

매실 와인의 제조공정에 따른 아미그달린(amygdalin) 함량의 변화와 품질 특성

조정원¹ · 김병용¹ · 최수진² · 정진부³ · 김현석^{4,*}

¹경희대학교 생명공학원, ²서울여자대학교 식품응용시스템학부 식품공학전공, ³국립안동대학교 생약자원학과, ⁴경기대학교 융합과학대학 바이오융합학부 식품생물공학전공

Change in amygdalin contents of maesil (*Prunus mume*) wine according to preparation steps and its characteristics

Jeong-Won Cho¹, Byung-Yong Kim¹, Soo-Jin Choi², Jin Boo Jeong³, and Hyun-Seok Kim^{4,*}

¹Graduate school of Biotechnology, Kyung Hee University

²Major of Food Science and Technology, Division of Applied Food System, Seoul Women's University

³Department of Medicinal Plant Resources, Andong National University

⁴Major of Food Science and Biotechnology, Division of Bio-convergence, College of Convergence and Integrated Science, Kyonggi University

Abstract The purpose of this study was to compare the amygdalin content, alcohol content, pH, titratable acidity, and color of maesil wine prepared with two different manufacturing processes. Maesil wine was made from maesil chung, and maesil was preserved (MW1) or removed (MW2) before fermentation. During aging, amygdalin content in all the wines was gradually reduced, and the content of MW2 was less than that of the other. The alcohol content, pH, and titratable acidity ranged from around 9.87-10.94, 3.57-3.80, and 8.89-10.68%, respectively. The difference between the samples was not significant. For color, MW1 had lower L and higher a and b values than MW2. In this study, the difference in physicochemical properties according to the presence of maesil was not significant, indicating no degradation of the quality according to the manufacturing processes. However, the MW2 showed a reduction in amygdalin contents.

Keywords: maesil (*Prunus mume*), maesil wine, amygdalin, physicochemical property.

서 론

매실(*Prunus mume*)은 우리나라, 일본, 중국 등에 분포하는 낙엽활엽교목인 매화나무의 핵과이다(Shim 등, 1989). 청매실은 껍질이 단단하며 푸른색을 낼 때, 수확한 매실로 5월 말에서 6월 초중순에 수확하며, 국내에서는 주로 남쪽 지방인 하동, 광양, 순천 등(국내 매실 생산량의 60% 이상 차지)에서 재배되고 있다(Kang 등, 1999). 매실은 알칼리성 식품으로 유기산, 당분과 미네랄이 풍부하여 피로회복이나 노화예방에 효과가 있으며 최근에는 항산화, 항암, 항혈전, 항균, 간기능 개선 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Cha 등, 1999; Kang 등, 1999; Shim 등, 1989). 이러한 매실은 수확기간이 1달 내외로 짧고 수확 후 상온에서 3-4일 만에 조직이 급격히 연화되고 부패되는 등 저장성이 낮아 가공식품의 재료로의 활용이나 다른 과일과 같이 생과로의 섭취가 제한되는 문제점을 가지고 있다(Cha 등, 1999). 그래서 예로부터

매실은 침출 및 절임의 방법으로 제조된 매실청, 매실장아찌, 매실식초, 매실주 등의 가공용 식품재료로 활용되고 있다(Kang 등, 1999). 그러나 지역별 매실가공식품들의 제조방법이 상이하며, 이들의 표준화된 제조방법을 개발하려는 노력이 대단히 적은 실정이다.

매실(주로 종자)에는 2분자의 포도당이 결합되어 있는 시안배당체인 아미그달린(amygdalin)이 매실 품종에 따라 상이하지만 다량 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Kim 등, 2002; Kim 등, 2010a). 아미그달린은 β -glucosidase에 의해 프루나신(prunasin)을 형성하고, 계속해서 prunasin hydrolase에 의해 만델로니트릴(mandelonitrile)이 형성되며, 이는 mandelonitrile lyase에 의해 벤즈알데히드(benzaldehyde)와 시안화수소산(HCN)으로 전환된다(Son 등, 2017). 이와 같은 기작으로 생성된 시안화수소산은 세포질에 존재하고, 사이토크롬 산화효소(cytochrome oxidase)와 결합해 ATP 생성과 산소 이용을 저해해 인체와 동물에 만성 및 급성중독을 일으킨다(Francisco와 Pinotti, 2000). 또한 체내에 축적된 시안화수소산은 로터니즈효소에 의해 티오시안염으로 전환하여 체외로 배출되는데, 이때 요오드와 함황아미노산(메티오닌, 시스테인 등)이 필요하게 됨에 따라 만성적으로 시안배당체에 노출되는 경우 이들의 결핍이 발생하여 갑상선종이나 중추신경학적 장애(konzo, 열대성 운동신경장애, 경련성 마비 등)를 유발시키는 것으로 알려져 있다(Do 등, 2007). 그래서 아미그달린을 상당량 함유하고 있다고 보고된 매실가공제품들(매실농축액, 매실청, 매실차 등)에 대한 독성 안정성의 논란이 존재한다(Kim 등, 2002;

*Corresponding author: Hyun-Seok Kim, Major of Food Science and Biotechnology, Division of Bio-convergence, College of Convergence and Integrated Science, Kyonggi University, Suwon, Gyeonggi 16227, Korea
Tel: +82-31-249-1319
Fax: +82-31-249-9604
E-mail: khstone@kyonggi.ac.kr
Received November 10, 2018; accepted November 26, 2018

Kim 등, 2010a; Son 등, 2017).

