

Fermentation Characteristics of Freeze-Concentrated Apple Juice by *Saccharomyces cerevisiae* Isolated from Korean Domestic Grapes

Sang-Hoon Choi¹, Yoon-Jung Choi¹, A-Rong Lee¹, Seon-A Park¹, Dong-Hyun Kim¹,
Seong-Yeol Baek², Soo-Hwan Yeo², Chang-Ho Rhee³ and Heui-Dong Park^{1*}

¹School of Food Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

²Department of Agro-food Resource, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-853, Korea

³Gyeongbuk Institute for Bio Industry, Andong 760-380, Korea

국산 포도로부터 분리된 *Saccharomyces cerevisiae*에 의한 동결농축 사과주스의 알코올 발효특성

최상훈¹ · 최윤정¹ · 이아롱¹ · 박선아¹ · 김동현¹ · 백성열² · 여수환² · 이창호³ · 박희동^{1*}

¹경북대학교 식품공학부 식품생물공학전공

²농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

³(재)경북바이오산업연구원

Abstract

In this study, the good brewing conditions for the 24 °Brix freeze-concentrated apple wine were investigated. The four selected *Saccharomyces cerevisiae* strains MM10, SS89, SS812, and WW108, could ferment quickly when brewed with high sugar levels. During the fermentation, the reducing sugar contents slowly declined while the total acid in all the yeasts increased and the final alcohol content was 12-13%, a typical wine's alcohol content. The viable counts were shown to be 6-6.8 log cfu/ml. During the fermentation, the organic acid content was shown to be within the range of 2.36-3.11%, and the free sugar content, except for the SS89 and WW108 strains, was shown to consist only of sorbitol, although fructose was somewhat detected in the SS89 and WW108 strains. Methanol was not detected, or only a trace of it was detected, and the aldehyde content was 107.68-114.27 ppm. As for the fusel oil contents, a trace of propanol was detected. Isobutanol and butanol were present in 40.16-54.65 and 25.47-27.73 ppm, respectively. The isoamyl alcohol content was shown to be the highest (108.88-217.26 ppm). The final total phenolic compounds were shown to be 0.1-0.16%. The final Hue values were shown to be 1.3-3.6, and the final intensity was 0.1-0.45. The lightness (L) was within the range of 91.78-98.51, the redness (a) was at a neutral position at red and green, and the yellowness (b) was within the range of 2.38-7.7. In the sensory evaluation, the SS812 strain was found to be the best in terms of color, the SS89 strain in terms of odor, and the WW108 strain in terms of taste. Overall, SS812 was found to be the best apple wine.

Key words : apple wine, fermentation, freeze-concentration, fuji apple, wine yeast

서 론

사과주(apple wine, cider)는 일반적으로 양조용으로 사과를 전량 사용하거나 혹은 일부 사용하여 발효한 후 일정량 이상의 알코올을 함유한 알코올성 음료이다(1). 사과주는

프랑스의 Normandie지방, Bretagne지방과 영국의 Bristol 지방이 주산지이다. 그리고 유럽의 다른 나라에서는 apfelwein(독일), real cider, cyder, scrumpy(잉글랜드)로 통용되고 있고 영국과 미국에서는 apple wine, hard cider, cider로 불리어 지고 있다. 이러한 명칭에는 사과즙, 농축주스 그리고 기타 첨가물 등을 사용하여 양조한 사과주를 의미하고 있으며 단지 알코올 함량에 따라 달리 명명되는 데 보통 알코올 함량이 5.5%에서 12% 정도가 되는 것이 대부분이

*Corresponding author. E-mail : hpark@knu.ac.kr
Phone : 82-53-950-5774, Fax : 82-53-950-6772

다. 그 후 서양 여러 나라에서 양조하기 시작하였으며 최근에는 중국에서 과량 생산된 사과를 소비하기 위하여 사과주스를 이용한 사과주에 대한 관심과 개발을 진행하고 있다(2). 하지만 위에서 언급하였듯이 사과주가 처음 유래한 서양의 여러 나라에서도 동결농축 사과액을 사용하여 당도가 높고 향기와 산미가 잘 조화된 아이스 와인 성상의 사과주 발효와 양조에 관련된 연구는 많지 않다.

아이스와인(Icewine)의 경우에는 한겨울에 수확된 포도를 이용하여 수분이 탈수되고 과육이 동결과 해동을 반복되면서 상대적으로 가용성 당류(glucose, fructose)가 농축되고 유기산 성분(tartaric acid, malic acid), 질소성분 그리고 기타 향기성분 등이 농축되어 이를 이용하여 양조할 경우 단맛이 강하고 당 함량이 32~46 °Brix가 되며 향기와 산미가 잘 조화된 고급와인이 만들어 진다(3-4). 계절적 여건이 안 되는 지역에서는 인위적인 방법으로 과즙을 농축하여 아이스와인과 유사한 형태의 포도주를 시도하고 있다.

