

매실 당 침출액의 화학적 조성에 미치는 저장 온도와 누름판 처리의 효과

박가영 · 장현욱 · 김경미 · 황영 · 김하운 · 조용식*

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Effect of Storage Temperature and Pressure Plate Treatment on Chemical Composition in *Prunus mume* Sugar Extracts

Ga-Yeong Park, Hyun Wook Jang, Kyung Mi Kim, Young Hwang,
Ha Yun Kim, and Yong Sik Cho*

Department of AgroFood Resources, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration

Abstract

This study aimed to investigate the effect of storage temperature and pressure plate treatment on chemical composition in *Prunus mume* sugar extracts (PSEs). Green *Prunus mume* fruit was mixed with an equal amount of commercial sugar and stored at 4 or 25°C for 9 mon with or without a pressure plate. The alcohol contents in PSEs stored at 4°C were lower than those stored at 25°C. The amygdalin contents in PSEs stored at 25°C with pressure plate were significantly low. The sucrose in PSEs was converted into glucose and fructose during storage. The glucose, fructose and total phenol contents in PSEs stored at 25°C were higher compared with those at 4°C. The total soluble solid and polyphenol contents in PSEs were increased at 25°C until 90 d and 4°C until 150 d and then the contents were constant. The total acidity in PSEs stored at 4°C were higher than those at 25°C. These results indicate that storage temperature plays an important role in controlling the alcohol, amygdalin and sucrose contents in *Prunus mume* sugar extracts (PSEs).

Key words: *Prunus mume*, sugar extracts, storage temperature, amygdalin, alcohol content

서 론

매실(*Prunus mume*)은 중국과 일본을 비롯하여 한국의 남부지방에서 생산되는 장미과에 속하는 매화나무의 열매로 구연산, 사과산, 및 호박산 등 유기산 뿐 아니라 칼륨, 칼슘, 및 나트륨 등 무기 성분 함량이 풍부하여 대표적인 알칼리성 식품으로 잘 알려져 있다(Cha et al., 1999; Kang et al., 1999). 매실은 신맛이 강하고 아린 맛도 있어 생으로 먹기 어렵기 때문에 매실 당 침출액, 매실 주, 매실 차, 매실 잼, 및 샐러드용 소스로 가공되고 있다. 최근 들어 화학적 성분(Son et al., 2002; Ha et al., 2005), 간기능 개선(Sheo et al., 1990) 및 항균 효과(Ko & Yang, 2009) 등 매실 속에 함유된 기능 성분과 약리적 효과들이 보고되었다.

매실 당 침출액은 매실에 설탕을 가한 후 삼투압의 원리

를 이용하여 얻어지는 추출액이다. 매년 매실 당 침출액 제조에 소비되는 설탕의 연간 판매량이 33%를 상회할 정도로 많은 가정과 농가 및 업체에서 생산이 활발하다(Lee et al., 2003). 그러나 덜 익은 매실에 있는 시안 배당체, 특히 amygdalin은 독성이 있다고 알려져 안전성 논란이 존재한다(Son et al., 2017). 게다가 건강에 대한 관심이 높아지면서 당 침출액의 설탕 함량에 대한 우려도 있다. 그간 매실 가공품의 amygdalin 함량이 보고 된 바 있지만(Cho et al., 2018) amygdalin은 산이나 효소 등에 분해되므로 후숙 과정에서 함량 검토가 필요하다. 또한 당 침출액 중의 설탕 함량의 경우 숙성 후 당 조성의 변화를 조사할 필요가 있다. 한편 매실 당 침출액은 숙성 과정 중에 미생물의 작용으로 알코올 생성을 동반하기 때문에 알코올 발효 억제제가 절실하게 요구되나 기왕의 보고는 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 매실 당 침출액을 제조한 후 누름판을 처리군과 무처리군으로 구분하여 적용하고 상온(25°C)과 냉장(4°C)의 온도에서 저장하면서 매실 당 침출액에 함유된 알코올 함량과 amygdalin 함량 및 유리당 함량의 변화를 조사하였으며 매실 당 침출액의 품질 향상 및 안전성 강화에 필요한 기초자료로 제시하고자 하였다.

*Corresponding author: Yong Sik Cho, Department of AgroFood Resources, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, 166 Nongsaengmyeong-ro, Iseo-myeon, Wanju, Jellabuk-do, 55365, Republic Korea
Tel: +08-63-238-3630; Fax: +08-63-238-3843
E-mail: yscho@korea.kr
Received October 23, 2020; revised November 6, 2020; accepted November 7, 2020

