원주에 비해 변화하는 경향을 보이는 맛은 신 맛으로써 특히 오크통에 숙성시켰을 시 유의적 차이가 있음을 확인 할 수 있고 나머지 맛 감도는 아직 뚜렷한 경향을 보이지 않는 시점이라 사료된다.

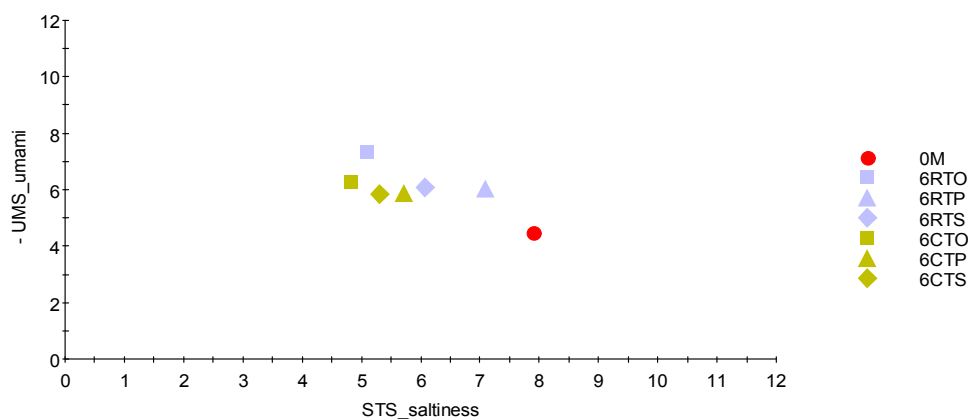


**Figure 22.** Correlation of the organoleptic characteristic between sourness and saltiness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 6months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).





**Figure 23.** Correlation of the organoleptic characteristic between sourness and umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 6months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 24.** Correlation of the organoleptic characteristic between saltiness and umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 6months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

**Table 1.** The raw data of sourness, saltiness, umami, sweetness and bitterness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 6months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

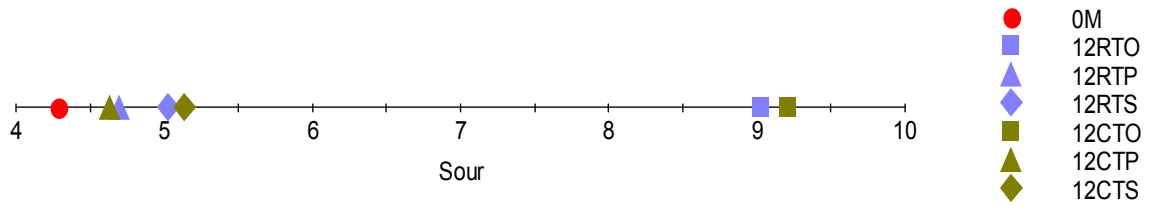
samples	SRS; SOURNESS	GPS	STS; SALTNISS	UMS; Umami	SPS	SWS; Sweetness	BRS; Bitterness
0M	4.195	6.673	7.894	4.499	7.456	8.162	6.981
6RT-O	9.737	2.084	5.092	7.337	4.607	3.022	2.809
6RT-P	4.807	6.388	7.083	6.049	7.095	6.662	6.278
6RT-S	4.966	7.231	6.077	6.091	6.559	6.747	6.956
6CT-O	8.371	4.768	4.841	6.289	3.379	3.691	5.665
6CT-P	4.857	7.298	5.706	5.879	6.439	6.872	6.518
6CT-S	5.066	7.558	5.307	5.855	6.465	6.844	6.794

## ② 12개월 숙성

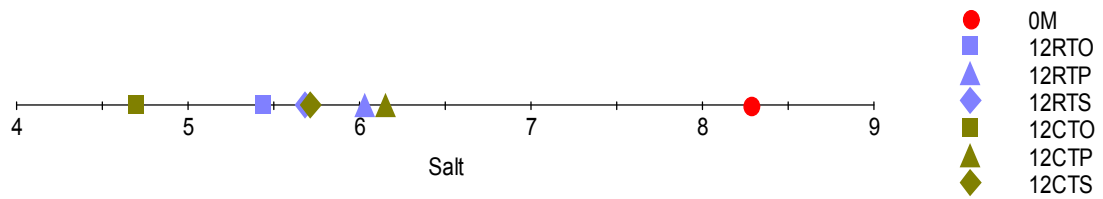
12개월 간 동일한 조건에서 원주를 숙성시킨 결과로서 신맛의 감도변화 패턴(Fig. 25)은 6개월 숙성 결과와 비교했을 때 큰 변화가 없는 경향을 보이며 향온숙성과 실온숙성 간 유의적 차이가 없었다. 6개월 숙성주의 신 맛 패턴에서 숙성이 6개월 더 진행된 12개월 숙성 주의 신 맛 패턴의 특징이 있다면 숙성용기 별 신 맛의 패턴 구분이 조금 더 뚜렷해진 경향을 파악 할 수 있었다. 원주를 12개월 간 숙성 용기 별로 숙성시켰을 때 신 맛의 감도변화(Table 2.)가 큰 조건인 실온 오크통 저장(12RTO)의 값은 약 9.017 그리고 향온 오크통 저장(12CTO)은 약 9.205 정도로 원주(0M) 약 4.288정도를 기준으로 봤을 때 다른 재질의 용기보단 상대적으로 큰 폭 상향되었음을 확인 할 수 있었다. 즉, 1년간 원주를 각 숙성용기에 숙성시킬 경우 상대적으로 오크통에서 숙성 시킨 조건에서 신 맛에 대한 숙성효과를 뚜렷이 볼 수 있을 것이라 사료된다.

6개월이 더 지난 12개월 숙성 주의 짠 맛 패턴의 경우(Fig. 26) 6개월 숙성주의 짠 맛 패턴과 비교 했을 시 큰 차이점 없이 온도에 따른 유의적 차이는 확인 되지 않았으며, 신 맛과 동일하게 각 숙성용기 별 짠 맛의 감도경향이 상대적으로 더 뚜렷해졌음을 확인 할 수 있었다. 특히, 6개월 숙성 주에서 원주와 유사한 짠 맛 감도를 보이며 감소하지 않고 두드러졌던 실온 용기 조건에서의 숙성 주가 감소하면서 향온숙성 조건과 유사하게 따라가는 경향을 확인 할 수 있었다.

즉, 원주를 숙성한지 1년 정도 되었을 시 모든 숙성용기에서 짠 맛이 감소되는 경향을 보였으며, 짠 맛에 대한 숙성효과가 감소하는 경향으로 모든 숙성용기에서 나타날 것이라 사료된다.



**Figure 25.** The organoleptic characteristic about sourness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 12months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

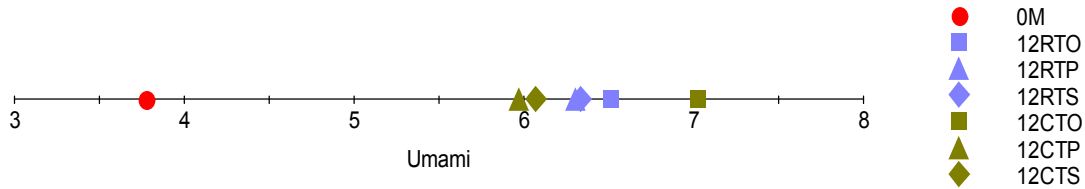


**Figure 26.** The organoleptic characteristic about saltiness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 12months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

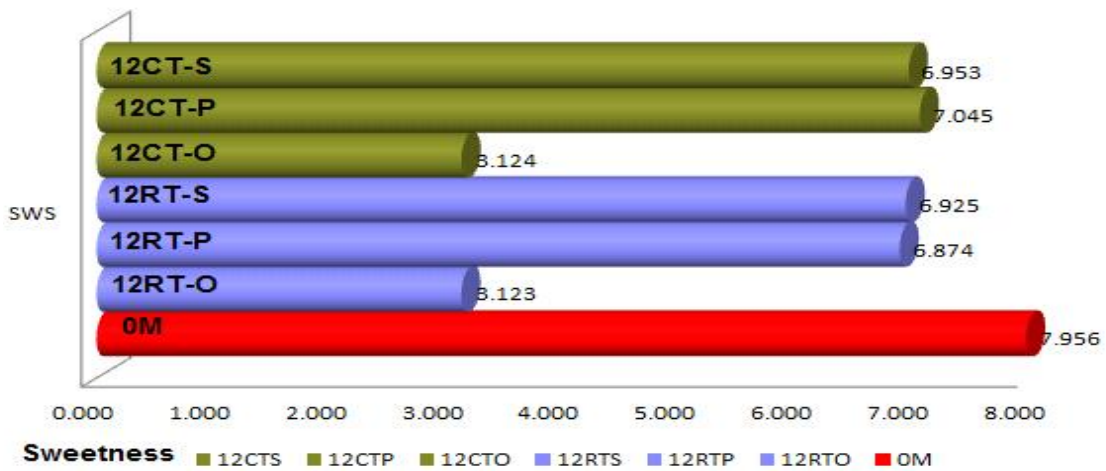
12개월 숙성주의 감칠 맛의 경우 6개월 숙성주와 비교했을 때 맛의 경향의 변화 (Fig. 27)는 크게 나타나지 않아 온도에 대한 유의적 차이 역시 없었으며 숙성용기별 맛의 감도 차이도 뚜렷하게 나타나지 않았다고 판단되는 바이다. 하지만 6개월이 더 숙성됨에 따라 숙성용기 모두 차이는 미미하지만 감칠 맛의 강도 정도가 상향되었음을 확인 할 수 있었다. 즉, 숙성기간이 1년이 지남에 따라 감칠 맛에 대한 숙성효과는 숙성용기별 모두 미세하게 상향은 되었으나 큰 효과를 기대하기는 어렵다고 사료되는 바이다.

12개월 숙성주의 단 맛의 경우 6개월 숙성 후 맛 감도의 변화정도 (Fig. 28)를

비교했을 시 그 정도의 차이는 거의 나타나지 않았으며 6개월 숙성주와 동일하게 오크통에서 숙성시켰을 때 단 맛의 정도가 가장 낮은 경향을 보였다. 즉, 본 결과를 토대로 원주를 숙성시켰을 때 단 맛에 대한 숙성효과는 6개월 이후 크게 나타나지 않았으며 오크통의 경우 원주의 단 맛 정도가 감소하는 경향을 보임으로서 이러한 맛 변화의 경우 사람이 느끼는 관능적 평가를 교차분석 할 필요가 있다고 사료된다.



**Figure 27.** The organoleptic characteristic about umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 12months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

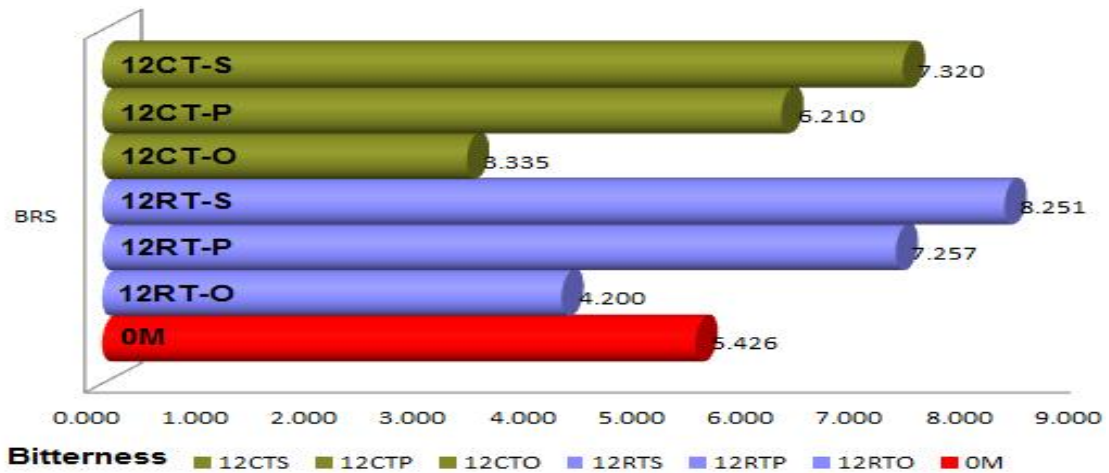


**Figure 28.** The organoleptic characteristic about sweetness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 12months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

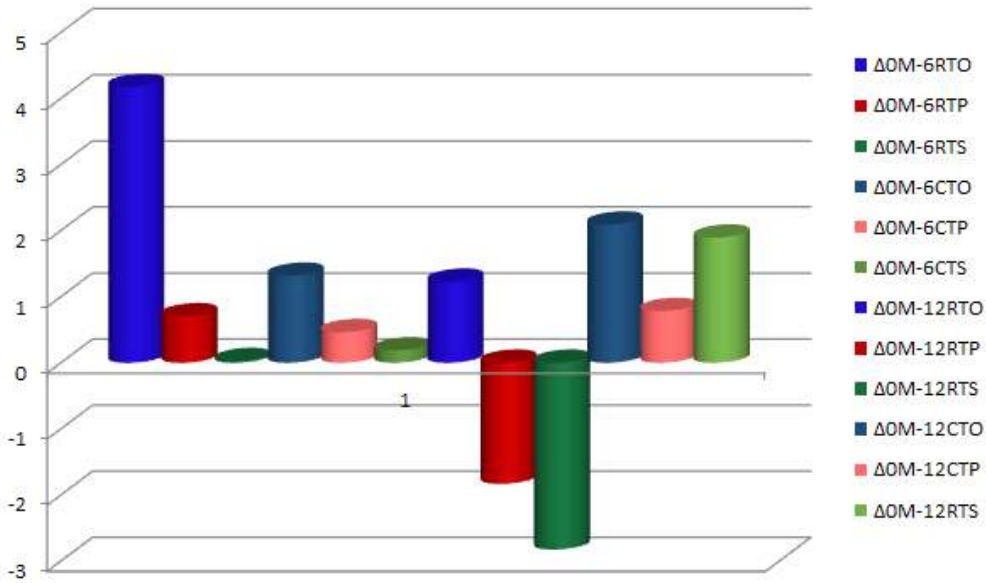
숙성 기간에 따른 쓴 맛의 감도 변화는 6개월 숙성주와 12개월 숙성주의 패턴을 비교 했을 경우(Fig. 29) 우선 모두 온도조건에 따라서는 유의적 차이가 나타나지 않았지만, 숙성용기에 있어서는 스테인리스 용기와는 달리 오크통에서 불규칙적으로 쓴 맛의 감도가 변화하는 경향(Fig. 30)이 있음을 확인 할 수 있었다.

**Table 2.** The raw data of bitterness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 6months and 12months obtained by electronic tongue.

samples	0M	12RT-O	12CT-O	12RT-P	12CT-P	12RT-S	12CT-S
Bitterness	5.426	4.200	3.335	7.257	6.210	8.251	7.320
samples	0M	6RT-O	6CT-O	6RT-P	6CT-P	6RT-S	6CT-S
Bitterness	6.981	2.809	5.665	6.278	6.518	6.956	6.794



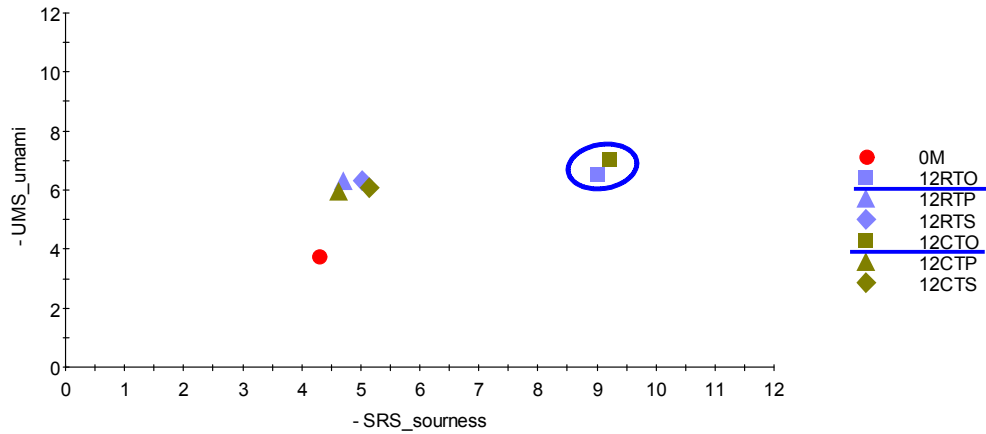
**Figure 29.** The organoleptic characteristic about bitterness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 12months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



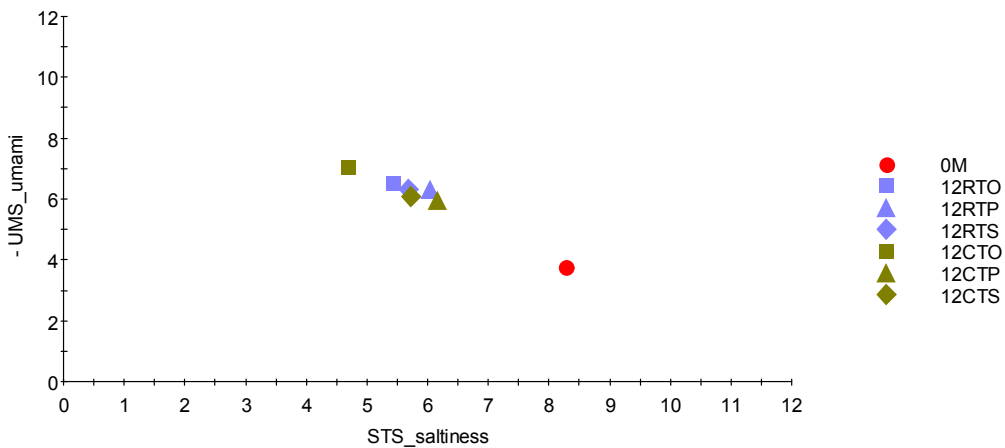
**Figure 30.** The pattern of difference characteristic about bitterness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 6 and 12months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged i

즉, 1년간 숙성한 결과 쓴 맛의 경우 숙성기간, 온도 그리고 숙성용기에 따라 뚜렷한 경향적 특징을 확인 어려울 것이라 사료되며 사람의 관능적 평가와 필히 병행되어야 하는 부분이라 사료된다.

전자혀분석 전용소프트웨어 시스템 (AlphaSoft version 14)상 지정된 신 맛과 감칠 맛(Fig. 31) 그리고 짠 맛과 감칠 맛(Fig. 32)간의 감도정도를 비교하였을 때의 결과로는 다음과 같다. 1년 간 숙성했을 때 상대적인 맛의 강도 비교에 있어서 신 맛의 패턴만이 증가하는 경향으로 뚜렷했으며 나머지 짠 맛, 감칠 맛의 경우 6개월이 경과하였지만 뚜렷한 경향을 역시 파악하기 어려울 것이라 판단되는 바이다.