매실가공제품 중 매실주는 매실을 담금주(알코올 함량 30-50%)에 재어 매실의 유용성분을 침출시켜 제조하는 침출주이다(Chae 등, 2008; Lee 등, 2007; Park 등, 2007). 매실 침출주의 표준제조공정을 구축하기 위해 매실주 품질에 대한 매실과 알코올 담금비의 효과(Park 등, 2007)와 침출온도의 영향(Chae 등, 2008)에 대한 연구가 수행되었으며, 고 알코올 농도의 매실주 개발을 위한 연구(Lee 등, 2007)도 수행되었다. 그러나 이들 연구들은 매실 침출주의 제조과정 중 아미그달린 함량에 대한 분석은 수행하지 않았다. 그럼에도 Hwang 등(2009)과 Kim 등(2013)은 시안화합물(cyanate)과 알코올의 반응으로 형성되는 에틸카바메이트(ethyl carbamate)를 매실 침출주에서 정량함으로써 매실 침출주에도 아미그달린이 함유되어 있다는 것을 간접적으로 확인하였다. 가장 최근에 매실의 담금주에서 침출과 숙성 중 아미그달린 함량의 변화를 조사한 Cho 등(2018)의 연구에서 매실 침출주 내에 아미그달린의 존재가 확인되었다. 게다가 Cho 등(2018)은 매실 침출주의 숙성기간에 따라 아미그달린 함량이 감소하는 현상을 확인하였으나, 3개월 숙성 후에도 상당량의 아미그달린이 존재하는 것을 확인하였다. 따라서 전통적으로 제조되어 이용되는 매실주에 있어서도 아미그달린의 독성 안전성 논란에서 벗어날 수 없는 상황이다. 그래서 핵과류 과실주에서 아미그달린을 저감시키는 전기분해처리기술이 개발되었지만, 핵과류 과실주 내 아미그달린의 약 50-60% 정도만을 분해하는데 그쳤다(Lim 등, 2011). 한편 *Lactobacillus* 균종에서(Menon 등, 2014), *Bacillus subtilis* 균속에서(Abban 등, 2013), *Aspergillus niger* 균속에서(Chang과 Zhang, 2012) 아미그달린을 분해할 수 있는 균주들이 동정되어, 아미그달린과 유사한 시안배당체들을 미생물 발효를 통해 저감시킬 수 있는 가능성이 확인되었다. 그러나 현재까지 매실가공제품들에 적용된 사례는 전무한 실정이다.

따라서 미생물 발효를 통해 아미그달린을 저감시킬 수 있을 것이라는 가능성에 근거한 본 연구의 목표는 매실청을 포도주 제조과정에 따라 발효하여 숙성하는 동안 제조공정과 숙성기간에 따른 아미그달린 함량의 변화를 추적하였고, 매실 발효주의 품질 인자를 조사하여 기존의 매실 침출주와는 다른 아미그달린 함량이 저감된 매실 와인을 개발하는 것이었다.

재료 및 방법

재료

청매실은 슬로푸드 (주)농업회사법인(Hadong, Gyeongsangnam, Korea)에서 2017년 6월 초순 수확한 것을 제공받아 사용하였다. 산성아황산나트륨(sodium bisulfite)은 ES식품원료(Gunpo, Gyeonggi, Korea)에서, 정백당은 CJ제일제당(Seoul, Korea)의 것을 시중에서 구입하였다. 매실 와인 제조를 위한 효모(Fermivin No. 7013), 벤토나이트, 여과지(공극 3 µm)와 와인병(750 mL)은 와인킷코리아(Seoul, Korea)에서 구입하였다. 아미그달린 표준품(≥99%, from apricot kernels)은 Sigma-Aldrich, Co. (St. Louis, MO, USA)에서 acetonitrile (99.9%, HPLC grade)은 J.T. Baker Chemical Co. (Phillipsburg, NJ, USA)의 것을 사용하였다. 이외의 본 연구의 분석을 위해 사용된 시약 및 용매들은 ACS 등급의 것들을 사용하였다.

매실청 제조

청매실은 수확 직후 3일 이내에 꼭지를 제거하고 세척한 후 표면수분을 제거하여 준비하였다. 준비된 청매실과 정백당은 1:1

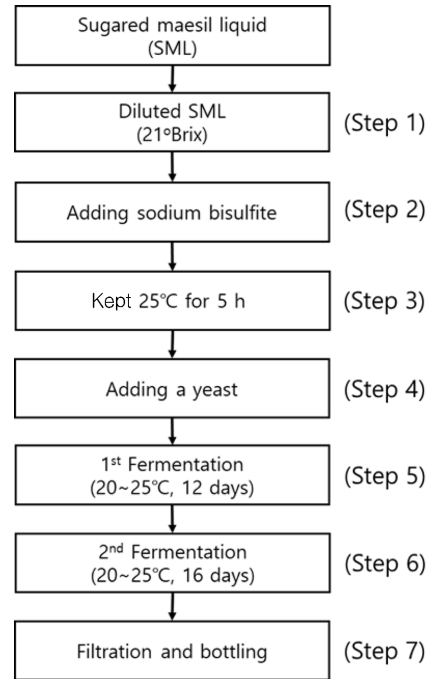


Fig. 1. Preparation steps of maesil wines.

