

매실의 품종에 따른 매실청의 아미그달린과 품질 특성

최현우¹ · 김현석^{1,2*}

¹경기대학교 대학원 식품생물공학과, ²경기대학교 바이오융합학부 식품생물공학전공

Amygdalin and Quality Characteristics of Maesil Chung by Different Cultivars of Maesil (*Prunus mume*)

Hyun Woo Choi¹ and Hyun-Seok Kim^{1,2*}

¹Department of Food Science and Biotechnology, Graduate School, Kyonggi University

²Major of Food Science and Biotechnology, Division of Bio-convergence, Kyonggi University

Abstract

This study compares the amygdalin content and quality characteristics of maesil chung prepared with different maesil cultivars. Maesil fruits were sugared for 3 months, aged for 3 months after the liquid separation, and heat treated at 75°C for 30 min. Amygdalin in maesil chung generally peaked at the second month of sugaring and gradually decreased until three months of sugaring. During the first month of aging, amygdalin dramatically decreased and then gradually decreased by additional aging for two months. For the end-use maesil chungs (subjected to heat treatment), the amygdalin content ranged from 68.5 to 179.4 ppm, the soluble solid content from 58.8 to 62.3 °Brix, and the 5-HMF from 3.5 to 13.4 ppm. Their color characteristics exhibited a brightness of 26.8-27.6, a redness of 9.4-10.5, and a yellowness of 5.3-6.9. Their total sugar content was in 34.2-44.7%, consisting of 1.8-2.1 mg/mL glucose, 1.6-2.0 mg/mL fructose, and 1.3-1.9 mg/mL sucrose. Only malic acid and citric acid were detected in the end-use maesil chungs. While the trace amounts of Na and Fe were found, K, P, and Ca were relatively rich.

Key words: maesil, maesil cultivar, maesil chung, amygdalin, quality characteristic

서 론

매실(*Prunus mume*)은 장미과에 속하는 매화나무의 열매로, 식용이나 약재로 널리 사용되어지고 있다(Cho et al., 2019). 예로부터 매실은 차, 술, 음료, 절임, 농축액 등으로 가공되어 각종 식품의 주원료 및 부원료로 이용되어지고 있고, 한방에서는 해독 및 구충 등에 효과를 나타내는 한약재로도 활용되고 있다(Hwang et al., 2004; Lee et al., 2007). 매실은 전라남도 광양 및 순천과 경상남도 하동 등의 남부지방에서 국내 매실 총 생산량의 약 60%를 생산하고 있으며(Cho et al., 2018), 특히 경상남도 하동 지역에서 국내 생산 매실의 약 57%를 가공하고 있다. 매실은 다양한 유기산들(구연산, 사과산, 옥살산, 주석산, 호박산)과 루틴(rutin) 등의 항산화 성분을 다량 함유하고 있어(Han et al., 2001; Kim et al., 1996; Lee et al., 2004; Shim et al.,

2002), 매실 및 매실가공식품은 항균, 항암, 항산화, 피로회복, 간기능 개선과 위장장애 개선 등의 효과를 보이는 것으로 보고되면서 이들의 섭취 및 수요가 증가하고 있다(Chuda et al., 1999; Hwang, 2005; Otsuka et al., 2005).

매실은 천연적으로 시안배당체인 아미그달린(amygdalin)을 함유하고 있다(Cho et al., 2019; Kim et al., 2018). 아미그달린은 여러 효소적 분해기작을 거쳐야만 유독성의 시안화수소(HCN)를 배출하는 것으로 알려져 있지만, 이러한 아미그달린의 잠재적인 독성으로 매실은 독성 안전성 이슈에서 자유롭지 못하다(Kim et al., 2018). 아미그달린은 주로 매실의 씨에 분포하지만 과육에서도 상당량이 검출되고 있어(Cho et al., 2019), 매실 전체나 매실 과육만을 이용하여 당침, 염장, 알코올 침출을 통해 제조되는 매실가공품에서도 상당량의 아미그달린이 검출되고 있다(Cho et al., 2018; Cho et al., 2019; Kim et al., 2002; Kim et al., 2010; Son et al., 2017). Kim et al.(2018)은 매실청의 경우 투여 동물실험에서 함유된 아미그달린의 체내 흡수율은 10% 미만이라 하였으며, 아미그달린이 시안화수소로 전환되기 전에 체외로 배출된다고 보고하였다. 그럼에도 아미그달린의 잠재적 독성에 대한 소비자들의 막연한 불안감으로 매실 및 매실가공품의 이용 및 섭취를 꺼려하고 있다

*Corresponding author: Hyun-Seok Kim, Major of Food Science and Biotechnology, Division of Bio-convergence, College of Convergence and Integrated Science, Kyonggi University, Suwon 16227, Korea
Tel.: +82-31-249-1319; Fax: +82-31-249-9604

E-mail: khstone@kyonggi.ac.kr

Received October 16, 2020; revised November 2, 2020; accepted November 5, 2020

(Kim et al., 2018). 한편 매실이 성숙될수록, 매실가공품들이 숙성될수록 아미그달린의 함량이 감소한다고 알려져 있다(Cho et al., 2018; Cho et al., 2019). 아미그달린의 저장 및 제거 방법에 대한 연구가 있지만(Lim et al., 2011), 매실가공품에 함유된 아미그달린의 저장방법은 개발되지 못하고 있다. 이러한 현실에서 최소한의 아미그달린을 함유한 매실가공품을 제조를 위해서는 아미그달린 함량이 낮은 매실을 사용하거나 제조된 매실가공품의 장기간 숙성하는 방법뿐일 것이다. 매실가공품의 숙성기간 연장과 함께 아미그달린 함량의 감소는 다수의 연구에서 확인되고 있다(Cho et al., 2018; Cho et al., 2019; Kim et al., 2002; Kim et al., 2010; Son et al., 2017). 그러나 매실 자체의 아미그달린 함량에 대한 매실가공품의 아미그달린 함량과 연구는 수행되지 않고 있다.

