

동결건조 Muscat Bailey A 포도로 만든 아이스와인의 발효 특성

전은정 · 김재식^{1*}

씨제이 제일제당 식품연구소, ¹경북대학교포도마을주식회사

Fermentation Characteristics of Ice Wines Prepared with Freeze-dried Muscat Bailey A Grapes

Eun-Jeong Jeon and Jae-Sik Kim^{1*}

Food Research Institute, CJ CheilJedang Corporation

¹Podomaul Corporation

Abstract The fermentation characteristics of ice wines made from freeze-dried Muscat Bailey A grapes were determined. Muscat Bailey A grapes were concentrated to 34.8 and 40.8°Bx by freeze drying and were then fermented. The content of reducing sugar was 0.3% in conventional wine after fermentation, but was 21.5 and 23.9% in ice wines at 34 and 40°Bx, respectively. The content of alcohol was 9.6% in conventional wine but was 10.3 and 10.6% in ice wines at 34 and 40°Bx, respectively. It was observed that the red and violet colors of ice wines at 34 and 40°Bx became dominant compared to the controls. In sensory evaluation studies, ice wines at 34 and 40°Bx showed higher intensities in color, flavor, and overall preference.

Keywords: Muscat Bailey A, freeze-drying, ice wine, fermentation

서 론

전 세계적으로 가장 많이 소비되고 있는 과일주인 포도주에 대한 역사는 BC 5,400 이전부터 찾을 수 있다(1). 고지방식, 흡연, 운동부족 위험에도 불구하고 포도주 섭취로 인해 프랑스인의 심장병 발병률이 낮은 ‘French paradox’가 알려지고(2) 포도 내 phytoalexin류 성분의 항암효과와 포도 특유의 식물성 색소인 플라보노이드 성분의 혈전생성억제와 심장병예방 기능이 연구 발표되면서 포도주의 생산 및 소비가 급증하고 있다(3,4). 그러나 국내에서는 외국산 포도주의 수입 증가와 국내 포도주 산업의 부진으로, 국내산 포도주의 시장 점유율이 점점 약화되고 있어 이러한 어려움을 극복하기 위해서는 국내산 포도주의 품질 향상이 필요하다(5). 또한 국민들의 소득증가로 생활수준과 함께 건강에 대한 관심이 높아져, 포도주를 비롯한 알코올 도수가 낮은 주류의 판매가 늘어나는 추세이고(6), 국내 포도주 시장은 지난 10년간(1991년에서 2000년) 38% 증가했으며, 2008년까지 37%가 증가할 것으로 전망되고 있어 우리나라 포도주 시장의 성장가능성은 매우 높다고 할 수 있다(7).

이런 추세로 인해 국내산 포도 품종을 이용하여 여러 가지 발효 방법으로 우리 실정에 적합한 포도주 생산이 필요한데, 최근

국내산 포도주의 품질 개선을 위한 많은 연구들이 행해지고 있다. 국내산 포도주의 신맛이 강하므로 이를 개선하고자 발효방법을 달리하여 신맛을 감소시키는 연구에는 Park 등(8)이 Campbell Early 품종 포도를 사용하여 carbonic maceration vinification process 방법으로 포도주 제조 특성을 시험하였고, Lee와 Kim(9)은 CaCO₃ 첨가하여 주석산을 침전 제거하는 precipitation과 carbonic maceration방법이 제시하였다. Kim 등(10)은 첨가하는 당을 달린 sweet wine을 제조하여 발효 과정 중에 일어나는 이화학적 변화와 품질 특성을 조사한 연구에서 xylitol 첨가한 포도주가 가장 좋은 기호도를 보였다고 보고하였고, Lee 등(11)은 역삼투 처리에 의해 포도 착즙액 중 수분을 제거해 자체 당도를 높인 포도주를 제조하여 성분 변화와 향기성분을 분석하였다. 아울러, Moon 등(12)은 Aramon 농축포도과즙, Campbell Early 및 활성건조효모를 이용하여 포도주 발효특성을 연구하였고, Yoo 등(13)은 국산 포도를 이용한 포도주발효 품질평가시험에서 Muscat Bailey A 품종으로 제조한 포도주가 Campbell Early 품종으로 제조한 포도주보다 외관상 우수함을 보였다고 보고하였다.

와인 소비자 분류에 따른 와인 선호도에 관한 연구에서 선호하는 와인은 소비자의 전문성에 따라 차이를 보이고 있으나 일반적으로 선호하는 와인은 향이 풍부한 와인, 레드 와인, 단맛이 나는 와인, 입 속에서 느낌이 묵직한 와인, 숙성이 오래된 와인 등으로 파악되었으며(14) 그 대표적인 예로 아이스와인을 들 수가 있다. 아이스와인은 충분히 동결될 추운 날씨까지 포도를 포도나무에 남겨둔 뒤 수확하여 발효시켜 만든 달콤한 디저트와인으로(15) 포도가 동결되면서 포도 내 유리수는 이온결정으로 변형되어 분리, 이동하여 당도는 높아지게 된다(16,17). 아이스와인은 2세기 전부터 독일에서 만들어 지던 것으로 아이스와인 제조에 적

*Corresponding author: Jae-Sik Kim, Podomaul Corporation, Yeongcheon, Gyeongbuk 770-913, Korea
Tel: 82-54-331-1375
Fax: 82-54-331-1376
E-mail: dstsik@naver.com
Received January 3, 2014; revised January 15, 2014;
accepted January 18, 2014

합한 기후 조건 생산지로는 Canada 북부 Ontario, 미국 일부지역이 있다(18). 아이스와인은 1980년대 이후 캐나다에서 주요 산업으로 발전되고 있는 것으로 캐나다 와인 협회인 Canadian Vintners Quality Alliance (VQA)에 따르면 아이스와인용 포도는 수확 온도가 반드시 -8°C 이하여야 하며 당도는 최소 35°Bx 에서 42°Bx 이상이 되어야 한다고 규정하고 있다(18).