**Figure 31.** Correlation of the organoleptic characteristic between sourness and umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 12months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 32.** Correlation of the organoleptic characteristic between saltiness and umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 12months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

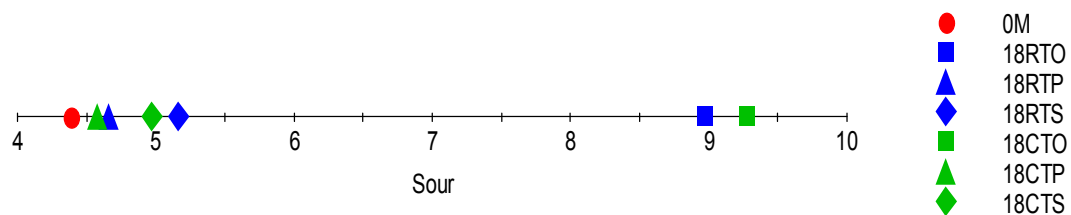


**Table 2.** The raw data of sourness, saltiness, umami, sweetness and bitterness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 12months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

samples	SRS; SOURNESS	GPS	STS; SALTNISS	UMS; Umami	SPS	SWS; Sweetness	BRS; Bitterness
0M	4.2881	5.8772	8.2807	3.7756	8.0179	7.9564	5.4259
12RTO	9.0174	3.5153	5.4424	6.5163	3.0146	3.1231	4.2003
12RTP	4.6972	7.2443	6.0325	6.3059	6.9301	6.8735	7.2573
12RTS	5.0271	7.6559	5.6785	6.3370	7.0468	6.9250	8.2511
12CTO	9.2049	3.4206	4.7000	7.0236	2.9740	3.1241	3.3350
12CTP	4.6289	7.0632	6.1544	5.9704	7.0349	7.0452	6.2103
12CTS	5.1364	7.2235	5.7115	6.0711	6.9817	6.9525	7.3202

### ③ 18개월 숙성

18개월 숙성주의 신 맛 감도변화 패턴(Fig. 33)은 12개월 숙성 결과와 비교했을 때 거의 변화가 없었으며 향온숙성과 실온숙성 간 유의적 차이도 없었다. 12개월의 숙성시점에서 숙성 주의 신 맛의 패턴 구분이 뚜렷해진 경향을 보인 후 6개월이 경과한 18개월 숙성주의 신맛 패턴에서도 동일한 경향을 보였으며 또한 다른 증감의 변화정도도 확인하지 못 하였다. 즉, 증류주의 신 맛에 대한 숙성효과는 1년을 기준으로 뚜렷한 변화를 보인 후 그 뒤로는 유의적 차이가 나타나지 않는 것으로 사료되며, 특히 오크통 숙성 시 신 맛이 유의적으로 증가하는 경향임을 확인할 수 있었다. 따라서 추후의 신 맛의 변화는 숙성기간이 더 많이 지난 후 나타날 수 있을 것이라 사료된다.

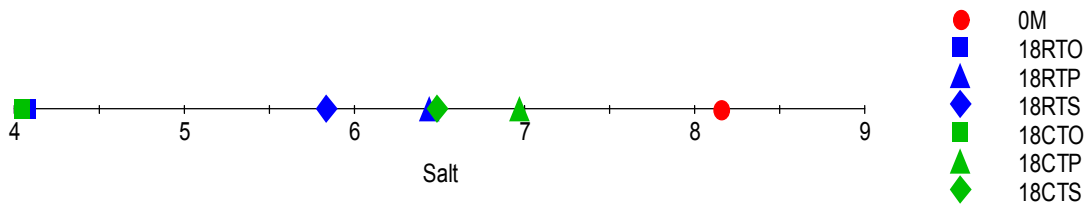


**Figure 33.** The organoleptic characteristic about sourness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 18months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

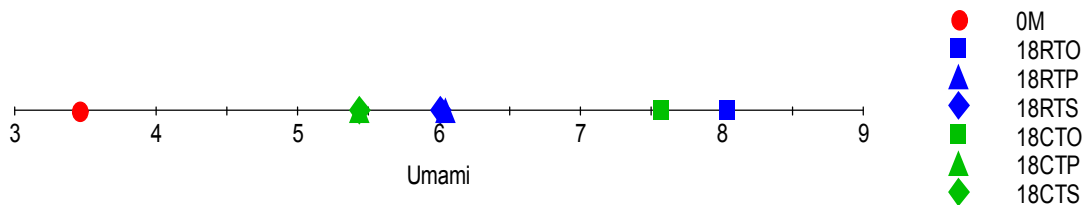
짠 맛의 변화 패턴은 18개월 기점에서 또 한 번 확인되었으며 다음과 같다(Fig. 34). 6개월 전 12개월 숙성주에서는 숙성용기 모두 원주를 기준으로 짠 맛이 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며 맛의 감도 정도가 모두 비슷했지만 18개월 시점에서는 스테인리스 통과 용기에서의 숙성주의 짠 맛의 경우 변화 없이 유사한 경향을 보였으나 오크통 숙성주의 경우 특히 실온조건에서 짠 맛이 또 한 번 감소하는 경향을 나타냈음을 확인할 수 있었다.

감칠 맛의 경우 6개월 전인 12개월 숙성주에서는 숙성기간에 따라 유의적 변화 차이를 확인할 수 없었지만 18개월 기점으로 숙성용기 별 감칠 맛의 증감경향을 확인할 수 있었다(Fig. 35). 숙성 1년까지는 모든 숙성용기 내 숙성주에서 감칠 맛이 원주 기준으로 모두 상향하는 경향을 보였다면 6개월이 더 경과하면서 스테인리스 통이나 용기 숙성주의 감칠 맛의 감도변화가 약간 감소 및 더더지는 경향을 보였고 오크통 숙성주의 경우에는 다시 증가하는 경향을 보였음을 확인할 수

있었다. 따라서 감칠 맛의 경우 추후에도 계속적인 변화가 나타날 것이라 사료되는 바이다.



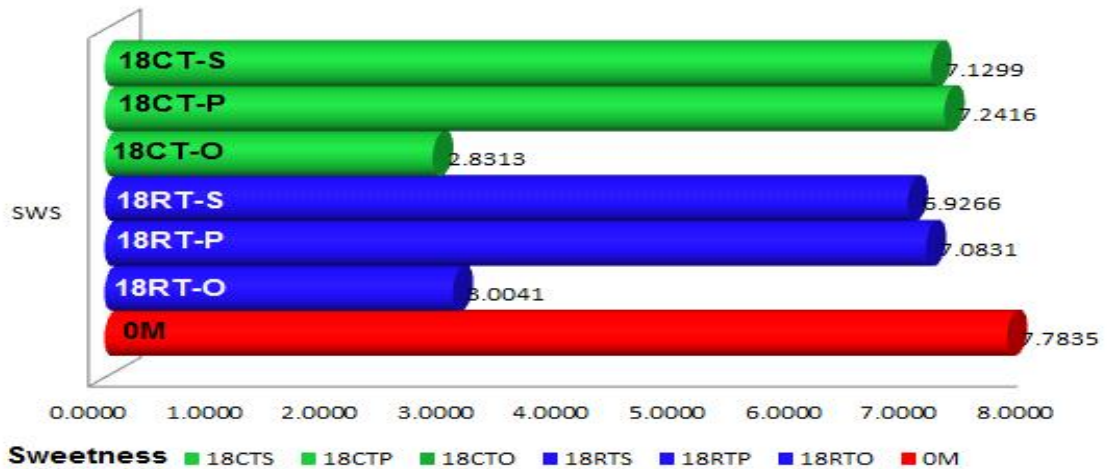
**Figure 34.** The organoleptic characteristic about saltiness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 18months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 35.** The organoleptic characteristic about umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 18months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

단 맛의 패턴 변화(Fig 36.)는 초기 숙성기간 시점에서 실온 오크통 내 숙성주에서 가장 크게 감소하는 특정 경향을 보인 뒤 숙성정도가 지속되어도 그러한 패턴을 유지하며 그 정도의 차이는 거의 나타나지 않았으며 18개월의 숙성 시점까지 큰 변화 없이 지속되는 경향을 확인하였다. 즉, 본 결과를 토대로 원주를 숙성시켰을 때 단 맛에 대한 숙성효과는 6개월 이후 크게 나타나지 않았으며 지속적으로 변화가 나타나지 않음을 확인할 수 있었다. 따라서 단 맛 자체에서의 감지되는 변화는 다른 맛과 비교했을 시 상당히 숙성효과에 대한 영향력이 낮을 것이라 사료

된다.

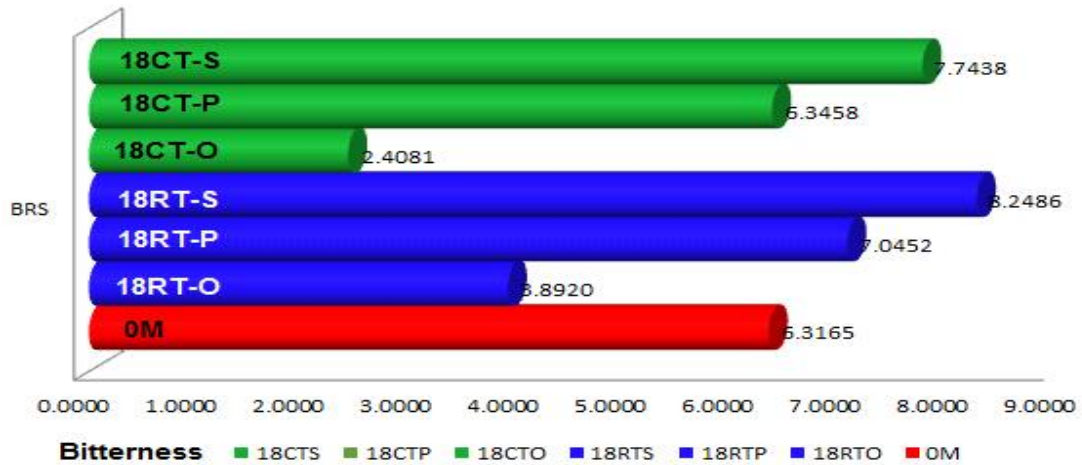


**Figure 36.** The organoleptic characteristic about sweetness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 18months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

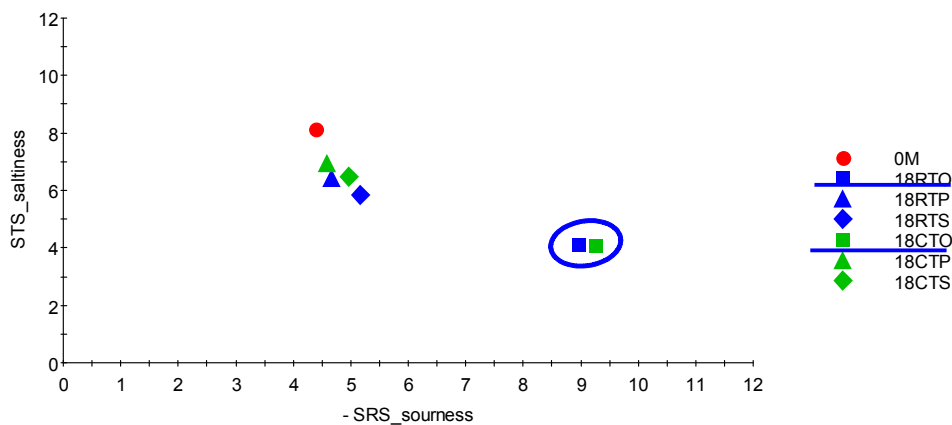
쓴 맛의 감도 변화의 경향은 1년의 숙성기간 동안에 특정한 경향 없이 불규칙적으로 감도가 변했다면, 18개월의 숙성기간을 기점으로 6개월 전 숙성주의 쓴 맛 감도의 패턴과 유사한 경향(Fig. 37)을 띠면서 스테인리스통, 옹기 순으로 쓴 맛의 특징 중 일부인 쓴 맛이 증가경향을 보였고 오크통의 경우 반대로 쓴 맛이 감소경향을 보여 원주보다 상대적으로 유순한 맛으로 변화했을 것이라 사료되며 이 또한 사람의 관능평가 결과와 교차분석을 해 볼 필요가 있다고 판단되는 바이다.

전자혀분석 전용소프트웨어 시스템(AlphaSoft version 14)상 지정된 신 맛과 짠 맛(Fig. 38), 신 맛과 감칠 맛(Fig. 39) 그리고 짠 맛과 감칠 맛(Fig. 40)간의 감도정도를 비교하였을 때의 결과로는 다음과 같다. 1년 이상을 숙성했을 때 다른 맛의 강도 변화에 있어서 상대적으로 비교했을 시 오크통 숙성 주의 경우 신 맛의 패턴을 중점적으로 다른 맛 들의 감도에 비해 더욱 뚜렷한 경향을 나타내고 있음을 확인 할 수 있었다. (Fig 38 and 39).

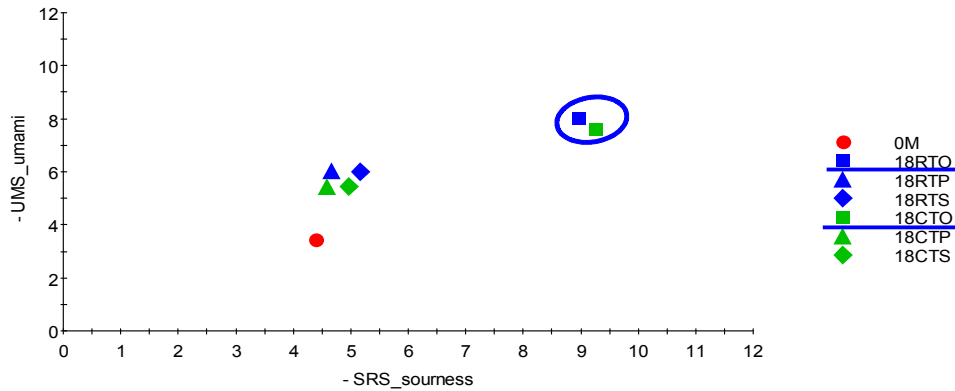
특히 짠 맛의 경우 18개월을 기점으로 해서 오크통숙성 시 다른 숙성용기들과 비교했을 때 상대적으로 감소하는 경향으로 두드러짐을 확인 할 수 있었다.



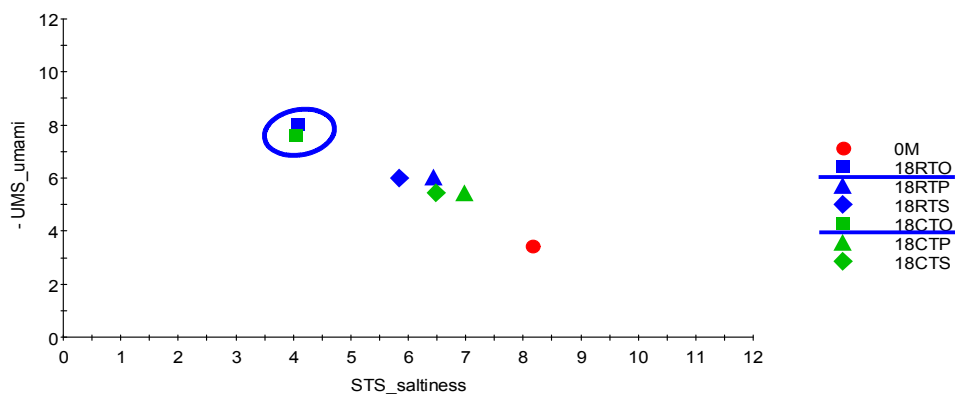
**Figure 37.** The organoleptic characteristic about bitterness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 18months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 38.** Correlation of the organoleptic characteristic between sourness and saltiness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 18months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 39.** Correlation of the organoleptic characteristic between sourness and umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 18months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 40.** Correlation of the organoleptic characteristic between saltiness and umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 18months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

**Table 3.** The raw data of sourness, saltiness, umami, sweetness and bitterness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 18months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

samples	SRS; SOURNESS	GPS	STS; SALTNISS	UMS; Umami	SPS	SWS; Sweetness	BRS; Bitterness
0M	4.3806	6.7255	8.1539	3.4576	7.7586	7.7835	6.3165
18RTO	8.9784	3.3891	4.0797	8.0395	2.9483	3.0041	3.8920
18RTP	4.6568	7.1371	6.4367	6.0449	7.0044	7.0831	7.0452
18RTS	5.1601	7.4507	5.8357	6.0059	6.9751	6.9266	8.2486
18CTO	9.2739	2.9415	4.0436	7.5766	2.8082	2.8313	2.4081
18CTP	4.5780	7.0164	6.9674	5.4358	7.2935	7.2416	6.3458
18CTS	4.9722	7.3396	6.4831	5.4398	7.2119	7.1299	7.7438

#### ④ 21개월 숙성

21개월이 숙성된 원주의 신 맛 감도변화 패턴(Fig. 41)에서는 3개월 전 숙성주와의 신 맛 패턴과 큰 차이 없이 거의 유사한 경향을 보였다. 즉, 증류주의 신 맛에 대한 숙성효과는 1년을 기준으로 뚜렷한 패턴이 한 번 형성된 후론 유의적 차이가 나타나지 않을 것이라 앞서 예상한 경향성과 일치하고 있음이 확인 되었다. 따라서 신 맛의 감도 변화의 단위가 1년 단위로 크게 변화되는 경향이 있는지 아니면 신 맛의 경우 숙성에 의한 변화의 완성기간이 1년인지 그 유무에 대해 기준을 설정해 파악해 볼 필요성이 있다고 사료된다.

짠 맛의 변화 패턴은 3개월 전인 18개월 숙성기점에서 한 번 변화가 확인되었는데 3개월이 지난 21개월 숙성기간에서도 경향(Fig. 42)의 변화를 확인할 수 있었다. 21개월 숙성시점에선 계속적으로 오크통숙성 주의 짠 맛 정도가 감소경향을 보였고 나머지 스테인리스 통과 옹기숙성주의 경우 원래 원주의 짠 맛 감도에 다시 가까워지는 증가경향을 보였다. 즉, 18개월 숙성기간 동안의 변화를 기점으로 숙성을 통한 원주의 짠 맛 경향성이 뚜렷해졌으며, 짠 맛의 경우 숙성기간에 따라 지속적으로 맛의 변화를 보였으며 특히 오크통숙성 시 짠 맛의 감도가 지속적으로 유해졌고 나머지 숙성용기들은 18개월 이상을 숙성시킬 시 오히려 숙성을 통해 변화한 효과가 반감될 수 있으리라 사료되었다.

감칠 맛의 경우 3개월 전인 18개월 기점으로 숙성용기 별 감칠 맛의 증감경향이 오크통숙성주는 다시 증가하는 경향을 보였고 나머지 숙성용기의 경우 맛의 감도가 감소 및 정체되는 경향을 보였다면 3개월 후인 21개월의 숙성기간 기점에서는 오크통숙성주의 감칠 맛 또한 감소되는 경향(Fig. 43)을 보임을 확인하였다. 즉, 원주의 숙성기간에 따른 적절한 효과를 얻기 위해서는 스테인리스 통 및 옹기 숙성의 경우 1년에서 1년 6개월을 최대 숙성기간으로 지정하고 오크통의 경우 1년 9개월 정도로 최대숙성기간을 지정하게 되면 원주보다 더 풍부한 감칠 맛의 효과를 볼 수 있을 것이라 사료된다. 따라서 감칠 맛의 경우 추후에도 지속적인 변화가 생길지는 지속적으로 분석할 필요가 있다고 사료된다.

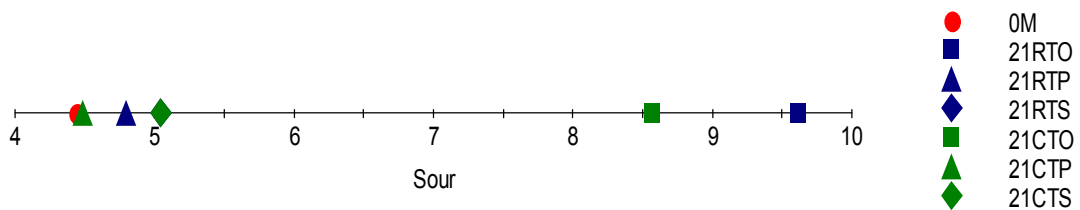
단 맛의 패턴 변화(Fig. 44)는 미세하게는 있었으나 3개월 전과 큰 차이가 없었다. 즉, 원주를 숙성 시켰을 때 단 맛에 대한 숙성효과는 6개월 이후 크게 나타나지 않았으며 지속적으로 변화가 나타나지 않음을 확인할 수 있었다. 따라서 단 맛 자체에서의 감지되는 변화는 다른 맛과 비교했을 시 상당히 숙성효과에 대한 영향력이 낮을 것이라 사료된다.

쓴 맛의 감도 변화의 경향은 1년의 숙성기간을 기점으로 그 전에는 불규칙한 변화가 관찰 되었다면 1년 이상 숙성시켰을 시 스테인리스통과 옹기의 쓴 맛이 증가하고 오크통의 경우 반대로 감소하는 경향(Fig. 45)을 보였으며 21개월의 숙성 시점에서도 큰 차이 없는 경향을 유사하게 보였다. 특이점이 있다면 쓴 맛의 감도의 경우 실온저장 조건에서 숙성용기 별 변화가 관찰되면서, 쓴 맛의 감도변화는 온

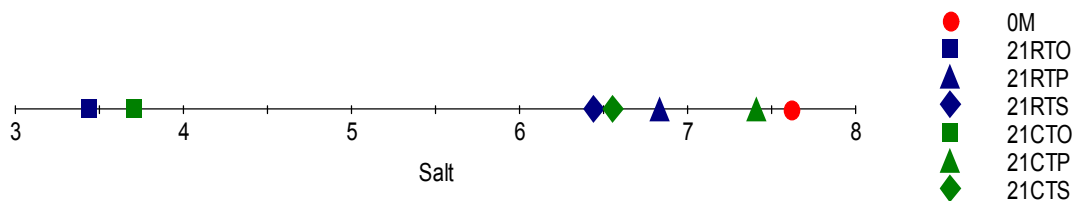


도에 밀접히 영향을 받으리라 사료되었다.