재료 및 방법

매실 당 침출액의 제조

본 실험에 사용된 매실(*Prunus mume*)은 전라남도 순천 소재 농가에서 2019년 수확한 것을 사용하였으며, 설탕은 백설탕(CJ Co. Ltd, Seoul, Korea)을 시중에서 구입하여 사용하였다. 당 침출액은 한국의 전통 방법에 따라 제조하였다. 매실은 꼭지부위를 제거한 후 세척하였고 물기를 제거한 다음 사전에 열탕 소독하여 건조한 밀폐용기에 원료 1 kg을 담고 설탕 1 kg을 켜켜이 넣고 맨 위의 층에는 설탕으로 덮어주었다. 3일간 실온보관 하여 설탕이 용해되도록 한 후 조건에 따라 누름판을 설치 후 각각 25°C와 4°C 냉장고에 보관하여 숙성하였다. 시료는 시료제조 1개월 후부터 2개월 간격으로 채취한 후 알코올 함량, amygdalin 함량, 유리당 함량, 폴리페놀 함량, 당도, 색도, pH 및 산도를 분석하였으며, 총 9개월간 실험을 하였다

알코올 함량 측정

알코올 함량은 국제청 주류 분석 규정에 준하여 측정하였다(National Tax Service Technical Service Institute, 2005). 매실 당침출액 100 mL에 증류수 100 mL를 혼합하고 알콜증류장치(alcohol distillator, DS-28, DASOL Scientific Co., Ltd., Hwaseong, Korea)를 이용하여 증류하고 증류액이 80 mL가 되면 증류를 정지하고 증류수를 보충하여 100 mL가 되도록 하였다. 증류액을 비중계(Daekwange, Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 측정한 후 Gay-Lussac 주정도수환산표를 이용해 보정을 해주었다.

Amygdalin 함량 측정

LC/MS를 이용하여 시료에 들어있는 amygdalin을 분석하기 위하여 시료를 증류수로 3배 희석 후 Sep-Pak Plus C18을 이용하여 Sep-Pak을 진행하였다. Sep-Pak을 사용하기 위하여 methanol 3 mL로 activation을 시킨 후 증류수 3 mL로 세척을 한 후 3배 희석한 시료 1.2 mL를 주입하였다. 증류수 3 mL로 다시 세척을 진행 한 후 methanol 1 mL을 흘려 모아 CentriVap vacuum concentrator (LABCONCO Co., Kansas City, MO, USA)을 이용하여 완전히 건조 시켰다. Methanol로 녹인 다음 원심분리 한 상층액은 UPLC-Q-TOF MS (Vion, Waters, Milford, MA, USA)를 사용하여 분석하였다. 시료 추출물은 Acquity UPLC BEH C18 column (2.1×100 mm, 1.7 µm; Waters)에 주입하였으며 이동상은 0.1% formic acid를 함유하고 있는 물(A)와 0.1% formic acid를 함유하고 있는 ACN (B)로 flow rate은 0.35 mL/min이며 분석 시간은 12분이고 컬럼 온도는 40°C이다. 컬럼으로 통과하여 나온 eluents는 multiple reaction monitoring (MRM)모드를 이용하기 위하여 negative ion mode를 갖고 있는 Q-TOF MS로 분석하였다. TOF MS

data의 capillary와 sampling cone voltages는 2.5 kV와 20 V, desolvation flow rate은 900 L/h, desolvation 온도는 400°C, source 온도는 100°C이다. Leucine-enkephalin ([M-H]⁻=554.2615)는 lock mass을 위한 reference compound로 사용되었으며 30 s당 분석되었다. MS/MS spectra은 collision energy (8 eV), m/z 456.15 > 323.10 조건하에서 얻었다. m/z, retention time, ion intensity를 포함하는 mass spectrometry data 프로세싱은 Unifi software (Waters)을 사용하여 진행하였다.

유리당 함량 측정

GC/MS (GC-2010Plus, GCMS-TQ 8030, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 매실 당침출액에 들어있는 유리당을 분석하기 위하여 시료를 증류수로 1,000배 희석 후 10 µL를 CentriVap vacuum concentrator (LABCONCO Co.)을 이용하여 완전히 건조시킨 후, methoxyamine hydrochloride과 N,O-bis(trimethylsilyl) trifluoroacetamide (BSTFA)를 사용한 silylation의 방법을 이용하여 유도체화를 진행하였다. 유도체 방법은 pyridin에 methoxyamine hydrochloride을 녹인 용매를 건조한 시료에 70 µL 넣은 후 37°C에서 90분간 반응시켰다. 상온으로 냉각 후 BSTFA를 첨가하고 70°C에서 30분간 반응시킨 유도체화 된 추출물은 vial에 옮겨 담아 GC/MS로 분석하였다.