아이스와인용 포도는 포도가 얼어있는 상태에서 수분이 썩, 껍질과 함께 압착되어 얼음상태로 분리되며 당도는 35°Bx 이상으로 높으며, 또한 아이스와인은 발효가 느리며 발효가 도중에 중단되어 환원당 함량이 높은 와인으로 되는 것이 특징으로(18), 동결에 의해 당 농도, pH, 산도, 이온세기, 점성, 삼투압, 증기압, 동결점, 산화환원 전위 뿐 아니라 표면장력과 계면장력의 변화가 일어나며(19) 이로 인해 아이스와의 교질감과 향미성분이 강화된다(20). 보통의 포도주와는 달리 아이스와인은 발효가 불완전하고 여러 가지 부산물이 많이 생성되는데, 초기 당도 38.8°Bx 아이스 와인 즙과, 21.3°Bx 인 아이스 와인 포도즙 희석액, 35.6°Bx 로 가당한 포도즙으로 발효를 종료했을 때 glycerol, acetic acid, nitrogen이 높게 생성된다는 보고(21)가 있었으며, 아이스와의 불완전한 발효는 고농도 당 함량과 함께 ethanol, acetic acid, toxic C_{18} 과 C_{10} 카르복실산으로 기인한 것으로 보고되고 있다(18). 몇 달 동안 수확을 미루고, 몹시 추운 겨울 날씨에서의 수확, 압착의 어려움을 피하기 위해 자연적 아이스와의 생산할 수 없는 지역에서는 역삼투로 포도즙을 농축 아이스와인과 유사하게 만드는 cryoextraction이라는 기술이 이용되기도 한다(22).

우리나라에서는 기후조건과 8, 9월에 수확하는 포도품종의 한계로 자연적인 아이스 와인 제조에는 어려움이 있어 본 연구에서는 동결건조기를 이용하여 Muscat Bailey A의 당분을 농축시키고 이를 원료로 인공적 아이스와인을 제조하였으며, 발효 과정에서 발효 특성을 관찰하여 고품질의 국내산 아이스와의 제조 가능성을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

원료용 포도는 경북 영천에서 수확한 Muscat Bailey A 품종을 사용하였다. 시판 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*의 활성건조효모 Fermivin (Gist-brocades, Frederica, Denmark) 제품을 사용하였다. 포도주의 산화 및 오염 방지를 위해 potassium metabisulfite ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$)를 사용하였다.

적포도주 제조

일반적인 적포도주 제조를 위해 포도 4 kg을 세척, 제경 후 파쇄 하였다. 파쇄한 포도에 색소추출 및 잡균 오염 방지를 위해 potassium metabisulfite를 포도 양 대비 100 ppm 만큼 첨가하여(22), 2시간 이상 둔 후 5L 발효조에 담고 포도 양의 0.2% (w/w)에 해당하는 효모를 첨가하여 25°C 에서 발효시켰다. 발효 4일 후 이산화탄소의 분출이 현저히 줄고 알코올 농도가 최대치에 이르면 발효를 종료하고 포도주를 압착한 후 여과하여 0°C 에서 일주일간 방치하여 주석산을 침전시키고 침전물을 제거한 후 12°C 에서 숙성시켰다.

아이스와인 제조

아이스와인은 포도를 제경한 후 동결건조기를 사용하여 포도즙의 당도가 각각 34.8 , 40.8°Bx 가 되도록 포도를 동결건조하였으며, 동결건조가 끝난 포도는 파쇄하여 potassium metabisulfite를

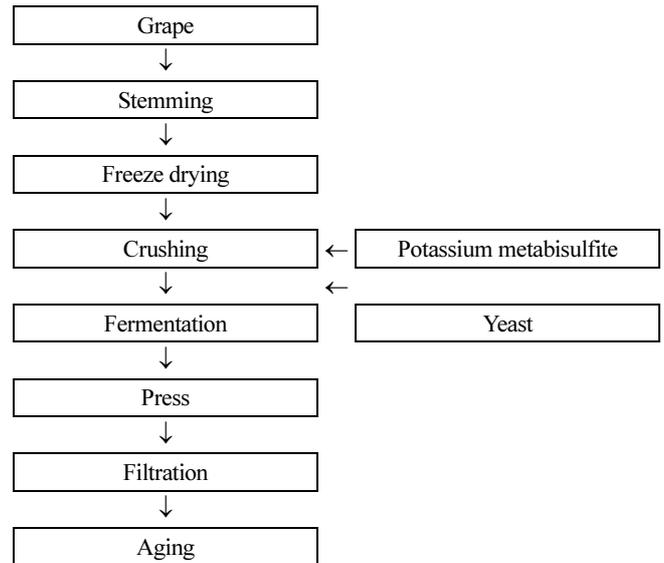


Fig. 1. Schematic diagram of artificial ice wine fermentation.

동결건조 포도 양 대비 100 ppm 만큼 첨가하여 2시간 이상 방치 후 5L 발효조에 담고 동결건조한 포도 양의 0.2% (w/w)에 해당하는 효모를 첨가하여 25°C 에서 발효시켰다. 아이스와의 발효는 시판 아이스와의 알코올에 기준을 맞춰 9-11% (v/v) 알코올 함량에서 발효를 중단하고 포도주를 압착한 후 여과하여 0°C 에서 일주일간 방치하여 주석산을 침전시키고 양극질한 후 12°C 에서 숙성시켰다(Fig. 1).

동결건조 시간 조사

아이스와인 제조에 적당한 포도 동결건조 시간을 선정하기 위해 제경 한 포도를 54시간 동안 동결건조하였다. 동결건조기 (Samwon, Seoul, Korea)를 이용하여 동결건조된 포도를 3-6시간 단위로 샘플링하고 당도, 환원당, 감광율을 측정하여 아이스와의 발효에 적합한 동결건조 시간을 조사하였다.