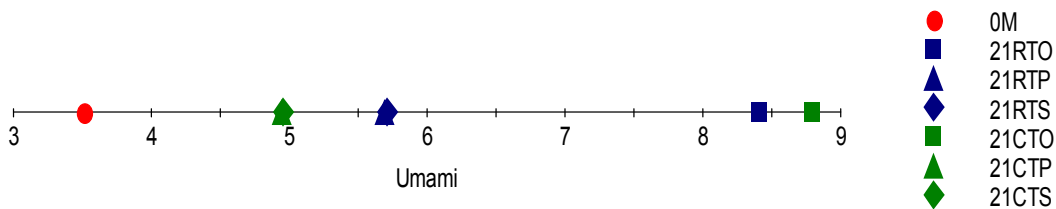
전자혀분석 전용소프트웨어 시스템(AlphaSoft version 14)상 지정된 신 맛과 짠 맛(Fig. 46), 신 맛과 감칠 맛(Fig. 47) 그리고 짠 맛과 감칠 맛(Fig. 48)간의 감도정도를 비교하였을 때의 결과로는 다음과 같다. 1년 이상을 숙성했을 때 다른 맛의 강도 변화에 있어서 상대적으로 비교했을 시 오크통 숙성 주의 경우 신 맛의 패턴을 중점적으로 다른 맛 들의 감도에 비해 더욱 두드러지는 경향을 나타내고 있음을 확인 할 수 있고(Fig. 46 and 47). 짠 맛과 감칠 맛의 경우에도 숙성기간이 경과 될수록 뚜렷해짐을 확인 할 수 있었다.(Fig. 48)



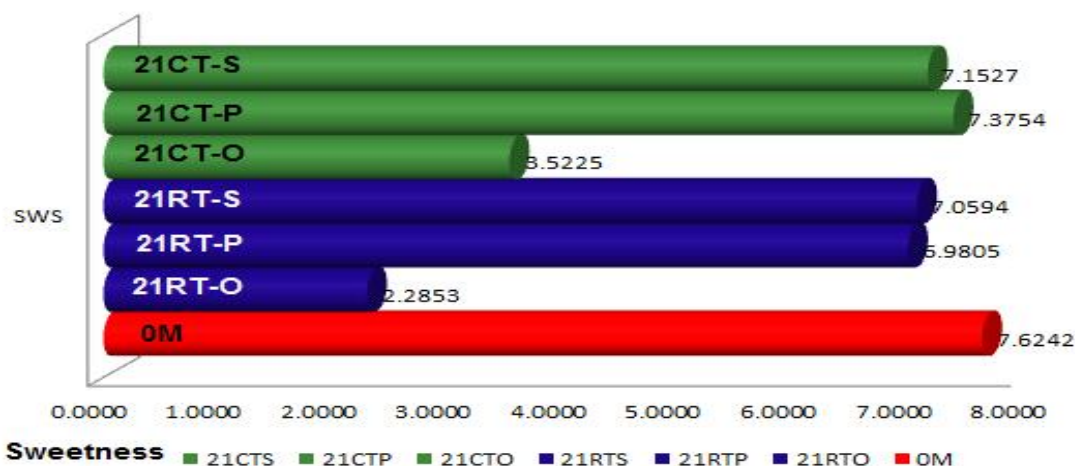
**Figure 41.** The organoleptic characteristic about sourness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 21months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



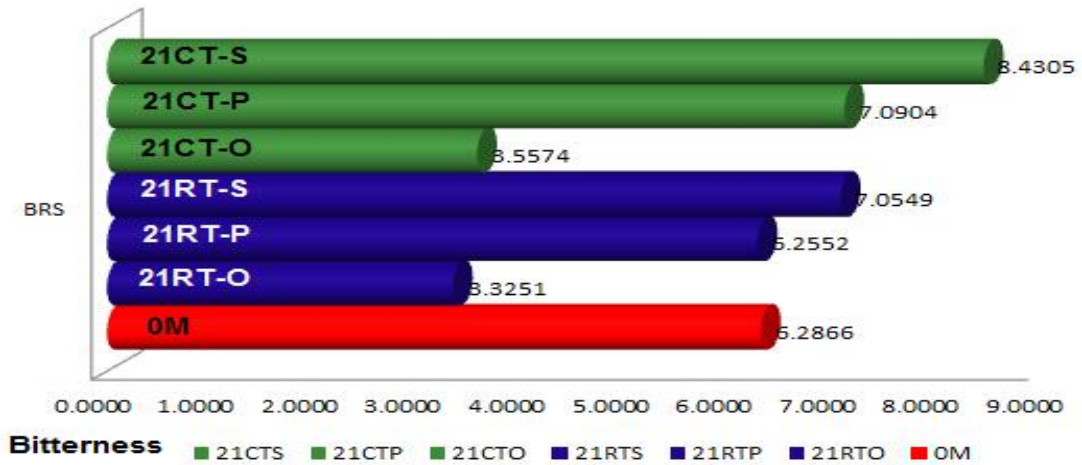
**Figure 42.** The organoleptic characteristic about saltiness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 21months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



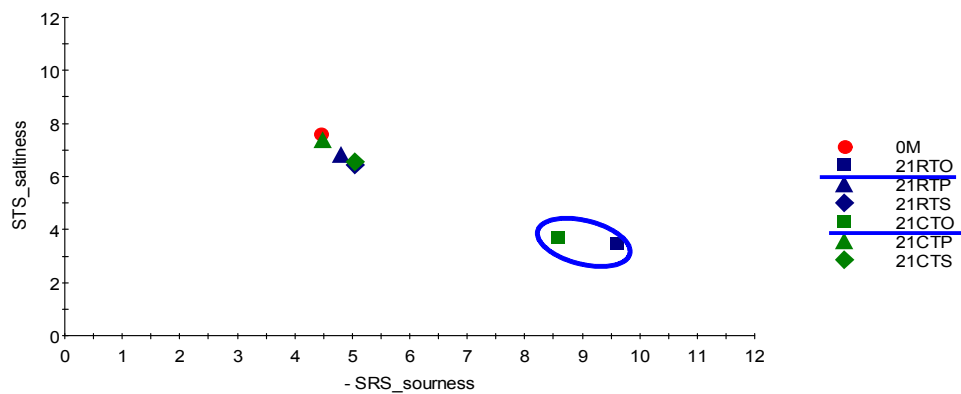
**Figure 43.** The organoleptic characteristic about umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 21months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



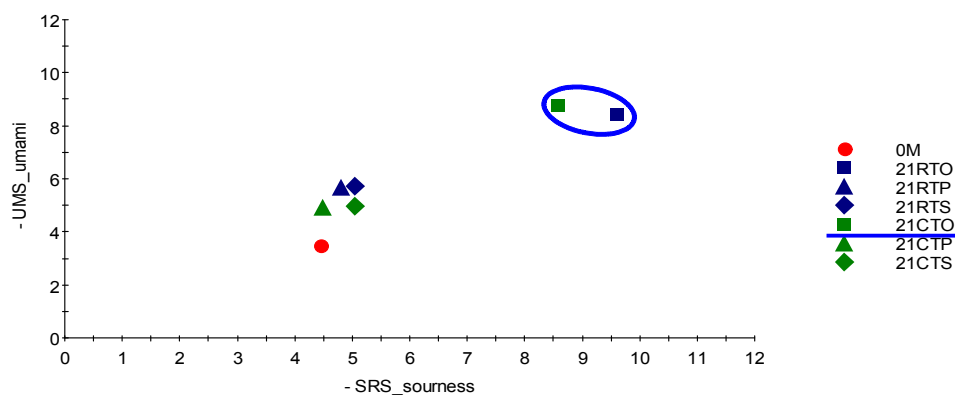
**Figure 44.** The organoleptic characteristic about sweetness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 21months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



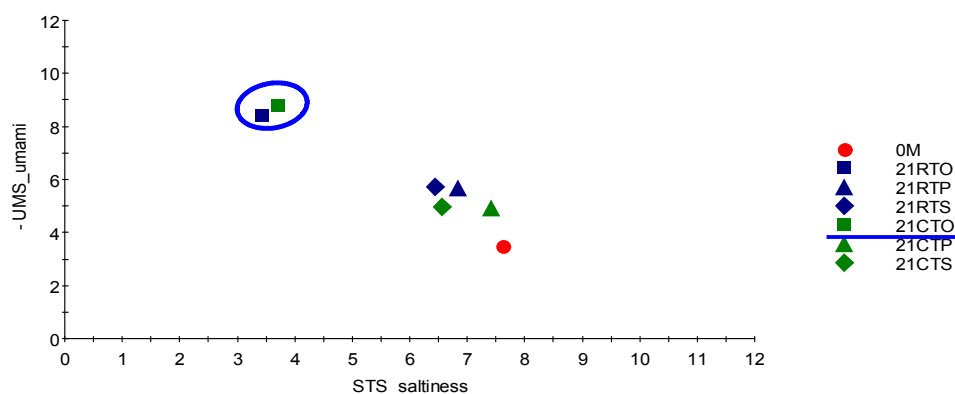
**Figure 45.** The organoleptic characteristic about bitterness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 21months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 46.** Correlation of the organoleptic characteristic between sourness and saltiness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 21months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 47.** Correlation of the organoleptic characteristic between sourness and umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 21months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 48.** Correlation of the organoleptic characteristic between saltiness and umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 21months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

**Table 4.** The raw data of sourness, saltiness, umami, sweetness and bitterness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 21months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

samples	SRS; SOURNESS	GPS	STS; SALTNISS	UMS; Umami	SPS	SWS; Sweetness	BRS; Bitterness
0M	4.4425	6.8251	7.6161	3.5055	7.5682	7.6242	6.2866
21CTO	8.5664	4.0079	3.7070	8.7904	3.6069	3.5225	3.3251
21CTP	4.4888	7.1598	7.4088	4.9419	7.3076	7.3754	6.2552
21CTS	5.0447	7.2588	6.5539	4.9564	7.1706	7.1527	7.0549
21RTO	9.6155	2.5332	3.4380	8.4074	2.2026	2.2853	3.5574
21RTP	4.7988	6.8071	6.8354	5.6883	7.0305	6.9805	7.0904
21RTS	5.0433	7.4081	6.4408	5.7100	7.1137	7.0594	8.4305

### ⑤ 24개월 숙성

24개월이 숙성된 원주의 신 맛 감도변화 패턴(Fig. 49)에서는 3개월 전 숙성주와의 신 맛 패턴과 큰 차이 없이 거의 유사한 경향을 보였다. 즉, 2년간 원주를 숙성 시킨 결과를 토대로 증류주를 숙성시켰을 때 신 맛의 경향성을 예측해보면 숙성용기 별 숙성기간 1년 내 숙성에 의한 신 맛의 변화 효과는 어느정도 패턴이 완성되리라 사료되며 숙성온도 조건에서도 감수성이 크지 않은 것으로 사료된다. 하지만 2년 이후의 맛 패턴의 변화 또한 지속적으로 관찰할 필요가 있다고 사료된다.

짠 맛의 변화 패턴은 숙성을 2년간 지속시켰을 때 계속적인 변동이 있음이 관찰하였다(Fig. 50). 향은 오크통 숙성조건에서의 결과가 센서의 오차임을 감안 해도 3개월 전과 비교했을 때 미세한 맛의 변동이 있음을 확인 할 수 있다. 비록 사람이 감지 할 수준의 변동은 아니지만 옹기숙성주의 경우 특히 향온숙성 시킨 조건은 짠 맛이 원주 이상으로 증가하는 경향을 보였다. 즉, 짠 맛에 대한 숙성의 효과는 전반적으로 오크통숙성주는 감소되고 다른 숙성용기는 증가하는 경향을 보이지만 숙성기간의 경과에 따라 지속적으로 변동사항이 관찰되기에 2년숙성 이상으로도 변동이 있을 것이라 사료되며 계속적 관찰이 필요하다 사료된다.

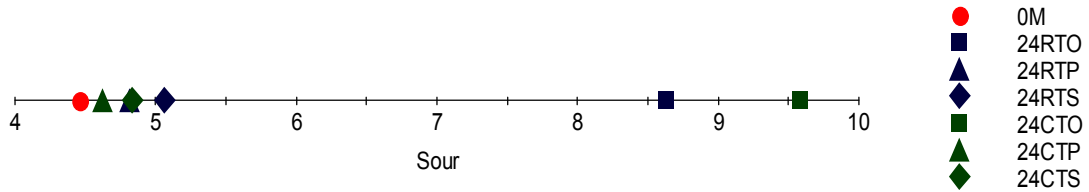
앞 선 결과에서 원주의 숙성기간에 따른 적절한 효과를 얻기 위해서는 스테인리스통 및 옹기 숙성의 경우 1년에서 1년 6개월을 최대 숙성기간으로 지정하고 오크통의 경우 1년 9개월 정도로 최대숙성기간을 지정할 시 원주보다 더 풍부한 감칠맛의 효과를 볼 수 있을 것임을 24개월 숙성주 분석결과(Fig. 56)를 통해서도 확인 할 수 있었다. 하지만 숙성기간이 3개월 더 경과된 본 분석결과에서는 전에 뚜렷했던 맛의 경향성이 약간 변동되는 경향 또한 확인 할 수 있었는데 이는 숙성기간이 더 경과함에 따라 다른 특징의 패턴을 띠기 위한 변동 중 패턴일 경우도 감안한다면 2년 이상의 숙성기간에서도 지속적으로 관찰 할 필요가 있다고 사료된다.

단 맛의 패턴 변화(Fig 57)는 미세하게는 있었으나 원주를 기준으로 오크숙성시 단 맛의 변화가 감소하는 전반적인 경향을 토대로 2년간 유의적인 변화는 확인 되지 않았다. 단 맛의 경우 필히 사람의 관능평가와 교차분석하여 상관관계를 파악할 필요가 있다고 판단되는 바이다.

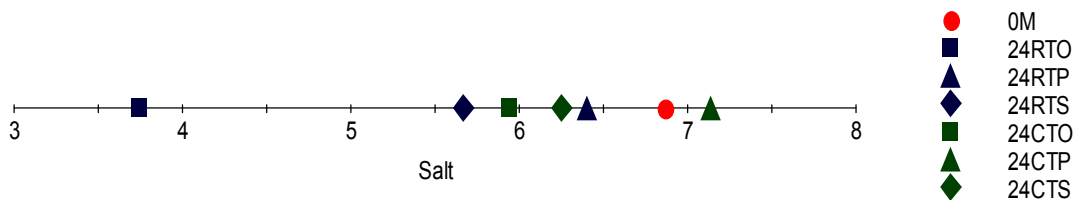
2년간 원주를 숙성시켰을 시(Fig. 58) 쓴 맛에 대한 숙성효과를 전체적으로 파악해보면 1년 이상 숙성시켰을 시 스테인리스통과 옹기의 쓴 맛이 증가하고 오크통의 경우 반대로 감소하는 전반적인 경향은 유지되고 있다고 판단되며 특히 온도설정 및 숙성관리 환경에 따라 숙성기간동안 증류주의 맛에 많은 영향을 미칠 것이라 사료되는 바이다.

전자혀분석 전용소프트웨어 시스템(AlphaSoft version 14)상 지정된 신 맛과

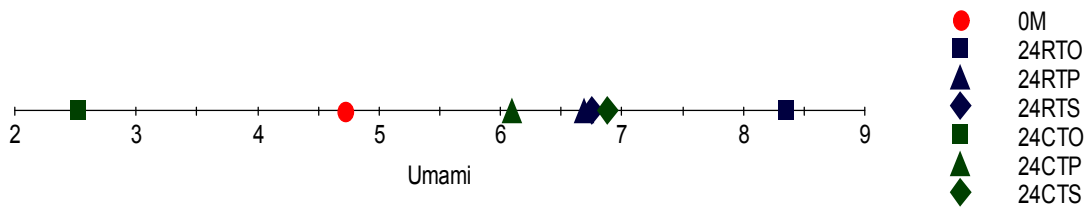
짠 맛(Fig. 59), 신 맛과 감칠 맛(Fig. 60) 그리고 짠 맛과 감칠 맛(Fig. 61)간의 감도정도를 비교하였을 때의 결과로는 다음과 같다. 2년간 오크통숙성 주의 경우 신 맛에 있어서 변함없이 다른 맛에 비해 뚜렷한 경향을 나타냄을 확인 할 수 있었고 감칠 맛이나 짠 맛의 경우 2년이 경과함에 따라 맛의 특성이 변동됨을 확인 할 수 있었고 이는 다음 단계의 맛의 패턴을 위한 형성과정인지 혹은 불규칙적인 맛의 패턴으로 변하는지는 지속적인 분석이 필요하다고 판단되는 바 이다.



