

동증류기를 이용한 과실증류주의 품질 특성

조호철^{1*} · 강순아^{2*} · 최성인¹ · 정 철^{1†}

¹서울벤처대학원대학교 융합산업학과

²호서대학교 벤처전문대학원 융합공학과

Quality Characteristics of Fruit Spirits from a Copper Distillation Apparatus

Ho-Cheol Cho^{1*}, Soon Ah Kang^{2*}, Sung-Inn Choi¹, and Chul Cheong^{1†}

¹Dept. of Convergence Industry, Seoul Venture University, Seoul 135-090, Korea

²Dept. of Conversing Technology, Graduate School of Venture, Hoseo University, Seoul 137-867, Korea

Abstract

The objective of this study was to investigate the quality characteristics of spirits derived from fruit using copper distillation equipment. First, optimal yeast strains were chosen through a fermentation test on raw materials (apples, mandarins and rowanberries). The normal fermentation condition for rowanberries observed at a rowanberry concentration of 8% during mashing included chaptalization with sugar to increase the alcohol content. During the mashing, fruits were fermented and distilled through one of three different types of distillation apparatuses (pot distiller, vacuum distiller, or multistage distiller made of copper). The results revealed that the type of apparatus used affects the content of alcohol and flavor components. The distilled spirits prepared through a copper multistage distiller had a much higher tendency to retain components of fruit aromas such as ethyl acetate and provided higher yields than spirits prepared with a pot distiller or vacuum distiller. Thus, the copper multistage distiller apparatus can be applied to positively influence the taste and flavor of fruit distilled spirits by enhancing fruit aromas, removing impurities such as sulfur components and enhancing yields.

Key words: copper distillation apparatus, mashing, aroma, flavor, fruits distilled spirits

서 론

13세기 이후 소줏고리가 전파되면서 만들어지기 시작한 증류식소주는 독특한 향기와 풍부한 맛을 가졌지만, 곡류취, 곡자취, 누룩곰팡이가 생성한 부산물 등 유익하지 않은 향미로 인해 기호도가 떨어져 소비자로부터 점차 외면 받고 있는 실정이다. 이러한 국내 상황에서 기존 제품의 품질향상을 도모하고 세계 글로벌 증류주 시장 트렌드에 맞는 고부가가치의 증류주 개발로 새로운 발전환경을 구축하여 위스키 등 수입 주류와의 경쟁에서 우위를 확보할 필요성이 제기되고 있다. 이와 관련 최근 국내에서도 증류주의 발전가능성과 중요성을 인식하고 다양한 연구가 이루어지고 있다. Lee 등(1)은 국내산 증류주의 고급 알코올 조성에 관하여 연구하였으며 Lee(2)는 증류주 숙성에 관한 연구를 하면서 사과증류주 숙성에 있어 숙성통으로서 한국산 참나무의 품종별 이용적성에 관하여 보고하였으며, Min 등(3)은 쌀을 원료로 하여 발효주를 제조하고 압력, 환류비 및 충전물의 유무에 따라 증류하고 분획율을 얻어 그 성분의 특성을 분석보고 하였다. Lee 등(4)은 우리나라 전통민속소주를 비롯한 중국산 카오

리양추, 스카치위스키, 일본산 소주 등의 향기성분을 분석하고 증류주 상호간의 동질성과 이질성을 파악함으로써 분류 동정뿐만 아니라 품질평가나 개선에 객관적 정보를 도출하였다. In 등(5)은 증류식소주를 안동소주식, 문배주식, 이강주식, 진도홍주식의 전통방법으로 제조하여 숙성기간에 따른 소주 술덧과 증류 후 소주의 성분 변화를 조사하여 보고하였다. Lee 등(6)은 GC-MS를 이용한 전통민속소주의 향기성분 분석과 다변량통계해석을 연구하였고, Jang(7)은 국내 증류주 역사와 변천에 관해 보고하였다. Choi와 Hong(8)은 이온교환수지를 통한 화학적 반응을 이용하여 단식증류에 의한 젓산회수에 관한 연구를 하였으며, Bae 등(9)은 민속주 안동소주의 발효 최적화와 품질향상을 위해 자가제조누룩의 최적제조 조건을 확립하기 위한 연구를 시도하였다. Kim과 Ahn(10)은 한국 전통 주류의 최근 연구동향 연구에서 전통 주류의 향기성분 및 발효미생물에 대한 문헌고찰을 하였으며 전통 주류의 품질개선 및 증류주 연구에 대한 문헌고찰을 하였다. 또한 Bae 등(11)은 안동소주 발효액으로부터 분리한 젓산 세균의 동정 및 발효특성에 관한 연구에서 안동소주 자가제조 누룩 및 알코올 발효액으로부터 젓산

*First two authors contributed equally to this work.

†Corresponding author. E-mail: chulcheong@hotmail.com
Phone: 82-2-3470-5270, Fax: 82-2-3470-5131

균을 분리, 동정하고 이들의 생리학적 특성 및 발효학적 특성을 검토하여 안동소주 발효에 있어 젖산균의 역할에 대해 조사하였다. Bae 등(12)은 쌀과 전분을 이용한 증류식소주의 급수 변화에 따른 수율 및 향미를 고찰하여 경제적인 증류식소주의 개발 가능성을 검토하였다. Ryu와 Kim(13)은 증류식소주 제조시 필수공정인 2차 증류공정에서 증류와 동시에 에스테르화 반응이 용이하게 일어나도록 유기산 증류와 pH, 증류온도, 증류시간 등의 조건에 따른 에스테르 생성량을 연구하였다. Bae(14)는 안동소주의 생산과 소비 관점에서 역사와 의미를 고찰하였다. Hong 등(15)은 한국산 참나무 편과 같이 숙성시킨 사과 및 딸기 증류주의 3년간 숙성시킨 후 향기성분을 비교 분석하였다. Kang 등(16,17)은 사과주 제조과정 중 퓨젤유 함량 변화에 관하여 연구하였다. Cheong과 Cho(18)는 국내외 증류주 R&D 현황과 기술 개선에 대한 과제를 제시하였고, Yi 등(19)은 국 또는 개량 누룩으로 제조한 술덧을 감압 또는 상압으로 증류한 소주의 휘발성 성분을 보고하였다. Min 등(20)은 증류조건에 따른 삼일주의 성분변화를 연구하였다. 한편 마가목은 장미과의 낙엽 활엽수로 한국, 일본, 중국 및 유럽 등지에 분포하며 특히 유럽에서는 마가목 열매를 이용한 증류주가 제조되어 고가의 제품으로 판매되고 있어 국내에서도 강원도 지역에 대량 분포되어 있는 마가목 열매를 이용한 주류제조 연구 필요성이 대두되고 있다. 마가목의 항암활성에 대한 연구는 Lee 등(21)에 의해 보고되었고, Chung 등(22)은 마가목의 열매 추출물이 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향을 연구된 바 있으나 마가목을 이용한 주류제조 관련 국내 연구자료는 전무한 상태다. 현재 국내에서는 곡류를 이용한 증류식소주 연구에만 국한되어 있고 과실을 이용한 과실증류주 관련 연구가 거의 없는 실정이며, 기존 연구 결과(20)에 나타났듯이 국내 증류주 제조설비와 방식은 대부분 스테인리스 재질의 감압 증류방식으로 인해 증류주 품질이 단순화되고 다양한 증류주 제조에 한계가 있어 국내 소비자 수요측면에서 뿐 아니라 향후 FTA에 따른 국내 주류제품의 해외 수출에도 장애가 되고 있다. 해외에서는 이미 오래전부터 증류주의 맛과 향에 부정적 영향을 미치는 불순물을 제거하는 동증류기를 이용하여 증류한 과실증류주를 유리병 등에 단기 저장하여 고품질화하는 제조방법을 상용화 하였다. 따라서 본 연구에서는 과실을 원료로 술덧제조 후 동증류기를 이용하여 제조된 증류주를 단기숙성(3~6개월)을 통해 상품화가 가능한 고품질 과실증류주의 품질 특성을 연구하는데 목적이 있다. 또한 최적화된 공정 및 제조법을 개발 보급하여 기존 증류주와 차별화된 제품으로 고부가가치 창출 및 산업경쟁력 강화에 기여하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 원료는 마가목 열매(*Sorbus commixta*

Hedlund), 사과(*Malus pumila*) 및 감귤(*Citrus reticulata*)이며 마가목 열매는 설악산 800~1,000 m 고지에서 자생하는 마가목 열매를 채취하여 건조시킨 것을 금산약제시장에서 구입하여 사용하였다. 사과는 전북 장수군에서 생산한 부사(Fugi) 품종을 구입해 사용하였고 감귤은 제주도 서귀포시에서 생산한 것을 대형마트에서 구입 사용하였다.