한편, 식품을 농축하는 방법으로 동결농축은 식품 또는 용액의 온도를 어는점 이하로 하여 냉동시켜 물을 얼음으로 석출시켜 제거하는 방법으로 널리 연구되어 오고 있다(5-6). 동결농축은 동결기를 사용하여 얼음결정을 형성시킨 후 원심분리기를 이용하여 얼음을 분리, 제거하여 농축액을 얻으며 필요 시 이와 같은 처리를 반복하면 농축액의 농도를 더 높일 수 있다. 그리고 동결농축 방법은 과즙을 냉동할 때 감각수용특성과 비타민 C를 유지하는 데 매우 효율적이라는 것이 증명되었다(7-8).

현재 우리나라에서 포도주를 위주로 하여 다른 과일을 이용한 양조주와 관련된 연구로는 대추(*Zizyphus jujuba* Miller), 단감(*Diospyros kaki*, T), 머루(*Vitis cignetia*), 오디(*Morus alba*), 수박(*Citrullus vulgaris* Schrad), 키위(*Actinidia deliciosa*) 등을 이용하여 양조한 과실주에 관한 연구가 다수를 이루고 있다(9-15). 하지만 사과를 이용한 양조주 중 사과 착즙액의 동결농축 사과액을 사용한 아이스와인 성상의 동결농축 사과주 제조에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 인위적인 방법으로 동결농축 사과액을 제조한 후 순수 분리한 포도주 효모를 양조에 이용하여 아이스와인 성상과 유사한 감미와 산미 그리고 풍부한 향이 잘 조화된 동결농축 사과주의 제조가능성을 알아보고 독특한 성상과 기호도에 대하여 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험용 사과는 2010년 경북지역 농가에서 생산한 후지(*Malus pumila* Miller, Fuji)를 구입하여 실험재료로 사용하였다. 구입한 사과는 4°C 냉장고에 저장하면서 실험에 사용하였다.

실험균주 및 배양조건

실험에 적용한 균주는 본 연구실에서 분리한 포도주 효모 중 발효조건에 따른 외부 환경내성과 발효력 실험을 거쳐 외부 환경내성과 알코올 생성이 좋은 *Saccharomyces cerevisiae* MM10, SS89 그리고 SS812 균주를 선발한 후 양조에 사용하였다. 그리고 대조균주로 일본에서 개발된 포도주 효모 *S. cerevisiae* W-3 (16-17)를 사용하였다. 모든 균주들의 종배양은 YPD (1% Bacto-yeast extract, 2% Bacto-peptone, 2% Dextrose) 배지(18)를 멸균처리 한 후 30°C에서 24~48시간 진탕 배양하였다. 그리고 배양이 완료된 후 고속원심분리하여 균체만 집균하여 실험에 사용하였다.

사과착즙 및 동결농축 사과액 제조

사과는 가정용 착즙기를 사용하여 농축에 필요한 양 만큼 착즙을 하였다. 구입한 사과를 흐르는 물에 잘 씻은 후 충분히 물기를 제거한다. 물기가 제거된 사과를 4절로 분절 한 후 착즙기로 사과를 착즙하였다. 착즙 중에서는 메타중아황산칼륨을 100 ppm되게 투입하여 갈변을 억제하였다. 착즙이 완료된 후 착즙액을 고속원심분리기를 사용하여 과육, 과피, 펄프 부분을 제거하여 액상부분만을 따로 분리하였다. 그리고 여과된 착즙액을 모은 후 4°C 냉장보관하면서 실험에 사용하였다. 다음으로 동결농축 사과액의 경우 준비된 사과 착즙액을 -20°C 냉동고에 넣고 3~4일 동안 정지한 후 충분히 동결된 것을 확인하고 다시 실온에서 해동시켜 자연 유출한 24 °Brix 농축 사과액을 제조하였다.

동결농축 사과액 사과주 발효를 위한 주모 담금법

동결농축 사과액 사과주의 원활한 담금과 발효를 위하여 실험에 적용한 효모균에 대하여 주모배양을 실시하였다. 모든 균주를 YPD 액체배지에서 2회 계대 배양하고 집중에 필요한 양 만큼 균체배양액을 준비하였다. 그리고 주모의 영향을 배제하기 위하여 전체 원료의 15%에 해당하는 양만큼 주모를 제조한 다음 원심 분리하여 균체만을 모은 후, 농축 사과액에 접종하였다. 당의 감소와 이산화탄소의 발생 등을 고려하여 효모의 활성이 가장 왕성한 시기를 판단하여 담금용 주모로 사용하였다.

동결농축 사과액을 이용한 사과주 담금

동결농축 사과액에 균주별로 전체 원료의 15% (v/v)에서 배양하여 얻은 균체를 접종한 다음 20°C 배양실에서 저온발효를 행하였다. 그리고 담금일로 부터 21일 동안 발효를 진행하고 발효가 진행되는 동안 매일 1회 상하로 충분히 교반하였다. 발효가 진행되는 동안 일정 시간 간격으로 시료를 검체하여 알코올 발효진행 상황 및 동결농축 사과주의 품질을 분석하였다. 동결농축 사과액 사과주의 담금 과정은 Fig. 1과 같다.