따라서 본 연구는 국내 매실 농장에서 실제로 재배되는 품종별 매실을 원료로 매실청을 제조하여, 이의 아미그달린 함량 변화를 검증하고 품질특성을 조사하여, 매실가공품 제조에 대한 매실 품종의 영향에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료

백가하(Shirogaka), 앵숙(Oshuku)과 옥영(Okyoung) 품종의 매실은 경상남도 하동군에, 천매(Chunmae) 품종의 매실은 전라남도 구례군에 위치한 녹차먹은 매실 농장(Hadong, Korea)에서 2018년 5월 27일에 직접 채취하였다. 또한 남고(Namgo) 품종의 매실은 전라남도 광양시에 위치한 녹차먹은 매실 농장(Hadong, Korea)에서 2018년 6월 23일에 직접 채취하였다. 정백당은 백설(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea)의 것을 시중에서 구입하였으며, 아미그달린(amygdalin, >99%) 표준품은 살구씨로부터 추출·정제된 것을 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)로부터 구입하였다. 매실청의 분석에 사용된 시약과 용매들은 모두 HPLC급 이상의 것을 사용하였다.

매실청의 제조

채취한 매실은 꼭지를 따고 세척한 뒤 표면수분을 제거하였다. 열수를 이용하여 세척하여 건조시킨 담금통에 준비된 매실과 설탕을 교대로 켜켜이 쌓고 가장 위층에는 설탕으로 덮은 후 밀봉하여 15°C 정도의 암실에 보관하였다. 사용된 매실과 정백당은 중량비율로 1:1이었다. 이러한 조작은 매실 채취 후 3일 내에 완료하였다. 담금통은 매일 진탕하여 침전된 설탕을 다시 분산시켰고, 모든 설탕이 녹았을 때를 0개월로 하여 3개월 동안 당침하였다. 3개월의 당침이 완료된 후 매실을 제거하는 액분리 공정을 거친 후 담금통에 다시 담아 밀봉하고 3개월 동안 숙성하여 매실청

을 제조하였다. 매실청은 1개월 간격으로 채취하여 -20°C에서 동결하여 저장하면서 아미그달린 분석에 사용하였다. 숙성이 완료된 매실청은 감압여과한 후 75°C에서 30분간 열처리하여 매실청 제조하였고, 열처리가 완료된 매실청에 대해 품질특성을 분석하였다.

아미그달린 정량

매실청으로부터 채취된 시료들은 Kim et al. (2018)의 방법에 따라 n-hexane (Samchun, Seoul, Korea)과 ethyl acetate (Samchun)로 순차적으로 정제한 후 HPLC (DGU-20A5R, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 매실청의 아미그달린을 분리하였다. HPLC 분석조건은 Table 1에 제시하였다. HPLC 크로마토그램으로부터 얻은 아미그달린 피크의 면적을 아미그달린 표준품을 이용하여 작성된 검정곡선을 이용하여 아미그달린 함량을 결정하였다.

당도

매실청의 당도는 굴절당도계(N-3E, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 3회 반복하여 측정하였다.

총 폴리페놀(total polyphenol) 함량

매실청 10 µL를 탈이온수 790 µL와 혼합하고 희석한 Folin-Ciocalteu's phenol (Sigma-Aldrich Co.) reagent 500 µL을 가하여 잘 혼합하고 1분간 방치한 후 20% Na₂CO₃ (Sigma-Aldrich Co.)를 서서히 가하였다. 이 혼합액을 2시간 동안 암실에서 방치한 후 UV/Vis spectrophotometer (Optizen POP, Mecasys, Daejeon, Korea)를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀(polyphenol) 함량은 gallic acid (Sigma-Aldrich Co.)를 표준물질로 하여 작성된 표준곡선으로부터 결정되었다.

5-hydroxymethyl furfural (5-HMF) 함량

매실청 시료 5 g을 탈이온수 25 mL에 용해시킨 후 30% Zn(CH₃CO₂)₂ (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 5 mL와 15% K₄Fe(CN)₆ (Sigma-Aldrich Co.) 0.5 mL를 순차적으로 가한 다음, 탈이온수를 이용하여 50 mL로 정용하여 여과한 여액을 시험용액으로 하였다. 시험용액은 탈이

Table 1. HPLC analysis conditions for the quantification of amygdalin

Item	Conditions
Column	Acclaim 120 C18 (4.6 mm × 250 mm, 5 µm, 120 Å)
Mobile phase	Acetonitrile:water = 20:80(v/v), 1 mL/min
Column temperature	25°C
Detector	UV detector, 215 nm
Injection volume	10.0 µL
HPLC equipment	Shimadzu DGU-20A5R

은수 5 mL를, 공시험용액은 0.2% NaHSO₃ (Sigma-Aldrich Co.) 5 mL를 가하여 잘 혼합한 다음 UV/Vis spectrophotometer (Mecasys)를 사용하여, 각각 284 nm와 336 nm에서 흡광도를 측정하여 결정하였다.