활성건조효모 내당성 조사

고당도 포도즙에서 효모의 발효가능 여부를 파악하기 위해 포도즙에 설탕을 넣어 당도 36°Bx 에서 50°Bx 까지 2°Bx 별로 당도를 조정하였으며, 여기에 포도즙 대비 0.02% (w/w) 활성건조효모를 첨가한 후 25°C 에서 발효하여 활성건조효모의 내당성을 판단하였다. 이산화탄소의 발생이 현저히 줄었을 때 발효를 종료하고 포도주를 압착한 후 여과하여 당도, 환원당, 알코올을 측정하여 내당성을 판별하였다.

이화학적 성분 분석

알코올 함량은 국세청 주류분석법(23)에 따라 증류한 후 100 mL로 정용하여 주정계로 측정하여 Gay-Lussac의 주정 환산표로 보정하였다. 당도는 상온에서 굴절 당도계(ATAGO, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 환원당 함량의 측정은 dinitrosalicylic acid (DNS)법(24)에 따라 측정하였다. pH는 pH Meter (TOA, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, 총산은 10 mL의 포도주를 0.1 N NaOH로 적정하여 주석산으로 산출하였다. Total phenol 함량은 Folin-Denis법(10)에 따라 비색 정량하였다. Hue와 intensity는 각 시료를 5배씩 희석한 후 UV-visible spectrophotometer (Shimadzu Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 420 nm과 520 nm에서 흡광

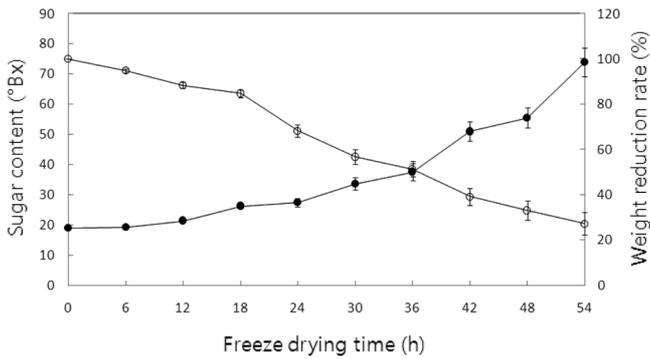


Fig. 2. Sugar content and weight reduction rate of grapes during freeze drying. ●; Sugar content, ○; Weight reduction rate.

도를 측정하여 hue는 A420/A520(갈변도)으로, intensity는 A420+A520(색도)의 값으로 하였다(25). Colorimeter (Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 포도주의 색도를 측정하였으며, L, a, b 값으로 나타내었다(26). 효모 생균수 측정은 생리 식염수로 희석하여 희석액 0.1 mL를 Yeast extract, Peptone, Dextrose (YPD)배지에 도말하여 25°C에서 48시간 배양한 후 형성된 colony수를 colony forming unit (CFU/mL)로 나타내었다. 유리당 및 유기산 함량은 5배 희석한 시료를 주사기를 사용하여 Sep-pak C18 cartridge를 통과(MeOH-Water-Sample) 시킨 후 45 µL membrane filter를 사용하여 시료를 전처리하고 HPLC (Waters, Milford, CA, USA)로 유기산을 분석하였다.

관능검사

포도주 관능검사는 경북대학교 농업생명과학대학 식품공학과 학생을 대상으로 음주 경험이 있고 차이식별능력이 있는 남녀비가 1:2의 20-30세 연령대의 panel 20명을 선정하였다. 최고 5점, 최저 1점으로 5단계 강도 척도법으로 실행하였다(27). 이때 관능평점은 5-대단히 좋다(very good), 4-약간 좋다(good), 3-보통이다(fair), 2-약간 나쁘다(poor), 1-아주 나쁘다(very poor)로 하였다. 결과에 대한 통계처리는 SAS를 이용한 Duncan의 다중 비교 분석법으로 95% 신뢰도로 유의성을 검증하였다(28). 또한 대조구로 시중에서 구입한 캐나다산 아이스와인(Pinot noir ice wine 2003, Toronto, Canada)과 미국산 sweet wine (Concord wine 2003, Los Angeles, CA, USA)을 사용하였다.

결과 및 고찰

동결농축 시간 선정

아이스와인 제조를 위한 동결건조 실험을 수행하기에 앞서 동결건조기를 이용하여 아이스와인 제조에 적합한 포도 동결건조 시간을 찾기 위해 동결건조에 의한 포도의 당도변화와 감량을 측정하였고 Fig. 2에 나타내었다. 동결건조기는 삼중점 이하의 온도와 압력 하에 동결된 물질내의 수분을 제거하는 방법으로 식품 등의 원료를 동결상태에서 승화와 탈습에 의해 물이나 용매류를 증기로 바뀌게 하여 동결상태에서 건조가 이루어지므로 건조물의 열변성이 적고, 향기성분의 손실이 적으며, 다공성 구조가 잘 보존된다고 보고하였다(29,30). 시간이 지남됨에 따라 건조가 진행되어 54시간 후에는 포도가 거의 다 건조되어 부스러지는 상태에까지 도달하였으며 포도 무게가 72.8%까지 감소하였다. 포도 당도는 동결건조 전 18°Bx에서 30시간에 33.7°Bx, 42시간에

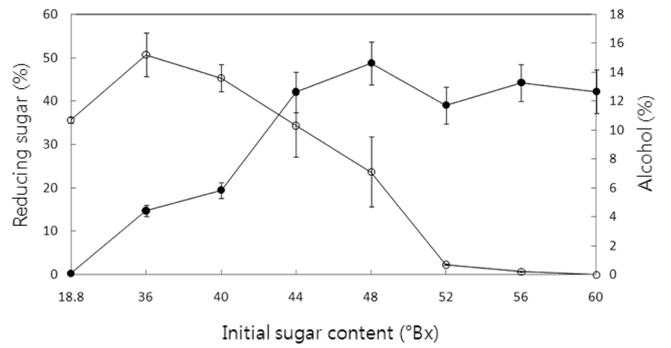


Fig. 3. Reducing sugar and alcohol contents of wines after fermentation of musts with different sugar content. ●; Reducing sugar content, ○; Alcohol content.