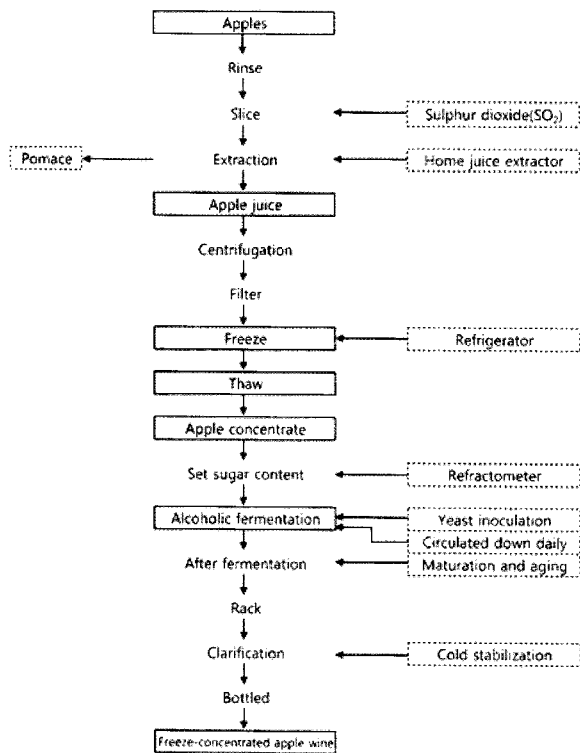


Fig. 1. Flow diagram for the apple wine using 24 °Brix freeze-concentrated apple juice.

동결농축 사과액 사과주의 발효특성

당도는 사과주를 고속원심분리한 후 상등액을 굴절당도계(ATAGO, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 환원당 함량 측정은 DNS (dinitrosalicylic acid) 시약을 사용하는 비색정량법으로 하였다(19). 사과주의 pH와 총산의 측정은 고속으로 원심분리한 상등액을 자동적정장치(DL22 Food & Beverage Analyzer, Mettler-Toledo AG Analytical, Schwerzenbach, Switzerland)를 사용하여 측정하였고, 총산과 알코올 함량은 국제청주류면허지원센터 주류분석규정을 따랐다(20). 사과주의 생균수 측정은 시료를 희석한 후 표준한천배지(Plate Count Agar)를 사용하여 계수하였다(21).

동결농축 사과액 사과주의 이화학적 특성

사과주의 유기산과 유리당 함량은 고속액체 크로마토그래피(high performance liquid chromatography, HPLC)로 분석하였다(22-26). 기기는 Waters (600E Model)과 Refractive Index Detector (Waters 410)를 사용하였다. 한편, 유기산 column은 PL Hi-Plex H (300×7.7 mm)를 사용하였고, column 온도는 65°C로 설정하였다. 유리당 column은 Sugar-Pak I (φ6.5×300 mm)을 사용하였고, column 온도는 90°C로 설정하였다. 사과주의 메탄올, 알데히드 그리고 퓨젤유 함량은 각각 가스 크로마토그래피(gas chromatography, GC)로 분석하였다(27). 기기는 Agilent (6890N)과 flame

ionization detector (FID)를 이용하였다. Column은 HP-FFAP (0.25 mm×30 m)를 사용하였고, column 온도는 60°C (4 min)-210°C (6°C/min)-210°C (2 min)으로 설정하였다. 그리고 injector 온도는 190°C, carrier gas는 H₂를 사용하였다. 사과주의 총 페놀성 화합물의 함량 측정은 Folin-Denis법에 의하여 비색정량 하였다(28-29). 사과주의 hue와 intensity 측정은 분광광도계(UV-1601 Shimadzu Co Kyoto, Japan)를 사용하여 420 nm와 520 nm에서 흡광도를 측정 후 분석하였다. Hue값은 420 nm와 520 nm의 흡광도의 비율(420/520 nm)로 하였으며, intensity값은 420 nm와 520 nm의 합(420+520 nm)으로 하였다(30). 사과주의 색도는 색차계(CM-3600d, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였으며 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 나타내었다.

동결농축 사과액 사과주의 관능검사

대학생과 대학원생 10명으로 구성된 일반 관능요원을 선정한 후 무작위로 제시된 시료에 대해 5단계 기호도 척도 방법으로 동결농축 사과주의 관능검사 및 선호도 조사를 실시하였다. 발효가 완료된 동결농축 사과주를 원심분리기를 사용하여 사과여액을 제외한 나머지 성분들을 제거하고 관능검사를 실시하였다. 평가 항목으로는 색, 향기, 맛 그리고 종합적인 선호도를 가지고 총체적인 정량적 묘사분석으로 제품 간의 관능적 특성을 비교, 평가하였다. 이 때 관능평점은 점수로 나타내었는데 5점(대단히 좋다), 4점(약간 좋다), 3점(보통이다), 2점(약간 나쁘다), 1점(아주 나쁘다)으로 평가하였다.