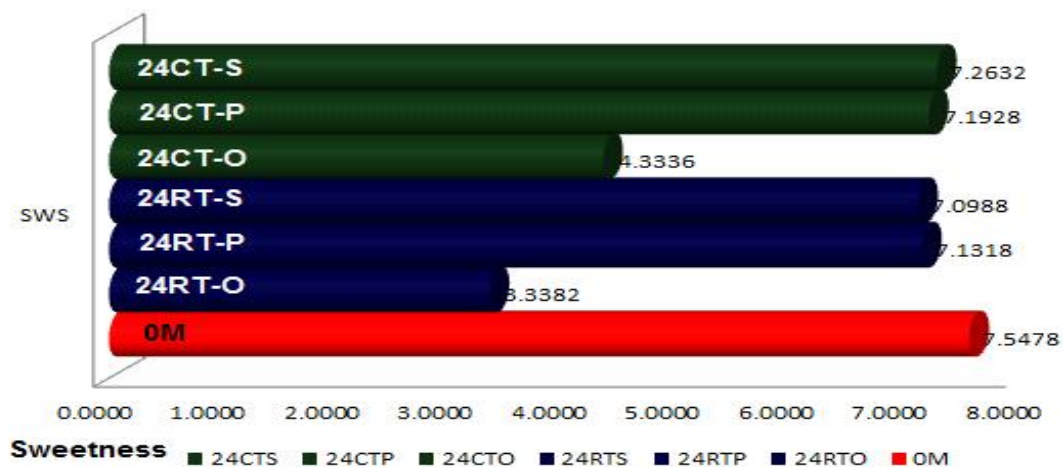
**Figure 49.** The organoleptic characteristic about sourness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 24months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 50.** The organoleptic characteristic about saltiness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 24months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

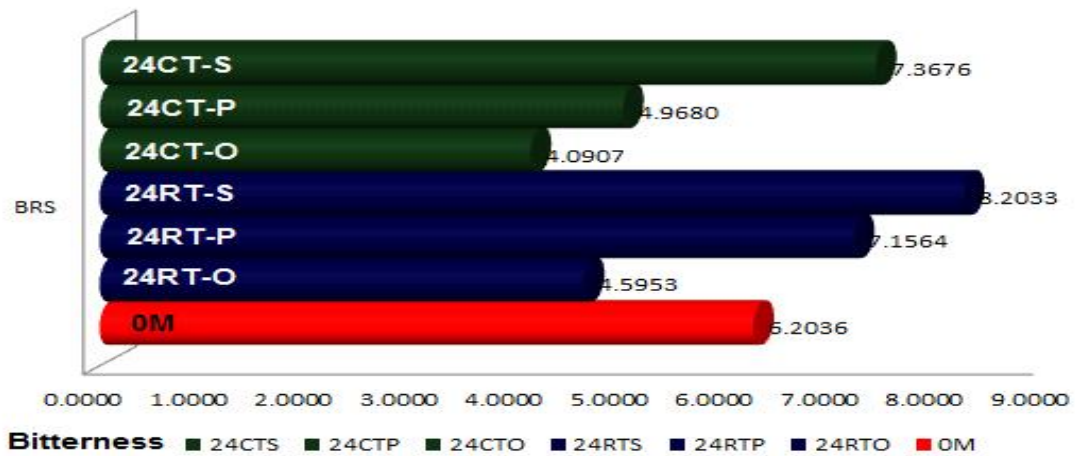


**Figure 56.** The organoleptic characteristic about umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 24months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

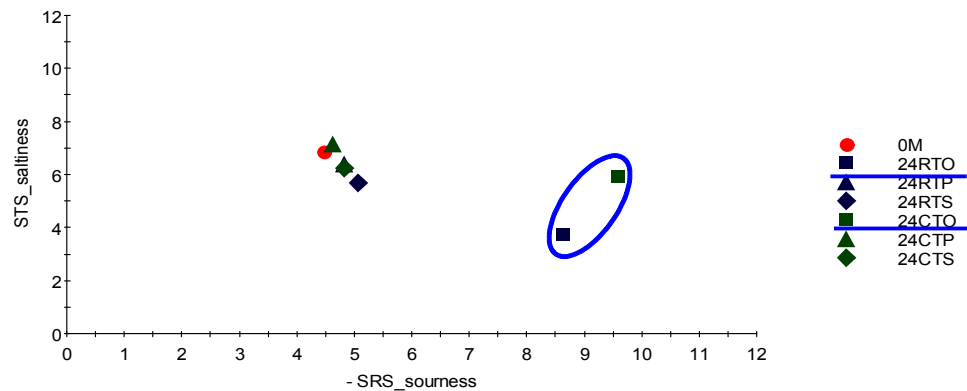


**Figure 57.** The organoleptic characteristic about sweetness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 24months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

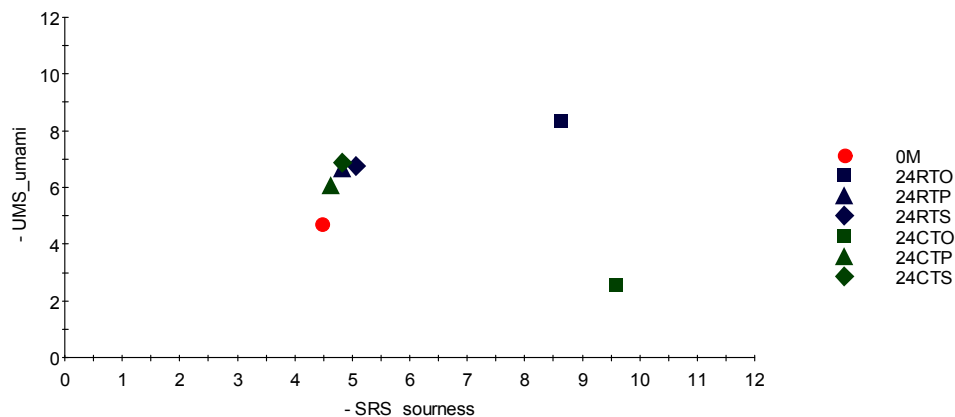




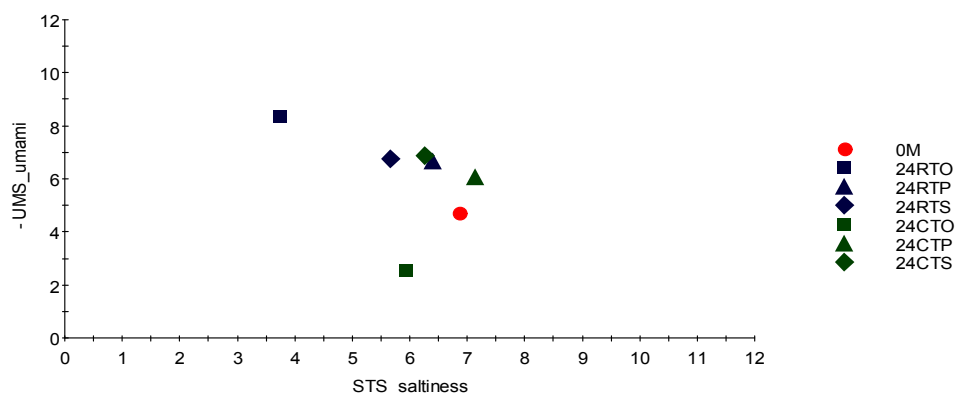
**Figure 58.** The organoleptic characteristic about bitterness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 24months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 59.** Correlation of the organoleptic characteristic between sourness and saltiness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 24months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 60.** Correlation of the organoleptic characteristic between sourness and umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 24months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).



**Figure 61.** Correlation of the organoleptic characteristic between saltiness and umami of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 24months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

**Table 5.** The raw data of sourness, saltness, umami, sweetness and bitterness of aged distilled-soju according to each aging containers (oak barrel pottery and stainless steel) and each temperatures (room temperature, constant temperature) for 24months obtained by electronic tongue (RTO; distilled-soju aged in oak barrel at room temperature, RTP; distilled-soju aged in pottery at room temperature, RTS; distilled-soju aged in stainless steel at room temperature, RCO; distilled-soju aged in oak barrel at constant temperature, RCP; distilled-soju aged in pottery at constant temperature and RCS; distilled-soju aged in stainless steel at constant temperature).

samples	SRS; SOURNESS	GPS	STS; SALTNISS	UMS; Umami	SPS	SWS; Sweetness	BRS; Bitterness
0M	4.4596	7.0210	6.8610	4.7201	7.5125	7.5478	6.2036
24RTO	8.6294	3.8714	3.7431	8.3484	3.3864	3.3382	4.5953
24RTP	4.8176	7.1675	6.4030	6.6857	7.0598	7.1318	7.1564
24RTS	5.0575	7.5227	5.6644	6.7478	7.1033	7.0988	8.2033
24CTO	7.5494	4.4100	5.9213	4.1568	4.3440	4.3336	4.0907
24CTP	4.8594	5.8930	9.6244	5.0763	7.2379	7.1928	4.9680
24CTS	4.8337	7.1030	6.2516	6.8779	7.2854	7.2632	7.3676

(나) 숙성기간에 따른 맛 패턴 변화

① 실온 스테인리스 통 숙성

실온 스테인리스 통에서 원주를 0~24개월간 숙성시켰을 때 맛의 패턴변화 정도의 확인을 위해 도식화(Fig. 62)한 결과 조화롭지 못 했던 원주(0M)의 전반적인 맛들이(신맛, 짠맛, 단맛, 쓴맛) 숙성기간이 경과함에 따라 조화를 이루는 7각형의 형태로 변화하는 것을 확인 할 수 있었다.

24개월 간 원주를 숙성시켰을 때 시간이 경과함에 따라 각각의 맛이 조화를 이루게 되는데 있어서 각각의 맛의 변화 정도를 파악해보면, 신 맛(Fig. 63A)은 원래 원주자체가 낮은 감도였지만 2년간 숙성 시켰을 시 사람이 인지할 수 있을 정도로 신 맛이 증가하는 경향을 보였다.

짠 맛의 경우(Fig. 63B) 원래 강한 감도를 가진 원주를 기점으로 숙성기간이 경과함에 따라 초반에는 사람이 인지할 수 있을 정도로 감소경향을 보이다 후반으로 갈수록 다시 짠 맛이 증가하는 경향을 파악 할 수 있었다.

감칠 맛의 경우 스테인리스 통 숙성 시 약간의 증가경향은 보였지만 숙성에 의한 효과를 기대할 정도는 아닐 것이라 사료되었다.

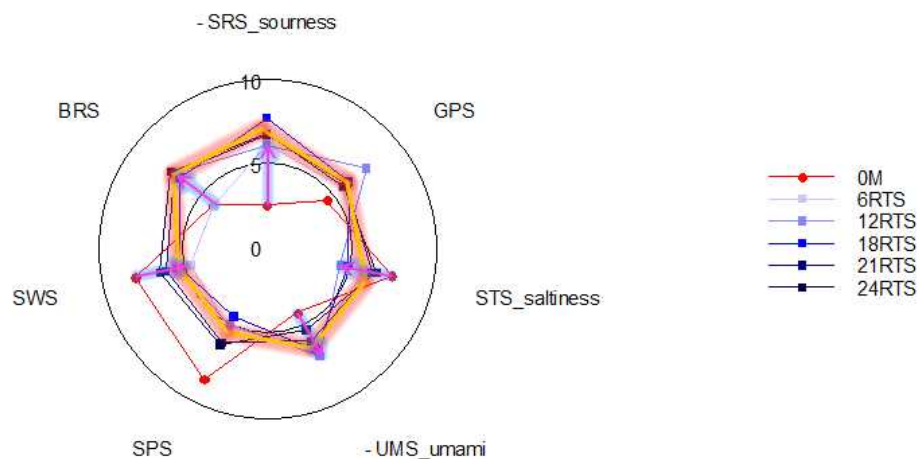
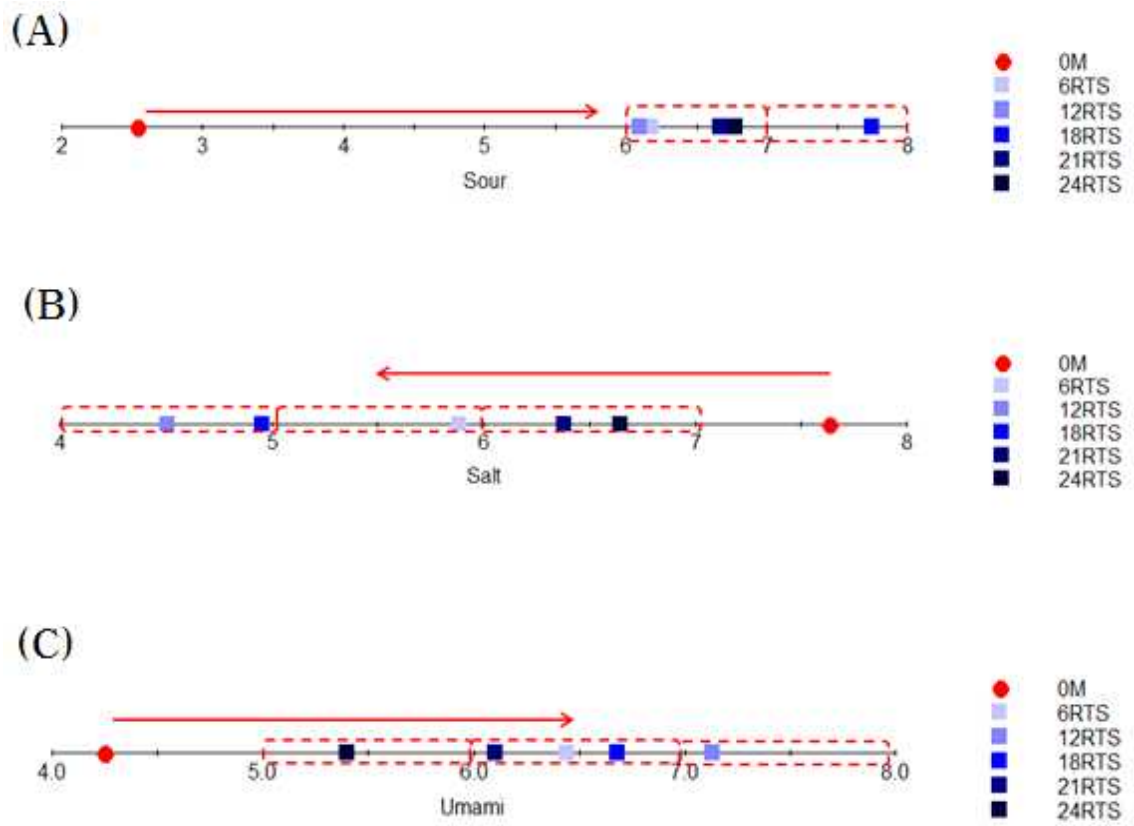


Figure 62. The pattern of changes of aged distilled-soju organoleptic characteristic in stainless stain for 24months at room temperature obtained by electronic tongue(SRS; sensor for sourness, STS; sensor for saltiness, UMS; sensor for umami, SWS; sensor for sweetness, BRS; sensor for bitterness).



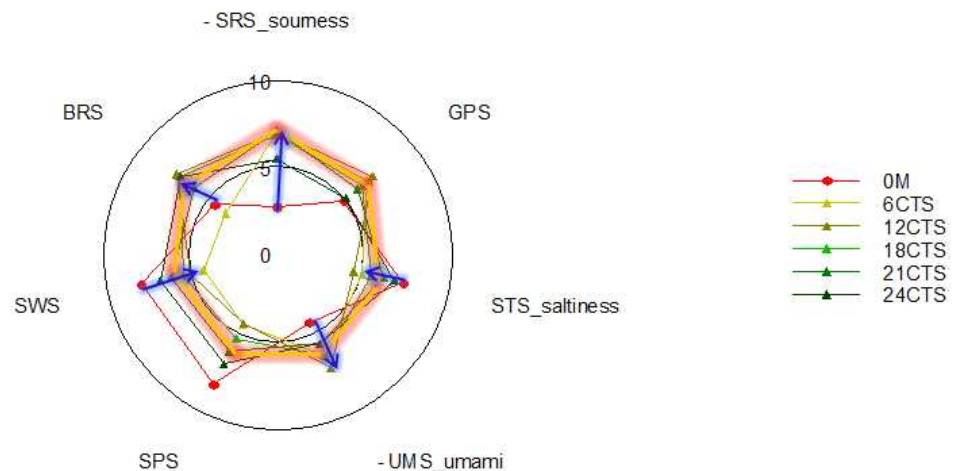
**Figure 63.** The pattern of changes of aged distilled-soju organoleptic characteristic in stainless stain for 24months at room temperature obtained by electronic tongue(A; sourness, B; saltness and C; umami).

② 향온 스테인리스 통 숙성

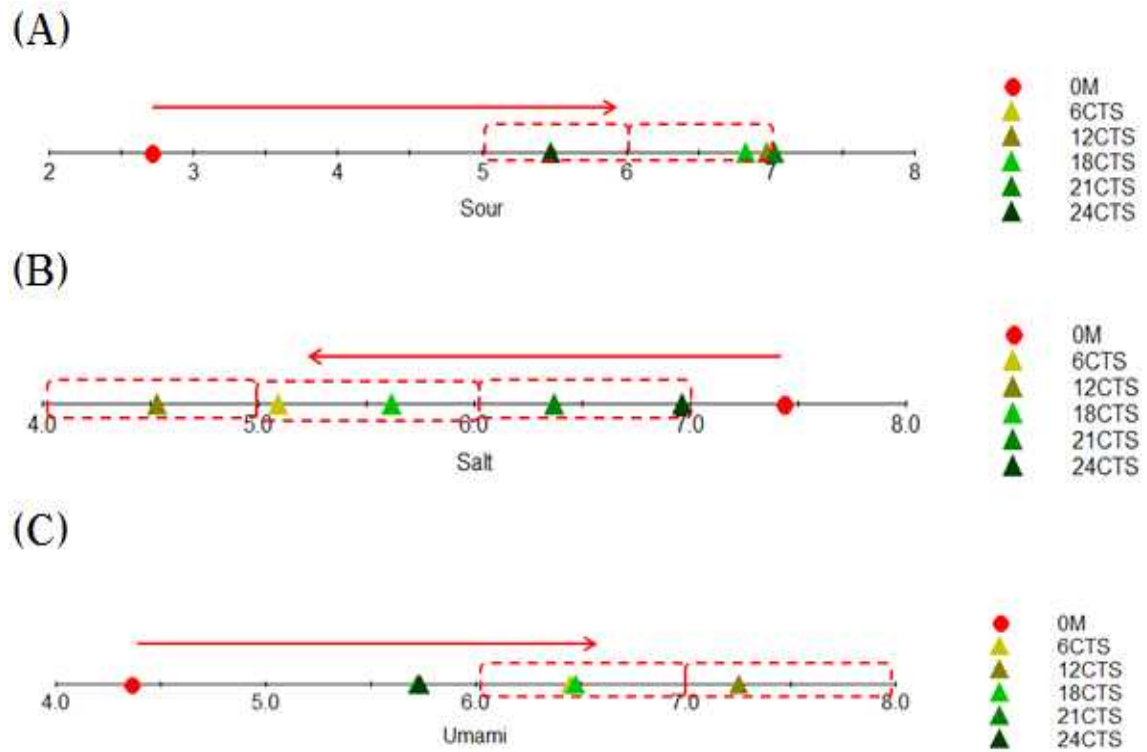
향온 스테인리스 통에서 원주를 0~24개월간 숙성시켰을 때 맛의 패턴변화 정도의 확인을 위해 도식화(Fig. 64)한 결과 조화롭지 못 했던 원주(0M)의 전반적인 맛들이(신맛, 짠맛, 단맛, 쓴맛) 숙성기간이 경과함에 따라 조화를 이루는 7각형의 형태로 변화하는 것을 확인 할 수 있었다.

24개월 간 원주를 향온숙성시켰을 때 시간이 경과함에 따라 각각의 맛이 조화를 이루게 되는데 있어서 각각의 맛의 변화 정도를 파악해보면(Fig. 65A, B and C) 실온숙성의 맛 변화와 어느 정도 유사한 패턴을 보임을 확인 할 수 있었다.

24개월 간 원주를 향온숙성시켰을 때 시간이 경과함에 따라 각각의 맛이 조화를 이루게 되는데 있어서 각각의 맛의 변화 정도를 파악해보면(Fig. 65A, B and C) 실온숙성의 맛 변화와 어느 정도 유사한 패턴을 보임을 확인 할 수 있었다.



**Figure 64.** The pattern of changes of aged distilled-soju organoleptic characteristic in stainless stain for 24months at constant temperature obtained by electronic tongue(SRS; sensor for sourness, STS; sensor for saltiness, UMS; sensor for umami, SWS; sensor for sweetness, BRS; sensor for bitterness).



**Figure 65.** The pattern of changes of aged distilled-soju organoleptic characteristic in stainless stain for 24months at constant temperature obtained by electronic tongue(A; sourness, B; saltness and C; umami).

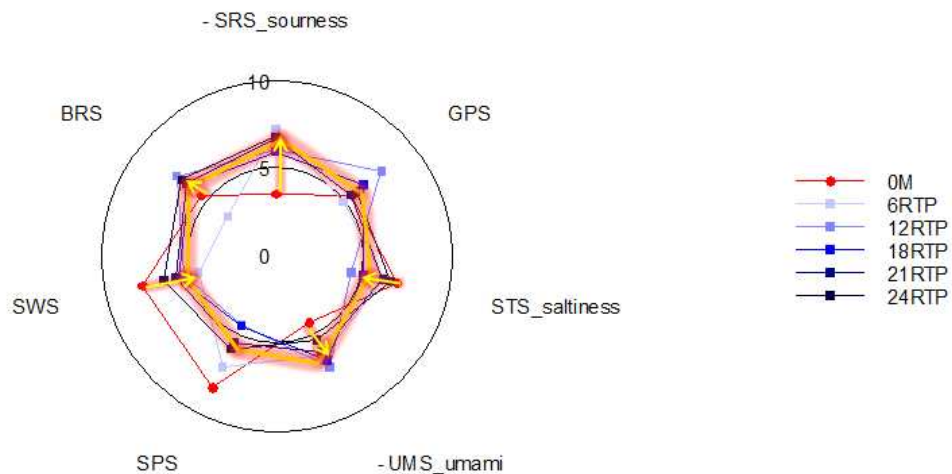
### ③ 실온 용기 숙성

실온 용기에서 원주를 0~24개월간 숙성시켰을 때 맛의 패턴변화 정도의 확인을 위해 도식화(Fig. 66)한 결과 조화롭지 못 했던 원주(0M)의 전반적인 맛 들이 (신맛, 짠맛, 단맛, 쓴맛) 숙성기간이 경과함에 따라 조화를 이루는 7각형의 형태로 변하는 경향을 확인 할 수 있다.

24개월 간 원주를 실온 숙성시켰을 때 시간이 경과함에 따라 각각의 맛이 조화를 이루게 되는데 있어서 각각의 맛의 변화 정도를 파악해보면 신 맛(Fig. 67A)은 원래 원주자체가 낮은 감도였지만 2년간 숙성 시켰을 시 사람이 인지할 수 있을 정도의 증가경향을 보였다.