37.6°Bx, 48시간에 51°Bx로 증가하여 최종 54시간에는 74°Bx까지 증가하였다. 동결건조 속도와 당도변화를 기준으로 아이스와인 제조에 가장 적합한 포도 동결건조 시간을 30-42시간으로 결정하였다.

활성건조효모의 내당성 측정

발효 전 포도즙의 당도가 높은 아이스와인의 특성상 고당도에 서의 효모 발효능을 알아보기 위하여 포도즙에 당도별로 가당하여 실험재료로 선택한 시판 활성건조효모가 어느 당도까지 발효하는지 내당성을 확인해 보았다. 가당 후 발효가 완전 종료 시 알코올 생성 및 환원당 함량은 Fig. 3과 같았다. 포도즙의 당도는 대조구인 18.8°Bx에서는 발효 종료 후 알코올 7.7%, 환원당 0.27%였고, 36°Bx는 알코올 15.2%, 환원당 14.07%로 발효가 완만히 진행되었으나, 38°Bx에서는 알코올 12%, 환원당 19.44%, 40°Bx에서는 알코올 13.6%, 환원당 19.44%, 42°Bx에서는 알코올 9.2%, 환원당 18.43%로 40°Bx에서는 점차 발효력이 떨어짐을 알 수 있었으며 60°Bx에서는 거의 발효가 진행되지 않음을 알 수 있었다. 당 함유량이 낮은 것은 잔당이 적어 아이스와인으로 부적절하며, 고당도에서 발효는 삼투작용으로 효모 생육이 억제되어 발효가 저해되었으므로 32°C에서 42°Bx까지가 아이스와인에 적합한 당 함량으로 판단되었다. 아이스와인을 발효시키기 위하여 초기 포도 must의 당도를 34.8°Bx로 동결건조시켜 담근 포도주는 ice wine 34°Bx로 그리고 40.6°Bx로 동결건조시켜 담근 포도주는 ice wine 40°Bx로 명명하였다.

동결건조를 이용하여 제조한 아이스와인의 이화학적 특성 및 발효 특성

동결건조를 이용하여 당 성분을 농축시키고 난 후 발효시킨 아이스와인의 이화학적 특성을 Table 1과 Table 2에 나타내었다. 알코올은 must의 당 함량에 좌우되어 당 함량의 51.1%가 알코올로 전환되며(31), 동결건조기로 제조한 인공적 아이스와인은 시판 아이스와인과 같이 잔당이 남아있게 하고 알코올 함량도 10.0±0.5% 수준에 이르게 하여 발효를 중지시켰다. 초기 포도 당도 16.8°Bx를 동결건조하여 ice wine 34°Bx는 34.8°Bx로, ice wine 40°Bx는 40.6°Bx로 당도를 높여 발효하였다. 발효과정 중 알코올 함량 변화는 발효가 진행됨에 따라 증가하여 발효 4일째 동결건조하지 않은 대조구는 9.6%, ice wine 34°Bx는 10.3%의 알코올 함량을 나타내어 발효를 중단시켰고, ice wine 40°Bx는 발효 6일째 10.6% 알코올 함량을 나타내어 발효를 중단시켰다. 당도는 발효가 진행됨에 따라 감소하여 대조구는 5.8°Bx까지 감소하였으며, ice wine

Table 1. Chemical characteristics of grape must for ice wine fermentation

	Control	Ice wine 34°Bx	Ice wine 40°Bx
Sugar content (°Bx)	16.80±0.20	34.80±3.20	40.60±3.60
Reducing sugar (%)	17.31±0.40	34.40±3.42	46.30±4.54
pH	3.91±0.03	3.84±0.03	3.98±0.03
Total acidity (g/100 mL)	0.35±0.02	0.63±0.04	0.97±0.09
Color ¹⁾			
L	68.81±0.04	15.26±0.03	5.32±0.02
a	38.97±0.02	38.52±0.57	14.20±0.09
b	7.44±0.02	9.95±0.05	3.31±0.09
Hue	0.83±0.01	1.06±0.02	0.98±0.01
Intensity	0.29±0.02	2.53±0.08	3.36±0.15

¹⁾Color L; black (0) ↔ white (100), a; red (100-0) ↔ green (0- -80), b; yellow (70-0) ↔ blue (0- -70).

Table 2. Chemical characteristics of ice wines after fermentation

	Control	Ice wine 34°Bx	Ice wine 40°Bx
Alcohol (%)	9.60±0.20	10.30±1.20	10.60±1.20
Sugar content (°Bx)	5.90±0.40	26.90±2.60	30.40±3.22
Reducing sugar (%)	0.36±0.04	21.50±2.24	23.89±2.66
pH	3.70±0.04	3.97±0.06	3.98±0.06
Total acidity (g/100 mL)	0.76±0.04	0.93±0.06	1.09±0.08
Color ¹⁾			
L	32.29±0.15	5.99±0.04	6.83±0.02
a	64.46±0.02	9.12±0.13	18.70±0.06
b	11.85±0.03	3.70±0.11	4.38±0.03
Hue	0.70±0.01	0.90±0.02	0.91±0.02
Intensity	0.85±0.06	3.23±0.12	3.03±0.10

¹⁾Color L; black (0) ↔ white (100), a; red (100-0) ↔ green (0- -80), b; yellow (70-0) ↔ blue (0- -70).