색 특성

매실청의 색 특성은 매실청을 분체용 petri dish (Ø35 mm × 20 mm)에 10 mm 깊이가 되도록 담고 색차계(JC-801, Color Techno Corporation, Osaka, Japan)를 이용하여 Hunter의 색 체계에 따라 색 특성을 분석하였다. 이때 사용된 표준백판의 L, a, b 값은 각각 99.65, 4.82, 10.36이었다.

총당

매실청의 총당 함량은 페놀황산법을 이용하여 분석하였다. 희석한 매실청 1 mL에 5% phenol (Samchun) 수용액 1 mL와 진한 황산(Matsunoen, Osaka, Japan) 5 mL를 순차적으로 가한 후 20분 동안 상온에 반응시키고, 냉수욕에서 20분간 냉각시켜 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총당 함량은 포도당을 표준물질로 하여 작성된 표준곡선을 이용하여 결정하였다.

당 조성

매실청의 포도당, 과당 및 설탕의 조성은 HPAEC (Dionex-300, Dionex, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 50배 희석된 매실청을 syringe filters로 여과한 후 PA-1 column에 10 µL를 주입하였다. 이동상은 150 mM NaOH (Sigma-Aldrich Co.) 수용액이었으며, 0.5 mL/min의 유속으로 총 15분간 흘려주면서 단순당들을 분리하였다. 매실청의 포도당, 과당, 설탕의 함량은 미리 결정된 이들 각각의 검정곡선들을 이용하여 결정되었다.

총산도

희석된 매실청 50 mL에 pH meter (PB-10, Sartorius, Goettingen, Germany)의 probe를 담고 0.1 N NaOH (Samchun) 표준용액(F=1.001)을 이용하여 희석된 매실청의 pH가 8.1에 도달할 때까지 적정하였다. 0.1 N NaOH 표준용액의 소비량을 이용하여 구연산을 기준으로 매실청의 총산도를 결정하였다.

유기산 함량

매실청 25 mL에 동량의 에탄올을 가하고 매실청과 에탄올 혼합물을 상온에서 충분히 혼합하여 5분간 진탕한 후 원심분리하여 상층액을 취하여 회전진공농축기로 에탄올을 제거하였다. 이를 메탄올, 증류수 및 0.01 N HCl (Sigma-Aldrich Co.)로 미리 활성화시킨 sep-pak C18 cartridge에 통과시킨 다음 증류수로 회수하여 총량을 50 mL로 하여

ion chromatography (IC) 분석을 위한 시료로 하였다(Shin et al., 2011). 분석용 시료는 syringe filters에 통과시킨 후 Dionex IonPac ICE-AS1 column이 장착된 IC (ICS-3000, Dionex)를 이용하여 유기산을 분리하였다. 문헌상 매실에서 주로 검출되는 사과산(malic acid), 구연산(citric acid)과 호박산(succinic acid)에 대해 분석을 수행하였다. 전술한 방법에 따라 한국식품연구원(Wanju, Korea)에서 분석을 수행하였다.

무기질

무기질(Na, K, P, Fe, Ca)은 Anderson (1996)의 방법에 따라 ICP-AES (Varian 820, Varian, Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 서울대학교 농생명과학공동기기원(Seoul, Korea)에서 분석하였다.

통계 처리

매실 시료들의 아미그달린 함량과 품질특성은 적어도 3회 반복하여 분석하였으며, 측정된 특성치들은 one-way ANOVA 분석을 수행하였고, 평균±표준편차로 나타내었다. 처리군들의 평균값들 사이의 통계적 유의성은 95% 신뢰수준에서 Tukey's HSD test를 이용하여 분석하였다. 모든 통계적 계산과 분석은 Minitab 16 (Minitab Inc., State College, PA, USA)에 의해 수행되었다.

결과 및 고찰

품종에 따른 매실청의 아미그달린 함량 변화

백가하, 앵숙, 옥영, 천매, 남고 품종의 매실을 이용하여 매실청을 담고 3개월 간의 당침 기간과 그 후 숙성 기간에 따른 아미그달린의 함량을 조사하였다(Fig. 1). 백가하 매실을 이용한 경우 설탕이 모두 용해된 당침 0개월 차에 매실청에서 170.4 ppm의 아미그달린이 검출되었으며, 당침 2개월까지는 지속적으로 증가하여 최고치에 도달하였다. 이후 액분리 전까지 감소하는 경향을 보였으며 추가적인 3개월의 숙성하는 동안에는 아미그달린이 지속적으로 감소하여 86.4 ppm에 도달하였다(Fig. 1A). 천매 매실을 이용할 경우, 설탕이 모두 용해된 당침 0개월 차에 매실청에서 166.2 ppm의 아미그달린이 검출되었으며, 당침 1개월에 최고치의 아미그달린 함량을 도달하였고, 당침 2개월까지는 큰 변화가 없었지만, 당침 3개월에는 아미그달린 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 액분리 후 추가적인 3개월의 숙성하는 동안 아미그달린은 지속적으로 감소하여 116.7 ppm에 도달하였다(Fig. 1A). 옥영 매실을 이용할 경우, 설탕이 모두 용해된 0개월 차에 매실청에서 140.8 ppm의 아미그달린이 검출되었으며, 당침 2개월까지는 지속적으로 증가하여 최고치에 도달하였다. 이후 액분리 전까지는 감소하는 경향을 나타내었으며, 추가적인 3개월의 숙성하는