통계처리

모든 평가자료는 SAS 통계처리(31)를 이용한 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중범위검증(Duncan's multiple range test, p<0.05)으로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

동결농축 사과액 사과주의 발효특성

당도와 환원당

동결농축 사과주의 발효기간 동안의 당도와 환원당의 변화양상은 Fig. 2와 같다. 당도변화는 선발균주는 대조군주인 W-3와 비교 시 완만한 감소경향을 보였다. 하지만 발효 21일차에서는 모든 효모군에서 잔존당도가 9.6~10.1 °Brix를 나타내었다. 환원당 변화 역시 선발균주는 대조군주와 비교 시 역시 완만한 감소를 나타내었다. 하지만 발효 21일차에서는 모든 효모군에서 0.45% 이하의 환원당 함량을 보여 알코올 발효가 거의 종료되었다는 것을 간접적으로 알 수 있었다.

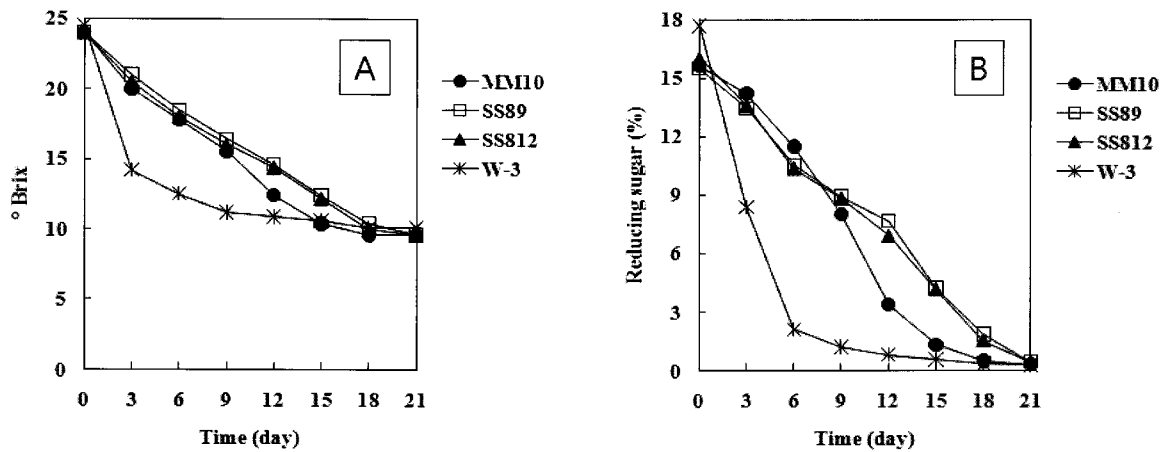


Fig. 2. Changes in the soluble solid (A) and reducing sugar contents (B) during fermentation of 24 °Brix freeze-concentrated apple juice. W-3, control yeast.

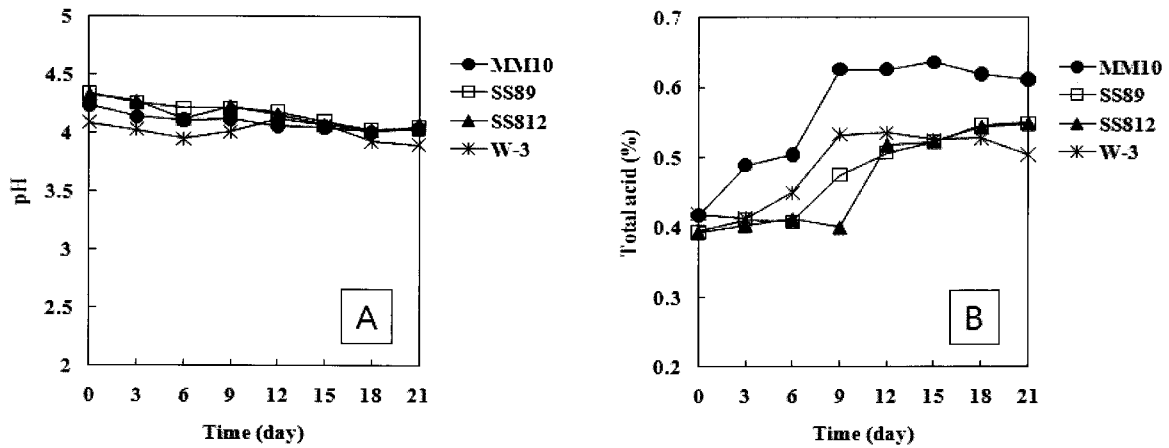


Fig. 3. Changes in the pH (A) and total acid contents (B) during fermentation of 24 °Brix freeze-concentrated apple juice. W-3, control yeast.