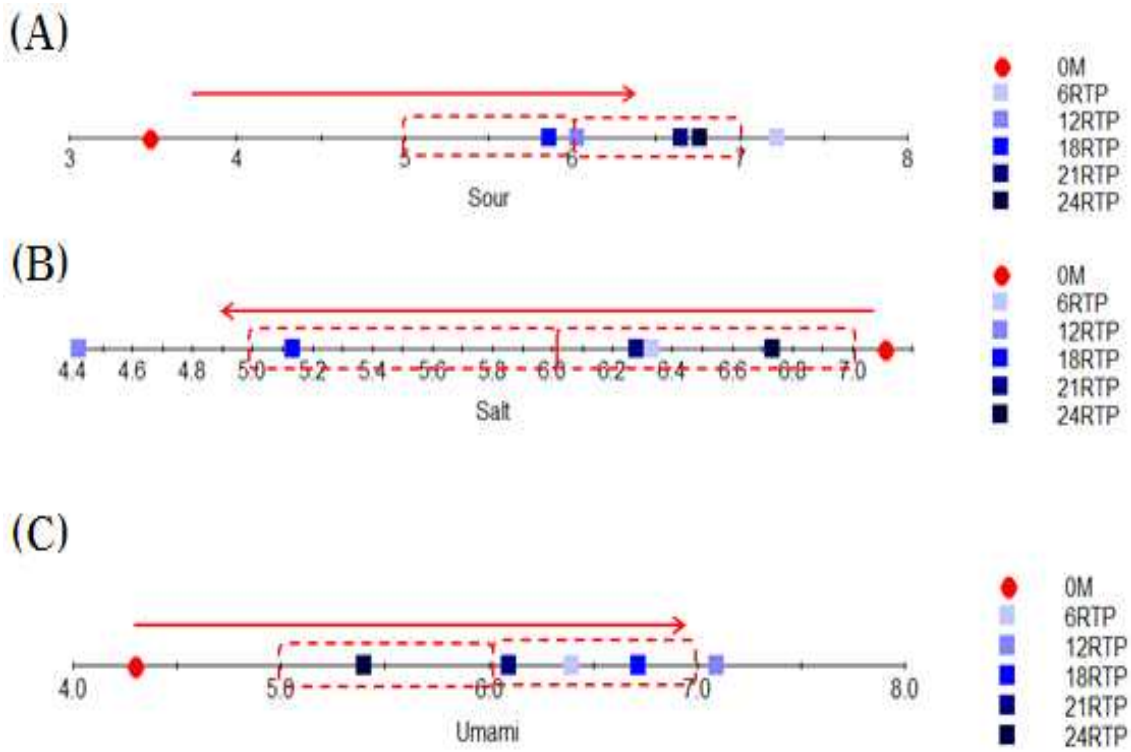
짠 맛의 경우(Fig. 67B) 숙성 초기에는 감소하는 경향을 보이다 18개월을 기점으로 다시 증가경향을 보였다.

감칠 맛의 경우 초반에 어느정도 증가경향을 보이다 18개월 숙성시점을 기준으로 다시 감소 경향을 보였으며 감칠 맛에서 숙성효과를 기대하기는 어려울 것이라 사료되었다.



**Figure 66.** The pattern of changes of aged distilled-soju organoleptic characteristic in pottery for 24months at room temperature obtained by electronic tongue(SRS; sensor for sourness, STS; sensor for saltiness, UMS; sensor for umami, SWS; sensor for sweetness, BRS; sensor for bitterness).





**Figure 67.** The pattern of changes of aged distilled-soju organoleptic characteristic in pottery for 24months at room temperature obtained by electronic tongue(A; sourness, B; saltiness and C; umami).

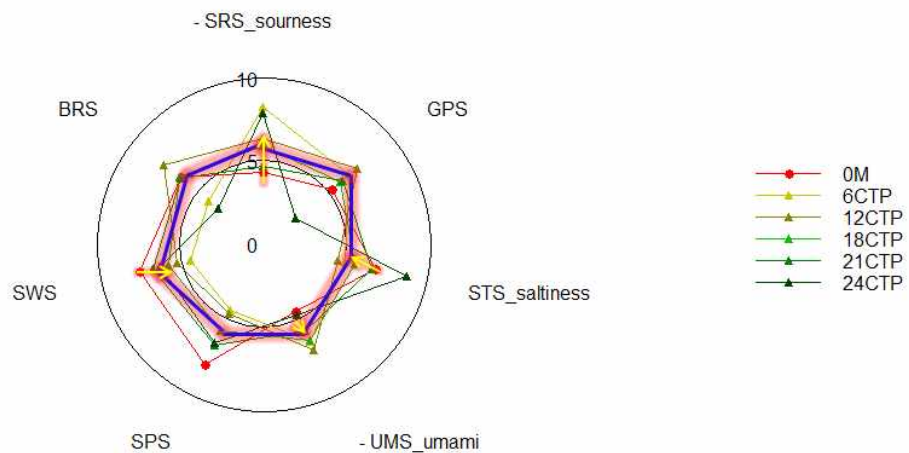
④ 향온 용기 숙성

향온 용기에서 원주를 0~24개월간 숙성시켰을 때 맛의 패턴변화 정도의 확인을 위해 도식화(Fig. 68)한 결과 조화롭지 못 했던 원주(0M)의 전반적인 맛 들이 (신맛, 짠맛, 단맛, 쓴맛) 숙성기간이 경과함에 따라 조화를 이루는 7각형의 형태로 변하는 경향을 확인 할 수 있다. 전체적으로 쓴 맛과 짠 맛의 변화패턴의 스펙트럼이 넓은 것을 확인 할 수 있었으며 24개월 숙성 시점의 맛 패턴은 다시 조화롭지 못 한 sharp한 경향으로 변하는 패턴을 확인 할 수 있다. 숙성기간이 경과함에 따라 변하는 맛의 패턴이 실온조건과는 차이가 있음을 확인 할 수 있었다.

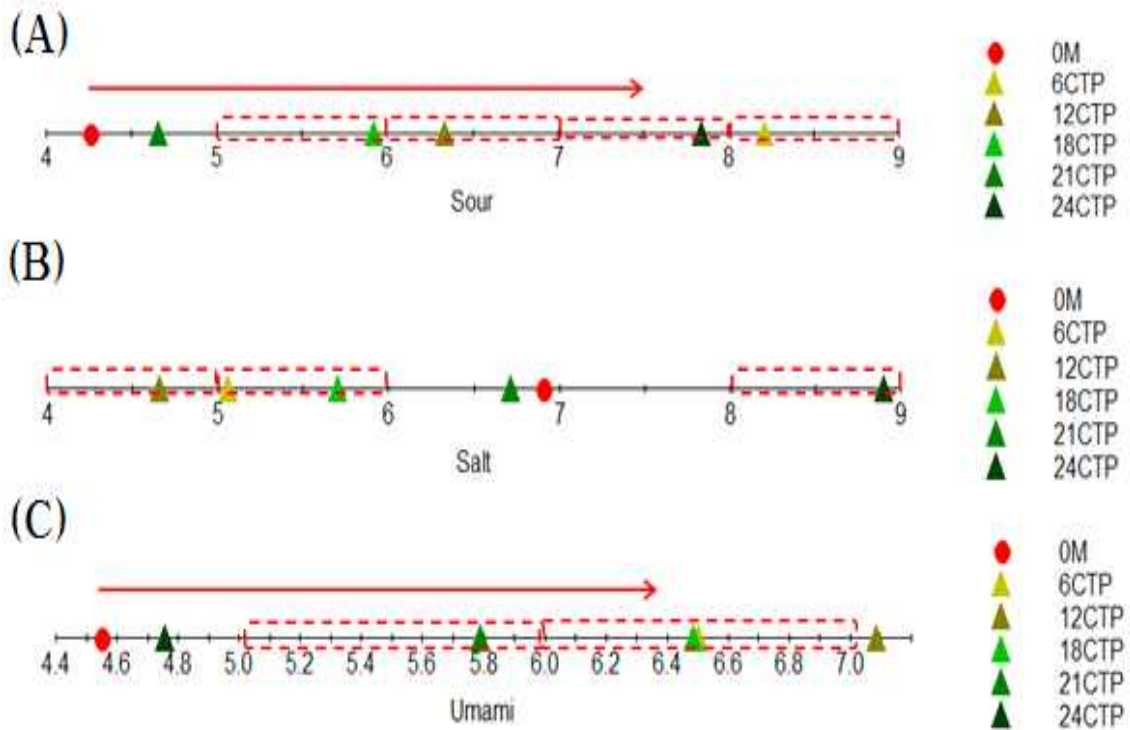
24개월 간 원주를 향온 숙성시켰을 때 시간이 경과함에 따라 각각의 맛이 조화를 이루게 되는데 있어서 각각의 맛의 변화 정도를 파악해보면 신 맛(Fig. 69A)은 원래 원주자체가 낮은 감도였지만 2년간 숙성 시켰을 시 사람이 인지할 수 있을 정도의 증가경향을 보였지만 그 정도가 불규칙하였다.

짠 맛의 경우(Fig. 69B) 숙성 초기에는 감소하는 경향을 보이다 숙성기간이 경과함에 따라 다시 증가경향을 보여 초기와 후기의 짠 맛 경향이 두드러지게 나타나고 있음을 확인 할 수 있었다.

감칠 맛의 경우(Fig. 69C) 초기숙성기간에는 어느 정도 증가경향을 보였지만 숙성기간이 지남에 따라 또 감소하는 경향을 보였으며 그 차이가 사람이 감지하기엔 미미하여 숙성 시 감칠 맛에 미치는 영향은 낮은 것이라 사료되었다.



**Figure 68.** The pattern of changes of aged distilled-soju organoleptic characteristic in pottery for 24months at constant temperature obtained by electronic tongue(SRS; sensor for sourness, STS; sensor for saltiness, UMS; sensor for umami, SWS; sensor for sweetness, BRS; sensor for bitterness).



**Figure 69.** The pattern of changes of aged distilled-soju organoleptic characteristic in pottery for 24months at constant temperature obtained by electronic tongue(A; sourness, B; saltness and C; umami).

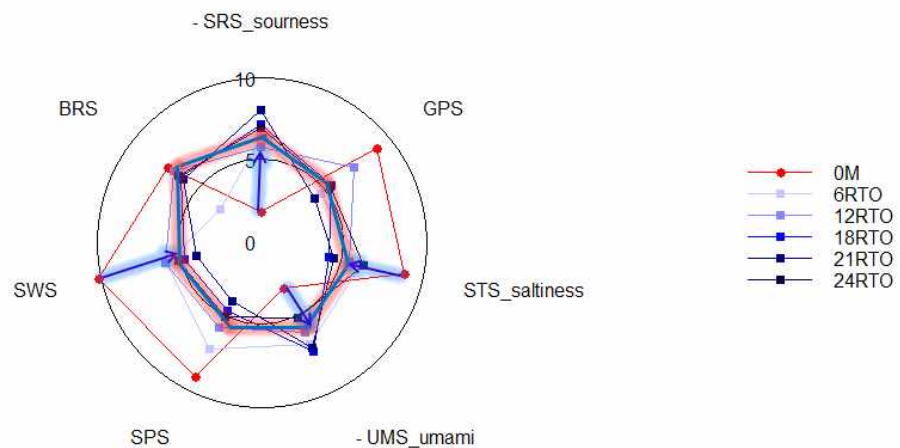
⑤ 실온 오크통 숙성

실온 오크통에서 원주를 0~24개월간 숙성시켰을 때 맛의 패턴변화 정도의 확인을 위해 도식화(Fig. 70)한 결과 조화롭지 못 했던 원주(0M)의 전반적인 맛 들이 (신맛, 짠맛, 단맛, 쓴맛) 숙성기간이 경과함에 따라 단 맛 및 짠 맛의 감소경향이 두드러지게 나타났으며 감칠 맛과 신 맛의 경우 증가경향을 보여 전반적으로 조화를 이루는 7각형의 형태로 변하는 경향을 확인 할 수 있었다.

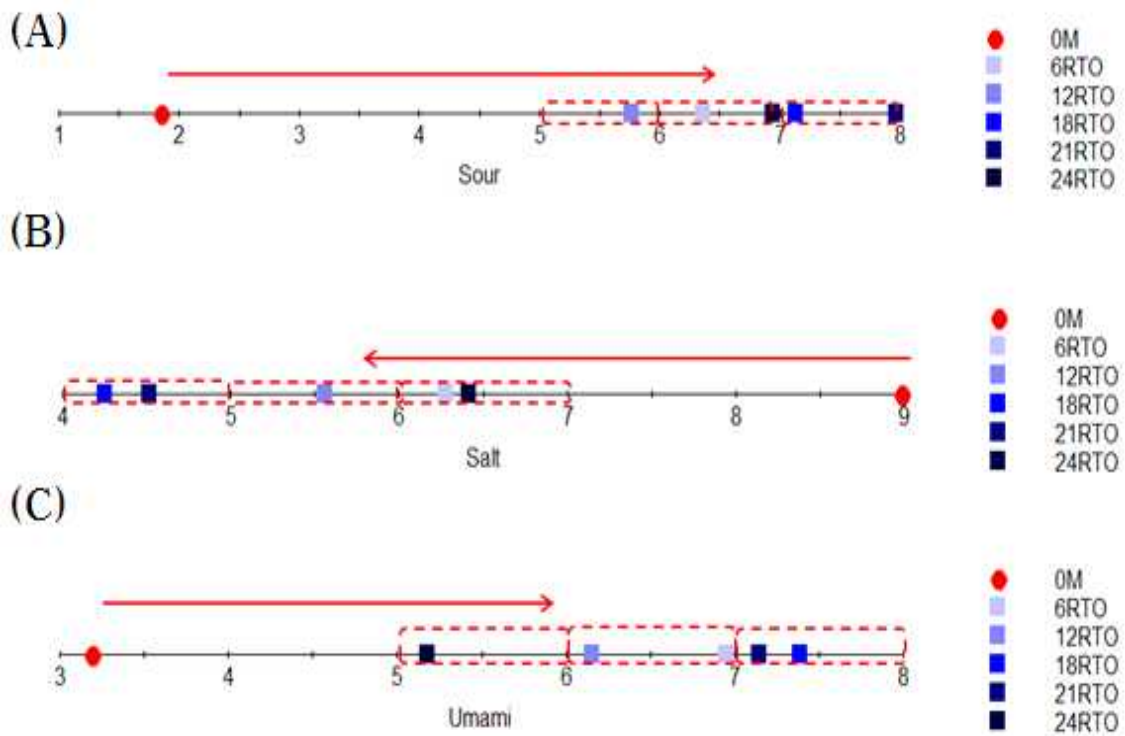
24개월 간 원주를 실온 숙성시켰을 때 시간이 경과함에 따라 각각의 맛이 조화를 이루게 되는데 있어서 각각의 맛의 변화 정도를 파악해보면 신 맛(Fig. 71A)은 원래 원주자체가 낮은 감도였지만 2년간 숙성 시켰을 시 사람이 인지할 수 있을 정도의 증가경향을 보였다.

강한 원주의 짠 맛의 경우 전반적으로 감소되는 경향을 보였으나 18개월을 기점으로 다시 숙성기간이 경과함에 따라 짠 맛의 감도가 증가함을 보였다.

감칠 맛의 경우 다른 숙성용기들 보단 상대적으로 맛의 경향이 증가하였지만 숙성기간이 2년이 경과 하였을 땐 다시 감소하는 경향을 보였다.



**Figure 70.** The pattern of changes of aged distilled-soju organoleptic characteristic in oak barrel for 24months at room temperature obtained by electronic tongue(SRS; sensor for sourness, STS; sensor for saltiness, UMS; sensor for umami, SWS; sensor for sweetness, BRS; sensor for bitterness).

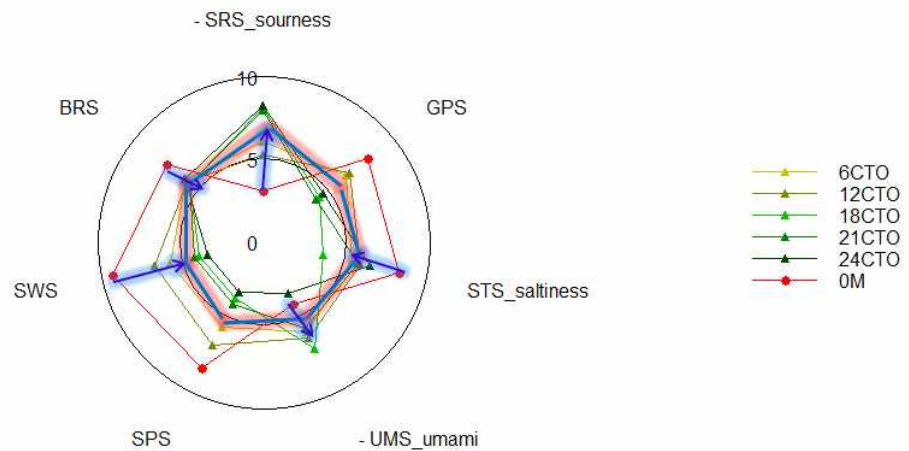


**Figure 71.** The pattern of changes of aged distilled-soju organoleptic characteristic in oak barrel for 24months at room temperature obtained by electronic tongue(A; sourness, B; saltiness and C; umami).

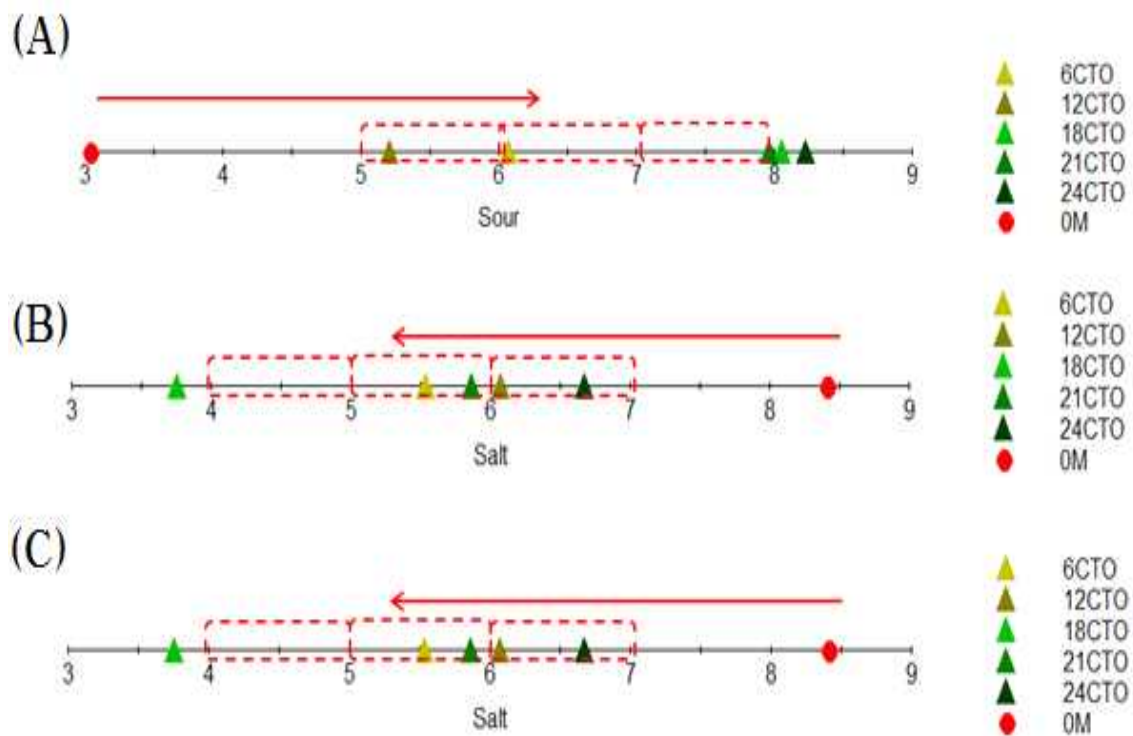
⑥ 향온 오크통 숙성

향온 오크통에서 원주를 0~24개월간 숙성시켰을 때 맛의 패턴변화 정도의 확인을 위해 도식화(Fig. 72)한 결과 조화롭지 못 했던 원주(0M)의 전반적인 맛 들이 (신맛, 짠맛, 단맛, 쓴맛)조화를 이루는 7각형의 형태로 변하는 경향을 확인 할 수 있었다.