효모

과실증류주 제조에 사용할 효모는 독일 슈트트가르트 증류주 연구소의 정보를 활용하여 상업적으로 생산 보급되는 효모 중 과실증류주 제조용으로 적합한 양조용 건조효모 4종 모두 Schliessmann 회사(Schwäbisch Hall, Germany) [aroma plus (Y1), topiferm[®](Y2), brennereihefe forte(Y3), kornbrand (Y4)] 제품을 구입하여 사용하였다.

수분분석

수분은 105°C 상압가열 건조법으로 분석하였고(23), pH는 pH meter(Orion 720A, Thermo orion, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다.

가용성 고형분

가용성 고형분 함량(°Brix)은 과실을 착즙하여 얻는 착즙액을 굴절당도계(ABBE, Atago Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

알코올 함량

발효 술덧을 잘 교반 후, 100 mL 용량 mess cylinder에 표선까지 취하고 이것을 500 mL 삼각 flask에 옮긴 다음 mess cylinder를 약 15 mL의 증류수로 2회 세척하여 flask에 합하고 냉각기에 연결한 다음 100 mL mess cylinder를 수기로 하여 증류하였다. 증류액이 약 70 mL가 되면 증류를 중지하고 물을 가하여 100 mL로 정용한 다음 잘 흔들어 실온에서 주정계를 사용하여 그 표시도를 읽어 Gay-Lussac 표시서 15°C로 보정하여 알코올 함량을 측정하였다(23).

총산도

총산도는 AOAC법을 참고하여 국제청주류면허지원센터 주류분석 규정에 따라 CO₂를 제거한 시료액 10 mL를 적정기를 이용하여 0.1 N NaOH로 pH 8.2까지 적정한 후 주석산으로 환산하여 백분율을 나타내었다.

총산(주석산으로) g/100 mL = 적정 mL 수 × 0.0075 × 10

유기산 분석

유기산은 과실증류별, 사용효모별로 발효시킨 술덧을 원심분리 후 0.45 μm 멤브레인 필터로 여과한 다음 ion chromatograph(Metrohm, Bleiche West, Switzerland)로 분석하였다(23).

향기 분석

증류액의 향기분석은 국제청주류면허지원센터 주류분석 규정에 따라 gas chromatograph(Agilent Technologies,

Fort Worth, TX, USA)를 이용하여 분석하였다(23).

발효조건

마가목 열매의 발효는 건조된 마가목 열매에 붙어있는 줄기를 제거한 후 분쇄기로 알맹이가 5~7조각이 되도록 거칠게 분쇄하였다. 분쇄한 마가목 열매 사용 비율을 20 w/v%, 10 w/v%, 8 w/v% 함량으로 조절하기 위해 설탕과 물을 첨가하였다. 설탕으로 당도를 24°Brix로 조절하고 효모의 영양성분 보충을 위해 (NH₄)₂HPO₄ 0.3%와 미생물 오염 방지를 위해 K₂S₂O₅ 50 ppm을 첨가한 다음 5시간 방치하였다. 상기 혼합액을 각각 4개에 시험구에 넣고, 각각의 효모 0.02%를 각각의 시험구에 첨가하여 25°C에서 22~30일간 발효시켰다. 사과를 이용한 발효는 껍질과 씨앗을 포함한 전체 과실을 적당한 크기로 잘라 가정용 주스 착즙기로 사과 주스를 얻었다. 수득한 과즙에 설탕을 첨가하여 24°Brix로 조절하고 미생물 오염 방지를 위해 K₂S₂O₅ 50 ppm을 첨가한 다음 5시간 방치하였다. 상기 혼합액을 각각 4개에 시험구에 넣고, 각각의 효모 0.02%를 각각의 시험구에 첨가하여 25°C에서 15일간 발효시켰다. 감귤을 이용한 발효는 감귤의 껍질을 제거하고 가정용 주스 착즙기로 착즙하여 꺾은물을 얻었다. 수득한 과즙에 설탕을 첨가하여 24°Brix로 조절하고 미생물 오염 방지를 위해 K₂S₂O₅ 50 ppm을 첨가한 다음 5시간 방치하였다. 상기 혼합액을 각각 4개에 시험구에 넣고, 각각의 효모 0.02%를 각각의 시험구에 첨가하여 25°C에서 13일간 발효시켰다.

증류조건

본 실험에서는 과실발효주를 3가지 형태의 증류기(상압 다단식증류기와 상압단식증류기, 감압단식증류기)를 이용하여 증류 후 품질특성을 비교 분석하였다. 상압다단식증류기는 재질이 구리로 제작된 것을 사용하였다. 증류기의 가열 방식은 간접가열방식으로 가열관에서 타는 것을 방지하기 위해 설치된 교반기로 교반을 실시하고, 가열온도는 110°C에서 증류를 실시하며 냉각수 입구의 온도는 교반기가 설치되어 18°C, 출구의 온도는 29°C에서 증류를 실시하였다. 1회 증류시간은 초류 유출시간까지 30~40분, 본류는 130~160분, 후류 20~40분으로 총 180~240분 소요되었다. 상압단식증류기는 재질이 스테인레스로 제작된 것을 사용하였다. 증류기의 가열 방식은 간접가열방식으로 교반기가 설치되어 가열관에서 타는 것을 방지하기 위해 교반을 실시하고, 가열온도는 110°C에서 증류를 실시하고 냉각수 입구의 온도는 18°C, 출구의 온도는 28°C에서 증류를 실시하였다. 1회 증류시간은 초류 유출시간까지 30~40분, 본류는 160~190분, 후류 30~40분으로 총 220~270분 소요되었다. 감압단식증류기는 스테인리스 재질에 증류술, 증류관 부분이 구리합금으로 도금된 장비를 사용하였다. 증류기의 가열 방식은 간접가열방식으로 가열온도는 55°C이고, 증류관내 압력은 -690 mmHg(70 Torr)에서 증류를 실시하고, 냉각수 입구의 온도

는 18°C, 출구의 온도는 23°C에서 증류를 실시하였다. 1회 증류시간은 초류 유출시간까지 30~40분, 본류는 150~180분, 후류 30~40분으로 총 210~250분 소요되었다.

통계처리

실험 결과는 mean±SD로 표시하였으며, SPSS 프로그램 (Version 10.0, SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA) 후 유의차가 있는 항목에 대하여는 Duncan's multiple range test로 p<0.05 수준에서 시료간의 유의차를 검정하였다.