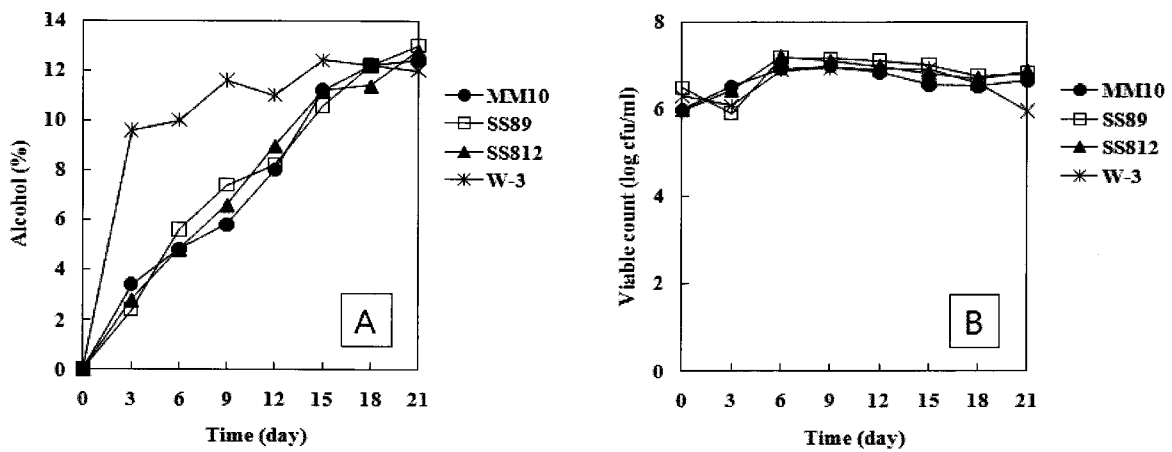


Fig. 4. Changes in the alcohol content (A) and viable count (B) during fermentation of 24 °Brix freeze-concentrated apple juice. W-3, control yeast.

pH와 총산

동결농축 사과주의 발효기간 동안의 pH와 총산의 변화 양상은 Fig. 3과 같다. pH 변화는 모든 효모균에서 3.9~4.05의 범위를 나타내었다. 총산 변화는 모든 효모균에서 알코올 발효가 진행될수록 증가하였다. 특히 MM10 균주는 다른 균주에 비해 다소 높은 총산함량을 보였으며 발효 21일차에는 0.61%를 나타내었다.

알코올과 생균수

동결농축 사과주의 발효기간 동안의 알코올 함량과 생균수의 변화양상은 Fig. 4와 같다. 알코올 함량변화는 발효 초기에는 대조균주인 W-3의 경우 빠른 알코올 생성을 보였으며 선발균주에서는 점진적인 알코올 생성을 보였다. 하지만 발효 21일차에는 최종 알코올 함량이 12~13%의 함량을 나타내어 일반적인 과실주의 알코올 함량과 유사한 생성률을 보여 선발균주 역시 24 °Brix 동결농축 사과액에서 안정적으로 알코올을 생성할 수 있는 균주로 사료된다. 생균수는 모든 효모균에서 6.0~6.9 log cfu/mL을 나타내었고 동결농축 사과액에서 양호한 균의 성장을 보여 동결농축 사과액 알코올 발효에 적합한 균주로 사료된다.

동결농축 사과액 사과주의 이화학적 특성

유기산 함량

동결농축 사과주의 유기산 함량을 HPLC를 이용하여 분석한 결과는 Table 1과 같다. 모든 효모균에서 유기산 함량의 범위는 2.43~2.92%의 범위를 나타내었으며 선발균주로 발효한 사과주의 유기산 함량 평균값은 2.63%를 나타내었다. 한편 가장 많은 함량을 보인 유기산은 젖산으로 모든 효모균에서 평균 1.51%를 나타내어 전체 유기산 함량의 평균을 기준(평균 2.63)으로 할 때 57.41%를 차지하였다. 한편 선발균주 사과주에서 소량의 초산이 생성된 것을 확인할 수 있었다. Campo 등(32)의 연구에서도 발효 15일부터는 초산이 생성된다고 보고한 것과 유사한 결과를 보였다.

Table 1. Contents of organic acids in apple wine after fermentation of 24 °Brix freeze-concentrated apple juice

(%)					
Strain	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	Total acids
MM10	0.77±0.52	0.1±0.15	1.97±0.95	0.08±0.28	2.92
SS89	0.88±0.68	0.2±0.20	1.41±0.88	0.03±0.23	2.52
SS812	0.82±0.64	0.22±0.19	1.39±0.71	0.03±0.27	2.46
W-3	1.01±0.84	0.15±0.18	1.27±0.78	ND	2.43

Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate. W-3, control yeasts; ND, not-detected.