24개월 간 원주를 향온 숙성시켰을 때 시간이 경과함에 따라 각각의 맛이 조화를 이루게 되는데 있어서 각각의 맛의 변화 정도를 파악해보면(Fig. 73A, B 그리고 C) 각각의 맛 변화패턴에 있어서 약간의 차이가 있긴 하지만 전반적으로 실온숙성 시 향기패턴과 유사한 경향을 보였다.



**Figure 72.** The pattern of changes of aged distilled-soju organoleptic characteristic in oak barrel for 24months at constant temperature obtained by electronic tongue(SRS; sensor for sourness, STS; sensor for saltiness, UMS; sensor for umami, SWS; sensor for sweetness, BRS; sensor for bitterness).



**Figure 73.** The pattern of changes of aged distilled-soju organoleptic characteristic in oak barrel for 24months at constant temperature obtained by electronic tongue(A; sourness, B; saltiness and C; umami).

#### 4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

			코드번호	D-06
4-1. 목표달성도				
세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가	
증류주 효모 개발	25	100	목표 3종의 균주 개발 계획 대비 7종의 균주 개발	
발효원주의 최적조건 확립	10	100	원료, 발효온도, 급수비율, 균주별 알코올 발효 조건 확립	
증류조건의 최적화	10	100	감압, 상압, 증류기재질에 따른 증류기술 확립 및 유해물질 분석	
증류주 대용량 담금 및 숙성실험 구축	10	100	최적화 조건 적용 Scale up 을 통해 5,000 리터 증류주 원주 제조 완료 및 숙성소재 및 숙성환경 구축	
증류주의 숙성 및 분석	25	100	숙성재별(나무, 옹기, 스테인리스), 숙성환경별(향온, 실온) 다양한 분석법 적용 숙성증류주 주기별 추적분석	
증류주 향기성분 분석 및 품질지표 개발 전자코-전자혀 향미특성 분석	10	100	관능 품질분석, 다변량 기법 적용 결과 해석, 관능검사 용어 개발 전자코, 전자혀 적용 숙성증류주 향미 패턴 분석 완료	
개발 증류주 소비자 조사	10	100	숙성증류주 숙성기간 및 숙성재별 소비자 관능검사 및 시장성 평가	
합계	100점	100		
4-2. 관련분야 기여도				
○ 대한민국 우리술 증류주의 산업화를 위한 숙성증류주 관련 효시가 되는 연구로서 앞으로 관련 연구분야의 기초 연구 자료로서 큰 의미가 있음.				
- 대한민국 최초 증류주 전용 균주 특허화 등록 완료 (국내최초)				
- 다양한 숙성소재(나무, 옹기, 스테인리스) 활용 대용량 제조 동일 증류주원주 숙성의 이화학적 변화 연구 (세계최초)				

#### 5. 연구결과의 활용계획

		코드번호	D-07
○과제기간 동안 기술이전 총 3건 (유상1건, 무상2건) 완료하였으며, 앞으로 관심 기업들에게 지속적으로 기술이전을 실시하여 저변을 확대 할 계획임			

#### 6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

		코드번호	D-08
○ 12 참고문헌 참조			



## 7. 연구개발결과의 보안등급

	코드번호	D-09
○ 보안등급 일반분류: 국가연구개발사업의 관리등에 관한 규정 제24조4의 분류기준에 해당되지 아니함		

## 8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

	코드번호	D-09
○ 해당사항 없음		

## 9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

	코드번호	D-11
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한국식품연구원 안전팀 정기 안전점검 및 훈련실시</li> <li>○ 안전관리대책 연구자별 임부 Matrix 화 정기 훈련 실시</li> <li>○ 연구실 안전점검 정기적 실시: 연구실의 기능 및 안전을 유지 관리하기 위하여 안전점검지침에 따라 연구실에 관한 안전점검을 정기적으로 실시함.</li> <li>○ 참여 연구원의 안전관련 교육훈련 시행: 산업안전보건법 제31조 (안전보건교육)에 의거, 전 연구원에 대한 안전보건교육을 매달 실시함. 교육 방법은 모든 직원에 대한 자체교육(2시간)을 실시하고, 안전보건교육 일지를 작성하여 관리함.</li> <li>○ 연구실 안전 확보 계획: 연구실 안전환경 조성을 위한 담당부서와 관리직원이 별도로 근무하고 있으며, 참여 연구원들이 안전관련 각종 법규, 규정 및 지침을 준수하도록 하며, 요구되는 안전교육 및 훈련 실시 실험에 관련된 위험 정보를 숙지하고 적절한 개인 보호 장비 착용 실험실에 노출된 위험을 안전관리책임자에게 보고, 연구실의 잠재되어 있는 위험성 발견 및 위험물질과 각종 실험장비 등 사용에 따른 안전수칙이 잘 이행될 수 있도록 지도점검 및 교육 실시함.</li> <li>○ 연구실 안전환경 조성을 위한 예산 편성: 매년 연구실 안전환경 조성을 위한 예산(연구원 경상비)을 편성하여 집행하고 있음.</li> </ul>		

## 10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/ 인용횟수 등)
1	논문	숙성용기를 달리한 전통 쌀 증류식 소주의 숙성 중이화학 특성 및 향기성분의 변화	한국식품연구원	제1저자	한국식품과학회/대한민국		2017.04.14	단독	
2	논문	누룩 유래 효모의 종류에 따른 증류주의 품질 특성	한국식품연구원	제1저자	한국식품과학회/대한민국		2017.06.14	단독	
3	논문	전통누룩에서 분리한 효모 88-4로 제조한 술의 증류 특성	경기도농업기술원	교신저자	한국식품과학회/대한민국		2017.03.16	단독	

4	논문	Exploring Nuruk Aroma; Identification of Volatile Compounds in Commercial Fermentation Starters	세종대학교	교신저자	Food Science and Biotechnology /대한민국		2016.04.30	단독	SCI
5	논문	Quality characteristics of distilled alcohols prepared with different fermenting agents	서울벤처정보대학원대학교	교신저자	The Korean Society for Applied Biological Chemistry/대한민국		2015.02.12	단독	SCI
6	특허	효모 사카로마이세스 세레비지에 HDSY-03를 이용하여 제조된, 에스테르 성분이 강화된 증류주	한국식품연구원		대한민국		2017.03.06	단독	
7	특허	효모 사카로마이세스 세레비지에 88-4와, 이를 이용하여 제조한 향미 우수 증류주	한국식품연구원		대한민국		2015.07.31	단독	
8	특허	발효 효모 사카로마이세스 세레비지에 192-4 및 이를 이용하여 제조한 발효주	한국식품연구원		대한민국		2015.01.02	단독	
9	기술이전	증류주 균주 및 이를 이용한 증류주 제조 기술 신평양조장	한국식품연구원		대한민국		2017.07.01		
10	기술이전	증류주 균주 활용 현장 적용 기술 농업회사법인 답을	한국식품연구원		대한민국		2017.06.01		
11	기술이전	쉬넵스 증류주 제조 기술 농업회사법인(유) 참본	서울벤처정보대학원대학		대한민국		2015.01.26		
12	학술발표	Flavour Differences of Two types of Soju in Korea	한국식품연구원		Institute of Brewing and Distilling /베트남		2014.03.24		
13	학술발표	Model Distillation for Korean Style Pot Distilled Spirits (Soju)	한국식품연구원		Worldwide Distilled Spirits Conference/영국		2014.09.10		
14	학술발표	Recent R&D Movement fo Brewing and Distilling for Alcohol-Beverages in Korea	한국식품연구원		National Food Research Institute/일본		2016.09.06		초빙강연
15	학술발표	Traditional Korean Distilled Spirits, Soju & New Product Development Study	한국식품연구원		International Distilled Spirits Technical Forum/중국		2016.11.20		초빙강연

16	학술 발표	Physico-chemistry Changes of Soju in Korean Traditional Ceramic Pot, Onggi Maturation for New Product Development	한국식품 연구원		Worldwide Distilled Spirits Conference/ 영국		2017.05.30		
17	정책 활용	식품의약품 안전처 주류안전정책 자문	한국식품 연구원		대한민국		2015 ~		

## 11. 기타사항

		코드번호	D-13
○ 없음			

## 12. 참고문헌

코드번호

D-14

○ 제1세부

[1] Buxton, I. and Hughes, P. S. (2014) The Science and Commerce of Whisky – Chapter 1 Whisky’s Historical Development, Chapter 4 Wood Chemistry and the Maturation of Whisky. *The Royal Society of Chemistry Publishing*, pp. 1-48, 134-169.

[2] Skipworth, M. (1987) The Scotch Whisky Book – The Spirit of The Past, The Spirit of The Present. *Reed Consumer Books Limited*, London, pp. 12-75

[3] Ue, M. G., Jung, D. H., and Lee, J. Y. (2010) Export Promotion Policy for Traditional Wine. *Korea Rural Economic Institute*. 9-20.

[4] Walker, G. M., Ingledew, M., Stewart, G. G., Walsh, M., and Miles, J. (2012) Chapter 17 Current challenges and future opportunities for distillers yeast, in *Discussion forum report*. (Walker, G. M. Ed.) 4 pages, University of Abertay Dundee, Dundee.

[5] Walker, G. M. (2010) Chapter 14 Distiller’s yeast Discussion Forum, in *Proceedings of the Worldwide Distilled Spirits Conference: New Horizons – Energy, Environment and Enlightenment*. (Walker, G. M. and Hughes, P. S. Eds.) pp. 101-104, Nottingham University Press, Nottingham.

[6] Walker, G. M. (2011) *Pichia anomala*: cell physiology and biotechnology relative to other yeasts. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 99, 25-34.

[7] Neto, H. B. A., Yohannan, B. K., Bringham, T. A., Brosnan, J. M., Pearson, S. Y., Walker, J. W., and Walker, G. M. (2009) Evaluation of a Brazilian Fuel Alcohol Yeast Strain for Scotch Whisky Fermentations. *Journal of the Institute of Brewing*. 115(3), 198-207.

[8] Laitila, A., Sarlin, T., Kotaviita, E., Huttunen, T., Home, S., and Wilhelmson, A. (2007) Yeasts isolated from industrial maltings can suppress *Fusarium growth and formation of gushing factors*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 34, 701-713.

[9] Laitila, A., Sarlin T., Raulio, M., Wilhelmson, A., Kotaviita, E., Huttunen, T., and Juvonen,

R. (2011) Yeasts in malting, with special emphasis on *Wickerhamomyces anomalus* (synonym *Pichia anomala*). *Antonie van Leeuwenhoek*. 99, 75-84.

[10] Mo, E. K., Lee, J. H., Xu, B. J., and Sung C. K. (2004) Identification of yeasts from Korean faeces and prerequisite characterisation for preparation of probiotics. *Food Science and Biotechnology*. 13, 63-70.

[11] Olstorpe, M. and Passoth, Volkmar. (2011) *Pichia anomala* in grain biopreservation. *Antonie van Leeuwenhoek*. 99, 57-62.

[12] Olstorpe, M., Schnurer, J., and Passoth, Volkmar. (2009) Screening of yeast strains for phytase activity. *FEMS Yeast Research*. 9, 478-488.

[13] Petersson, S. and Schnurer, J. (1995) Biocontrol of mold growth in high moisture wheat stored under airtight conditions by *Pichia anomala*, *Pichia guilliermondii* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Applied and Environmental Microbiology*. 61(3), 1027-1032.

[14] Swangkeaw, J., Vichitphan, S., Butzke, C. E., and Vichitphan, K. (2009) The characteristics of a novel *Pichia anomala*  $\beta$ -glucosidase with potentially aroma-enhancing capabilities in wine. *Annals of Microbiology*. 59, 335-343.

[15] Kim, T. W. (2015) Chapter 29 Model distillation for Korean style pot distilled spirits (Soju), in *Proceedings of the Worldwide Distilled Spirits Conference: Future Challenges, New Solutions*. (Goodall, I., Fotheringham, R., Murray, D., Speers, R. A., and Walker, G. M. Eds.) pp. 139-141, Context Products Ltd, Leicestershire.

[16] Vidgren, V. and Londesborough, J. (2011) 125th Anniversary Review: Yeast Flocculation and Sedimentation in Brewing. *Journal of the Institute of Brewing*. 117(4), 475-487.

[17] Minabe, M. (2004) Chapter 18 The development of spirits produced in Japan and other East Asian countries, in *Proceedings of the Worldwide Distilled Spirits Conference: Tradition and Innovation*. (Bryce, J. H. and Stewart, G. G. Eds.) pp. 127-133, Nottingham University Press, Nottingham.

- [18] Stewart, G. G. (2008) Chapter 33 Esters – the most important group of flavour-active compounds in alcoholic beverages, in *Proceedings of the Worldwide Distilled Spirits Conference: Production, Technology and Innovation*. (Bryce, J. H., Piggott, J. R., and Stewart, G. G. Eds.) pp. 243-250, Nottingham University Press, Nottingham.
- [19] Macatelli, M., Piggott, J. R., and Paterson, A. (2010) Chapter 33 Structure of ethanol-water systems and its consequences for flavour, in *Proceedings of the Worldwide Distilled Spirits Conference. New horizons – Energy, Environment and Enlightenment*. (Walker, G. M. and Hughes, P. S. Eds.) pp. 235-242, Nottingham University Press, Nottingham.
- [20] Moran, B. T. (2005) Distilling Knowledge – Alchemy, Chemistry, and the Scientific Revolution. *Harvard University Press*. 19-58.
- [21] Hills, P. (2002) Appreciating Whisky – The Connoisseur’s Guide to Nosing, Tasting and Enjoying Scotch. *Harper Collins Publishers*, pp. 140-152.
- [22] Rogers, A. (2014) PROOF – The Science of Booze. *Houghton Mifflin Harcourt*. 127-206.
- [23] Kockmann, N. (2014) 200 Years in Innovation of Continuous Distillation. *ChemBioEng Rev.* 1(1), 40-49.
- [24] ICBBD (The International Centre for Brewing and Distilling) Learning Material (2001) Distilling – Unit 4 Batch Distillation. *ICBD, Heriot-Watt University, Edinburgh*. pp. 3-23.
- [25] Young, S. (2011) Distillation Principles And Processes. – Stills and Distillation in Practice. *The Macmillan Co.* 3-19, 297-318.
- [26] Kister, H. Z. (1990) Distillation Operation – Basic Distillation Control Philosophy. *McGraw-Hill Inc.* 485-512.
- [27] Lockett, M. J. (2009) Distillation tray fundamentals – Some general consideration. *Cambridge University Press*. 1-11.

- [28] Miller, F. P., Vandome, A. F., and McBrewster, J. (2009) Distillation – Steam distillation, Azeotropic distillation, Distilled beverage, Vacuum distillation. *Alphascript Publishing*. 35-43.
- [29] Jonas, P. (2012) The Distiller's Guide. *General Books LLC<sup>TM</sup>*, pp. 1-41.
- [30] Conner, J. (2014) Chapter 11 Maturation , in *Whisky – Technology, Production and Marketing* (Russell, I. and Stewart, G. G. Eds.) 2nd ed., pp. 199-216, Academic Press, London.
- [31] Tak, J. H. (2013) Spirit Road – The first distilled spirit, Arak. *Sigongsa*. 83-90.
- [32] Piggott, J. R., Sharp, R., and Duncan, R. E. B. (1989) The Science and Technology of Whiskies – Chapter 8. Maturation and maturation chemistry, Chapter 9. Cask quality and warehouse conditions. *Longman Scientific & Technical*. 235-294.
- [33] Jacques, K., Lyones, T. P., and Kelsall, D. R. (1999) The Alcohol Textbook 3rd Edition – chapt11 Production of Scotch and Irish whiskies their history and evolution. *Nottingham University Press*. 137-167.
- [34] Kim, T. W. (2003) Batch Distillation of Binary Mixtures. *Doosan R&D Center*. 1-21.
- [35] Jung, C. (2009) The Research Trend and Technological Improvement Subject of Korean Distilled Spirit – Review of Korean Distilled Spirits. *KARC (Korean Alcohol Research Center)*. 7-26.
- [36] Lee, D. H., Lee, Y. S., Cho, C. H., Park, I. T., Kim, J. H., and Ahn, B. H. (2014) The Qualities of Liquor Distilled from Ipguk (koji) or Nuruk under Reduced or Atmospheric Pressure. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46(1), 25-32
- [37] Stephen, R. (2010) Holle. A Handbook of Basic Brewing Calculations. – Yeast Pitching Rates. *Master Brewers Association of the Americas*. 56-63.

- [38] Lee, J. K., Mun, S. H., Bae, G. H., Kim, J. H., Choi, H. S., Kim, T. W., and Cheong, C. (2015) Distilled Spirits – History, Distillation Science. *Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, KOREA*. 38-117.
- [39] Bae, S. M. (2001) Technology of Pot Distilled Spirits. – Maturation. *Brewing Society of Japan*. 253-282.
- [40] Kim, T.W. (2015) A Suggestion for Industrialization of Maturing Distilled Spirits. *Food Industry and Nutrition*. 20(2), 26-29.
- [41] Korea National Tax Service. (2009) Analysis of Liquor Regulatory. *Korea National Tax Service*. 12-41.
- [42] Lee, D. P. (2013) Institution Related to Alcoholic Beverages of Traditional Liquor Industry of Korea. *Korea Rural Economic Institute. Dongyang Munhwa Inc*. 67-111.
- [43] Mo, E. K., Kang, H. J., Lee, C. T., Xu, B. J., Kim, J. H., Wang, Q. J., Kim, J. C., and Sung, C. K. (2003) Identification of phenylethyl alcohol and other volatile flavor compounds from yeasts, *Pichia farinosa* SKM-I, *Pichia anomala* SKM-T, and *Galactomyces geotrichum* SJM-59. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 13, 800-808.
- [44] So, M. H., Lee, Y. S., and Noh, W. S. (1999) Improvement in the quality of takju by a modified nuruk, *Korean Journal of Food Nutrition* 12, 427-432.
- [45] So, M. H., Lee, Y. S., Han, S. H., and Noh, W. S. (1999) Analysis of flavor compounds in takju mash brewed with a modified nuruk. *Korean Journal of Food Nutrition* 12, 421-426.
- [46] Jeon, M. J., Kim, M. H., Lee, D. G., Hwang, H. J., Kang, M. S., Kim, B. K., Lee, S. W., Jang, H. J., and Lee, S. H. (2012) Analysis and properties of makgeollies made by isolated yeast strains from traditional makgeollies. *Korean Soc. Biotechnol. Bioeng. J.* 27, 21-27.
- [47] Kwak, H. S., Seo, J. S., Hur, Y. S., Shim, H. S., Lee, Y. S., Kim, M. S., and Jeong, Y. H.Y (2015) Influence of yeast strains on the physicochemical characteristics, methanol and acetaldehyde profiles and volatile compounds for Korean rice distilled spirit.



*Journal of the Institute of Brewing.* 121, 574-580.

[48] Lee, D. S., Park, H. S., Kim, K., Lee, T. S., and Noh, B. S. (1994) Gas chromatographic and mass spectrometric determination of alcohol homologues in the Korean folk soju (distilled liquor). *J. Korean Chem. Soc.* 38, 640-652.

[49] Lee, D. H., Jung, J. W., Lee, Y. S., Seo, J. S., Park, I. T., Kim, T. W., Kim, J. H., and Ahn, B. H. (2014) Quality Characteristics of Distilled Liquor Produced Using Ipguk (Koji) During Aging. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46(6), 694-701.

[50] Nollet, L. M. L. (2004) Handbook of Food Analysis (Methods and Instruments in Applied Food Analysis) Second Edition, Revised and Expanded, Vol. 3 - Spectrophotometric methods. *Marcel, Dekker, Inc.* 1866-1870.

[51] Hojo, M. and Nose, A. (2008) Role of Solutes in the Hydrogen Bonding of Water-Ethanol Mixtures. *Buseki Kagaku, The Japan Society for Analytical Chemistry.* 57(3), 171-181.