동안 아미그달린은 지속적으로 감소하여 151.1 ppm에 도달하였다(Fig. 1A). 남고 매실을 이용할 경우 설탕이 모두 용해된 당침 0개월 차에 약 400 ppm에 달하는 아미그달린이 매실청에서 관찰되었으며, 당침 1개월 차에 아미그달린 함량은 최고치에 도달하였다. 이후 당침 3개월까지 아미그달린이 지속적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 3개월 당침이 끝나고 액분리한 매실청을 3개월 간 숙성하는 동안 아미그달린은 지속적으로 감소하여 198.3 ppm에 도달하였다(Fig. 1B). 앵숙 매실을 이용할 경우 설탕이 모두 용해된 당침 0개월 차에 매실청에서 219.2 ppm의 아미그달린이 검출되었으며, 당침 2개월까지 지속적으로 증가하여 최고치에 도달하였다. 이후 액분리 전까지 지속적으로

감소하는 경향을 보였으며 추가적인 3개월의 숙성하는 동안 아미그달린은 지속적으로 감소하여 142.5 ppm에 도달하였다(Fig. 1B). 이상의 결과를 종합할 때, 매실 품종에 따라서 상이한 양상은 있으나 보편적으로 당침 2개월 차에 매실청의 아미그달린 함량은 최고치에 도달하였으며, 당침 3개월까지는 아미그달린이 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 액분리 후 숙성하는 동안 숙성 1개월 차에 아미그달린이 급격히 감소하고 이후부터는 점진적으로 감소하는 경향이 관찰되었다. 본 연구에서 관찰된 매실청의 아미그달린의 당침 및 숙성 중 변화 양상은 Son et al. (2017)과 Cho et al. (2018)이 보고한 연구 결과와 유사하였다. 당침 시 매실로부터 용출된 유기산과 아미그달린 가수분해효소(amygdalin hydrolase)에 의해 숙성 중 아미그달린이 분해된 것으로 판단되며(Cho et al., 2018; Son et al., 2017), 또한 당침 중 매실로부터 삼투압에 의해 아미그달린과 함께 수분과 수용성 성분의 용출로 아미그달린 함량이 희석된 효과일 수 있다(Cho et al., 2019).

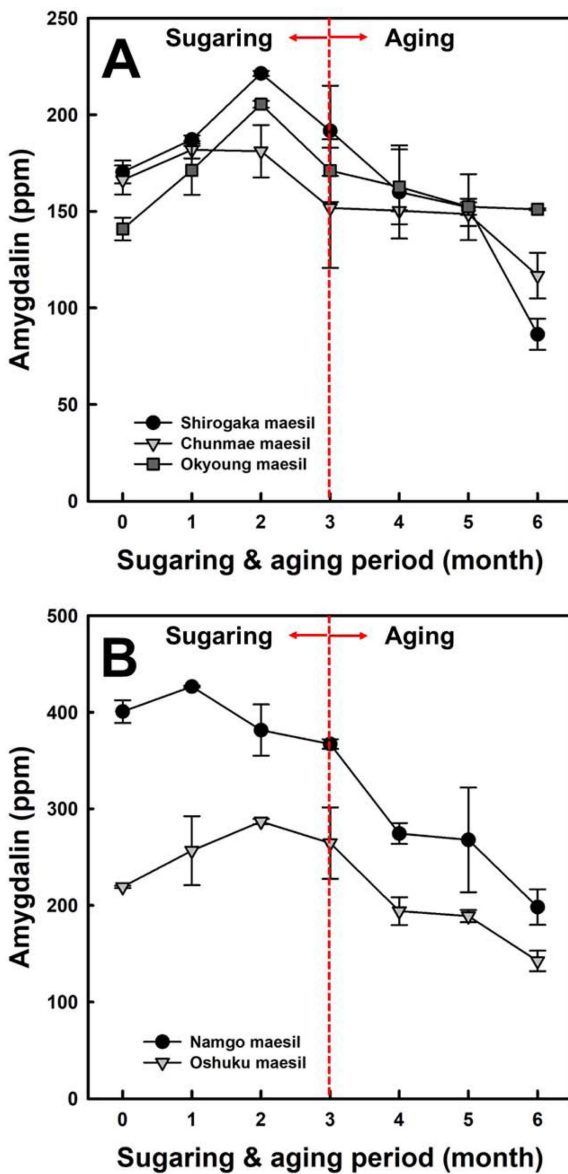


Fig. 1. Effects of sugaring and aging periods on changes in amygdalin contents of maesil chungs prepared with different maesil cultivars.

품종별 매실청의 당도

완성된 매실청들의 당도는 58.8~62.3 °Brix의 범위에 있었으며, 품종에 따라 당도의 차이는 3.5 °Brix 정도로 매우 낮았지만 천매 > 옥영 > 남고 > 백가하 > 앵숙 매실청의 순서로 증가하는 것을 확인할 수 있었다(Table 2). 이러한 당도의 차이는 매실이 함유하고 있는 수분함량의 차이인 것으로 판단되어 진다.