34°Bx는 발효 후 잔당이 굴절당도계로 26.9°Bx였으며, ice wine 40°Bx는 30.4°Bx였다. 환원당 함량은 대조구의 경우 초기에 급격하게 감소하여 발효 종료 시에는 거의 알코올로 전환되어 환원당이 거의 소진되었음을 알 수 있었다. 발효를 도중에 중단한 ice wine 34°Bx는 환원당이 21.5%, ice wine 40°Bx는 환원당이 23.9%로 환원당 함량이 높게 나타났다. 포도주의 pH는 발효과정 및 숙성, 저장 중 포도주의 맛에 많은 영향을 주는 것으로 포도주의 pH는 3.2에서 3.6 사이가 적당하다고 보고되었다(32). 발효 종료 시 대조구의 pH는 3.70로 나타나 Muscat Bailey A 포도주의 pH를 3.61이라고 보고한 것과 비교하여 유사하였으며, 포도품종의 차이에서 기인된 것으로 생각된다. 아이스와인 pH는 ice wine 34°Bx의 경우 3.97, ice wine 40°Bx는 3.98로 일반적인 포도주 pH에 비해 높았다. 일반적인 포도 내 총 산도는 0.6에서 0.8 g/100 mL가 적당한 수준으로 되어 있다(32). 각 포도주의 총산 함량은 대조구가 발효 초기 0.35 g/100 mL였고, 발효 종료 시에는 0.76 g/100 mL였다. 동결건조에 의해 총산이 농축되어 발효 초기에 ice wine 34°Bx, ice wine 40°Bx의 총 산도는 각각 0.63 g/100 mL와 0.97 g/100 mL를 나타냈으며, 이는 동결건조에 의해 포도 내 수분이 건조된 아이스와인은 역삼투압 처리에 의해 포도즙의 수분을 제거하였을 시 총산이 증가한다는 연구와 일치하였고(12), 발효 종료 시 ice wine 34°Bx의 총 산도는 0.93 g/100 mL, ice wine 40°Bx의 총 산도는 1.08 g/100 mL로 발효과정 중 총 산도는 점차 증가하는 경향을 보였다. 포도주 품질을 평가해 주는 요소인 색도는 발효과정 혹은 숙성 정도를 예측할 수 있는 지표가 되기도 한다(33). 발효종료 후 대조구 포도주의 색도 L, a, b value

는 각각 32.29±0.15, 64.46±0.11, 11.85±0.03로 발효 전과 비교하여 발효와 숙성을 거치면서 투명하면서 붉은 색을 나타냈다. 반면 대조구과 비교하여 아이스와의 L value는 ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx에서 각각 5.99±0.05, 6.83±0.02로 동결건조에 의한 포도즙의 농축으로 값이 작은 것을 확인할 수 있었고, 포도주의 색은 총 페놀함량, 미생물의 활성, SO₂ 등 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는 데, 숙성 중의 L value가 감소된 것은 SO₂ 첨가와 청징, 여과 등을 통한 결과일 것이라는 연구(34)와 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 또한 a value는 ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx에서 각각 15.88±0.06, 18.71±0.06, b value는 ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx에서 각각 3.70±0.11, 4.38±0.03로 낮았는데, 이는 아이스 와인이 보랏빛의 검붉은 색을 띄었기 때문으로 여겨졌다.

효모 생균수

효모 생균수 변화를 관찰한 결과는 Table 3에 나타내었다. 포도 생과는 4.1×10³ CFU/mL의 효모가 존재하였는데 ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx는 동결건조 후 각각 1.1×10³ CFU/mL, 5.6×10² CFU/mL를 나타냄으로써 동결건조 후 효모 수에 약간의 차이는 있었으나 감소되지 않음을 확인할 수 있었다. Yoo 등은 포도주 발효시 주모의 첨가를 5%로 권장하였고(14), Kim 등(35)과, Koh와 Chang(36)은 포도주 발효를 위해 활성건조효모를 5.0×10⁶ CFU/mL, 2.0×10⁶ CFU/mL수준까지 첨가하였는데, 활성건조효모를 첨가 후 발효 1일째 효모 생균수를 측정하였을 때 대조구과 비교하여 동결 건조된 ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx

Table 3. The number of viable yeast cells in grape must and ice wines

Sample	Treatment	Viable yeast cell (CFU/mL)
Control	Grape must	4.1±0.6×10 ³
	1 day after yeast addition	2.9±0.3×10 ³
	At the end of fermentation	2.2±0.3×10 ⁸
Ice wine 34°Bx	Grape must	4.1±0.6×10 ³
	After freeze drying	1.1±0.2×10 ³
	1 day after yeast addition	2.1±0.2×10 ⁵
	At the end of fermentation	1.0±0.2×10 ⁸
Ice wine 40°Bx	Grape must	4.1±0.6×10 ³
	After freeze drying	5.6±0.9×10 ²
	1 day after yeast addition	5.0±0.8×10 ⁵
	At the end of fermentation	3.0±0.3×10 ⁶

의 경우 효모생균수가 10⁵ CFU/mL 수준으로 대조구과 비슷하거나 높아 정상 발효되는 것을 확인할 수 있었다.

유기산 및 유리당 함량

포도 과즙의 당 대부분이 glucose와 fructose가 대부분이며 maltose는 소량, sucrose는 검출되지 않은 결과(37)와 유사하게 사용된 포도에는 주로 glucose와 fructose 두 유리당이 측정되었으며 또한 포도주 발효 전후 유리당 함량을 측정한 Table 4를 보면 대조구는 발효 전 must 상태에서 존재하던 glucose와 fructose 8.05%, 7.89%가 발효 종료 시 모두 소진되었다. 이것은 Kim 등(10)의 연구에서와 같이 glucose가 먼저 이용되고 fructose는 약간 느리게 이용되고 있었으며 결국 두 당이 모두 소진된 연구와 일치하였다. 대조구과 비교하여 당도가 높은 ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx는 발효 전 각각 glucose 13.78, 14.61%와 fructose 10.25, 14.27%로 많은 양이 측정되었으며 발효 종료 시 ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx는 각각 glucose 4.07, 6.63%와 fructose 9.21, 12.75%로 많은 양의 유리당이 잔존했으며 glucose와 fructose 중 glucose가 더 많이 소진되었고 발효과정에서 fructose가 많이 소모되지 않아 단맛이 많이 남게 된 것을 확인할 수 있었다. 과

실 및 과실주의 산미에 유기산의 종류가 미치는 영향을 검토한 결과 총산 함량이 동일할 때에는 malic acid > tartaric acid > citric acid > lactic acid의 순으로 산미가 강하며(38). 포도주의 주된 유기산은 tartaric acid, malic acid, citric acid로 citric acid 함량은 상대적으로 낮아 포도주의 신맛은 주로 tartaric acid와 malic acid에 의해 결정된다(39).