의 중량비율로 살균된 담금통(20 L)에 청매실, 정백당, 청매실, 정백당의 순서로 켜켜이 넣고 밀봉하였다. 상온의 암소에서 청매실과 정백당의 혼합물은 2주간 매일 저어주어 용해되지 않고 침전한 정백당을 다시 분산시켰으며, 정백당이 모두 용해되었을 때부터(0일차) 3개월간 숙성하여 매실청을 제조하였다. 3개월 후 매실을 제거한 매실청과 제거하지 않은 매실청을 매실 와인의 원료로 하였다.

매실 와인의 제조

매실을 제거하지 않은 매실청(MW1)과 매실을 제거한 매실청(MW2)을 이용하여 매실 와인을 Lee 등(2002)의 방법을 참고하여 제조하였다. 매실 와인의 제조단계들을 Fig. 1에 나타내었다. 3개월 동안 숙성시킨 매실청에 정제수를 가하여 당도를 21 °Bx로 조정하고(Fig. 1 Step 1) 매실청 중량의 0.02%에 해당하는 산성아황산나트륨을 가하여 용해시켰다(Fig. 1 Step 2). 이를 상온에서 5시간 동안 방치한 후(Fig. 1 Step 3) 매실청 중량 기준 0.02%의 효모를 가하여(Fig. 1 Step 4) 20-25°C에서 12일간 1차 발효하였다(Fig. 1 Step 5). 1차 발효 종료 후 매실을 함유하는 발효주로부터 매실을 제거하였다. 1차 발효된 발효주에 매실청 중량 기준 0.013%의 산성아황산나트륨을 추가로 가한 후 20-25°C에서 16일간 2차 발효하였다(Fig. 1 Step 6). 매실청 중량 기준 0.05%의 벤토나이트를 40°C의 정제수 100 mL에 용해시킨 벤토나이트 용액을 2차 발효가 종료된 발효주에 가하여 20-25°C에서 1주일간 숙성하였다. 숙성이 완료된 발효주는 여과지(공극 3 µm)가 장착된 여과기(Wine Kit Korea Co., Ltd., Seoul, Korea)를 이용하여 여과한 후 병입하여 매실 와인을 제조하였다(Fig. 1 Step 7). 제조된 매실 와인은 15°C에서 숙성하면서 1개월 간격으로 아미그달린 함량과 특성의 변화를 3개월간 추적하였다.

아미그달린 정량

동결건조된 청매실의 과육과 씨, 숙성기간에 따른 매실청, 매

Table 1. HPLC conditions for amygdalin quantification

Column	Acclaim 120 C18 (Thermo scientific, 5 μ m, 4.6 \times 250 mm)
Mobile phase	Deionized water:acetonitrile=80:20 (v/v)
Flow rate	1 mL/min
Detector	UV/VIS detector
Detection wavelength	215 nm
Temperature	25°C
Injection volume	20 μ L

실청의 발효과정별, 매실 와인의 숙성기간에 따른 아미그달린의 함량은 C18 역상컬럼(Thermo Fisher Scientific Korea Co., Seoul, Korea)이 장착된 고성능액체크로마토그래피(Shimadzu prominence, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 분석하였다. 당침 기간별, 제조공정별, 숙성기간에 걸쳐 채취한 시료액은 PTFE syringe filter (0.45 μ m, Advantec DISMIC-13HP, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan)으로 여과시킨 후 분석에 사용하였다. 세부적인 분석조건은 Table 1에 제시하였다. 아미그달린의 정량은 아미그달린의 농도(10-500 ppm)에 따른 피크면적의 선형회귀식(피크면적 = 15,741 \times 아미그달린 농도 + 25,044, $r^2=0.9999$)을 이용하여 계산하였다.

알코올 함량

매실 와인 100 mL에 증류수 30 mL를 혼합하고 가열하여 증류액을 메스실린더에 70 mL까지 회수한 후 탈이온수를 가하여 100 mL로 하고 주정계(Deakwang Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 측정 후 GayLussac 주정도수환산표를 이용해 보정을 해주었다(Kim 등, 2010b).

pH와 총산도(titratable acidity)

pH는 pH meter (Thermo-Orion 710A, Thermo Fisher Scientific Korea Co., Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였고, 총산도는 매실 와인 10 mL와 탈이온수 90 mL를 혼합한 후 0.1 N NaOH 표준용액($F=1.001$)를 이용하여 pH 8.3까지 적정하여 적정에 소비된 0.1 N NaOH의 소비량을 구연산(citric acid)으로 환산하였다(Chae 등, 2008).

색도

매실 와인을 액체시료용 cell에 채우고 색차계(JC801, Color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 매실 와인의 색 특성을 Hunter 색 체계에 따라 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)를 측정하였다. 이때 사용된 색차계의 표준 백판은 L: 98.21, a: -0.16와 b: 1.65이었다.

통계분석

매실 와인의 제조공정과 숙성에 따른 아미그달린 함량과 숙성 중 특성들의 분석은 3회 반복하여, 분석치들은 일원분산분석(one-way ANOVA)에 의해 통계적 유의성을 분석하고, 평균 \pm 표준편차로 나타내었다. 매실 와인의 아미그달린 함량과 특성들의 평균값들에 있어 처리군들 사이의 유의적인 차이는 던컨의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 이용하여 $p<0.05$ 에서 분석하였다. 모든 통계적 분석과 계산은 IBM SPSS Statistics 23 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)에 의해 수행되었다.