품종별 매실청의 아미그달린, 폴리페놀, 5-HMF 함량

완성된 매실청들의 아미그달린 함량을 조사하였을 때, 매실청들의 아미그달린 함량은 68.5-179.4 ppm의 범위에 있었으며, 남고 > 앵숙 > 옥영 > 천매 > 백가하 매실청의 순서로 감소하였다(Table 2). 모든 매실청들이 숙성 3개월이 완료된 시점(열처리 전)의 아미그달린 함량(Fig. 1)보다 감소한 결과를 나타내었는데, 이는 매실청의 열처리 과정에서 유기산에 의해 아미그달린의 당들이 가수분해되면서

Table 2. Soluble sugar, amygdalin, total polyphenol, and 5-hydroxymethyl furfural (5-HMF) contents¹⁾ of maesil chungs prepared with different maesil cultivars

Maesil cultivar	Soluble sugar (°Bx)	Amygdalin (ppm)	Total polyphenol (ppm)	5-HMF (ppm)
Namgo	60.0±0.0 ^c	179.4±18.4 ^d	223.7±0.0 ^c	11.9±2.2 ^a
Shirogaka	59.8±0.0 ^d	68.5±8.1 ^d	189.5±3.7 ^e	7.9±1.5 ^b
Chunmae	62.3±0.1 ^a	101.3±11.4 ^c	226.3±0.0 ^b	5.7±0.4 ^c
Okyoung	60.4±0.1 ^b	129.5±0.8 ^b	213.2±0.0 ^d	13.4±1.5 ^a
Oshuku	58.8±0.0 ^e	137.5±9.4 ^b	246.1±1.9 ^a	3.5±1.1 ^d

¹⁾Mean values of three replicate measurements; Values sharing the same lowercase letters within columns are not significantly different at $p < 0.05$.

HPLC 분석에서 검출되지 않은 것으로 생각된다. 매실청의 총 폴리페놀 함량은 189.5-246.1 ppm의 범위에 있었으며, 앵숙 > 천매 > 남고 > 옥영 > 백가하 매실청들의 순서로 증가하였다(Table 2). 또한 갈변도의 지표물질인 5-HMF는 3.5-13.4 ppm의 범위로 매우 적은 수준을 나타내었다. 5-HMF는 옥영 > 남고 > 백가하 > 천매 > 앵숙 매실청의 순서로 증가하였다(Table 2).

품종별 매실청의 색도

품종을 달리한 매실청들의 색 특성을 조사하여 Table 3에 나타내었다. 명도는 26.8-27.6의 범위에 있었으며, 품종에 따라 유의적인 차이를 보였지만 최소값과 최대값의 차이가 0.8로 매우 미미하였다. 적색도는 9.4~10.5의 범위에 있었으며 품종에 따른 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 황색도는 5.3~6.9의 범위에 있었으며, 남고 > 앵숙 > 백가하 ~ 옥영 > 천매 매실청의 순서로 유의적으로 높았다. 색 특성치들에서 미미한 차이를 보이지만 3개월 숙성을 완료한 후 열처리를 통해 완성된 매실청들의 색 특성은 전반적으로 매실 품종에 따라서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 결과는 매실청의 숙성 완료 후 열처리에 의해 매실청에서 갈변현상이 진행되어 품종별 매실청의 색 차이가 없어진 것으로 생각된다.

품종별 매실청의 총당 함량과 당 조성

품종을 달리하여 제조된 매실청의 총당 함량과 당 조성을 HPAEC로 조사하였다(Table 4). 품종별 매실청들의 총당 함량은 34.2-44.7%로, 남고 > 백가하 > 천매 ~ 옥영 > 앵숙 매실청들의 순서로 높은 수준을 나타내었다(Table 4). 매실청을 담글 때 사용된 설탕의 양이 동일하였음에도 매실 품종에 따라서 상이한 함량을 나타내었는데, 이는 매실이 함유하고 있는 수분이 품종에 따라서 상이하였기 때문으로 생각되어 진다. 한편 완성된 매실청은 과당, 포도당과 설탕이 모두 함유되어 있었다(Table 4). 이는 품종별 매실청들의 숙성기간이 3개월로 상대적으로 짧아 설탕이 과당과 포도당으로 모두 전환되지 않았기 때문으로 생각된다(Mun et al., 2019). 품종별 매실청의 포도당 함량은 1.8-

2.1 mg/mL의 범위에 있었으며, 남고 ~ 앵숙 > 백가하 ~ 천매 ~ 옥영 매실청의 순서로 높은 수준을 나타내었다. 과당 함량은 1.6-2.0 mg/mL의 범위에 있었으며, 남고 ~ 앵숙 > 천매 ~ 옥영 > 백가하 매실청의 순서로 높은 수준을 나타내었다. 설탕 함량은 1.3-1.9 mg/mL의 범위에 있었으며, 천매 > 백가하 > 남고 ~ 옥영 > 앵숙 매실청의 순서로 높은 수준을 나타내었다. Mun et al. (2019)은 매실청의 당 조성은 당침시 사용된 당에 따른다고 하였지만, 본 연구에서 품종별 매실청의 당 조성비율이 다른 것은 매실 자체의 당에 의한 영향인 것으로 생각된다.