관능평가

관능검사는 5점 기호척도법을 이용하여 맛(taste), 향(flavour), 질감(texture), 종합적 기호도(overall acceptability)로 나누어 20여명의 훈련된 패널에 의하여 시행하였다. 즉 매우 좋다(5점), 약간 좋다(4점), 보통이다(3점), 약간 싫다(2점), 매우 싫다(1점)로 하였으며, 관능검사 결과의 통계처리는 ANOVA test와 Duncan's multiple range test로 p<0.05 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

성분분석

마가목 건조열매의 일반성분을 분석한 결과 당도는 8°Brix이며, 총산은 1.3 w/v%로 다른 과실에 비해 월등히 높은 편으로 신맛이 강하게 느껴졌으며 pH 3.4였다. 사과의 일반성분을 분석한 결과 당도는 14°Brix이며, 총산은 0.45 g/100 mL로 효모의 알코올 발효에 적합한 산 함량이었고, pH는 4.1이었다. 감귤의 일반성분을 분석한 결과 당도는 11°Brix이며, 총산은 0.96 g/100 mL로 사과에 비하여 높은 편으로 신맛이 강하게 느껴졌으며 pH 3.5였다(Table 1).

마가목 열매에 적합한 최적효모 선발

건조 마가목 열매 20 w/v%, 10 w/v%를 사용한 시험구는 20~30일간 발효진행 정도를 측정된 결과 및 발효 종료후 부침법에 의한 알코올 도수 측정 결과 전혀 발효가 진행되지 않거나 미미한 것을 알 수 있다(Fig. 1A, B). 사용한 모든 효모에서 동일한 결과가 나타났으며 이는 다른 문헌에서와 같이 마가목 열매의 높은 산도로 인해 발효가 저해된 것으로 보인다(24). 건조 마가목 열매 사용비율이 8 w/v%인 시험구는 효모의 종류와 관계없이 모두 발효진행에 있어 양호한 흐름이 나타났다. 각 효모별 8% R-Y1, 8% R-Y2, 8% R-Y3,

Table 1. Analysis of various fruits

Fruits	Moisture (%)	Sugar (°Brix)	pH	Total acid (g/100 mL)
Rowanberry	72±1.2	8±0.2	3.4±0.2	1.30±0.2
Apple	84±1.1	14±0.3	4.1±0.1	0.45±0.01
Mandarin	86±1.5	11±0.4	3.5±0.1	0.96±0.02

Mean±SD (n=3).

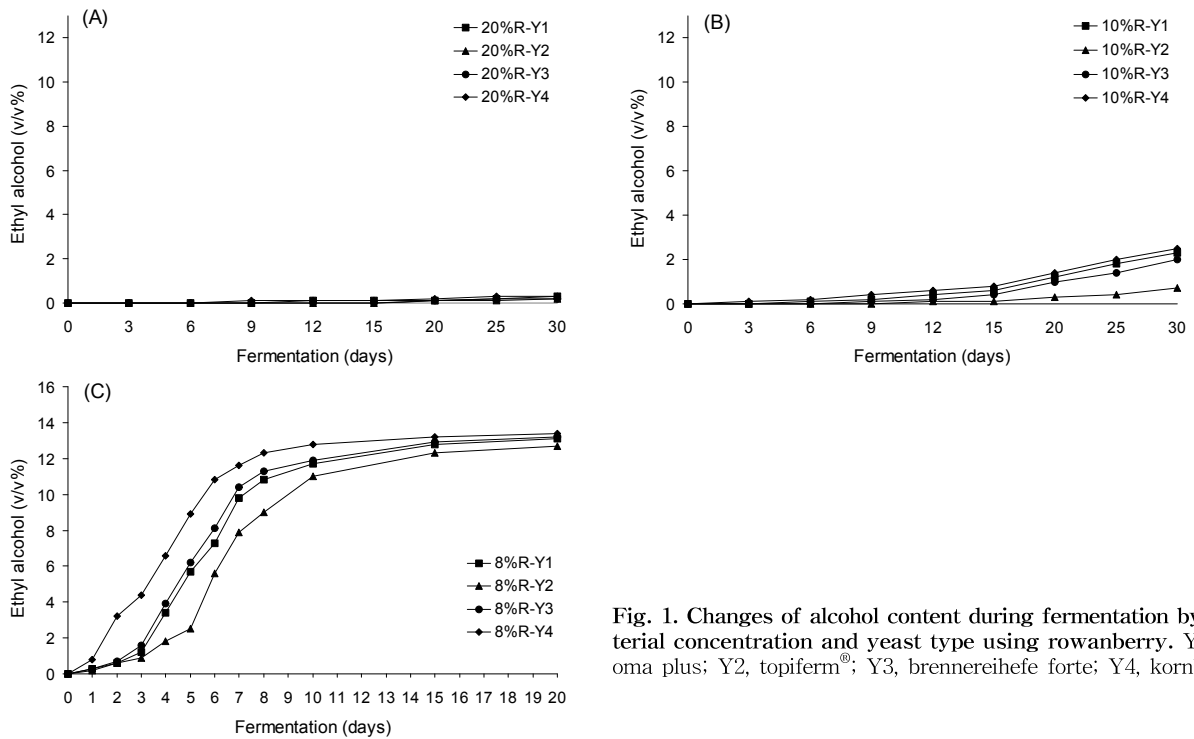


Fig. 1. Changes of alcohol content during fermentation by material concentration and yeast type using rowanberry. Y1, aroma plus; Y2, topiferm[®]; Y3, brenneriehefe forte; Y4, kornbrand.

8% R-Y4로 22일간 발효시킨 후 최종 알코올도수를 측정 한 결과 각각 13.1 v/v%, 12.7 v/v%, 13.2 v/v%, 13.4 v/v%로 나타났다. 효모의 종류별 발효결과를 살펴보면 대체로 Y4 효모가 발효진행속도 및 최종 알코올도수가 높게 나타났으며, Y1, Y2, Y3 효모도 전체적으로 양호한 발효 패턴을 보였으나 Y4 효모보다는 상대적으로 최종 알코올도수가 낮게 나타났다(Fig. 1).

마가목 열매 발효주의 유기산 분석 결과 가장 많이 존재하는 유기산 성분은 malic acid인 것으로 나타났다. 8% R-Y2, 8% R-Y3 효모를 이용한 발효주에서는 lactic acid와 acetic acid 함량이 높게 검출되었고, 상대적으로 malic acid 함량이 낮은 것으로 보아 젖산균에 의한 MLF(malolactic fermentation)가 다른 시험구에 비해 많이 진행된 것을 확인할 수 있었다(Table 2). Acetic acid는 휘발산으로 증류주에도 이행하여 향기성분으로 작용하며 lactic acid와 함께 발효결과를 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 오염축도가 된다고 볼 수 있다. Lactic acid bacteria, acetic acid bacteria, 야생효모 등에 술덧이 오염되면 이들이 생성한 부산물에 의해 증류주에 나쁜 향취가 이행되어 주질을 저하시키기도 한다.

관능검사용 증류주를 제조하기 위하여 건조 마가목 열매 8 w/v%의 효모별로 담금한 시험구의 발효가 끝난 술덧 500 mL를 소형 증류기로 증류하여 증류액 200 mL를 수득하여 알코올도수 함량을 2.5배 농축하게 되면 알코올도수 30 v/v% 내외의 증류주를 제조할 수 있다. 상기 증류주의 알코올도수를 동일하게 하기 위해 증류수를 첨가하여 알코올도수를 30 v/v%로 조정한 다음 20°C 항온조에서 1개월간 숙성시킨 후 관능평가를 실시하였다. 건조 마가목 열매 사용비율

Table 2. Comparison of volatile acid in mash fermented using rowanberry

Compounds	8% R-Y1	8% R-Y2	8% R-Y3	8% R-Y4
Citric acid	411±2.68 ^a	389±1.74 ^a	444±1.76 ^b	407±3.11 ^a
Tartaric acid	410±2.36 ^a	422±2.36 ^a	307±2.16 ^b	374±2.32 ^c
Malic acid	3,025±1.80 ^a	1,640±2.18 ^b	1,811±2.29 ^b	2,867±2.36 ^a
Succinic acid	586±2.49 ^a	639±2.05 ^b	947±2.36 ^c	376±2.62 ^d
Lactic acid	230±1.41 ^a	401±0.82 ^b	369±1.25 ^b	211±2.83 ^a
Acetic acid	265±1.63 ^a	389±1.70 ^b	354±2.83 ^b	255±2.05 ^a
Total acid	4,927±3.61 ^a	3,890±3.91 ^c	4,202±3.14 ^b	4,440±4.26 ^b

Y1, aroma plus; Y2, topiferm[®]; Y3, brenneriehefe forte; Y4, kornbrand.