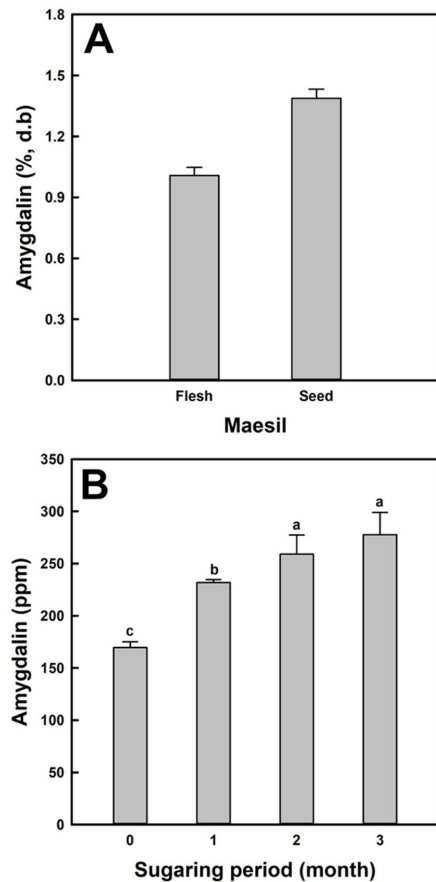


Fig. 2. Amygdalin content of flesh and seed from freeze-dried maesil (A) and its changes of a sugared maesil liquid during sugaring periods (B). Bars sharing the same lowercase letters are not significantly different at $p<0.05$.

결과 및 고찰

청매실과 당침 중 아미그달린 함량

동결건조된 청매실은 과육과 씨로 분리한 후 50% 에탄올 수용액을 이용하여 아미그달린을 추출하여(Bae 등, 2017) 정량하였을 때, 청매실의 과육과 씨는 각각 1.01%와 1.39%의 아미그달린을 함유하고 있었다(Fig. 2A). Kim 등(2002)이 매실의 과육보다 씨에 더 많은 아미그달린 존재한다고 보고한 것과 유사하였다. 그러나 본 연구에서 정량한 아미그달린 함량과 Kim 등(2002)의 것이 상이한 것은 본 연구에서는 매실로부터 아미그달린의 최대 추출수율을 보이는 추출조건(Bae 등, 2017)에서 아미그달린을 추출하여 정량하였기 때문일 것이며, 또한 매실의 수확시기, 품종, 재배지역 등이 다르기 때문일 것으로 생각된다(Kim 등, 2002).

매실 와인의 원료로 사용할 매실청을 제조하기 위해 청매실을 당침하는 동안 아미그달린 함량의 변화를 조사하여 Fig. 2B에 나타내었다. 당침에 사용한 정백당이 모두 용해되었을 때(당침 0개월), 당침액의 아미그달린 함량은 169.60 ppm이었으며, 당침 1개월 후, 2개월 후와 3개월까지 아미그달린 함량은 각각 231.90, 259.10, 277.69 ppm으로 지속적으로 증가하였다(Fig. 2B). 그러나 당침 2개월과 3개월의 아미그달린 함량은 통계적으로 유의성을 보이지 않았다($p>0.05$). 매실의 당침 90일까지 아미그달린 함량이 증가하였다는 Son 등(2017)의 보고와 동일하였다. Silem 등(2006)와 Tunel 등(1995)은 살구씨를 냉수에 침지하였을 때, 침지시간

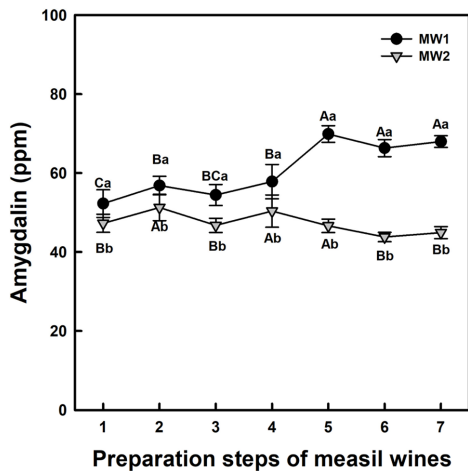


Fig. 3. Changes in amygdalin according to the preparation steps of maesil wines. MW1 and MW2 indicated maesil wines fermented without and with the removal of maesil, respectively. Numbered legends (1-7) of X-axis corresponded to step 1-7, respectively, depicted in Fig. 1. Bars sharing the same uppercase letters among preparation steps within a given wine or sharing the same lowercase letters within a given preparation step are not significantly different at $p < 0.05$.

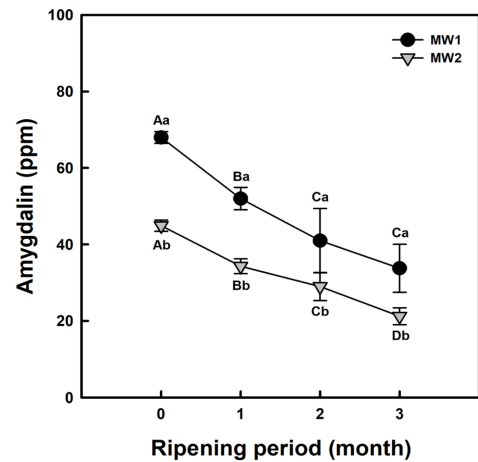


Fig. 4. Changes in amygdalin of maesil wines over ripening periods for 3 months. MW1 and MW2 indicated maesil wines fermented without and with the removal of maesil, respectively. Bullets sharing the same uppercase letters among preparation steps within a given wine or sharing the same lowercase letters within a given preparation step are not significantly different at $p < 0.05$.