품종별 매실청의 총산도와 유기산 함량

품종을 달리하여 제조된 매실청들의 적정산도와 유기산 조성을 Table 5에 나타내었다. 매실청들의 적정산도는 구연산으로 환산하였을 때, 2.0-2.3%의 범위를 나타내었으며, 매실 품종에 따라 그 차이는 크지 않지만 통계학적으로 유의적인 차이를 나타내었다. 그래서 매실청의 적정산도는 앵숙 > 천매 > 남고 > 백가하 ~ 옥영 매실청들의 순서로 높은 수준을 나타내었다(Table 5). 한편 매실의 성숙이 진행되면서 매실의 사과산은 감소하고, 구연산과 호박산은 증가한다는 보고에 의하면(Cha et al., 1999), 본 연구에서도 매실청에 호박산이 존재할 것으로 기대되었다. 그러나

Table 4. Total carbohydrate, glucose, fructose, and sucrose contents¹⁾ of maesil chung prepared with different maesil cultivars

Maesil cultivar	Total carbohydrate (%)	Glucose (mg/mL)	Fructose (mg/mL)	Sucrose (mg/mL)
Namgo	44.7±0.5 ^a	2.1±0.0 ^a	2.0±0.1 ^a	1.5±0.1 ^c
Shirogaka	41.5±1.4 ^b	1.8±0.1 ^b	1.6±0.1 ^c	1.8±0.1 ^b
Chunmae	39.8±0.8 ^c	1.9±0.0 ^b	1.8±0.0 ^b	1.9±0.0 ^b
Okyoung	38.7±0.4 ^c	1.9±0.0 ^b	1.8±0.0 ^b	1.5±0.0 ^c
Oshuku	34.2±0.1 ^d	2.1±0.1 ^a	1.9±0.1 ^a	1.3±0.1 ^d

¹⁾Mean values of three replicate measurements; Values sharing the same lowercase letters within columns are not significantly different at *p*<0.05.

Table 5. Titratable acidity¹⁾ and organic acid content¹⁾ of maesil chung prepared with different maesil cultivars

Maesil cultivar	Titratable acidity ²⁾ (%)	Malic acid (%)	Citric acid (%)	Succinic acid (%)
Namgo	2.0±0.0 ^c	0.9	1.4	- ³⁾
Shirogaka	2.0±0.0 ^d	1.0	1.3	- ³⁾
Chunmae	2.1±0.0 ^b	0.9	1.5	- ³⁾
Okyoung	2.0±0.0 ^d	0.9	1.4	- ³⁾
Oshuku	2.3±0.0 ^a	0.9	1.6	- ³⁾

¹⁾Mean values of three replicate measurements; Values sharing the same lowercase letters within columns are not significantly different at *p*<0.05.

²⁾As citric acid.

³⁾Not detected.

Table 3. Color characteristics¹⁾ of maesil chung prepared with different maesil cultivars

Maesil cultivar	<i>L</i> ²⁾	<i>a</i> ²⁾	<i>b</i> ²⁾
Namgo	27.0±0.1 ^c	9.5±0.7 ^a	6.9±0.1 ^a
Shirogaka	27.5±0.0 ^a	9.8±0.9 ^a	5.5±0.2 ^b
Chunmae	27.6±0.1 ^a	9.9±0.2 ^a	5.4±0.1 ^c
Okyoung	27.2±0.0 ^b	10.5±0.8 ^a	5.3±0.3 ^{bc}
Oshuku	26.8±0.1 ^c	9.4±0.7 ^a	6.6±0.2 ^a

¹⁾Mean values of three replicate measurements; Values 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, respectively.

Table 6. Mineral contents of maesil chung prepared with different maesil cultivars

Maesil cultivar	Na (ppm)	K (ppm)	P (ppm)	Fe (ppm)	Ca (ppm)
Namgo	8.6	1,382.1	64.0	0.9	36.6
Shirogaka	5.8	1,567.0	101.4	1.0	5.8
Chunmae	7.5	1,837.0	115.1	1.2	21.4
Okyoung	5.2	1,393.0	114.3	0.8	22.4
Oshuku	4.4	1,434.6	112.5	0.6	13.1

유기산 조성을 조사하였을 때, 완성된 매실청들에서 사과산과 구연산만이 검출되었으며, 호박산은 검출되지 않았다 (Table 5). 이는 당 종류를 달리한 매실청에서 수산(oxalic acid), 유산(lactic acid)와 호박산이 극미량 검출되었다는 Mun et al. (2019)의 보고와 유사하였다. 따라서 당침 중 호박산은 매실로부터 용출되지 않았거나 3개월의 당침 기간은 호박산이 매실로부터 매실청으로 이행되기에는 충분하지 않은 시간인 것으로 생각된다. Malic acid는 0.9-1.0%의 범위에 있었으며, 백가하 > 옥영 > 남고 > 천매 > 앵숙 매실청의 순서로 높은 수준을 나타내었다. Citric acid는 1.3-1.6%의 범위에 있었으며, 앵숙 > 천매 > 옥영 > 남고 > 백가하 매실청의 순서로 높은 수준을 나타냈다. 이는 매실청의 유기산 분석결과, 구연산 함량이 가장 풍부하다고 보고되었던 기존의 연구 결과들과 일치한다(Cha et al., 1999; Ha et al., 2005; Ko et al., 2010).

품종별 매실청의 무기질 함량

품종을 달리한 매실청의 무기질 조성을 조사하여 Table 6에 나타내었다. Na는 4.4-8.6 ppm의 범위에 있었으며, 남고 > 천매 > 백가하 > 옥영 > 앵숙 매실청의 순서로 높은 수준이었다. K는 1382.1-1837.0 ppm의 범위에 있었으며, 천매 > 백가하 > 앵숙 > 옥영 > 남고 매실청의 순서로 높은 수준이었다. P는 64.0-115.1 ppm으로, 천매 > 옥영 > 앵숙 > 백가하 > 남고 매실청의 순서로 높은 수준이었다. Fe는 매실 품종에 관계없이 매실청들에 약 1.0 ppm이 함유되어 있었다. Ca는 5.8-36.6 ppm의 범위에 있었으며, 남고 > 옥영 > 천매 > 앵숙 > 백가하 매실청의 순서로 높은 수준이었다. 결론적으로 품종별 매실청들의 무기질 함량은 Na와 Fe는 미량 함유되어 있었으며, K, P와 Ca는 상대적으로 풍부한 것을 확인할 수 있었다. 이는 매실에 함유되어 있는 무기질 함량을 보고했던 기존의 연구 결과와 비슷한 양상을 나타내었다(Shim et al., 1989).