Each value is expressed as mean±SD (n=3).

Values with different letters in the same row were significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

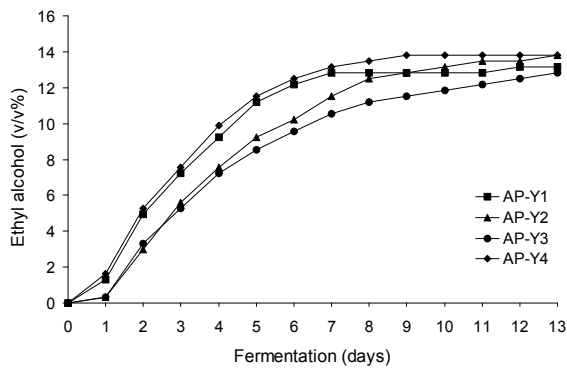


Fig. 2. Changes of alcohol content during fermentation by yeast type using apple. Y1, aroma plus; Y2, topiferm[®]; Y3, brenneri- hefe forte; Y4, kornbrand.

이 8 w/v%를 사용한 시험구들의 효모별 비교실험에서는 Y4, Y1, Y3, Y2 순으로 관능이 유의적으로 높게 평가되었다. 특히 Y2 효모의 경우 산막 효모의 오염으로 인해 생성된 부산물로 인해 향기에 있어서 기호도가 유의적으로 매우 낮게 나타났다. 효모 종류별 발효시험을 통한 알코올도수 생성 능력과 마가목 증류주의 관능검사 결과 Y4 효모를 사용한 시험구가 기호도가 가장 유의적으로 우수하게 나타남에 따라 건조 마가목을 이용한 증류주 개발에 적합한 효모를 Y4(kornbrand)로 선정하였다(data not shown).

사과에 적합한 최적효모 선발

사과에 적합한 최적효모 선발을 위해 발효기간 동안 효모별 알코올도수 변화를 분석하였다. 각 시험구별 AP-Y2, AP-Y4, AP-Y1, AP-Y3를 13일간 발효시킨 후 알코올도수를 측정된 결과 각각 13.8 v/v%, 13.8 v/v%, 13.2 v/v%, 12.8 v/v% 순으로 나타났다. 효모의 종류별 발효경과를 살펴보면 대체로 발효초기의 발효진행속도는 Y4, Y1 효모가 빨랐고, 최종 알코올 도수에 도달하는데 Y2, Y3 효모보다는 약 2일 정도 빠른 것으로 나타났다(Fig. 2).

사과 발효주의 유기산 분석을 보면 AP-Y1 시험구를 제외한 모든 시험구에서 유기산 조성이 유사하게 검출되었다. AP-Y1 시험구는 malic acid와 citric acid가 많이 감소하고 상대적으로 lactic acid 함량이 높은 것으로 보아 lactic acid bacteria에 의한 발효가 진행된 것을 알 수 있다. 사과는 특히

malic acid를 많이 함유하고 있어 증류주의 고유 향기 보존을 위해 MLF를 저해시킬 수 있는 효모 선택이 중요하다 (Table 3).

관능검사용 증류주를 제조하기 위하여 사과 착즙액에 효모별로 담금한 시험구의 발효가 끝난 술덧 500 mL를 소형 증류기로 증류한 후 증류액 200 mL를 수득하여 알코올도수 함량을 2.5배 농축하게 되면 알코올도수 30 v/v% 내외의 증류주를 제조할 수 있다. 상기 증류주에 증류수를 첨가하여 알코올도수 30v/v%로 조정된 다음 20°C 항온조에서 1개월간 숙성시켰다. 효모별 관능비교 평가에서는 AP-Y2, AP-Y3, AP-Y4, AP-Y1 순으로 유의적으로 높게 나타났다. 특히 lactic acid bacteria에 의한 발효가 진행된 것으로 추측되는 Y1 효모의 경우 이로 인한 불쾌취가 강해 점수가 가장 낮게 나타났다. 관능검사 결과 AP-Y2, AP-Y3, AP-Y4 시험구가 품질이 뛰어난 것으로 나타났지만, AP-Y3의 경우 타시험구에 비해 최종 알코올도수가 낮아 수율이 저하되었고, AP-Y4 시험구는 비발동반에 의한 증류의 어려운 점, 상대적 관능평가 유의적으로 점수가 낮은 점 등을 종합 고려하여 사과 과실증류주 제조에 적합한 효모로 Y2(topiferm[®])를 선발하였다(data not shown).

감귤에 적합한 최적효모 선발

감귤에 적합한 최적효모 선발을 위해 발효기간 동안 효모별 알코올도수 변화를 분석하였다. 발효속도는 사과나 마가

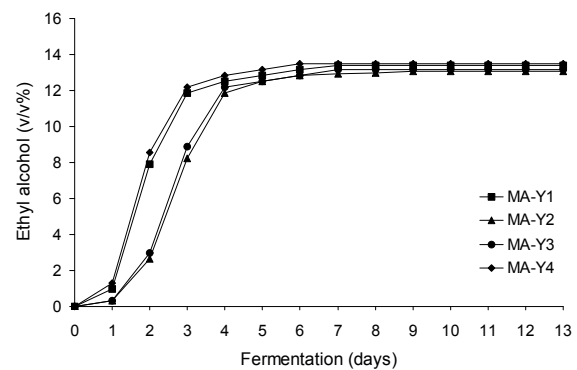


Fig. 3. Changes of alcohol content during fermentation by yeast type using mandarin. Y1, aroma plus; Y2, topiferm[®]; Y3, brenneri- hefe forte; Y4, kornbrand.

Table 3. Comparison of volatile acid in mash fermented using apple (w/v%)

Compounds	AP-Y1	AP-Y2	AP-Y3	AP-Y4
Citric acid	259±0.82 ^a	387±4.08 ^b	399±3.56 ^b	451±4.19 ^c
Tartaric acid	53±1.4 ^a	29±0.47 ^b	43±0.47 ^c	39±0.47 ^c
Malic acid	1,781±1.43 ^a	3,396±2.42 ^b	3,350±3.67 ^b	3,133±4.75 ^b
Succinic acid	587±3.74 ^a	1,519±2.18 ^b	1,802±2.73 ^c	1,444±3.50 ^b
Lactic acid	420±2.83 ^a	189±2.62 ^b	175±1.25 ^b	380±3.27 ^a
Acetic acid	122±1.25 ^a	127±1.70 ^a	149±0.94 ^b	79±1.25 ^c
Total acid	3,222±2.10 ^a	5,647±2.76 ^b	5,919±3.6 ^b	5,526±2.84 ^b

Y1, aroma plus; Y2, topiferm[®]; Y3, brenneri- hefe forte; Y4, kornbrand.

Each value is expressed as mean±SD (n=3).

Values with different letters were significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 4. Comparison of volatile acid in mash fermented using mandarin

(w/v%)

Compounds	MA-Y1	MA-Y2	MA-Y3	MA-Y4
Citric acid	411±1.27 ^a	419±1.62 ^a	444±3.09 ^b	407±2.49 ^a
Tartaric acid	410±3.30 ^a	422±2.16 ^a	307±0.94 ^b	374±2.62 ^c
Malic acid	3,025±2.06 ^a	2,030±1.09 ^b	2,048±3.85 ^c	2,867±2.24 ^a
Succinic acid	586±2.44 ^a	639±3.68 ^a	947±2.62 ^b	376±1.63 ^c
Lactic acid	230±0.47 ^a	321±0.82 ^b	299±2.36 ^b	211±1.89 ^a
Acetic acid	265±1.63 ^a	289±2.36 ^a	274±0.82 ^a	205±2.16 ^b
Total acid	4,928±2.07 ^a	4,120±2.09 ^b	4,318±3.57 ^b	4,441±2.71 ^b

Y1, aroma plus; Y2, topiferm[®]; Y3, brennerihefe forte; Y4, kornbrand.