발효전후 포도주의 유기산 함량은 Table 5와 같이 총산과 마찬가지로 대조구과 비교하여 동결건조에 의한 아이스와인의 유기산 함량이 전반적으로 높게 측정되었다. 동결건조 후 포도 유기산 중 malic acid 함량이 1,872 ppm에서 ice wine 34°Bx의 경우는 7,216 ppm으로, ice wine 40°Bx의 경우는 10,853 ppm으로 가장 많이 농축되었다. 발효과정을 거치면서 대조구의 malic acid 함량이 1,872 ppm에서 5,820 ppm으로 각 유기산 함량 중 가장 많이 증가되었고 ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx는 전체적인 유기산 함량이 고르게 증가된 것을 확인할 수 있었다.

총 페놀 함량

적포도주의 폴리페놀화합물은 세균에 대한 항균작용을 보이며(40), 폴리페놀 중 trans-resveratrol (trans-3,4,5-trihydroxystilbene)은 심혈관보호, 항염증, 항암등과 같은 다양한 생물학적 활성을 나타낸다고 보고되었다(41). 포도주의 페놀성분은 색, 풍미, 안정성을 나타내며(42) 총 페놀 함량은 기후, 포도품종, 양조기술에 큰 영향을 받는다(35). 최근 각종 과채류에 다량으로 존재하는 천연물질인 플라보노이드(flavonoids)는 폴리페놀 화합물로서 차, 사과 및 과채류 외에 포도껍질에 많이 존재하여, 포도껍질과 함께 발효시킨 적포도주는 페놀계 물질의 급원이 될 수 있다(36). 총 페놀성 화합물 함량은 Fig. 4와 같이 발효초기에 대조구, ice wine 34°Bx, ice wine 40°Bx가 각각 250, 666, 1,006 mg/L에서 발효 종료 시 468, 1,304, 1,350 mg/L으로 발효가 진행됨에 따라 증가되는 것으로 Auw 등(25)이 발효기간 중 페놀 함량이 점차 증가함을 보고한 것과 일치하는 것을 확인할 수 있었다. Ice wine 34°Bx, ice wine 40°Bx의 총 페놀성 화합물 함량이 대조구과 비교하여 발효전후 2배 이상 높은 값을 나타내었다. 이는 동결건조에 의해 포도즙의 총 페놀성 화합물 함량이 농축되어 발효전후에 모두 높은 값을 나타내는 것이라 생각되었고, Lee 등(33)의 국내산 포도주의 총 페놀함량 955-1,215 mg/L이라는 보고와도 비슷한 경향을 나타내었다.

Table 4. Changes in free sugar contents of ice wines

(unit: %)

Sample	Grape musts		Wine	
	Glucose	Fructose	Glucose	Fructose
Control	8.05±2.14	7.89±2.26	nd ¹⁾	nd
Ice wine 34°Bx	13.78±3.04	10.25±2.88	4.07±0.73	9.21±1.55
Ice wine 40°Bx	14.61±3.16	14.27±3.08	6.63±2.02	12.75±2.92

¹⁾nd: not detected.

Table 5. Changes in organic acid contents of ice wines

(unit: ppm)

Sample	Oxalic acid	Citric acid	Tartaric acid	Malic acid	Lactic acid	
Grape Must	Control	57±3	182±24	1315±86	1872±106	1436±84
	Ice wine 34°Bx	79±6	387±36	1201±75	7216±320	2122±156
	Ice wine 40°Bx	102±10	626±58	1715±104	10853±558	3363±286
Wine	Control	71±7	359±32	1154±73	5820±208	1876±108
	Ice wine 34°Bx	178±15	620±54	1356±79	7834±356	3628±270
	Ice wine 40°Bx	203±20	888±67	1704±98	11042±554	4917±342

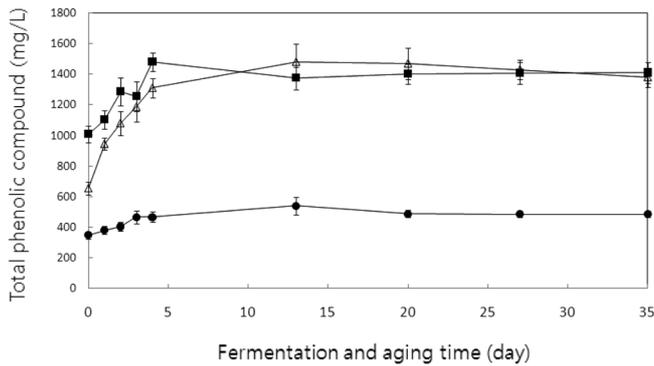


Fig. 4. Changes in total phenolic compounds of wines during fermentation and aging. ●; Control, △; Ice wine 34°Bx, ■; Ice wine 40°Bx.

관능검사

아이스와인 색, 맛, 향 및 종합적인 기호도에 대하여 관능검사를 실행하여 Table 6에 나타내었다. 관능평가 시 3종류의 실험 포도주와 시중 판매되고 있는 red ice wine인 Pinot Noir ice wine과 Concord 품종의 sweet wine 두 종류를 추가하여 실시하였다. 포도주의 색 항목에서는 열은 핑크빛의 Pinot Noir ice wine이 1.70으로 가장 낮은 점수를 얻었고 나머지는 3.30, 3.60 및 3.70으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 포도 향에 대한 평가는 ice wine 34°Bx가 3.80, ice wine 40°Bx가 3.30으로 높은 점수를 얻어 동결건조에 의해서 향기성분이 휘발되지 않았다는 것을 알 수 있었고 grape flavor의 강도가 높을수록 바람직함 요소들의 강도가 높은 것으로 볼 수 있다는 연구(43)결과와 같이 grape flavor가 관능적인 면에서 매우 중요한 요소임을 알 수 있었다. 단맛은 잔존하는 환원당이 가장 많은 Pinot Noir ice wine이 4.40으로 가장 높은 점수를 얻었으며 ice wine 40°Bx는 3.91, ice wine 34°Bx는 3.60, concord는 2.80, 대조구는 1.40으로 포도주의 환원당함량과 점수의 결과가 일치하였다. 무게감은 ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx가 3.60, 3.50으로 높은 점수를 얻었고, Pinot Noir ice wine은 2.50으로 무게감이 떨어짐을 알 수 있었고, 단맛이 무게감에 크게 영향을 주지는 않았다. 전체적인 기호도에서는 ice wine 34°Bx가 4.20으로 가장 높은 선호도를 나타내었고 ice wine 40°Bx 역시 3.60으로 높은 점수를 얻었다. 대조구와 Pinot Noir ice wine이 낮은 평가를 받아 실험 아이스 와인의 품질이 우수함을 알 수 있었고 포도주 폐놀계 물질들은 적포도주의 숙성에 많은 영향을 미칠 뿐 아니라 포도주의 색, 향, 맛 등 관능적 특성 면에서도 중요하다는 연구(34)에서와 마찬가지로 관능평가 시 5개 포도주 중 폐놀함량이 가장 낮은 포도주 대조구와 Pinot Noir ice wine이 전체적인 기호도에서 가장 낮은 값을 나타내었으며