[52] Kang, H. R., Lee, A. R., Kwon, Y. H., Kim, J. H., Kim, H. R., and Ahn, B. H. (2012) Optimization of Culture Conditions for the Yeast and Analysis of Qualities of Makgeolli Brewed with the Yeast Isolated from Korean Traditional Nuruk. *The Korean Journal of Mycology.* 40(4), 204-209.

[53] Kwon, Y. H., Lee, A. R., Kim, H. R., Kim, J. H., and Ahn, B. H. (2013) Quality Properties of Makgeolli Brewed with Various Rice and Koji. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45(1), 70-76.

[54] Kim, J. Y. and Yi, Y. H. (2010) pH, Acidity, Color, Amino Acids, Reducing Sugars, Total Sugars, and Alcohol in Puffed Millet Powder Containing Millet Takju during Fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 42(6), 727-732.

[55] Shin, K. J., and Lee, S. J. (2015) Volatile Component Analysis of Commercial Japanese Distilled Liquors (Shochu) by Headspace Solid-Phase Microextraction. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47(5), 567-573.

- [56] Choi, H. S., Kim, E. G., Kang, J. E., Yeo, S. H., Jeong, S. T., and Kim, C. W. (2015) Effect of Organic Acids Addition to Fermentation on the Brewing Characteristics of Soju Distilled from Rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47(5), 579-585.
- [57] Kim, M. H., Yoshitake, K., Takamine, K., Lee, H. U., and Kim, W. S. (2015) Aromatic Ingredients and Distinct Flavors of the Koguma-Soju Produced from Korean Sweet Potato Varieties Yeonmi, Jeungmi, Shincheonmi, and Shinyeulmi. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47(1), 51-55.
- [58] Lee, S. J., Park, C. S., and Kim, H. K. (2012) Sensory Profiling of Commercial Korean Distilled Soju. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44(5), 648-652.
- [59] Park, J. S., Chung, B. W., Lee, J. H., Jung, M. Y., and Choi, D. S. (2010) Effects of Sweet Potato Cultivars and Koji Types on General Properties and Volatile Flavor Compounds in Sweet Potato Soju. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44(5), 648-652.
- [60] Jee, J. H., Lee, H. S., Lee, J. W., Suh, D. S., Kim, H. S., and Kim, K. O. (2008) Sensory Characteristics and Consumer Liking of Commercial Sojues Marketed in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40(2), 160-165.
- [61] In, H. Y., Lee, T. S., Lee, D. S., and Noh, B. S. (1995) Volatile Components and Fusel Oils of Sojues and Mashies Brewed by Korean Traditional Method. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27(2), 235-240.
- [62] In, H. Y., Lee, T. S., Lee, D. S., and Noh, B. S. (1995) Quality Characteristics of Soju Mashies Brewed by Korean Traditional Method. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27(1), 134-140.
- [63] Lee, D. S., Park, H. S., Kim, K., Lee, T. S., and Noh, B. S. (1994) Determination and Multivariate Analysis of Flavour Components in the Korean Folk Sojues Using GC-MS. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26(6), 750-758.
- [64] Lee, D. S., Park, H. S., Kim, K., Lee, T. S., and Noh, B. S. (1994) Physicochemical

Characteristics of Korean Folk Sojues. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26(5), 649-654.

[65] Kim, J. S., Jung, H. Y., Park, E. Y., and Noh, B. S. (2016) Flavor Analysis of Commercial Korean Distilled Spirits using an Electronic Nose and Electronic Tongue. *Korean J. Food Sci. Technol.* 48(2), 117-121.

[66] Lee, D. H., Jung, J. W., Lee, Y. S., Seo, J. S., and Park, I. T. (2014) Fermentation Characteristics for Preparation of Distilled Liquor Made of Mixed Grains. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46(4), 446-455.

[67] Ti, J. J., Kwak, H. S., Kim, M. S., Lee, Y. S., Li, C. M., Yu, S. R., Yoon, S. J., Chin, S. C., Choi, G. P., Yim, S. B., and Jeong, Y. H. (2015) Quality and Sensory Characteristics of Sweet Persimmon Distilled Spirits. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 44(10), 1510-1516.

[68] Lee, Y. H., Eom, T. K., Cheong, C., Cho, H. C., Kim, I. Y., Lee, Y. S., Kim, M. S., Yu, S. R., and Jeong, Y. H. (2013) Quality Characteristics of Spirits by Different Distillation and Filtrations. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 42(12), 2012-2018.

[69] Kim, M. S., Lee, Y. H., Kim, I. Y., Eom, T. K., Kim, S. H., Jo, N. J., Yu, S. R., and Jeong, Y. H. (2013) Physicochemical Characteristics of Korean Traditional Spirits Brewed with *Phellinus linteus* by Different Nuruks. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 42(12), 2042-2048.

[70] Cho, H. C., Kang, S. A., Choi, S. I., and Cheong, C. (2013) Quality Characteristics of Fruit Spirits from a Copper Distillation Apparatus. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 42(5), 743-752.

[71] Kang, S. H., Kim, H. R., Kim, J. H., Ahn, B. H., Kim, T. W., and Lee, J. E. (2014) Identification of Wild Yeast Strains and Analysis of Their  $\beta$ -Glucan and Glutathione Levels for Use in Makgeolli Brewing. *Mycobiology.* 42(4), 361-367.

[72] Kim, H. R., Kim, J. H., Ahn, B. H., and Bai, D. H. (2013) Microbiological Characteristics of Wild Yeast Strain *Pichia anomala* Y197-13 for Brewing Makgeolli. *Mycobiology.* 41(3), 139-144.

- [73] Kim, H. R., Kim, J. H., Bai, D. H., and Ahn, B. H. (2011) Identification and Characterization of Useful Fungi with  $\alpha$ -Amylase Activity from the Korean Traditional Nuruk. *Mycobiology*. 39(4), 278-282.
- [74] Song, J. H., Kim, J. H., Ahn, B. H., and Lee, J. S. (2010) Screening of Functional *Rhizopus stolonifer* for Alcohol Fermentation and Production of High Quality Korean Traditional Rice Wine. *Mycobiology*. 38(2), 122-127.
- [75] Choi, H. S., Kang, J. E., Jeong, S. T., Kim, C. W., and Takamine, K. (2015) Characterization of Yeast for Soju (Distilled Spirits) from Korean Traditional Nuruk. *The Korean Journal of Mycology*. 43(3), 196~199.
- [76] Kim, M. S., Kim, S., Ha, B. S., Park, H. Y., Baek, S. Y., Yeo, S. H., and Ro, H. S. (2014) Diversity, Saccharification Capacity, and Toxigenicity Analyses of Fungal Isolates in Nuruk. *The Korean Journal of Mycology*. 42(3), 191-200.
- [77] Hong, S. B., Hong, S. Y., Jo, K. H., Kim, Y. S., Do, J. H., Do, J. Y., Noh, S. B., Yoon, H. H., and Chung, S. H. (2015) Taxonomic Characterization and Safety of Nuruk Molds Used Industrially in Korea. *The Korean Journal of Mycology*. 43(3), 149~157.
- [78] Lee, S. W., Lee, H. J., Cha, H. M., Kim, S. I., and Chung, H. J. (2014) Recipe of Traditional Korean Liquor in Old Cookbooks of Jong-Ga (Head & Noble Family). *J East Asian Soc Dietary Life*. 24(6), 700-709.
- [79] Lee, S. J. (2010) Consumption of Alcoholic Beverages and Perception about Korean Yakju in the Gyunggi Area of Korea. *J East Asian Soc Dietary Life*. 20(1), 11-19.
- [80] Bae, S. M., Jung, S. Y., Jung, I. S., Ko, H. J., and Kim, T. Y. (2003) 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(5), 439-446.
- [81] Mun, J. Y., Baek, S. Y., Park, H. Y., Ro, H. S., and Yeo, S. H. (2016) Cultural Characteristics of Fungi Strains isolated from Korean Nuruk. *J East Asian Soc Dietary Life*. 26(2), 125-140.

[82] Kim, M. S., Jeon, J. A., Jeong, S. T., Choi, J. H., Choi, H. S., and Yeo, S. H. (2011) Characteristics of Byeo-Nuruk according to the Mixing Ratio of Wheat and the Addition Rate of Moisture. *J East Asian Soc Dietary Life*. 21(6), 897-904.

[83] Bae, S. M., Lee, Y. H., Lee, M. K., Kang, S. A., and Cheong, C. (2008) Effects of Traditional Nuruk Ratio and Yeast on the Fermentation and Quality of Yakju. *J East Asian Soc Dietary Life*. 18(1), 41-48.

[84] Baek, S. Y., Kim, J. Y., Yun, H. J., Choi, J. H., Choi, H. S., Jeong, S. T., and Yeo, S. H. (2011) Quality Characteristics of Makgeolli and Nuruk Grain Inoculated with *Aspergillus oryzae* N041. *J East Asian Soc Dietary Life*. 21(6), 877-881.

[85] Jin, H. H. and Lee, S. H. (2014) Perception of Korean Rice Wine and Food Pairings among Food service Employees in Seoul Metropolitan Area. *J East Asian Soc Dietary Life*. 24(3), 283-290.

[86] Baek, S. Y., Kim, J. Y., Choi, J. H., Choi, J. S., Choi, H. S., Jeong, S. T., and Yeo, S. H. (2012) Assessment of the Quality Characteristics of Mixed-grain Nuruk Made with Different Fungal Strains. *J East Asian Soc Dietary Life*. 22(1), 103-108.

[87] Park, J. H., Yeo, S. H., Jeong, S. T., Choi, H. S., Kang, J. E., Kim, S. R., and Choi, J. H. (2013) A Study on the Quality Characteristics of Makgeolli Using Heat Treatment of Traditional Korean Nuruk Extract. *J East Asian Soc Dietary Life*. 23(5), 620-628.

[88] Hong, Y., and Choi, E. H. (2002) Flavor and Sensory Characteristics of Soju Fermented by the Co-culture of Isolates from Nuruk and Brewing Mash. *Food Sci. Biotechnol.* 11(6), 700-703.

[89] Hong, Y., Park, S. O., and Choi, E. H. (1998) Quality Characteristics of Andong Soju Type Mash Produced by the Co-culture of Wild Microorganisms Isolated from Nuruk and Mash for Soju (Korean Traditional Distilled Liquor). *Food Sci. Biotechnol.* 7(4), 236-241.

[90] Hong, Y., Kim, Y. B., Park, S. O., and Choi, E. H. (1997) Microflora and

Physicochemical Characteristics of Nuruk and Main Mashers during Fermentation of a Traditional Andong Soju. *Food Sci. Biotechnol.* 6(4), 297-303.

[91] Park, K. H., Liu, Z., Park, C. S., and Ni, L. (2016) Microbiota Associated with the Starter Cultures and Brewing Process of Traditional Hong Qu Glutinous Rice Wine. *Food Sci. Biotechnol.* 25(3), 649-658.

[92] Lee, S. M., Shin, K. J., and Lee, S. J. (2016) Exploring Nuruk Aroma; Identification of Volatile Compounds in Commercial Fermentation Starters. *Food Sci. Biotechnol.* 25(2), 393-399.

[93] Jang, S. W., Kim, J. S., Park, J. B., Jung, J. H., Park, C. S., Shin, W. C., and Ha, S. J. (2015) Characterization of the Starch Degradation Activity from Newly Isolated *Rhizopus oryzae* WCS-1 and Mixed Cultures with *Saccharomyces cerevisiae* for Efficient Ethanol Production from Starch. *Food Sci. Biotechnol.* 24(5), 1805-1810.

[94] Park, J. S., Song, S. H., Choi, J. B., Kim, Y. S., Kwon, S. H., and Park, Y. S. (2014) Physicochemical Properties of Korean Rice Wine (Makgeolli) Fermented Using Yeasts Isolated from Korean Traditional Nuruk, a Starter Culture. *Food Sci. Biotechnol.* 23(5), 1577-1585.

[95] Yang, S. Y., Choi, S. J., Kwak, J., Kim, K., Seo, M., Moon, T. W., and Lee, Y. W. (2013) *Aspergillus oryzae* Strains Isolated from Traditional Korean Nuruk: Fermentation Properties and Influence on Rice Wine Quality. *Food Sci. Biotechnol.* 22(2), 425-432.

[96] Yoon, S. S., Kim, K. H., Song, T. S., and Park, Y. S. (2012) Populations and Potential Association of *Saccharomyces cerevisiae* with Lactic Acid Bacteria in Naturally Fermented Korean Rice Wine. *Food Sci. Biotechnol.* 21(2), 419-424.

[97] Jung, H. K., Park, C. D., Bae, D. H., and Hong, J. H. (2008) Isolation of Alcohol-tolerant Amylolytic *Saccharomyces cerevisiae* and Its Application to Alcohol Fermentation. *Food Sci. Biotechnol.* 17(6), 1160-1164.

[98] Kwak, H. S., Seo, J. S., Hur, Y., Shim, H. S., Lee, Y., Kim, M., and Jeong, Y. (2015)

Influence of yeast strains on the physicochemical characteristics, methanol and acetaldehyde profiles and volatile compounds for Korean rice distilled spirit. *Journal of the Institute of Brewing*. 121(4), 574–580.

[99] Nile, S. H. (2015) The nutritional, biochemical and health effects of makgeolli – a traditional Korean fermented cereal beverage. *Journal of the Institute of Brewing*. 121(4), 457–463.

[100] Fairley, T. (1907) The Early History of Distillation. *Journal of the Institute of Brewing*. 13(6), 559–582.

[101] Tan, L., Yuan, H. W., Wang, Y. F., Chen, H., Sun, Z. Y., Tang, Y. Q., and Kida, K. (2016) Behaviour of ethyl caproate during the production and distillation of ethyl caproate-rich rice shochu. *Journal of the Institute of Brewing*. 122(3), 486–492.

[102] Withers, S. J., Piggott, J. R., Conner, J. M., and Paterson, A. (1995) Comparison Of Scotch Malt Whisky Maturation In Oak Miniature Casks And American Standard Barrels. *Journal of the Institute of Brewing*. 101(5), 359–364.

[103] Chai, C., Lim, G. S., Kim, Y. J., and Oh, S. W. (2014) Microbial community changes in Makgeolli during brewing. *Journal of the Institute of Brewing*. 121(2), 304–308.

[104] Willkie, H. F. and Prochaska, J. A. (1943) Fundamentals of Distillery Practice – Chapter 3 Distillation. *Joseph E. Seagram & Sons, Inc.* 97–122.

[105] Germain-Robin, H. (2016) The Maturation of Distilled Spirits – Chapter 1 Oak Sources, Chapter 2 Selection of Oak Trees for Barrels, Chapter 3 Barrels, Chapter 4 Tannins and Boises: Alternatives or Complements, Chapter 5 Aging or Maturation. *White Mule Press*. 3–38.

[106] Harrison, B., Fagnen, O., Jack, F., and Brosnan, J. (2011) The impact of copper in different parts of malt whisky pot stills on new make spirit composition and aroma. *Journal of the Institute of Brewing*, 117(1), 106–122.

[107] Lilly, M., Lambrechts, M. G., and Pretorius, I. S. (2000) Effect of Increased Yeast Alcohol Acetyltransferase Activity on Flavor Profiles of Wine and Distillates. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(2), 744-753.

[108] Mauricio, J. C., Moreno, J. J., Valero, E. M., Zea, L., Medina, M., and Ortega, J. M. (1993) Ester Formation and Specific Activities of *in Vitro* Alcohol Acetyltransferase and Esterase by *Saccharomyces cerevisiae* during Grape Must Fermentation. *J. Agric. Food Chem*, 41, 2086-2091.

○ 제1협동

1. In HY, Lee TS, Lee DS, Noh BS. Quality characteristics of soju mashes brewed by korean traditional method. *Korea J. Food Sci. Techrol.* 27: 134-140 (1995)

2. So MH, Lee YS, Noh WS. Changes in microorganism and main components during takju brewing by a modified Nuruk . *Korean Food Nutr.* 12: 226-232 (1999)

3. Bae SM. Distilled soju production technology. pp.166-306. Wogok Pub. Co., Korea. (2001)

4. FACT. Woorisool treasure house. Foundation of Agri. Tech. Commercialization & Transfer, Suwon. Korea (2011)

5. Alcoholic liquors Quality technic of field. Technical Service Institute, National Tax Service Administration. Seoul. Korea (2008)

6. 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)

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. Bae SM. 2001. Distilled Soju Production Technology. Wogok Pub. Co., Korea. p 166-306
9. Alcoholic liquors quality technic of field. 2008. Technical Service Institute. National Tax Service Administration, Seoul, Korea. p 111-343
10. Technical Service Institute, National Tax Service Administration. 1997. Textbook of alcoholic beverage-making. Technical Service Institute, National Tax Service Administration. Seoul. Korea
11. Kwon YH, JO SJ, Kim HR, Kim JH, Ahn BH. 2010. Fermentation characteristics and volatile compounds in yakju made with various brewing conditions; glutinous rice and pre-treatment. Korean J Microbiol Biotechnol 38: 46-52
12. Kim HR, Lee AR, Kwon YH, Lee HJ, Jo SJ, Kim JH, Ahn BH. 2010. Physicochemical characteristics and volatile compounds of glutinous rice wines depending on the milling degrees. Korean J Food Sci Technol 42: 75-81

○ 제1, 4위탁

1. Hong JM. 2015. Description Analysis and Physio-Chemical Compounds Analysis of Commercial Distilled Spirits. MS Thesis. Sejong Univ. Seoul, Korea
2. Lee DS. 2013. Physicochemical Characteristics of Distilled Spirits by Nuruk Type. PhD Thesis. Seoul Venture Univ. Seoul, Korea
3. 국세청. 2016. 2005-2014 민속주 주류별·지역별 출고현황
4. 가공식품세분시장 현황조사
5. 조윤미. 2012. 국내주류시장동향. 한국주류산업협회. 33(1): 72-81
6. 문수원. 2005. 주류제품의 수출입구조; 소주수출과 위스키 수입. 산업경제연구. 18: 1397-1411
7. Cho HC. 2004. Brewing the Alcoholic Liquor. Nexus Press, Seoul, Korea. pp. 96-103

8. Moon SH. 2015. Quality Characteristics of Distilled Soju by Different Treatment Conditions. MS Thesis. Seoul Venture Univ. Seoul. Korea.
9. Chen JL, Yan S, Feng Z, Xiao L, Xiao SH. 2006. Changes in the volatile compounds and chemical and physical properties of Yali pear (*Pyrus bertschneideri* Rehd) during storage. *Food chem.* 97: 248-255
10. Yuda J. 1976. Volatile Compounds from beer fermentation. *J. Soc. Brew. Japan.* 71: 818-830
11. Lee SM. 2014. Volatile Analysis of Commercial Fermentation starters and Fermented Liquors by different Manufacturing Process. MS Thesis. Sejong Univ. Seoul, Korea
12. Merck Index, An Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals. 1992. 12th, Merck Co. Inc., New Jersey, USA. pp.1130, 1270, 552, 547, 1129, 737, 88, 97, 149, 326, 8,243, 220, 752
13. Tao YS, Li H. 2009. Active volatiles of cabernet sauvignon wine from Changli County. *Natural Sci.* 1(3): 176-182
14. Jingcan S, Jin HC, Bin Y, Philip C, Shao QL. 2013. Determination of flavor esters in enzymatically transformed coconut oil. *J. Food Bio.* 37: 654-660
15. Giuliano D, Solange IM, Jose MO, Jose AT. 2009. Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. *Food chem.* 112: 929-935
16. Nicole ER, Susan EE, Lowell LA. 2003. Robert G. Flocchini Characterization and quantification of odorous and non-odorous volatile organic compounds near a commercial dairy in California. *Atmospheric Environ.* 37: 933-940
17. Rafael AP, Juan CM, Manuel M, Juan JM. 2004. Effect of *Schizosaccharomyces pombe* on Aromatic Compounds in Dry Sherry Wines Containing High Levels of Gluconic Acid. *J. Agric. Food Chem.* 52: 4529-4534