유리당 함량

동결농축 사과주의 유리당 함량을 HPLC를 이용하여 분

석한 결과는 Table 2와 같다. SS89 균주를 제외한 모든 효모균에서 솔비톨만이 검출되었으며 SS89 균주에서는 약간의 과당 성분도 검출되었다. 이는 다른 탄소원인 과당, 서당 그리고 포도당의 경우에는 발효가 진행되는 동안 알코올 생산에 이용된 것으로 사료된다. 솔비톨 함량은 0.57~0.62%의 범위를 나타내었으며, 선발균주의 사과주 솔비톨 함량의 평균은 0.61%를 나타내었다.

Table 2. Contents of free sugars in apple wine after fermentation of 24 °Brix freeze-concentrated apple juice

(%)					
Strain	Sucrose	Glucose	Fructose	Sorbitol	Total sugars
MM10	ND	ND	ND	0.62±0.14	0.62
SS89	ND	ND	0.01±0.29	0.60±0.20	0.61
SS812	ND	ND	ND	0.60±0.17	0.60
W-3	ND	ND	ND	0.57±0.16	0.57

Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate. W-3, control yeast; ND, not-detected.

메탄올, 알데히드, 퓨젤유 함량

동결농축 사과주의 메탄올 함량과 알데히드 함량 그리고 퓨젤유 함량은 Table 3과 같다. 메탄올의 경우에는 검출되지 않거나 아주 극미량이 존재하였고, 알데히드의 경우 107.68~114.27 ppm을 나타내었다. 현재 과실주에 있어서 식품공전의 식품별 기준 및 규격에는 메탄올의 경우 1,000 ppm 미만으로 명시되어 있으며, 알데히드의 경우에는 따로 규정이 없다(21). 따라서 모든 효모균에서 양조한 사과주의 경우 식품공전의 메탄올에 대한 기준 및 규격에 적합한 것으로 나타났다. 퓨젤유 함량은 propanol의 경우에는 아주 극미량 존재하였고, ethyl acetate의 경우에는 55.27~69.54 ppm을 나타내었다. Isobutanol과 butanol의 경우에는 각각 40.49~54.65 ppm과 25.47~27.73 ppm의 함량을 나타내었다. 그리고 isoamyl alcohol의 경우에는 108.88~217.26 ppm을 나타내어 가장 많은 함량이 존재함을 알 수 있었다.

총 페놀성 화합물, hue 및 intensity 분석

동결농축 사과주의 총 페놀성 화합물, hue 및 intensity 값은 Table 4와 같다. 총 페놀성 화합물은 모든 효모균에서 0.01~0.16%를 나타내었다. Hue 값은 1.40~2.01의 범위를 보였고, intensity 값은 0.30~0.45의 범위를 나타내었다.

색도 분석

동결농축 사과주의 색도는 Table 5와 같다. 명도는 모든 효모균에서 91.78~98.19의 범위를 나타내어 색이 매우 밝은 것을 알 수 있었다. 적색도는 모두 효모균에서 비슷한 양상을 보여 적색과 녹색의 중간색의 양상을 보였고, 황색도는 2.38~7.7의 범위를 보여 다양한 양상을 나타내었다.

Table 3. Contents of methanol, aldehyde, ethyl acetate and minor fusel oils in apple wine after fermentation of 24 °Brix freeze-concentrated apple juice

Strain	(ppm)						
	Methanol	Aldehyde	Ethyl acetate	Propanol	Isobutanol	Butanol	Isoamyl alcohol
MM10	Tr	107.93±25.4	55.27±1.26	Tr	40.49±1.47	25.79±0.17	108.88±21.9
SS89	ND	114.27±31.9	69.54±2.54	Tr	54.24±2.10	27.73±0.29	166.80±30.8
SS812	ND	107.68±27.5	69.15±2.11	Tr	54.65±2.68	27.49±0.26	168.94±32.7
W-3	ND	112.53±30.8	58.38±2.47	Tr	47.28±2.58	25.47±0.12	217.26±39.6

Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate. W-3, control yeast; Tr, traces; ND, not-detected.

Table 4. Contents of total phenolic compounds, hue and intensity values in apple wine after fermentation of 24 °Brix freeze-concentrated apple juice

Strain	Total phenolic compounds ¹⁾		Hue		Intensity	
	0 day	21 day	0 day	21 day	0 day	21 day
	MM10	0.16±0.09	0.16±0.10	2.09±0.54	2.01±0.42	0.21±0.68
SS89	0.18±0.24	0.16±0.17	1.68±0.38	1.77±0.29	0.32±0.47	0.42±0.18
SS812	0.17±0.20	0.15±0.29	1.79±0.61	1.72±0.45	0.31±0.12	0.45±0.41
W-3	0.12±0.16	0.01±0.09	1.23±0.39	1.40±0.28	0.32±0.84	0.30±0.58

¹⁾unit: %.

Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate. W-3, control yeast.

Table 5. Hunter color values in apple wine after fermentation of 24 °Brix freeze-concentrated apple juice

Strain	L	a	b
MM10	93.87±3.56	-0.57±0.49	5.92±0.28
SS89	91.78±4.15	0.1±0.78	2.38±0.47
SS812	95.62±1.89	-0.18±0.93	7.7±0.39
W-3	98.19±2.39	-1.01±0.13	5.23±0.23

Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate. W-3, control yeast.