에 따라 살구씨로부터 용출된 아미그달린의 함량이 증가하는 현상을 보고하였다. 따라서 당침기간이 연장되면서 당침액 내의 아미그달린 함량의 증가는 당 용액의 삼투압으로 인해 매실 내의 수분과 유용성분뿐만 아니라 아미그달린도 함께 매실 외부로 유출되기 때문이다(Son 등, 2017).

매실 와인의 제조 및 숙성 중 아미그달린 함량

매실 와인은 90일간 당침이 완료된 후 매실을 제거하지 않은 매실청(MW1)과 매실을 제거한 매실청(MW2)을 이용하여 Fig. 1에 제시된 제조공정도에 따라 제조하였다. 매실청에서 매실을 제거하지 않고(MW1) 발효를 진행한 것은 매실에 존재하는 아미그달린 가수분해효소(amygdalin hydrolase)와 프루나신 가수분해효소(prunasin hydrolase)에 의해 발효 중 아미그달린이 감소하는 것을 검증하기 위한 것이었다(Son 등, 2017). 매실 와인의 제조공정별 아미그달린 함량의 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 당침이 완료된 매실청은 약 47-48 °Bx를 나타내어 포도주용 효모에 의한 발효가 가능한 20-22 °Bx의 당도에 적절치 않아 정제수를 가하여 21 °Bx로 희석하여 사용하였다(Lee 등, 2002). 매실청을 희석하였을 때(Fig. 1 Step 1), 아미그달린 함량은 MW1이 52.26 ppm, MW2가 47.26 ppm로 급격히 감소하였는데(Fig. 3), 이는 MW1에는 매실이 포함되어 있어 매실청의 당도 조절을 위해 정제수를 가하면서 아미그달린이 매실로부터 추가로 용출되었기 때문인 것 같다(Silem 등, 2006; Tunel 등, 1995). 이후 산성아황산나트륨과 효모를 첨가하는 단계까지(Fig. 1 Step 2-4) 아미그달린 함량은 MW1이 54.44-57.83 ppm, MW2가 46.75-50.36 ppm의 범위를 나타내었고, 주어진 공정에서 MW1과 MW2 사이에서, 처리군 내 공정별 유의적인 차이가 관찰되었으나 아미그달린 함량 차이는 미미한 수준이었다(Fig. 3). 그래서 환원제인 산성아황산나트륨과 효모의 첨가는 아미그달린의 함량 변화에 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다. 한편 1차 발효가 완료되었을 때(Fig. 1 Step 5), MW1은 아미그달린 함량이 69.90 ppm으로 증가하였는데(Fig. 3), 이는 매실을 포함하고 있는 MW1은 발효로 인해 알코올 함량이

증가하면서 매실로부터 추가적인 아미그달린이 용출되었기 때문으로 생각된다(Bae 등, 2017). Bae 등(2017)은 매실의 씨로부터 아미그달린의 추출을 위한 추출용매의 알코올 농도가 0%에서 50%로 증가하면서 아미그달린의 추출속도와 추출수율이 증가한다고 보고하였다. MW2의 경우에는 아미그달린이 46.63 ppm으로 소폭 감소하였으나 효모 첨가 시(Fig. 1 Step 4)의 아미그달린 함량과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 계속해서 2차 발효가 완료되었을 때(Fig. 1 Step 6), 아미그달린 함량은 MW1이 66.34 ppm로 1차 발효 때보다 소폭 감소하였으나 유의적인 차이를 보이지 않았다(Fig. 3). 그러나 MW2는 43.80 ppm으로 1차 발효 때보다 유의적으로 감소하였으나 그 차이는 크지 않았다(Fig. 3). 아미그달린 함량 차이는 크지 않지만 1차 발효보다 2차 발효에서 아미그달린이 감소하는 경향을 고려하면 포도주용 효모의 당화효소에 의해 아미그달린이 분해될 수 있음을 암시하는 것 같다. 2차 발효가 완료된 후 발효주를 여과하고 병입하여 매실 와인을 완성하였을 때 아미그달린 함량은 MW1 (67.99 ppm)과 MW2 (44.90 ppm) 모두 2차 발효 시의 것과 유의적인 차이를 보이지 않았다(Fig. 3).

매실 와인을 완성한 후 포도주를 숙성하는 것과 같이 15°C에서 숙성하면서 아미그달린 함량의 변화를 조사하였다(Fig. 4). 아미그달린 함량은 숙성기간이 연장되면서 MW1은 67.99 ppm에서 33.76 ppm으로, MW2는 44.90 ppm에서 21.22 ppm으로 모두 유의적으로 감소하였다(Fig. 4). 이러한 현상은 매실 발효주와 매실 침출주 모두 숙성기간이 연장되면서 아미그달린 함량이 감소하였다고 보고한 Cho 등(2018)의 연구와 유사하였다. Son 등(2017)은 매실청의 당침이 완료된 90일 이후, 150일까지 숙성하면서 아미그달린 함량이 감소한 것은 매실청의 아미그달린 가수분해효소의 작용 때문일 것이라고 설명하였다. 따라서 본 연구에서 숙성에 따른 매실 와인의 아미그달린 감소 현상은 잔존하는 아미그달린 가수분해효소의 작용에 의한 것일 수 있다. 이는 매실을 포함하여 발효를 진행한 MW1이 매실을 제거하여 발효를 진행한 MW2보다 아미그달린 함량이 빠르게 감소하는 것에 의해 유추할 수 있다. 또한 매실 와인에 잔존하는 효모의 당화효소도 아미