18. Zhao YP, Wang L, Li GM, Pei GR, Liu QS. 2010. Comparison of Volatile Compounds in Two Brandies Using HS-SPME Coupled with GC-O, GC-MS and Sensory Evaluation. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 32(1): 9-20
19. Magdalena S, Paulina W, Tomasz D, Waldemar W, Jacek N. 2017. Authenticity Assessment of the BOnisiówka^ Nalewka Liqueurs Using Two-Dimensional Gas Chromatography and Sensory Evaluation. *Food Anal. Methods.* 10: 1709-1720
20. Zaho YP, Li JM, Zhang BC, Yu Y, Shen CH, Song P. 2012. A comparison of the influence of eight commercial yeast strains on the chemical and sensory profiles of freshly distilled Chinese brandy. *J. Inst. Brew.* 118: 315-324
21. Hong Y, Park SK, Choi EH. 1999. Flavor characteristics of Korean traditioanl distilled liquors produced by co-culutre *Saccharomyces* and *Hansenula*. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol.* 27: 236-245
22. Shin KJ, and Lee SJ. 2015. Volatile Component Analysis of Commercial Japanese Distilled Liquors (Shochu) by Headspace Solid-Phase Microextraction. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47: 567-573
23. Nunokawa Y. 1967. Composition of Sake. *J. Soc. Brew. Japan* 62: 854-860
24. Chen JL, Yan S, Feng Z, Xiao L, Xiao SH. 2006. Changes in the volatile compounds and chemical and physical properties of Yali pear (*Pyrus bertschneideri* Reld) during storage. *Food chem.* 97: 248-255
25. Lee SM, Han HY, and Lee SJ. 2014. Volatile Compounds in Takju (Rice Wine) using Different Types of Fermentation Starters. *Food Eng. Prog.* 18: 348-354
26. Shin KJ. 2016. Physico-Chemical, Volatile Compounds, and Sensory Characteristics Analysis of Fermented Alcoholic Beverage and Distilled Soju using Different Kinds of Fermentation Starters. MS Thesis. Sejong univ. Seoul. Korea

27. Lee DH, Lee YS, Cho CH, Park IT, Kim JH, Kim HD, and Ahn BH. 2014. The Qualities of Liquor Distilled from Ipguk (koji) or Nuruk Under Reduced or Atmospheric Pressure. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46: 24-32
28. Jeong SY. 2002. Sensory characteristics evaluation of soy sauces with descriptive analysis. MS Thesis. Ewha Womans Univ. Seoul, Korea
29. Zhao Y, Xu Y, Li J, Fan W, Jiang W. 2008. Profile of Volatile Compounds in 11 Brandies by Headspace Solid-Phase Microextraction Followed by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *J. Food Sci.* 74: 90-99
30. Jerome L, Jeanfrancois SC, Odile L, Hugues G, Nicole F, Elisabeth G, Daniel B. 2004. Identification of Trace Volatile Compounds in Freshly Distilled Calvados and Cognac Using Preparative Separations Coupled with Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 52: 5124-5134
31. Camara JS, Marques JC, Perestrelo RM, Rodrigues F, Oliveira L, Andrade P, Caldeira M. 2007. Comparative study of the whisky aroma profile based on headspace solid phase microextraction using different fibre coatings. *J. Chroma A.* 1150: 198-207
32. Angela LP, Rahil G, Philippe D, Andrea B. 2017. Unexpected impact of 2-methylisoborneol as off-odour substance in aged wines. *Food Chem.* 220: 498-504
33. William NS. 2016. Volatile components of oak and cherry wood chips used in aging of beer, wine, and sprits. *AJ. EONP.* 4(2): 37-40
34. Luigi P, Peter S. 2008 Characterization of the Most Odor-Active Compounds in an American Bourbon Whisky by Application of the Aroma Extract Dilution Analysis. *J. Agric. Food chem.* 56: 5813-5819
35. Vivian AW, Christian EB, Roger BB. 2003. Study of Aged Cognac Using Solid-Phase Microextraction and Partial Least-Squares Regression. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7738-7742
36. Vidal JP, Estreguil S, Cantagrel R. 1993. Quantitative Analysis of Cognac Carbonyl

Compounds at the PPB Level by GC-MS of their O-(Pentafluorobenzyl Amine) Derivatives. Chroma. 36: 183-186

37. Gayle AB, Yoji H. 2004. Screening method for petroleum-derived aromatic hydrocarbons in wine. Aus J. Grape. Wine Res. 10: 17-25

38. Luo F, Fan W, Xu Y. 2008. Characterization of Volatile and Semi-Volatile Compounds in Chinese Rice Wines by Headspace Solid Phase Microextraction Followed by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. J. Inst. Brew. 114(2): 172-179

39. Kim JS, Kam SF, Chung HY. 2009. Comparison of the Volatile Components in Two Chinese Wines, Moutai and Wuliangye. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 52(3): 275-282

○ 제3위탁

1. In HY, Lee TS, Lee DS, Noh BS. Quality characteristics of soju mashes brewed by Korean traditional method. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 134-140 (1995)

2. Guy C, Piggott JR, Marie S. Consumer profiling of scotch whisky. Food Qual. Prefer. 1: 69-73 (1989)

3. Caldeira I, Belchior AP, Climaco MC, Sousa RB. Aroma profile of portuguese brandies aged in chestnut and oak woods. Anal. Chim. Acta. 458: 55-62 (2002)

4. Caldeira I, Mateus Am, Belchior AP. Flavour and odour profile modifications during the first five years of lourinha brandy maturation on different wooden barrels. Anal. Chim. Acta. 563: 264-273 (2006)

5. McDonnell E, Hulin-bertaud S, Sheehan EM, Delahunty CM. Development and learning process of a sensory vocabulary the odor of selected distilled beverages using descriptive analysis. J. Sens. Stud. 16: 425-445 (2001)

6. Hodgins D, Simmonds D. Sensory technology for flavor analysis. Cereal Food World. 40:

186-191 (1995)

7. Wilkens WF, Lin FM. Gas chromatographic and mass spectral analyses of soybean milk volatiles. *J. Agr. Food Chem.* 18: 333- 336 (1970)
8. Vincent D. Electronic nose: Principal and application. *Nature* 402: 351-352 (1999)
9. Hong EJ, Kim KH, Park IS, Park SY, Kim SG, Yang HD, Noh BS. Analysis of flavor pattern from different categories of cheeses using electronic nose. *Korean J. Food Sci. An.* 32: 669-677 (2012)
10. Kim KH, Park SJ, Kim JE, Dong HM, Park IS, Lee JH, Hyun SY, Noh BS. Assessment of physicochemical characteristics among different types of pale ale beer. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 142-147 (2013)
11. Choi SI, Kang SA, Cheong C. Yeast selection for quality optimization of distilled spirits. *J. Korea Acad. Ind. Coop. Soc.* 14: 3887-3896 (2013)
12. Lvova L, Kim SS, Legin A, Vlasov Y, Yang JS, Cha GS, Nam HH. All-solid-state electronic tongue and its application for beverage analysis. *Anal. Chim. Acta.* 468: 303-314 (2002)
13. Rudnitskaya A, Delgadillo I, Legin A, Rocha SM, Costa AM, Simoes T. Prediction of the port wine age using an electronic tongue. *Chemometr. Intell. Lab.* 88: 125-131 (2007)
14. Parra V, Arrieta AA, Fernandez-Escudero JA, Iniguez M, Saja JA, Rodriguez-Mendez ML. Monitoring of the ageing of red wines in oak barrels by means of an hybrid electronic tongue. *Anal. Chim. Acta.* 563: 229-237 (2006)
15. Jee JH, Lee HS, Lee JW, Suh DS, Kim HS, Kim KO. Sensory characteristics and consumer liking of commercial sojues marketed in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 160-165 (2008)
16. Lee SJ, Park CS, Kim HK. Sensory profiling of commercial Korean distilled soju. *Korean*

J. Food Sci. Technol. 44: 648-652 (2012)

17. Lee DH, Jung JW, Lee YS, Seo JS, Park IT. Fermentation characteristics for preparation of distilled liquor made of mixed grains. Korean J. Food Sci. Technol. 46: 446-455 (2014)

18. Bae SM. Jeungryesik Soju Jejogisool. Woogok Publisher Co., Seoul, Korea. pp. 166-306 (2001)

19. 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)

20. Min YK, Yun HS, Jeong HS, Jang YS. Changes in compositions of liquor fractions distilled from samil-ju with various distillation conditions. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 440-446 (1992)

21. Lee DH, Park IT, Lee YS, Seo JS, Jung JW, Kim TW, Kim JH, Ahn BH. Quality characteristics of fermented wine using nuruk by aging container and period of distilled liquor. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 43: 1579-1587 (2014)

## 자체평가의견서

### 1. 과제현황

			코드번호	D-15	
과제번호			312011-5		
사업구분	고부가가치식품기술개발 사업				
연구분야			과제구분	단위	
사업명	고부가가치식품기술개발 사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	고품질 장기 숙성 증류주의 제조 및 숙성 기술 개발		과제유형	(기초,응용,개발)	
연구기관	한국식품연구원		연구책임자	김재호	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2012.8.8.~2013.8.7	200,000 천원	26,250 천원	226,250 천원
	2차년도	2013.8.8.~2014.8.7	200,000 천원	26,250 천원	226,250 천원
	3차년도	2014.8.8.~2015.8.7	400,000 천원	20,000 천원	420,000 천원
	4차년도	2015.8.8.~2016.8.7	250,000 천원	30,000 천원	280,000 천원
	5차년도	2016.8.8.~2017.8.7	150,000 천원	25,000 천원	175,000 천원
	계		1,200,000 천원	127,500 천원	1,327,500 천원
참여기업	샘표식품(주)				
상대국	상대국연구기관				

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2017. 8. 7

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
한국식품연구원	책임연구원	김재호

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	김재호
----	-----



## I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 아주우수

숙성증류주를 위한 원료-미생물-발효-증류-숙성의 총체적 기술 개발

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 아주우수

미생물 자원화 및 산업화 기여 예상  
다양한 숙성소재를 활용한 증류주 숙성 기술의 관련 산업 활성화 기여 예상

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 아주우수

숙성증류주 연구의 key reference로 활용  
다양한 과학적 분석 방법 및 결과 DATA의 산업계, 학계, 연구계 등 광범위 활용

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 아주우수

국내 및 국외 증류주 관련 과거부터 최신에 이르기까지 산업 및 연구동향을 총 망라하여 연구 과제에 적용하였으며, 해외 우수 연구기관과의 네트워크와, 전문학회 활동을 적극적으로 실시하였음.

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 아주우수

과제 관련 특허출원 목표 4건 대비 실적 6건, 특허등록 목표 3건 대비 실적 3건, 논문 목표 8건(SCI 3건) 대비 실적 15건(SCI 3건), 학술발표 목표 13건 대비 실적 26건 달성함.

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
증류주 효모 개발	25	100	목표 3종의 균주 개발 계획 대비 7종의 균주 개발
발효원주의 최적조건 확립	10	100	원료, 발효온도, 급수비율, 균주별 알코올 발효 조건 확립
증류조건의 최적화	10	100	감압, 상압, 증류기제질에 따른 증류기술 확립 및 유해물질 분석
증류주 대용량 담금 및 숙성실험 구축	10	100	최적화 조건 적용 Scale up 출 통해 5,000 리터 증류주 원주 제조 완료 및 숙성소재 및 숙성환경 구축
증류주의 숙성 및 분석	25	100	숙성재별(나무, 옹기, 스테인리스), 숙성환경별(향온, 실온) 다양한 분석법 적용 숙성증류주 주기별 추적분석
증류주 향기성분 분석 및 품질지표 개발 전자코-전자혀 향미특성 분석	10	100	관능 품질분석, 다변량 기법 적용 결과 해석, 관능검사 용어 개발 전자코, 전자혀 적용 숙성증류주 향미 패턴 분석 완료
개발 증류주 소비자 조사	10	100	숙성증류주 숙성기간 및 숙성재별 소비자 관능검사 및 시장성 평가
합계	100점	100	

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

대한민국 우리술 증류주의 산업화를 위한 숙성증류주 관련 효시가 되는 연구로서 앞으로 관련 연구분야의 기초 연구 자료로서 큰 의미가 있음.

### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

없음

### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

과제기간 동안 기술이전 총 3건 (유상1건, 무상2건) 완료하였으며, 앞으로 관심 기업들에게 지속적으로 기술이전을 실시하여 저변을 확대 할 계획임

#### IV. 보안성 검토

보안등급 일반분류: 국가연구개발사업의 관리등에 관한 규정 제24조4의 분류기준에 해당되지 아니함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

##### 1. 연구책임자의 의견

해당사항 없음

##### 2. 연구기관 자체의 검토결과

해당사항 없음

# 특허성과

## 관인생략 출원번호통지서

출원 일자 2013.04.03  
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(49785)  
 출원 번호 10-2013-0036355 (접수번호 1-1-2013-0290668-98)  
 출원인 명칭 한국식품연구원(3-1998-007755-3)  
 대리인 성명 특허법인 남앤드남(9-2012-100182-6)  
 발명자 성명 안병학 김혜란 김재호 이정은 김태환  
 발명의 명칭 발효 효모 사카로마이세스 세레비지에 192-4 및 이를 이용하여 제조한 발효주

## 특 허 청 장

<<안내>>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.  
 ※ 납부자번호 : 0131(기안코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 경정신청서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허료(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.  
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr/특허마당-PCT/마드리드>  
 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표 디자인은 6개월 이내  
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선권로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자특허평가서(PTO/SB-39)]를 제출하거나, 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

## 관인생략 출원번호통지서

출원 일자 2013.11.06  
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(50915)  
 출원 번호 10-2013-0134102 (접수번호 1-1-2013-1011690-06)  
 출원인 명칭 한국식품연구원(3-1998-007755-3)  
 대리인 성명 특허법인 남앤드남(9-2012-100182-6)  
 발명자 성명 안병학 김태환 김재호 김혜란 이정은 강선희  
 발명의 명칭 효모 사카로마이세스 세레비지에 88-4와, 이를 이용하여 제조한 향미 우수 증류주

## 특 허 청 장

<<안내>>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.  
 ※ 납부자번호 : 0131(기안코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 경정신청서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허료(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.  
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr/특허마당-PCT/마드리드>  
 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표 디자인은 6개월 이내  
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선권로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자특허평가서(PTO/SB-39)]를 제출하거나, 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

출원번호통지서

페이지 1/3

## 관인생략 출원번호통지서

출원 일자 2015.06.15  
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)  
 출원 번호 10-2015-0084196 (접수번호 1-1-2015-0574469-61)  
 출원인 명칭 생표식품 주식회사(1-1998-001981-9)  
 대리인 성명 김영철(9-1998-000040-3)  
 발명자 성명 임창재 음병욱 최영호 허병석 김문석 김태환  
 발명의 명칭 견본 발효물을 이용하여 증류주를 제조하는 방법 및 그 방법으로 제조된 증류주

## 특 허 청 장

<<안내>>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.  
 ※ 납부자번호 : 0131(기안코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 경정신청서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허료(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.  
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr/특허마당-PCT/마드리드>  
 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표 디자인은 6개월 이내  
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선권로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자특허평가서(PTO/SB-39)]를 제출하거나, 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

<http://www.patent.go.kr/epi/epiinet/ir/receiv/onlines/app/NoOff/Act.do>

2015-06-15

## 관인생략 출원번호통지서

출원 일자 2015.10.21  
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(55664)  
 출원 번호 10-2015-0146785 (접수번호 1-1-2015-1022721-50)  
 출원인 명칭 한국식품연구원(3-1998-007755-3)  
 대리인 성명 특허법인 남앤드남(9-2012-100182-6)  
 발명자 성명 김태환 김재호 김혜란 이정은 안병학 이태환 강선희  
 발명의 명칭 효모 사카로마이세스 세레비지에 HDSY-03를 이용하여 제조된, 에스테르 성분이 강화된 증류주

## 특 허 청 장

<<안내>>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.  
 ※ 납부자번호 : 0131(기안코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 경정신청서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허료(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.  
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr/특허마당-PCT/마드리드>  
 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표 디자인은 6개월 이내  
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선권로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자특허평가서(PTO/SB-39)]를 제출하거나, 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

관인생략  
출원번호통지서

출원 일자 2017.06.15  
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(60508)  
 출원 번호 10-2017-0075830 (접수번호 1-1-2017-0572735-34)  
 출원인 명칭 한국식품연구원(3-1998-007755-3)  
 대리인 성명 특허법인 남연드남(9-2012-100182-6)  
 발명자 성명 김해련 이은정 이창은 김재호 김태환 이애란 강선희  
 발명의 명칭 발효주 제조용 오메가3 및 이를 이용하여 제조된 향산화 활성을 갖는 발효주

특 허 청 장  
 << 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.  
 ※ 납부자번호 : 0131(기관코드)+접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신청서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허포(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다문도 > 특허법 시행규칙 별지 제3호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보장이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허-실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.  
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr/특허마당-PCT/마드리드>  
 ※ 우선권 인정기간 : 특허-실용신안은 12개월, 상표-디자인은 6개월 이내  
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선권 주부는 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환가서(PTO-SB-39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 출원인이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

관인생략  
출원번호통지서

출원 일자 2017.07.05  
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(60252)  
 출원 번호 10-2017-0085293 (접수번호 1-1-2017-0643188-13)  
 출원인 명칭 한국식품연구원(3-1998-007755-3)  
 대리인 성명 특허법인 남연드남(9-2012-100182-6)  
 발명자 성명 김해련 이은정 이창은 김재호 김태환 이애란 강선희  
 발명의 명칭 향산화, 항고혈압 및 미백활성을 갖는 오메가3 발효 분획물 및 그의 제조방법

특 허 청 장  
 << 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.  
 ※ 납부자번호 : 0131(기관코드)+접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신청서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허포(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다문도 > 특허법 시행규칙 별지 제3호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보장이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허-실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.  
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr/특허마당-PCT/마드리드>  
 ※ 우선권 인정기간 : 특허-실용신안은 12개월, 상표-디자인은 6개월 이내  
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선권 주부는 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환가서(PTO-SB-39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 출원인이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

특허증  
CERTIFICATE OF PATENT

특허 제 10-1480308 호  
Patent Number

출원번호 제 10-2013-0036355 호  
Application Number  
출원일 2013년 04월 03일  
Filing Date  
등록일 2015년 01월 02일  
Registration Date

발명의 명칭 Title of the Invention  
 발효 효모 사카라마이세스 세레비지에 192-4 및 이를 이용하여 제조한 발효주

특허권자 Patentee  
 한국식품연구원(130122-0\*\*\*\*\*)  
 경기도 성남시 분당구 안양관교로1201번길 62 (백현동)

발명자 Inventor  
 등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.  
 This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2015년 01월 02일  
 특허청장  
 COMMISSIONER,  
 KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

김양민

특허증  
CERTIFICATE OF PATENT

특허 제 10-1542446 호  
Patent Number

출원번호 제 10-2013-0134102 호  
Application Number  
출원일 2013년 11월 06일  
Filing Date  
등록일 2015년 07월 31일  
Registration Date

발명의 명칭 Title of the Invention  
 효모 사카라마이세스 세레비지에 88-4와, 이를 이용하여 제조한 항미 우수 증류주

특허권자 Patentee  
 한국식품연구원(130122-0\*\*\*\*\*)  
 경기도 성남시 분당구 안양관교로1201번길 62 (백현동)

발명자 Inventor  
 등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.  
 This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2015년 07월 31일  
 특허청장  
 COMMISSIONER,  
 KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최동규

# 특허증

CERTIFICATE OF PATENT



특허 Patent Number 제 10-1715040 호

출원번호 Application Number 제 10-2015-0146785 호

출원일 Filing Date 2015년 10월 21일

등록일 Registration Date 2017년 03월 06일

발명의 명칭 Title of the Invention

효모 사카로마이세스 세레비지에 HDSY-03를 이용하여 제조된, 에스테르 성분이 강화된 증류주

특허권자 Patentee

한국식품연구원(130122-\*\*\*\*\*)

경기도 성남시 분당구 안양면교로1201번길 62 (백현동)

발명자 Inventor

등록사항관에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



특허청  
Korean Intellectual  
Property Office

2017년 03월 06일

특허청장  
COMMISSIONER,  
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최동규