Each value is expressed as mean±SD (n=3).

Values with different letters were significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

목열매 시험구보다 짙아 대체로 5~7일이면 주발효가 종료되었다. 각 효모별 MA-Y4, MA-Y1, MA-Y3, MA-Y2를 13일간 발효시킨 다음 알코올도수를 측정된 결과 각각 13.5 v/v%, 13.4 v/v%, 13.2 v/v%, 13.1 v/v% 순으로 나타났다. 효모의 종류별 발효경과를 살펴보면 대체로 발효초기의 발효진행속도는 Y4, Y1 효모가 빨랐고, Y2, Y3는 발효초기에 늦은 반면 지속적으로 알코올도수가 증가하면서 최종 알코올도수에는 큰 차이가 없었다(Fig. 3).

감귤 발효주의 유기산 분석결과를 보면 감귤에서 대부분을 차지하는 유기산은 malic acid이며, MA-Y4, MA-Y1 시험구에서 malic acid 함량이 높았고, MA-Y2, MA-Y3 시험구에서 lactic acid, acetic acid 함량이 높았지만 큰 차이는 없었다. 다만 MA-Y3 시험구에서 succinic acid 함량이 특히 높은 것이 특징이다. Succinic acid는 2-ketoglutarate의 3-카르복실산(tricarboxylic acid)의 중간산물로서 주로 발효초기에 다량 생산된다. 일반적으로 발효온도(10~30°C)가 높을수록 succinic acid 함량이 증가하고 그 이상 온도에서는 오히려 감소하며 pH가 높을수록 증가한다(Table 4.)

관능검사용 증류주를 제조하기 위하여 감귤 착즙액에 효모별로 담금한 시험구의 발효가 끝난 술덧 500 mL를 소형 증류기로 증류한 후 증류액 200 mL를 수득하여 알코올도수 함량을 2.5배 농축 후 알코올도수 30 v/v% 내외의 증류주를 제조하였다. 상기 증류주의 알코올도수를 동일하게 하기 위해 증류수를 첨가하여 알코올도수를 30 v/v%로 조정된 다음 20°C 항온조에서 1개월간 숙성시킨 후 관능평가를 실시하였다. 상기 증류액의 관능검사 결과 MA-Y3, MA-Y2, MA-Y4, MA-Y1 시험구 순으로 품질이 유의적으로 우수한 것으로 나타나 감귤 과실증류주 제조에는 효모 Y3(brennerihefe forte)를 선발하였다(data not shown).

증류수율

과실원료별 발효주 담금을 예비실험을 통해 선정된 효모를 이용하였다. 과실 착즙액을 당도 24°Brix로 보당한 다음 25°C에서 15일간 발효시켜 과실 발효주를 완성하였다. 발효주의 알코올도수는 마가목 열매 발효주 13.5 v/v%, 사과 발효주 13.7 v/v%, 감귤발효주 13.1 v/v%로 나타났다(Table 5). 과실원료별 발효주를 각각 10 L씩을 채취하여 상압단식증류기, 상압단식증류기, 감압단식증류기로 증류를 실시하였다. 증류과정에서 모든 알코올을 회수할 수 없으므로 대략 증류비율을 95%로 추정하여 초류와 본류를 합한 증류액의 알코올도수가 52 v/v%가 되도록 증류를 실시하였다. 그리고 산출액의 3 v/v%를 초류로, 나머지 97%는 본류로 채취하였으며 산출액의 20%에 해당하는 여분의 양을 후류로 채취하였다. 일반적으로 초류는 아세톤, 알데히드, 에스터 등이 다량 함유되어 있어 주질을 저하시키므로 사용하지 않고, 후류는 탄내, 원료취, 산취 등 후류취가 많아 주질이 나쁘지만 주정분의 알코올도수가 10~28 v/v% 정도가 되므로 버리지 않고 다음 술덧 증류에 첨가하여 증류함으로써 증류수율을 높일 수 있다. 증류주 채취량에 따라 실시한바 초류, 본류, 후류의 알코올도수 및 본류, 초류+본류, 초류+본류+후류(전체수율)의 제조수율 및 알코올도수 및 증류방식별 평균수율은 Table 6과 같다. 수율은 발효주의 에틸알코올 총량 대비 증류 후 에틸알코올 총량의 비율을 말한다.

Table 6과 같이 증류방식별 알코올도수 및 증류수율의 차이는 매우 컸다. 그러나 과실발효주의 종류와 관계없이 동일한 형태의 증류기로 증류한 증류액의 경우 알코올도수 및 수율의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. 초류와 본류를 포함한 증류비율을 95%로 예측하고 실시한 증류에서 실제 증류비율은 상압단식증류기가 평균 99.2%로 4.2% 높았고, 상압단식증류기는 90.2%로 4.8% 낮았으며 감압단식

Table 5. Yield of distilled spirit from mashes using fruit type

Raw material	Fermented alcohol content (v/v%)	Expected distillation ratio (%)	Expected alcohol content (v/v%)	Head (mL)	Body (mL)	Head+body alcohol (mL)	Tail (mL)
Rowanberry	13.5±0.2 ¹⁾	95	52	74	2,392	2,466	493
Apple	13.7±0.1	95	52	72	2,321	2,393	383
Mandarin	13.1±0.2	95	52	75	2,437	2,512	552

¹⁾Each value is expressed as mean±SD (n=3).

Table 6. Comparison of yield and alcohol content by distillation stage

Raw material	Method of distillation	Alcohol content (v/v%)			Yield of body (%)	Yield of head and body alcohol (%)	Total yield (%)
		Head	Body	Tail			
Rowanberry	Multistage distiller	67.2±1.2	54.0±0.4	0.7±0.01	95.7	99.4	99.6
	Pot distiller	68.4±0.2	48.4±0.3	16.9±0.1	85.8	89.5	95.7
	Vacuum distiller	58.1±0.4	45.0±0.7	25.3±0.2	79.7	82.9	92.2
Apple	Multistage distiller	68.4±0.3	53.7±0.1	1.1±0.01	95.2	98.9	99.0
	Pot distiller	71.0±0.6	48.9±0.2	17.1±0.4	88.7	90.5	96.8
	Vacuum distiller	59.7±0.2	45.4±0.4	26.1±0.9	80.5	83.7	93.3
Mandarin	Multistage distiller	70.5±1.0	53.8±0.3	0.8±0.3	95.8	99.2	99.5
	Pot distiller	72.9±0.2	48.8±0.4	18.2±0.1	86.5	90.5	97.1
	Vacuum distiller	60.3±0.4	45.1±0.1	25.6±0.6	80.3	83.6	93.1
Average	Multistage distiller	68.7±0.5	53.8±0.4	0.9±0.1	95.6	99.2	99.4
	Pot distiller	70.8±0.3	48.7±0.3	17.4±0.2	87.0	90.2	96.5
	Vacuum distiller	59.4±0.7	45.2±0.5	25.7±0.3	80.2	83.4	92.9

Each value is expressed as mean±SD (n=3).