Table 6. Sensory evaluation of apple wine after fermentation of 24 °Brix freeze-concentrated apple juice

Strain	Color	Odor	Taste	Overall preference
MM10	3.60 ^a ±0.95	3.90 ^a ±0.65	3.40 ^a ±0.78	3.40 ^a ±0.84
SS89	3.80 ^a ±0.43	4.10 ^a ±0.14	3.40 ^a ±0.24	3.55 ^a ±0.76
SS812	3.90 ^a ±0.58	3.65 ^a ±0.25	3.40 ^a ±0.67	3.65 ^a ±0.55
W-3	3.30 ^a ±0.15	3.05 ^a ±0.67	2.80 ^a ±0.31	2.95 ^a ±0.57

Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate.

^aMeans scores within a column followed by the same superscript are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test (p<0.05).

Sensory analysis was conducted by 10 panels using scoring different test and sensory scores were 5, excellent; 3, fair; 1, very poor.

W-3, control yeast.

동결농축 사과액 사과주의 관능검사

동결농축 사과액 사과주의 발효를 종료한 후 관능검사를 실시한 결과는 Table 6과 같다. 5단계 기호도 척도법으로 평가를 실시한 결과, 색깔의 경우에는 모든 효모군에서 평균 3.65의 수치를 나타내었으며 SS812 사과주가 가장 좋은 것으로 나타났다. 향기의 경우에는 모든 효모군에서 평균 3.68의 수치를 나타내었으며 SS89 사과주가 가장 좋은 것으로 나타났다. 맛의 경우에는 모든 효모군에서 평균 3.25의 수치를 나타내었으며 모든 선발균주 사과주가 가장 좋은 것으로 나타났다. 그리고 종합적인 기호도에서는 모든 효모군에서 평균 3.39의 수치를 나타내었으며 SS812 사과주가 가장 좋은 것으로 나타났다. 선발균주의 경우 종합적인 기호도에서 평균 이상의 수치를 나타내었으나, 대조균주인 W-3의 경우 평균보다 낮은 수치를 나타내어 선발균주가 사과주 제조에 있어서 대조균주에 비해 우수한 양조결과를 나타내었다.

요 약

국산 포도로부터 분리된 *Saccharomyces cerevisiae* MM10, SS89 그리고 SS812 균주를 전체원료의 15%에서 배양하여 얻은 균체를 24 °Brix로 동결농축한 사과액에 접종하여 무가당 사과주를 양조하였다. 발효 중 환원당은 대조균주와 비교 시 완만한 감소를 나타내었고, 총산은 모든 효모군에서 알코올 발효가 진행될수록 증가하였다. 최종 알코올 함량은 모든 효모군에서 12~13%의 함량을 나타내었다. 사과주의 유기산 함량의 범위는 2.43~2.92%이었으며, 유리당 조성은 약간의 과당이 검출된 SS89 균주를 제외한 모든 효모군에서 솔비톨만이 검출되었다. 메탄올은 검출되지 않거나 아주 극미량이 존재하였고, 알데히드는 107.68~114.27 ppm을 나타내었다. 퓨젤유에 있어서 propanol은 극미량 존재하였고, ethyl acetate는 55.27~69.54 ppm을 나타내었다. Isobutanol과 butanol은 각각 40.49~54.65 ppm과 25.47~27.73 ppm의 함량을 나타내었다. 그리고 isoamyl alcohol은 108.88~217.26 ppm을 나타내었다. 총 페놀성 화