요 약

매실의 품종을 달리하여 제조된 매실청의 당침 및 숙성 중 아미그달린 함량의 변화와 최종 매실청의 품질 특성을 조사하였다. 품종에 따른 매실청의 아미그달린 함량은 매

실 품종에 따라서 상이한 양상은 있으나 보편적으로 당침 2개월 차에 매실청의 아미그달린 함량은 최고치에 도달하였으며, 당침 3개월까지는 아미그달린이 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 액분리 후 숙성하는 동안 숙성 1개월 차에 아미그달린이 급격히 감소하고 이후부터는 점진적으로 감소하는 경향을 확인할 수 있었다. 매실청의 품질 특성에서 총 폴리페놀 함량은 189.5-246.1 ppm의 범위에 있었으며, 갈변도의 지표물질인 5-HMF는 3.5-13.4 ppm의 범위로 매우 적은 수준을 나타내었다. 품종에 따라 제조된 매실청들의 색 특성은 유의적인 차이를 나타내지 않는 것을 확인할 수 있었다. 또한 충분한 숙성이 진행되지 않아 설탕이 검출된 것을 확인할 수 있었다. 유기산 조성에서는 malic acid와 citric acid만이 검출되었으며, succinic acid는 검출되지 않았다. 무기질은 K, P와 Ca가 상대적으로 풍부한 것을 확인할 수 있었다. 전반적으로 매실청의 품질특성은 매실의 품종에 따라 유의적인 차이를 보이지 않는 것으로 생각된다. 그럼에도 백가하 품종의 매실을 이용하는 것이 매실청의 아미그달린 함량을 최소화 시킬 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 농생명산업기술개발사업(과제 번호 317002-2)에 의해 이루어진 것의 일부이며 이에 감사드립니다. 또한 본 연구는 2020년 경기대학교 대학원 연구원장학생 장학금 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- Akyildiz BN, Kurtoglu S, Kondolot M, Tunc A. 2010. Cyanide poisoning caused by ingestion of apricot seeds. *Ann. Trop. Paediatr.* 30: 39-43.
- Anderson KA. 1996. Micro-digestion and ICP-AES analysis for the determination of macro and micro elements in plant tissues. *Atom. Spec.* 17: 30-33.
- Cha HS, Hwang JB, Park JS, Park YK, Jo JS. 1999. Changes in chemical composition of Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) fruits during maturation. *Korean J. Food Preserv.* 6: 481-487.
- Cho JW, Kim BY, Choi SJ, Jeong JB, Kim HS. 2019. Change in amygdalin contents of maesil (*Prunus mume*) wine according to preparation steps and its characteristics. *Korean J. Food Sci. Technol.* 51: 42-47.
- Cho JW, Kim BY, Jeong JB, Kim HS. 2018. Changes in amygdalin contents and characteristics of maesil (*Prunus mume*) liqueur during leaching and ripening. *Korean J. Food Sci. Technol.* 50: 697-700.
- Choi HJ, Kang OH, Park PS, Chae HS, Oh YC, Lee YS, Choi JG, Lee GH, Kweon OH, Kwon DY. 2007. Mume Fructus water extract inhibits pro-inflammatory mediators in lipopolysaccharide-stimulated macrophages. *J. Med. Food.* 3: 460-466.
- Chuda Y, Ono H, Ohnishi-Kameyama M, Matsumoto K, Nagata