Table 6. Sensory evaluation of ice wines

Sample	Sensory characteristics				
	Color	Flavor	Sweetness	Body	Overall preference ¹⁾
Control	1.80±0.52 ^b	3.20±0.61 ^{ab}	1.40±0.50 ^d	2.30±0.65 ^b	1.90±0.30 ^c
Ice wine 34°Bx	3.60±0.82 ^a	3.80±0.41 ^a	3.60±0.51 ^b	3.60±0.50 ^a	4.20±0.61 ^a
Ice wine 40°Bx	3.70±0.92 ^a	3.30±0.66 ^{ab}	3.90±0.55 ^{ab}	3.50±0.51 ^a	3.60±0.68 ^{ab}
Concord wine	3.30±0.80 ^a	2.80±0.52 ^b	2.80±0.41 ^c	2.20±0.69 ^b	2.80±0.41 ^b
Pinot noir ice wine	1.70±0.47 ^b	1.80±0.61 ^c	4.70±0.47 ^a	2.50±0.51 ^b	2.30±0.47 ^{bc}

¹⁾Each values represent the mean of the ratings by 20 judges using a 5-point scale (1: very poor, 3: fair, 5: very good). Mean scores within a row followed by the same superscript are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test.

색, 향이 우수하면서도 적당한 단맛을 가진 ice wine 34°Bx가 전체적으로 높은 기호도를 나타내었다.

요 약

국내산 포도주의 품질 개선을 위한 발효 방법으로 국내산 포도 Muscat Bailey A를 동결건조기를 이용하여 인공적으로 당분을 농축시키고 이를 발효하여 아이스와인을 제조하였으며 시중 아이스와인과 같이 환원당이 많이 잔존하면서 알코올 도수는 10±5% 내외로 발효를 종료해 일반적으로 제조한 포도주와 비교하여 품질 특성을 조사하였다.

일반적 아이스와인 기준과 유사한 포도즙(must) 당도 34.8°Bx와, 보당에 따른 포도주 발효에서 정상 발효될 수 있는 한계점으로 생각된 포도즙 당도 40.8°Bx로 포도를 동결건조한 후 포도주를 제조하였으며, 포도주 발효 과정 중에 발효특성을 알코올, 당도, 환원당 함량과 pH, 총산, 효모생균수, 포도주 생산량을 측정해 보았는데, ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx는 농축된 당, 산으로 인해 발효가 종료되었을 때 잔존하는 환원당은 대조구가 0.3%인 반면 ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx는 각각 21.5%와 23.9%를 나타내었다. 또한 알코올 함량은 대조구 9.6%에 비해 각각 10.3%와 10.6%를 나타냈으며, 총산 함량이 높았고 정상발효가 일어났음을 확인할 수 있었다. 유리당, 유기산 조성을 보아도 아이스와인의 경우가 발효전후에 함량이 높게 나왔으며, 총 페놀 함량도 468 mg/L인 대조구와 비교하여 ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx는 각각 1,304, 1,350 mg/L로 높아 건강기능적인 측면에서도 우수함을 알 수 있었다. 메탄올, 알데히드함량은 식품공전의 기준치를 넘지 않았으며, 농축되어 진한 색을 띤 ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx는 520 nm 흡광도에서 높았으며, 이는 색도 L, a, b 값을 통해서도 확인하였다.

시중 판매되는 레드 아이스와인인 Pinot Noir ice wine과 sweet wine인 Concord 품종 와인을 포함하여 5가지 포도주의 색, 향, 단맛, 종합적 기호도를 조사한 결과 환원당이 가장 높은 Pinot Noir ice wine이 단맛에서 강도가 가장 높았고, ice wine 34°Bx와 ice wine 40°Bx가 색, 향, 종합적 기호도에서 우수함을 알 수 있었다. 전체적인 기호도에서는 색, 향이 우수하면서도 적당한 단맛을 가진 ice wine 34°Bx가 가장 우수한 기호도를 보였다.

References

- McGovern PE, Glisker DL, Exner LJ, Voigt MM. Neolithic originated wine. *Nature* 381: 480-481 (1996)
- Renaud S, de Lorgeril M. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet* 339: 1523-1526 (1992)