합물 함량은 0.01~0.16%를 나타내었으며, hue 값은 1.40~2.01, intensity는 0.30~0.45의 범위를 나타내었다. 명도는 91.78~98.19의 범위를 보였고, 적색도는 적색과 녹색의 중간색의 양상을 보였으며, 황색도는 2.38~7.7의 범위를 나타내었다. 관능검사 결과 색은 SS812 사과주, 향기는 SS889 사과주, 종합적인 기호도는 SS812 사과주가 가장 좋은 것으로 나타났다. 맛은 모든 선발균주가 동일하게 대조군주보다 높은 점수를 얻었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 15대 어젠다 과제(PJ006763)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Lea AGH (1995) Cidermaking. In: Fermented Beverage Production. Blackie Academic & Professional Press, London, UK, p 67-96
2. Wenlai F, Yan X, Aimei Y (2006) Influence of oak chips geographical origin toast level, dosage and aging time on volatile compounds of apple cider. *J Inst Brew*, 112, 255-263
3. Inglis DL, Pigeau G, Quai J, Pistor M, Kaiser K (2006) Chemical composition of Vidal Icewine juice and nitrogen usage during fermentation. In Sixth International Cool Climate Symposium for Viticulture and Oenology - Wine Growing for the Future. ed. Creasy GL, Lincoln University, Christchurch, New Zealand, p 48
4. Pigeau GM, Bozza E, Kaiser K, Inglis DL (2007) Concentration effect of Riesling icewine juice on yeast performance and wine acidity. *J Appl Microbiol*, 103, 1691-1698
5. Raventós M, Hernández E, Auleda JM, Ibarz A (2007) Concentration of aqueous sugar solutions in a multi-plate cryoconcentrator. *J Food Eng*, 79, 577-585
6. Hernández E, Raventós M, Auleda JM, Ibarz A. (2010) Freeze concentration of must in a pilot plant falling film cryoconcentrator. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 11, 130-136
7. Liu L, Miyawaki O, Hayakawa K (1999) Progressive freeze concentration of tomato juice. *Food Sci Technol Res*, 5, 108-112
8. Ramos FA, Delgado JL, Bautista E, Morales AL, Duque C (2005) Changes in volatiles with the application of progressive freeze-concentration to Andes berry (*Rubus glaucus Benth*). *J Food Eng*, 69, 291-297
9. Hwang Y, Lee KK, Jung GT, Ko BR, Choi DC, Choi YG, Eun JB (2004) Manufacturing of wine with watermelon. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 50-57
10. Kang TS, Woo KS, Lee JS, Jeong HS (2006) Fermentation characteristics of wine using fresh jujube. *Food Eng Prog*, 10, 164-171
11. Cho KM, Lee JB, Kahng GG, Seo WT (2006) A study on the making of sweet persimmon (*Diospyros kaki, T*) wine. *Korean J Food Sci Technol*, 38, 785-792
12. Kang BT, Yoon OH, Lee JW, Kim SH (2009) Qualitative properties of wild grape wine having different aging periods. *J Food Sci Nutr*, 22, 548-553
13. Kim KI, Kim ML (2010) Characteristics of wine fermented from mulberry juice. *Korean J Food Preserv*, 17, 563-570
14. Park CS, Kim ML (2010) Preparation and characterization of watermelon wine. *Korean J Food Preserv*, 17, 547-554
15. Towantakavanit K, Park YK, Park YS (2010) Quality changes in 'Hayward' kiwifruit wine fermented by different yeast strains. *Korean J Food Preserv*, 17, 174-181
16. Kishimoto M, Soma E, Goto S (1994) Classification of cryophilic wine yeasts based on electrophoretic karyotype, G+C content and DNA similarity. *J Gen Appl Microbiol*, 40, 83-93
17. Toshiro O, Kiyoshi O, Yasufumi U, Kenji Y, Yasuhiro K, Masahiko S, Hisatsugu W (1996) Enhancement of glycerol production by brewing yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) with heat shock treatment. *J Ferment Bioeng*, 82, 187-190
18. Guthrie C, Fink RG (1991) *Methods in Enzymology: Guide to Yeast Genetics and Molecular Biology*. Academic Press, San Diego, California, USA, 194, p 13
19. Miller GL (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for the determination of reducing sugar. *Anal Chem*, 31, 426-428
20. NTS Liquors Licence Aid Center (2010) p 39, p 104-202
21. Korean Food & Drug Administration (2010) p 10-3-25
22. Coppola ED (1984) Use of HPLC to monitor juice authenticity. *Food Technol*, 4, 88-91
23. Whang HJ, Kim SS, Yoon KR (2000) Analysis of organic acid in Korean apple juice by high performance liquid chromatography. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 29, 181-187

24. Do YS, Whang HJ, Ku JE, Yoon KR (2005) Organic acids content of the selected Korean apple cultivars. *Korean J Food Sci Technol*, 37, 922-927
25. Richmond ML, Brandao SCC, Gray JI, Markakis P, Stine CM (1981) Analysis of simple sugar and sorbitol in fruit by HPLC. *J Agric Food Chem*, 29, 4-7
26. Kim CH, Whang HJ, Ku JE, Park KW, Yoon KR (2006) Free sugars content of selected Korean apple cultivars. *Korean J Food Sci Technol*, 38, 22-27
27. Kim DH, Hong YA, Park HD (2008) Co-fermentation of grape must by *Issatchenkia orientalis* and *Saccharomyces cerevisiae* reduces the malic acid content in wine. *Biotechnol Lett*, 30, 1633-1638
28. Folin O, Ciocalteu V (1927) On tyrosine and tryptophane determination in proteins. *J Biol Chem*, 27, 625-650
29. Singleton VL, Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic*, 16, 144-158
30. Zoecklein BW, Fugelsang KC, Gump BH, Nury FS (1990) *Production Wine Analysis*. Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA, p 129-168
31. SAS Institute Inc, (2002-2003). *SAS 9.1 TS Level 1M3*. Cary, NC, USA
32. Campo G, Santos JI, Berregi I, Velasco S, Ibarburu I, Dueñas MT, Irastorza A (2003) Ciders produced by two types of presses and fermented in stainless steel and wooden vats. *J Inst Brew*, 109, 342-348

(접수 2011년 2월 28일 수정 2011년 6월 10일 채택 2011년 6월 24일)