증류기는 83.4%로 11.6%가 낮게 나타났다. 후류를 포함한 전체 증류수율은 상압다단식 증류기가 99.4%, 상압단식 증류기가 96.5%, 감압단식증류기가 92.9%로 나타났으며, 상압다단식증류기의 증류수율이 매우 높았고 감압단식증류기의 증류수율이 가장 낮게 나타났다. 후류의 평균 알코올도수는 상압다단식증류기로 증류한 증류액이 0.9 v/v%, 상압단식 증류기는 17.4 v/v%, 감압단식 증류기는 25.7 v/v%로 후류의 알코올도수가 크게 차이 났다. 상압다단식 증류기의 경우 발효주에 함유된 평균 알코올 함량의 99.2%가 초류와 본류에 함유된 것으로 보아 증류효율이 매우 높고, 후류의 평균 알코올도수가 0.9 v/v%이므로 후류를 별도로 채취하지 않고 1회 증류로 마무리할 수 있어 전력 및 시간을 절약할 수 있는 장점이 있다. 상압단식 증류기의 경우 발효주에 함유된 평균 알코올 함량의 90.2%가 초류와 본류에 함유되었고, 후류의 평균 알코올도수가 17.4 v/v%로 비교적 높게 나타났다. 후류를 포함한 전체 수율은 평균 96.5%임에 따라 상압단식 증류기로 증류할 경우 본류 대비 20~30%의 후류를 받아 다음번 발효주 제조에 첨가하여 증류하는 것이 증류수율을 높일 수 있는 방법이다. 본류의 알코올도수는 평균 48.7 v/v%이며 50 v/v% 이상의 알코올도수로 증류하고자 한다면

본류를 좀 더 적게 수득하는 것이 좋다. 감압단식 증류기의 경우 발효주에 함유된 평균 알코올 함량의 83.4%가 초류와 본류에 함유되었고, 후류의 알코올도수가 평균 25.7 v/v%로 매우 높게 나타났다. 후류를 포함한 전체 수율은 평균 92.9%이고, 본류의 평균 알코올도수는 45.2 v/v%로 나타났다. 따라서 감압단식 증류기로 증류할 경우 1차 증류로는 50 v/v% 이상의 알코올도수의 증류주를 얻기 힘들고 수율이 매우 낮기 때문에 2차 증류하여 수율을 높이는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 2차 증류의 경우 일반적으로 발효주를 1차 증류하여 알코올도수 25 v/v% 내외의 증류액을 수득한 다음 재증류하여 알코올도수 50 v/v% 이상의 증류주를 얻는다. 즉 원료의 차이에 따른 증류주의 수율 차이는 적은 반면, 증류방식에 따른 차이가 매우 컸고, 증류효율 면에서는 상압다단식 증류기, 상압단식, 감압단식 순으로 높게 나타났다.

증류기별 향기성분 비교

원료별, 증류방식별 주요 향기성분 함량을 표준품의 함량별 검량선을 이용하여 분석한 결과 Table 7~9와 같다.

증류기별 향기성분 비교를 본류의 아로마 특징을 통해 보면 마가목 열매의 경우, 상압다단식증류방식으로 제조된 증류주의 주요 향기성분인 에틸아세테이트와 퓨젤오일 함량

Table 7. Aroma compounds of spirit prepared different distillation methods in rowanberry (mg/L)

Method of distillation	Acetone	Ethyl acetate	Methyl alcohol	<i>n</i> -Propanol	<i>i</i> -Butanol	<i>n</i> -Butanol	<i>i</i> -Amyl alcohol	<i>n</i> -Amyl alcohol	Fusel oil ²⁾	
Head	Multistage distiller	5±0.82 ^a	2,614±2.05 ^a	1,129±2.16 ^a	136±0.82 ^a	2±0.00 ^a	ND	656±0.82 ^a	ND	794±1.41 ^a
	Pot distiller	3±0.00 ^b	2,914±2.83 ^a	980±1.41 ^b	312±1.41 ^b	ND	8±0.47 ^a	1,288±3.77 ^b	10±0.47	1,618±5.25 ^b
	Vacuum distiller	1±0.00 ^c	337±1.70 ^b	401±0.82 ^c	73±0.47 ^c	55±0.94 ^c	1±0.00 ^b	299±0.47 ^c	ND	428±1.25 ^c
Body	Multistage distiller	ND ¹⁾	223±1.25 ^a	808±1.70 ^a	154±0.94 ^a	63±0.47 ^a	3±0.00 ^a	403±0.82 ^a	ND	623±0.82 ^a
	Pot distiller	ND	141±0.47 ^b	500±1.70 ^b	122±0.47 ^b	59±0.47 ^a	2±0.00 ^a	319±0.82 ^b	ND	502±1.41 ^b
	Vacuum distiller	ND	12±0.00 ^c	534±0.82 ^b	139±0.47 ^c	69±0.47 ^a	3±0.00 ^a	390±0.94 ^b	ND	601±0.94 ^a
Tail	Multistage distiller	ND	ND	58±0.47 ^a	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Pot distiller	ND	ND	228±1.89 ^b	9±0.00 ^a	ND	ND	1±0.00 ^a	ND	10±0.00 ^a
	Vacuum distiller	ND	10±0.47	314±1.41 ^b	21±0.47 ^b	ND	ND	17±0.00 ^b	ND	38±0.47 ^b

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

¹⁾Not detected. ²⁾Fusel oil (Sum of *n*-propanol, *i*-butanol, *n*-butanol, *i*-amyl alcohol, and *n*-amyl alcohol).

Table 8. Aroma compounds of spirit prepared different distillation methods in apple

(mg/L)

Method of distillation	Acetone	Ethyl acetate	Methyl alcohol	<i>n</i> -Propanol	<i>i</i> -Butanol	<i>n</i> -Butanol	<i>i</i> -Amyl alcohol	<i>n</i> -Amyl alcohol	Fusel oil ²⁾	
Head	Multistage distiller	2±0.00 ^a	2,541±2.62 ^a	30±2.62 ^a	172±0.47 ^a	ND ¹⁾	25±0.00 ^a	2,720±1.63 ^a	ND	2,917±2.94 ^a
	Pot distiller	3±0.00 ^a	3,285±2.62 ^b	24±0.47 ^b	222±0.82 ^b	ND	44±0.47 ^b	5,337±7.32 ^b	ND	5,603±7.87 ^b
	Vacuum distiller	1±0.00 ^a	670±1.89 ^c	25±0.47 ^b	82±0.47 ^b	348±0.94	14±0.00 ^c	1,762±1.70 ^c	ND	2,206±0.47 ^c
Body	Multistage distiller	ND	242±0.94 ^a	36±0.47 ^a	128±0.94 ^a	321±0.47 ^a	21±0.00 ^a	1,899±2.05 ^a	ND	2,370±1.63 ^a
	Pot distiller	ND	150±1.41 ^b	21±0.47 ^b	122±1.25 ^a	322±1.41 ^a	20±0.00 ^a	1,855±0.47 ^a	ND	2,320±1.70 ^a
	Vacuum distiller	ND	91±1.89 ^c	27±0.00 ^b	103±1.25 ^b	297±1.25 ^a	17±0.47 ^a	1,881±6.94 ^a	ND	2,299±7.41 ^b
Tail	Multistage distiller	ND	ND	1±0.00 ^a	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Pot distiller	ND	ND	13±0.47 ^b	11±0.00 ^a	ND	ND	14±0.47 ^a	ND	25±0.47 ^a
	Vacuum distiller	ND	5±0.00	15±0.47 ^b	33±1.25 ^b	42±0.47	6±0.00	302±1.70 ^b	ND	383±3.30 ^b

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

¹⁾Not detected. ²⁾Fusel oil (Sum of *n*-propanol, *i*-butanol, *n*-butanol, *i*-amyl alcohol, and *n*-amyl alcohol).