Table 2. Mean¹⁾ values for alcohol content, pH, and titratable acidity of maesil wines during ripening

Aging period (month)	Alcohol content (%)		pH		Titratable acidity	
	MW1 ²⁾	MW2 ²⁾	MW1 ²⁾	MW2 ²⁾	MW1 ²⁾	MW2 ²⁾
0	10.94±0.56 ^{Aa}	10.11±0.80 ^{Aa}	3.57±0.01 ^{Bb}	3.78±0.01 ^{Aab}	10.62±0.03 ^{Aa}	9.35±0.11 ^{Ba}
1	- ³⁾	- ³⁾	3.73±0.00 ^{Ba}	3.78±0.00 ^{Ab}	10.68±0.02 ^{Aa}	9.27±0.13 ^{Ba}
2	- ³⁾	- ³⁾	3.70±0.05 ^{Ba}	3.80±0.02 ^{Aa}	10.42±0.07 ^{Ab}	9.02±0.14 ^{Bb}
3	10.30±0.98 ^{Aa}	9.87±1.15 ^{Aa}	3.74±0.01 ^{Bab}	3.78±0.00 ^{Aab}	10.32±0.21 ^{Ab}	8.89±0.09 ^{Bb}

¹⁾Mean values of three measurements; values sharing the same uppercase letters within rows of a given characteristic or sharing the same lowercase letter within columns are not significantly different at $p < 0.05$.

²⁾MW1 and MW2 indicated maesil wines fermented without and with the removal of maesil, respectively.

³⁾Not determined.

Table 3. Mean¹⁾ values for color characteristics of maesil wines during ripening

Ripening period (month)	L ²⁾		a ²⁾		b ²⁾	
	MW1 ³⁾	MW2 ³⁾	MW1 ³⁾	MW2 ³⁾	MW1 ³⁾	MW2 ³⁾
0	92.32±0.00 ^{Ba}	91.70±0.03 ^{Aa}	1.51±0.12 ^{Bd}	1.71±0.06 ^{Ac}	12.64±0.35 ^{Bc}	14.22±0.53 ^{Ad}
1	91.37±0.16 ^{Ab}	89.04±0.39 ^{Bd}	1.85±0.14 ^{Bc}	2.74±0.18 ^{Ab}	16.91±0.78 ^{Bb}	21.00±0.18 ^{Ab}
2	90.66±0.39 ^{Ac}	90.94±0.14 ^{Ab}	2.36±0.22 ^{Bb}	2.68±0.03 ^{Ab}	19.26±0.88 ^{Aa}	19.89±0.07 ^{Ac}
3	90.24±0.53 ^{Bd}	89.35±0.27 ^{Bc}	2.85±0.38 ^{Ba}	4.37±0.02 ^{Aa}	19.10±0.94 ^{Ba}	22.21±0.28 ^{Aa}

¹⁾Mean values of three measurements; values sharing the same uppercase letters within rows of a given color characteristic or sharing the same lowercase letters within columns are not significantly different at $p < 0.05$.

²⁾L, a, and b correspond to lightness, redness, and yellowness.

³⁾MW1 and MW2 indicated maesil wines fermented without and with the removal of maesil, respectively.

그달린의 분해에 일부 기여한 것으로 생각된다.

알코올, pH, 적정산도

매실 와인의 숙성 중 알코올, pH, 적정산도를 Table 2에 나타내었다. MW1과 MW2의 알코올 함량은 숙성 초기에 각각 10.94%와 10.11%이었고, 유의적인 차이를 보이지 않았다. 본 연구의 매실 와인 제조법과 동일한 방법으로 국내산 포도를 이용한 포도주 제조 및 특성을 연구한 Lee 등(2002)이 보고한 알코올 함량(11.4-12.3%)보다는 유사하거나 낮았다. 그러나 오디(Kim 등, 2008)나 살구(Jung 등, 2003)를 원료로 제조된 발효주(와인)의 알코올 함량(약 9.5-10.5%)과는 유사하였다. 숙성 3개월 후 MW1과 MW2의 알코올 함량은 각각 10.30%와 9.87%를 나타내었으며, 처리군들 사이에서, 숙성기간에 따른 유의적인 차이는 없었다. Lee 등(2002)도 본 연구와 동일한 방법으로 제조된 포도주의 알코올 함량에 있어 유의적인 변화가 없음을 보고하였다.