- T, Kikuchi Y. 1999. Mumefural, citric acid derivative improving blood fluidity from fruit-juice concentrate of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc). *J. Agric. Food Chem.* 47: 828-831.
- Del Cueto J, Ionescu IA, Pičmanová M, Gericke O, Motawia MS, Olsen CE, Campoy JA, Dicenta F, Møller BL, Sánchez-Pérez Anderson KA. 2017. Cyanogenic glucosides and derivatives in almond and sweet cherry flower buds from dormancy to flowering. *Front. Plant Sci.* 8: 1-16.
- Do B, Kwon H, Lee DH, Nah AH, Choi YJ, Lee SY. 2007. Removal of cyanogenic compounds in apricot kernel during heating process. *J. Fd. Hyg. Safety* 22: 395-400.
- Feng D, Shen Y, Chavez ER. 2003. Effectiveness of different processing methods in reducing hydrogen cyanide content of flaxseed. *J. Sci. Food Agr.* 83: 836-841.
- Ha MH, Park WP, Seung CL, Cho SH. 2005. Organic acids and volatile compounds isolated from *Prunus mume* extract. *Korean J. Food Preserv. Tech.* 12: 195-198.
- Han JT, Lee SY, Kim KN, Baek NI. 2001. Rutin, antioxidant compound isolated from the fruit of *Prunus mume*, *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 44: 35-37.
- Hughes C, Lehner F, Dirikolu L, Harkins D, Boyles J, McDowell K, Tobin T, Crutchfield J, Sebastian M, Harrison L, Baskin SI. 2003. A simple and highly sensitive spectrophotometric method for the determination of cyanide in equine blood. *Toxicol. Mech. Method.* 13: 129-138.
- Hwang JY. 2005. Pharmacological effects of maesil (*Prunus Mume*). *Food Sci. Indu.* 38: 112-119.
- Hwang JY, Ham JW, Nam SH. 2004. The antioxidant activity of maesil (*Prunus Mume*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 461-464.
- Kim HJ, Go MR, Yu J, Hwang JS, Choi HW, Kim HS, Choi SJ. 2018. Toxicokinetics and oral toxicity of Maesil-cheongs with reduced amygdalin levels. *Korean J. Food Sci. Technol.* 50: 629-635.
- Kim YD, Kang SK, Hyun KH. 2002. 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.
- Kim YD, Kang SK, Kang SH. 1996. Studies on the acetic acid fermentation using maesil juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 25: 695-700.
- Kim EJ, Lee HJ, Jang JW, Kim IY, Kim DH, Kim HA, Lee SM, Jang HW, Kim SY, Jang YM, Im DK, Lee SH. 2010. Analytical determination of cyanide in maesil (*Prunus mume*) extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 42: 130-135.
- Ko YJ, Lee HH, Kim EJ, Kim HH, Son YH, Kim JY, Kang SD, An JH, Lee WS, Ryu CH. 2010. Study on the standardization of Sugar-preserved *Prunus mume* manufactured in Ha-Dong. *Korean J. Life Sci.* 20: 424-429.
- Lee OK, Lee HJ, Shin YS, Ahn YG, Jo HJ, Shin HC, Kang HY. 2007. Quantitative analysis of the fruit flesh of *Prunus mume* Siebold & Zuccarni. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 15: 143-147.
- Lee JH, Na MS, Lee MY. 2004. Effects of ethanol extract of *Prunus mume* on the antioxidative system and lipid peroxidation on ethanol induced hepatotoxicity in rat liver. *Korean J. Food Preserv.* 11: 71-78.
- Lim SJ, Eun JB. 2012. Processing and distribution of maesil, Japanese apricot in Korea. *Food Sci. Indu.* 45: 2-9.
- Lim JE, Jeong JT, Lim YT. 2011. Preparing method of stone fruits wine having reduced cyanide. Korea Patent No. 10-2011-0004601.
- Mouaffak Y, Zegzouti F, Boutbaoucht M, Najib M, El Adib, A. G, Sbihi M, Younous S. 2013. Cyanide poisoning after bitter almond ingestion. *Ann. Trop. Med. Public Health.* 6: 679-680.
- Mun KH, Lee HC, Jo AH, Lee SH, Kim NYS, Park EJ, Kang JY, Kim JB. 2019. Effect of sugared sweeteners on quality characteristics of *Prunus mume* fruit syrup. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 161-166.
- Newmark J, Brady RO, Grimley PM, Gal AE, Waller SG, Thistlethwaite JR. 1981. Amygdalin (Laetrile) and prunasin β -glucosidases: distribution in germ-free rat and in human tumor tissue. *P. Natl. Acad. Sci. USA.* 78: 6513-6516.
- Otsuka T, Tsukamoto T, Tanaka H, Inada K, Utsunomiya H, Mizoshita T, Kumagai T, Katsuyama T, Miki K, Tatematsu M. 2005. Suppressive effects of fruit-juice concentrate of *Prunus mume* Sieb. et Zucc. (Japanese apricot, ume) on *Helicobacter pylori*-induced glandular stomach lesions in Mongolian gerbils. *Asian Pac. J. Cancer P.* 6: 337-341.
- Piirainen L, Peuhkuri K, Backstrom K, Korpela R, Salminen S. 2007. Prune juice has a mild laxative effect in adults with certain gastrointestinal symptoms. *Nutr. Res.* 27: 511-513.
- Sanchez-Perez R, Jørgensen K, Olsen CE, Dicenta F, Møller BL. 2008. Bitterness in almonds. *Plant Physiol.* 146: 1040-1052.
- Sanchez-Verlaan P, Geeraerts T, Buys S, Riu-Poulenc B, Cabot C, Fourcade O, Megarbane B, Genestal M. 2011. An unusual cause of severe lactic acidosis: cyanide poisoning after bitter almond ingestion. *Intens. Care Med.* 37: 168-169.
- Shim SM, Kwon H. 2010. Metabolites of amygdalin under simulated human digestive fluids. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 61: 770-779.
- Shim JH, Park MW, Kim MR, Lim KT, Park ST. 2002. Screening of antioxidant in Fructus mume (*Prunus Mume* Sieb. et Zucc.) extract. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 45: 119-123.
- Shim KH, Sung NK, Choi JS, Kang KS. 1989. Changes in major components of Japanese apricot during ripening. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 18: 101-108.
- Shin SC. 1995. Changes in components of ume fruit during development and maturation. *J. Oriental Bot. Res.* 8: 259-264.
- Shin JH, Lee SI, Jung WJ, Kang MJ, Sung NJ. 2011. Physicochemical characteristics of Galic (*Allium sativum* L.) on collected from the different regions. *J. Agri. Life Sci.* 45: 103-114.
- Son SJ, Jeong YJ, Kim SY, Choi JH, Kim NY, Lee HS, Bae JM, Kim SI, Lee HS, Shin JS, Han JS. 2017. Analysis of amygdalin of content *Prunus mume* by variety, harvest time, and fermentation conditions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 46: 721-729.

Author Information

최현우: 경기대학교 일반대학원생(석사과정)

김현석: 경기대학교 부교수