Table 9. Aroma compounds of spirit prepared different distillation methods in mandarin

(mg/L)

Method of distillation	Acetone	Ethyl acetate	Methyl alcohol	<i>n</i> -Propanol	<i>i</i> -Butanol	<i>n</i> -Butanol	<i>i</i> -Amyl alcohol	<i>n</i> -Amyl alcohol	Fusel oil ²⁾	
Head	Multistage distiller	5±0.00 ^a	2,152±4.32 ^a	693±0.94 ^a	334±2.16 ^a	ND	11±0.47 ^a	1,381±3.40 ^a	ND	1,727±5.44 ^a
	Pot distiller	4±0.00 ^a	2,684±7.32 ^b	565±4.92 ^b	396±1.70 ^b	ND	24±0.47 ^b	3,655±15.06 ^b	ND	4,075±15.06 ^b
	Vacuum distiller	ND ¹⁾	393±1.63 ^c	216±0.94 ^c	157±0.47 ^b	160.0±2.16	8±0.47 ^c	1,102±2.62 ^c	ND	1,427±0.94 ^c
Body	Multistage distiller	ND	245±0.82 ^a	431±0.47 ^a	262±1.41 ^a	147.3±0.47 ^a	10±0.00 ^a	1,248±3.09 ^a	ND	1,667±4.97 ^a
	Pot distiller	ND	193±0.47 ^b	373±2.16 ^b	287±0.82 ^a	172.3±0.47 ^b	11±0.00 ^a	1,083±1.41 ^a	ND	1,553±2.05 ^b
	Vacuum distiller	ND	145±0.82 ^c	162±0.47 ^c	239±0.94 ^b	156.3±1.25 ^a	10±0.00 ^a	1,177±2.16 ^a	ND	1,582±4.24 ^b
Tail	Multistage distiller	ND	ND	44±0.47 ^a	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Pot distiller	ND	ND	232±0.82 ^b	620±1.41 ^a	1.0±0.00 ^a	ND	63±0.00 ^a	ND	126±1.41 ^a
	Vacuum distiller	ND	ND	260±16.3 ^c	87±0.47 ^b	13.0±0.00 ^b	1±0.00	162±0.82 ^b	ND	263±1.25 ^b

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

¹⁾Not detected. ²⁾Fusel oil (Sum of *n*-propanol, *i*-butanol, *n*-butanol, *i*-amyl alcohol, and *n*-amyl alcohol).

이 상압단식 및 감압단식방식으로 제조된 증류주에서보다 유의적으로 높게 나타났다. 사과와 감귤의 경우에도 상기와 같은 결과가 나타났으며, 특히 에틸아세테이트의 경우 마가목 열매, 사과 및 감귤을 이용하여 상압다단식방식으로 제조된 증류주에서 감압단식방식으로 제조된 증류주에서보다 각각 약 18배, 2.7배 및 1.7배 높게 검출되었다. 이는 상압다단식증류 방식이 기존 국내에서 대부분 이용되고 있는 감압방식의 증류방식에 비해 맛과 풍미에 영향을 미치는 아로마를 강화하는데 효과가 있다고 볼 수 있다.

증류주의 향기 성분 비교

상기 과실별, 증류방식별 수득한 증류액 중 본류를 20°C 향온항습기에 넣고 4개월간 숙성시킨 후 정제수를 첨가하여 각각 알코올도수 40%로 조정된 다음 -6°C에서 3일간 저온 저장한 다음 0.45 µm 눈금의 멤브레인 필터로 정밀여과 하여 과실증류주를 완성하였다. 완성한 과실증류주의 주요 향기성분 함량은 Table 10과 같다.

40 v/v%로 제성한 과실증류주의 과실별 특징을 살펴보면 마가목 열매 증류주의 메탄올 함량이 매우 높았으며 반대로 사과 증류주의 경우 매우 낮게 검출되었다. 특히 우리나라 주세법에 따르는 일반증류주(테킬라 제외)의 메탄올 규격이 500 mg/L 이하인데 비해 상압다단식증류기로 증류한 마가

목 열매 증류주의 경우 620 mg/L로 규격을 벗어나는데 이는 마가목 열매의 펙틴질 함량이 높은 것에 기인한 것으로 보인다. 그리고 상압단식 증류주와 감압단식 증류주의 40% 제품에서는 메탄올 함량이 초과하지 않았지만, 후류를 다음번 술덧 증류할 때 포함하여 증류할 경우 메탄올 함량이 다시 높아질 우려가 있으므로 주의를 요한다. Ethyl acetate는 모든 과실에서 상압다단식, 상압단식, 감압단식증류기로 증류한 증류주 순으로 많이 검출되었다. 다만, 숙성시키지 않은 본류에 비해 숙성시킨 후 40 v/v%로 제성한 과실증류주의 ethyl acetate 함량이 낮아진 것으로 보아 숙성도중에 ethyl acetate는 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 퓨젤유는 과실 원료의 단백질, 아미노산 함량 차이 또는 발효조건에 따라 함량의 차이가 크다. 상기 결과에서 퓨젤유는 원료별 차이가 매우 컸으며, 특히 사과 증류주의 퓨젤유 함량이 매우 높은 반면 마가목 열매 증류주의 퓨젤유 함량은 사과의 25% 정도로 매우 낮은 함량이 검출되었다. *n*-Propanol은 감귤 증류주가 마가목 열매, 사과 증류주에 비해 2배 이상 높게 검출되었으나 *i*-amyl alcohol은 사과 증류주가 높게 검출되었다. *n*-Butanol은 사과 증류주에서 높게 검출되었고, 마가목 열매 증류주는 매우 낮게 검출되었다. 또한 상압다단식증류 방식에서 대부분 나타나는 후류취인 푸르푸랄 함량 및 과실

Table 10. Aroma compounds of fruits spirit (40% alcohol) prepared different distillation methods and raw materials (mg/L)

Raw material	Method of distillation	Acetone	Ethyl acetate	Methyl alcohol	<i>n</i> -Propanol	<i>i</i> -Butanol	<i>n</i> -Butanol	<i>i</i> -Amyl alcohol	<i>n</i> -Amyl alcohol	Fusel oil ²⁾
Rowan berry	Multistage distiller	ND ¹⁾	134±0.47 ^a	620±2.62 ^a	109±0.82 ^a	45±0.47 ^a	2±0.00 ^a	307±0.94 ^a	ND	464±1.70 ^a
	Pot distiller	ND	70±0.47 ^b	415±2.16 ^b	103±0.82 ^a	47±0.47 ^a	2±0.00 ^a	280±1.70 ^a	ND	433±0.94 ^a
	Vacuum distiller	ND	9±0.00 ^c	474±0.82 ^c	127±0.47 ^b	54±0.47 ^b	3±0.00 ^a	349±1.4 ^b	ND	533±0.82 ^b
Apple	Multistage distiller	ND	143±0.47 ^a	26±0.00 ^a	98±0.47 ^a	240±0.94 ^a	15±0.00 ^a	1,399±2.16 ^a	ND	1,752±0.82 ^a
	Pot distiller	ND	102±0.47 ^b	19±0.00 ^b	102±0.00 ^a	269±1.70 ^b	16±0.00 ^a	1,498±2.36 ^a	ND	1,885±3.74 ^a
	Vacuum distiller	ND	65±0.47 ^c	22±0.00 ^a	89±0.47 ^a	262±0.94 ^b	15±0.00 ^a	1,668±2.94 ^b	ND	2,034±4.32 ^b
Mandarin	Multistage distiller	ND	152±0.82 ^a	324±0.94 ^a	210±0.47 ^a	112±0.00 ^a	7±0.00 ^a	938±1.70 ^a	ND	1,267±2.16 ^a
	Pot distiller	ND	125±0.47 ^a	302±1.41 ^b	221±0.00 ^a	120±0.47 ^b	8±0.00 ^a	886±1.41 ^b	ND	1,235±1.89 ^a
	Vacuum distiller	ND	42±0.00 ^b	319±1.25 ^a	208±0.47 ^a	130±0.47 ^c	9±0.00 ^a	1,020±2.62 ^c	ND	1,367±2.62 ^b

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

¹⁾Not detected. ²⁾Fusel oil (Sum of *n*-propanol, *i*-butanol, *n*-butanol, *i*-amyl alcohol, and *n*-amyl alcohol).