매실 와인의 pH는 MW1이 숙성기간에 따라 3.57~3.74의 범위를 나타내었으나, 숙성초기(pH 3.57)를 제외하고 숙성기간에 따라 큰 차이를 보이지 않았다(Table 2). MW2의 경우 pH는 3.78~3.80의 범위를 나타내어 숙성기간에 따른 유의적인 변화는 관찰되지 않았다. 매실 와인의 pH 수준은 오디(Kim 등, 2008), 살구(Jung 등, 2003), 포도(Lee 등, 2002)를 활용한 발효주의 것들과 유사하였다. 또한 발효가 완료된 후 숙성 중 포도주의 pH는 변화가 없었다고 보고한 Lee 등(2002)의 연구와 유사하였다. MW1과 MW2 사이에 pH 값의 차이는 미미한 수준이었으나 MW1이 유의적으로 낮은 pH를 나타내었는데, 이것은 MW1이 매실을 제거하지 않고 발효함으로써 매실로부터 유기산이 용출된 결과인 것 같다. 한편 Lee 등(2002)이 보고한 것과 유사하게 적정산도는 매실 와인(MW1과 MW2)의 숙성기간이 연장되면서 소폭 감소하였지만 숙성기간별 적정산도의 차이는 미미한 수준이었다(Table 2). 그러나 MW1과 MW2 사이에서는 매실을 제거하지 않고 발효한 MW1 (10.32-10.62%)이 MW2 (8.89-9.35%)보다 유의적으로

높은 수준을 나타내었다. 이미 설명한 바와 같이 MW1에서 발효 중 매실로부터 유기산이 용출되었기 때문이다.

색 특성

매실 와인의 저장 중 색 특성의 변화를 Table 3에 제시하였다. 매실을 넣어 발효시킨 MW1의 경우 숙성기간이 연장되면서 명도(L)는 92.32에서 90.24로 감소하였고, 적색도(a)는 1.51에서 2.85로 증가하였으며, 황색도(b)는 12.64에서 19.10으로 증가하였다(Table 3). 매실을 제거하고 발효시킨 MW2는 숙성기간이 연장되면서 명도(L)는 91.70에서 89.35로 감소하였고, 적색도(a)는 1.71에서 4.37로 증가하였으며, 황색도(b)는 14.22에서 22.21로 증가하였다(Table 3). 전반적으로 매실 와인들은 숙성되면서 색이 진해지는 양상을 나타내었다. 이와 같은 현상은 매실 침출주를 저장하는 경우에도 동일하게 관찰되었다(Chae 등, 2008; Lee 등, 2007; Park 등, 2007). 한편 전반적인 색 특성을 고려할 때, MW1이 MW2보다 밝은 색 특성을 나타낸다. Choi 등(2006)은 과실주 발효 시 색소류 성분들의 안정성은 유기산, 페놀성화합물 및 당의 함량에 영향을 받는다고 하였다. 본 연구에서 적정산도가 매실을 제거하지 않고 발효된 MW1이 매실을 제거하고 발효한 MW2보다 높은 수준을 나타내었고(Table 2), 그래서 폴리페놀성분도 MW1이 MW2보다 높을 것으로 예측된다. 따라서 MW1이 MW2보다 숙성 중 색 변화가 상대적으로 적은 것으로 생각된다.

요 약

매실청을 제조한 후 매실을 제거하지 않은 매실청(MW1)과 매실을 제거한 매실청(MW2)을 발효하여 매실 와인을 제조하였다. 매실청은 당침 기간이 증가하면서 아미그달린 함량은 증가하였다. 매실 와인 제조과정별 아미그달린 함량을 비교하면, MW1이 MW2보다 모든 과정에서 높은 수준의 아미그달린을 함유하고 있었다. 매실청의 희석부터 효모의 첨가까지는 아미그달린 함량의

변화는 유의적이거나 공정별 차이는 미미한 수준이었다. 그러나 MW1의 경우 1차 발효 후 아미그달린 함량이 유의적으로 증가한 후 2차 발효와 병입까지 유의적인 변화를 보이지 않았다. 반면 MW2는 효모 첨가 후 1차와 2차 발효를 거쳐 병입될 때까지 미미하지만 유의적으로 아미그달린 함량이 감소하였다. 완성된 매실 와인의 숙성기간이 증가할수록 아미그달린 함량은 지속적으로 감소하였고, MW1이 MW2보다 아미그달린 함량에 있어 빠른 감소가 관찰되었다. 본 연구에서 제조된 매실 와인들의 알코올 함량은 숙성 초기에 10.11-10.94%이었으며, 3개월 숙성 후 9.87-10.30%를 나타내었고, 처리군들 사이에서 또는 숙성기간별 유의적인 차이는 없었다. 또한 pH와 적정산도는 숙성기간이 연장되면서 유의적인 변화가 없거나 소폭 감소하는 양상을 나타내었다. 그러나 MW2에 비해 MW1의 pH는 낮고, 적정산도는 높았다. 색 특성은 숙성기간이 증가하면서 명도는 감소하고, 적색도와 황색도는 증가하는 공통적인 양상을 보였지만, MW1이 MW2보다 밝은 색 특성을 나타내었다. 결과적으로 낮은 도수의 술을 선호하는 소비자들의 최근 술 소비 패턴과 최소한의 아미그달린 함량을 고려할 때, 전통적으로 높은 알코올 농도의 담금주에 매실을 제어 침출하는 침출주 형태보다는 효모에 의해 매실청을 발효시켜 제조하는 매실 발효주(와인)이 매실주로서 적합한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 농생명산업기술개발사업(과제번호 317002-2)에 의해 이루어진 것의 일부이며 이에 감사드립니다.