3. Kinella JE, Franke E, German B, and Kanner J. Possible mechanisms for the protective role of antioxidants in wine and plant foods. *Food Technol.* 47: 85-91 (1993)
4. Kanner J, Frankel E, Granit R, German B, Kinsella JE. Natural antioxidants in grape and wines. *J. Agric. Food Chem.* 42: 64-69 (1995)
5. KMAF. Agricultural and Forestry Statistical Yearbook. Korean Ministry of Agricultural and Forestry. Seoul, Korea (2001)
6. Korea Alcohol Liquor Industry Association. Alcohol Beverage News. March, Seoul, Korea. pp. 11-12 (2001)
7. IWSR. Current trends in the international wine and spirits market and outlook to 2008. IWSR report. Seoul, Korea. pp. 1-202 (2005)
8. Park WM, Park HG, Rhee SJ, Kang KI, Lee CH, Yoon KE. Properties of wine from domestic grape, *Vitis labrusca* cultivar. Campbell's Early, fermented by carbonic maceration vinification Process. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 773-778 (2004)
9. Lee JK, Kim JS. Study on the deacidification of wine made from Campbell Early. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 408-413 (2006)
10. Kim JS, Sim JY, Yook C. Development of red wine using domestic grapes, Campbell Early. Part (I)- Characteristic of red wine fermentation using Campbell Early and different sugars. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 319-326 (2001)
11. Lee SY, Kang HA, Chang YI, Chang KS. The changes of physicochemical composition of wine by reverse osmosis system. *Food Eng. Prog.* 3: 1-7 (1999)
12. Moon YJ, Lee MS, Sung CK. The fermentation properties of red wine using active dry yeast strains. *Korean J. Food Nutr.* 17: 450-457 (2004)
13. Yoo JY, Seog HM, Shin DH, and Min BY. Enological characteristics of Korean grape and quality evaluation of their wine. *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.* 12: 185-190 (1984)
14. Bang JS, Jun JH. A study on wine preference by wine consumer classification. *Korean J. Culinary Res.* 11: 1-16 (2005)
15. Chamberlain G, Husnik J, Subden RE. Freeze-desiccation survival in wild yeasts in the bloom of ice wine grapes. *Food Res. Int.* 30: 435-439 (1997)
16. Fennema OR, Powrie W. Fundamentals of low temperature food preservation. *Adv. Food Res.* 13: 219-347 (1964)
17. Fennema OR. Effect of processing on nutritive values of food : freezing. In *Handbook of the nutritive value of processed food.* ed. Rechaigl R. Vol. 1. CRC Press. Boca Raton. FL. USA (1982)
18. Vintners Quality Alliance Act (VQA) Vintners Quality Alliance Act. Ontario Regulation. Ontario, USA pp. 406-410 (1999)
19. Fennema OR, Powrie WD, Marth EH. *Low Temperature Preservation of Foods and Living Matter.* Marcel Dekker, New York, USA pp. 359-385 (2005)
20. Subden RE, Husnik JI, Twest R, Merwe G, Vuuren HJJ. Autochthonous microbial population in a Niagara Peninsula ice wine must. *Food Res. Int.* 36: 747-751 (2003)
21. Pigeau GM, Inglis DL. Up-regulation of ALD3 and GPD1 in *Saccharomyces cerevisiae* during ice wine fermentation. *J. Appl. Microbiol.* 99: 112-125 (2005)
22. Chauvet S, Sudraud P, Jouan T. La cryoextraction selective des mouts. *Rev. Oenologues* 39: 17-22 (2005)
23. National Tax Service Technical Service Institute. Alcoholic Beverage Analysis Rule. Sejung Pub. Co., Seoul, Korea. pp. 196-197 (1975)
24. Chae SK, Kang KS, Ma SJ, Bang KU, Oh MH. *Food Analysis.* Gomun, Seoul, Korea. pp. 99-102 (1999)
25. Auw, JM, Blanco V, O'keefe FO, Sims CA. Effect of processing on the phenolics and color of Cabernet sauvignon, chambourcin, and noble wines and juices. *Am. J. Enol. Vitic.* 47: 279-286 (1996)
26. Kim GH. Studies on quality maintenance of fresh fruit and vegetable using modified atmosphere packaging. *Korean J. Post. Sci. Tech.* 5: 23-28 (1998)
27. Kim KO, Kim SS, Sung NK, Lee YC. *Sensory Evaluation Method and Application.* Shingwang Pub. Co., Seoul, Korea. pp. 54-94 (1993)
28. Choi HJ, Lee CW. *Statistical Analysis Using SAS Program.* Parkyung Pub. Co., Seoul, Korea. pp. 250-337 (1998)
29. Greenfield PF. Cyclic-pressure freeze drying. *Chem. Eng. Sci.* 29: 2115-2123 (1974)
30. Gentzler GL, Schmidt FW. Thermodynamic properties of various water relative to freeze-drying. *T. ASABE* 16: 179-182 (1973)
31. Jackisch P. *Modern Wine Making.* Cornell University Press, Ithaca, NY, USA. pp. 164-165 (1985)
32. American Wine Society. *The complete handbook of wine making.* Kent Inc., MI, USA. pp. 87-93 (1999)
33. Lee JE, Shin YS, Sim JK, Kim SS, Koh KH. Study on the color characteristic of Korean red wine. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 164-169 (2002)
34. Bae SM. *Wine Making Principle.* Bae Sang Myun Brewery Institute Co., Seoul, Korea. pp. 49-68 (2002)
35. Kim JS, Kim SH, Han JS. Effects of sugar and yeast Addition on red wine fermentation using Campbell Early. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 516-521 (1999)
36. Koh KH, Chang WY. Changes of chemical components during Seibel white grape must fermentation by different yeast strains. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 487-493 (1998)
37. Lee YS, Kim SK, Kim SD, Park JC. Changes in free sugar content of Campbell Early grapes as influenced by cropping system. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39: 417-422 (1998)
38. Amerin MA, Roessler EB, Ough CS. Acid and the acid taste. I. The effect of pH and titrable acidity. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 29-37 (1965)
39. Baldy MW. *The University Wine Course.* The Wine Appreciation Guild. CA, USA. pp. 139-140 (1997)
40. Rodriguez Vaquero MJ. Antibacterial effect of phenolic compounds from different wines, *Food Control* 18: 93-101 (2007)
41. Fremont L. Biological effects of resveratrol. *Life Sci.* 66: 663-673 (2000)
42. Singleton VL, Esau P. Phenolic substances in grapes and wine, and their significance. *Adv. Food Res.* 1: 1-282 (1969).
43. Zoecklein BW, Fugelsang KC, Gump BH, Nury FS. *Production Wine Analysis.* Van Nostrand Reinhold, New York, USA pp. 129-168 (1990)