증류주에서 흔히 나타날 수 있는 불순물인 에틸카바메이트의 함량이 감압증류 방식 및 상압단식증류 방식과 비교하여 유의적 차이가 없었다(data not shown). 제정한 과실증류주에 대한 관능평가를 실시한 결과에서는 과실 종류에 관계없이 동재질의 상압다단식증류 방식으로 제조된 증류주가 유의적으로 품질이 우수한 것으로 나타났다(data not shown). 이는 동재질의 상압다단식증류 방식으로 제조된 증류주에서 아로마에 가장 영향을 많이 미치는 에틸아세테이트의 함량이 스테인리스 재질로 제조된 증류주에서보다 유의적으로 높게 나타나 맛과 풍미에 긍정적 영향을 준 것으로 보인다.

질의 상압단식 및 감압단식방식에 의해 제조된 증류주에 비해 아로마가 풍부한 것으로 나타났다. 결론적으로 사용된 원료에 관계없이 증류수율, 작업능력 및 품질측면에서 동재질의 상압다단식증류방식이 스테인리스 재질의 단식 또는 감압증류방식보다는 증류주제조에 더 적합한 것으로 나타났다. 쌀을 이용한 증류주 제조에만 국한되어 있는 국내 증류주시장을 고려하면 과실을 이용한 유럽스타일의 증류주 제조, 특히 마가목 열매를 이용한 과실증류주 상품화 기술은 향후 FTA 시대를 맞아 시장 다변화 및 우리술 경쟁력 강화에 기여할 것으로 보인다.

요 약

과실을 이용한 증류주 개발에 있어서 국내에서 생산량이 많고 과잉생산으로 인한 잉여과실 발생빈도가 높은 사과와 감귤을 선정하였으며, 외국에서 증류주 제조에 많이 사용하고 국내에 많이 자생하는 마가목 열매를 원료로 선정하여 본 연구를 수행하였다. 각 원료의 발효특성에 따라 맞춤형 효모를 선정하였고, 선정된 효모를 이용하여 발효한 술덧을 동재질의 상압다단식증류기와 스테인리스 재질의 상압단식증류기 및 감압단식증류기 등으로 각각 증류한 증류주의 주요 향기성분과 증류효율 등을 비교 평가하였다. 또한 상기 증류주의 품질평가를 위해 4개월 숙성 후 관능평가를 실시하였다. 연구결과 사과와 감귤의 경우 원료 사용비율에 관계없이 발효가 원활히 진행되었으나 마가목 열매의 경우 원료 사용비율이 10 w/v% 이상일 경우 발효가 되지 않거나 미미하였으며, 사용비율이 8 w/v% 이하일 때에는 원활한 발효가 진행되었다. 원료별, 증류방식별로 초류, 본류, 후류로 나누어 증류한 증류주의 증류효율을 검토한 결과 과실 원료 차이에 따른 증류주의 수율 차이는 적었지만, 증류효율 면에서는 상압다단식 증류기, 상압단식, 감압단식 순으로 높게 나타났다. 과실증류주의 주요 향기성분 분석결과 증류방식별 다소의 차이를 나타내었으나 모든 원료에서 동재질의 상압다단식증류 방식에 의해 제조된 시제품이 스테인리스 재

문 헌

1. Lee HK, Choi YS, Chung EH. 1989. Higher alcohols composition in Korean alcoholic beverages. *Kor J Food Hygiene* 4: 257-262.
2. Lee KH. 1977. Studies on fine spirits aging. [Part I] On the aptitude of the Korean oak varieties as barrels for aging apple fine spirits. *J Korean Agric Chem Soc* 20: 66-80.
3. Min YK, Yun HS, Jeong HS. 1994. Studies on the distillation operation of Baikha-ju. *Agric Chem Biotechnol* 37: 9-13.
4. Lee DS, Park HS, Kim K, Lee TS, Noh BS. 1994. Physico-chemical characteristics of Korean folk soju. *Korean J Food Sci Technol* 26: 649-654.
5. In HY, Lee TS, Lee DS, Noh BS. 1995. Volatile components and fusel oils of soju and mashes brewed by Korean traditional method. *Korean J Food Sci Technol* 27: 235-240.
6. Lee DS, Park HS, Kim K, Lee TS, Noh BS. 1994. Determination and multivariate analysis of flavour components in the Korean folk soju using GC-MS. *Korean J Food Sci Technol* 26: 750-758.
7. Jang JH. 1989. The history of Korean alcoholic liquors. *Korean J Dietary Culture* 4: 271-274.
8. Choi JI, Hong WH. 1999. Recovery of lactic acid by batch distillation with chemical reactions using ion exchange resin. *J Chem Eng Jpn* 32: 184-189.
9. Bae KH, Shin KS, Ryu HY, Kwon CS, Shon HY. 2007. Identification and fermentation characteristics of lactic bacteria from the fermentation broth of Korean traditional liquor, Andong-Soju. *Kor J Microbiol Biotechnol* 35: 310-315.

10. Kim HR, Ahn BH. 2001. Research trend of Korean traditional alcoholic beverage. 2001. *Food Industry and Nutrition* 6(3): 5-10.
11. Bae KH, Ryu HY, Kwun IS, Kwon CS, Shon HY. 2007. Optimization of thickness and maturation period of Andong-Soju nuruk for fermentation of Andong-Soju. *Kor J Microbiol Biotechnol* 35: 231-237.
12. Bae SM, Jung SY, Jung IS, Ko HJ, Kim TY. 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: 439-446.
13. Ryu. LH, Kim YM. 2002. Esterification of alcohols with organic acids during distilled spirit distillation. *Korean J Food & Nutr* 15: 259-299.
14. Bae YD. 2006. The history and meaning of the production and consumption of Andong Soju. *Local History and Culture* 9: 375-413.
15. Hong Y, Park SK, Choi EH. 1999. Flavor characteristics of Korean traditional distilled liquors produced by co-culture *Saccharomyces* and *Hansenula*. *Kor J App Microbiol Biotechnol* 27: 236-245.
16. Kang CS, Hong JU, Chung KT. 1987. The changes of fusel oil contents during apple aging- I. *Res Bull Inst Agr Sci Tech Kyungbook Natl Univ* 4: 75-82.
17. Kang CS, Han YK, Hong JU, Chung KT. 1987. The changes of fusel oil contents during apple aging-II. *Res Bull Inst Agr Sci Tech Kyungbook Natl Univ* 4: 83-90.
18. Cheong C, Cho SK. 2010. *The research trend and technological improvement subject of Korean distilled spirit*. KARC, Korea. p 1-123.
19. Yi HC, Moon SH, Park JS, Jung JW, Hwang KT. 2010. Volatile compounds in liquor distilled from mash produced using *koji* or *nuruk* under reduced or atmospheric pressure. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 880-886.
20. Min YK, Yun HS, Jeong HS, Jang YS. 1992. Changes in compositions of liquor fractions distilled from *Samil-ju* with various distillation conditions. *Korean J Food Sci Technol* 24: 440-446.
21. Lee MK, Lee HY, Lee JH, Oh JS, Chio GP, Kim JH, Kim JD. 2002. Anticancer effect of *Sorbus commixta* Hedl extracts. *Korean J Medicinal Crop Sci* 10: 403-408.
22. Chung BH, Lee HY, Kim JH, Kim NY, Lee SY, Choi JT, Kim JH, Kim JD. 2003. Effect of fruit extracts from *Sorbus commixta* Hedl. on the lipid metabolism in rats. *Korean J Medicinal Crop Sci* 11: 143-147.
23. NTS Liquors Licence Aid Center. 2008. *Regulations of analysis in alcoholic beverages*. p 1-68.
24. Goelles A. 2000. *Edel Braende*. 2th ed. Leopold Stocker Publisher, Graz-Stuttgart. p 70.

(2012년 10월 29일 접수; 2013년 4월 8일 채택)