References

- Abban S, Brimer L, Abdelgadir WS, Jakobsen M, Thorsen L. Screening for *Bacillus subtilis* group isolates that degrade cyanogens at pH 4.5-5.0. *Int. J. Food Microbiol.* 161: 31-35 (2013)
- Bae SJ, Choi HW, Kim SY, Kim BY, Kim HS. Amygdalin contents of maesil and maesil-based products (abstract no. P-65). In: Abstracts: 2017 Fall Conference and Symposium of Korean Society for Food Engineering. November 2, Lakai Sandfine Resort Convention Center, Gangneung, Korea. Korean Society for Food Engineering, Anseong, Korea (2017)
- Cha HS, Hwang JB, Park JS, Park YK, Jo JS. Changes in chemical composition of mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruits during maturation. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 6: 481-487 (1999)
- Chae MH, Park LY, Lee SH. Effect of temperature on changes of maesil (*Prunus mume*) liqueur during leaching and ripening. *Korean J. Food Preserv.* 15: 311-316 (2008)
- Chang J, Zhang Y. Catalytic degradation of amygdalin by extracellular enzymes from *Aspergillus niger*. *Process Biochem.* 47: 195-200 (2012)
- Cho JW, Kim SY, Baik MY, Kim HS, Kim BY. Changes in amygdalin contents of maesil wine and liqueur during the storage period (abstract no. P-16). In: Abstracts: 2018 Spring Conference and Symposium of Korean Society for Food Engineering. April 27, Seoul Women's University International Conference Room, Seoul, Korea. Korean Society for Food Engineering, Anseong, Korea (2018)
- Choi HS, Kim MK, Park HS, Kim YS, Shin DH. Alcoholic fermentation of *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miq.) wine. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 543-547 (2006)
- Do B, Kwon H, Lee DH, Nah AH, Choi YJ, Lee SY. Removal of cyanogenic compounds in apricot kernel during heating process. *J. Fd. Hyg. Safety* 22: 395-400 (2007)
- Francisco IA, Pinotti MHP. Cyanogenic glycosides in plants. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 43: 487-492 (2000)
- Hwang LH, Kim AK, Park KA, Kim JY, Hwang IS, Chae YZ. The effect of raw material, alcohol content, and trans-resveratrol on the formation of ethyl carbamate in plum wine. *J. Fd. Hyg. Safety* 24: 194-199 (2009)
- Jung GT, Ju IO, Ryu J, Choi JS, Choi YG. Studies on manufacture of wine using apricot. *Korean J. Food Preserv.* 10: 493-497 (2003)
- Kang MY, Jeong YH, Eun JB. Physical and chemical characteristics of flesh and pomace of Japanese apricots (*Prunus mume* Sieb. et Zucc). *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1434-1439 (1999)
- Kim NY, Eom MN, Do YS, Kim JB, Kang SH, Yoon MH, Lee JB. Determination of ethyl carbamate in maesil wine by alcohol content and ratio of maesil (*Prunus mume*) during ripening period. *Korean J. Food Preserv.* 20: 429-434 (2013)
- Kim YS, Jeong DY, Shin DH. Optimum fermentation conditions and fermentation characteristics of mulberry (*Morus alba*) wine. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 63-69 (2008)
- Kim YD, Koo SK, Hyun KH. Contents of cyanogenic glucosides in processed foods and during ripening of ume according to varieties and picking date. *Korean J. Food Preserv.* 9: 42-45 (2002)
- Kim EJ, Lee HJ, Jang JW, Kim IY, Kim DH, Kim HA, Lee SM, Jang HW, Kim SY, Jang YM, Im DK, Lee SH. Analytical determination of cyanide in maesil (*Prunus mume*) extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 42: 130-135 (2010a)
- Kim JY, Yi YH. pH, Acidity, color, amino acids, reducing sugars, total sugars, and alcohol in puffed millet powder containing millet takju during fermentation. *J. Food Sci. Technol.* 42: 727-732 (2010b)
- Lee SH, Park LY, Chae MH. Effects of alcohol concentration on quality changes of maesil (*Prunus mume*) liqueur during leaching and ripening. *Korean J. Food Preserv.* 14: 552-556 (2007)
- Lee JE, Won YD, Kim SS, Koh KH. The chemical characteristics of Korean red wine with different grape varieties. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 151-156 (2002)
- Lim JW, Jeong JT, Lim YT. Preparing method of stone fruits wine having reduced cyanide. *Korean Patent* 10-2011-0004601 (2011)
- Menon R, Munjal N, Sturino JM. Characterization of amygdalin-degrading *Lactobacillus* species. *J. Appl. Microbiol.* 118: 443-463 (2014)
- Park LY, Chae MH, Lee SH. Effect of ratio of maesil (*Prunus mume*) and alcohol on quality changes of maesil liqueur during leaching and ripening. *Korean J. Food Preserv.* 14: 645-649 (2007)
- Shim KH, Sung NK, Choi JS, Kang KS. Changes in major components of Japanese apricot during ripening. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 18: 101-108 (1989)
- Silem A, Gnter HO, Einfeldt J, Boualia A. The occurrence of mass transport processes during the leaching of amygdalin from bitter apricot kernels: detoxification and flavour improvement. *Int. J. Food Sci. Tech.* 41: 201-213 (2006)
- Son SJ, Jeong YJ, Kim SY, Choi JH, Kim NY, Lee HS, Bae JM, Kim SI, Lee HS, Shin JS, Han JS. Analysis of amygdalin of content *Prunus mume* by variety, harvest time, and fermentation conditions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 46: 721-729 (2017)
- Tunel G, Nout MJR, Brimer L. The effects of grinding, soaking and cooking on the degradation of amygdalin of bitter apricot seeds. *Food Chem.* 53: 447-451 (1995)