유도체 된 시료 1 µL는 DB-5 column (30 m×0.25 mm id, 0.25 µm film thickness; J & W Scientific, Folsom, CA, USA)이 연결된 GC로 주입하여 분석을 진행하였다. Carrier gas로 사용된 helium은 1 mL/min 유속으로 흘려 보냈으며 injector 온도는 200°C로 유지하였다. 초기 oven 온도를 70°C로 2분간 유지시킨 후 25°C/min 비율로 200°C까지 증가시킨 후 10°C/min 비율로 320°C까지 증가시켜 동일 온도에서 5분간 유지시켰다. GC column을 통해 분석되어 나오는 물질들은 electron impact (EI) ionization mode (70 eV)로 작동하는 GCMS-TQ 8030 (Shimadzu)로 분석하였다. Ion source와 interface 온도는 각각 230°C와 280°C였으며 GC column을 통해 분석되어 나오는 물질들은 full scan mode (m/z 45-550)로 모니터링 되었으며 scan event time과 scan 속도는 각각 0.3 sec와 2000 u/sec 이었다. Detector voltage은 0.1 kV이고 threshold은 100를 사용하였다.

폴리페놀 함량 측정

폴리페놀 함량은 Folin-Denis (Folin & Denis, 1912)법을 약간 변형 시켜 측정하였으며 표준물질로는 gallic acid (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 분석하였다. 시료를 증류수로 10배 희석한 후 여과하여 시료로 사용하였다. 시료 50 µL에 0.2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent (Sigma-Aldrich Co.) 50 µL를 가하여 실온

에서 3분간 반응시킨 후, 7% Na₂CO₃ 50 µL를 가한 다음 암소에서 1시간 반응시킨 후 microplate reader (Infinite 200 Pro, Tecan, Grödig, Austria)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다.

당도, 색도, pH 및 산도 측정

매실 당 침출액의 당도는 Brix meter (PAL-3, ATAGO, Tokyo, Japan)를 사용하여 상온에서 측정하였다. 색도는 시료 3 mL를 색차계(Color i7, X-rite, Grand rapids, MI, USA)를 사용하였으며 Hunter's color value인 L (lightness), a (redness), b (yellowness) 값으로 평가하였다. 표준 백색 판은 L값은 94.29, a값은 -0.13, b값은 2.75이었다. pH는 시료를 10배 희석하여 pH meter (Metrohm 691, Metrohm, Greifensee, Switzerland)를 사용하여 측정하였다. 적정 산도는 pH 측정 방법과 동일하게 처리한 시료를 30 mL 취하고 pH 8.3이 될 때까지 0.1 N NaOH로 적정하였고 희석된 시료를 중화하는데 소비된 0.1 N NaOH 용량을 acetic acid (%)로 환산하여 계산하였다.

통계처리

본 연구의 모든 실험은 세 번 이상 반복하여 실시하였으며, 실험으로부터 얻은 결과는 SPSS 12.0 Package (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago IL, USA) software를 이용하여 평균±표준편차로 나타내었고, 시료 간의 유의성 검증은 Duncan's multiple range test에 의해 $p < 0.05$ 수준에서 유의적 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

알코올 함량

과일이나 채소를 이용한 당 침출액에 대한 알코올 기준은 없는 실정이나 관련 법에 따르면 1% 이상의 알코올을 포함한 음료는 주류로 정의(Kim et al., 2013)하고 있어 알코올 함량이 1% 이하로 되도록 제어할 필요가 있다. 저장 온도와 누름판 처리에 따른 저장 기간 중 매실 당 침출액

의 알코올 함량의 변화는 Table 1과 같다. 4°C에서 저장한 당 침출액의 알코올 함량은 0.03-0.20% 이었고 25°C에서 저장한 당 침출액은 1.83-4.10%의 알코올 함량을 나타내었으며 알코올 함량은 전반적으로 저장 후 3개월 시점에서 가장 많았다. 이와 같은 결과는 매실 당 침출액을 4°C에서 저장하면 알코올 함량을 1% 이하로 낮출 수 있음을 시사한다. 과일과 채소 당 침출액에서 알코올 생성은 잘 알려진 사실로(Cho et al., 2010), 원료 또는 제조 환경에서 유래한 미생물들이 기여한다고 추정한다. 통상 알코올 발효에 관여하는 효모는 4°C의 저온환경에서 생육이 취약한데 Kwak et al. (2016)은 사과 와인의 알코올 함량은 25°C보다 15°C에서 발효한 경우 상대적으로 적었다고 보고하였다. 또한 Park et al. (2020)은 저온 숙성을 통하여 야생 복숭아 당 침출액의 알코올 생성이 억제되는 결과를 보고한 바 있다. 한편, 당 침출액의 알코올 함량은 4°C의 경우 누름판에 따른 차이를 나타내지 않으나, 25°C에서는 누름판으로 처리한 당 침출액의 알코올 함량이 누름판을 처리하지 않은 것보다 상대적으로 많았다($p < 0.05$). 이는 최근 보고(Park et al. 2020)와 다른 결과로서 원료(야생 복숭아)와 담금 규모(10 kg)의 차이에서 기인한 것으로 추정되며 당 침출액의 알코올 생성을 억제하기 위한 영향인자로서 누름판보다 저장 온도의 중요성을 나타낸다.

Amygdalin 함량

매실의 씨에 함유된 amygdalin의 경우 독성 논란이 존재(Kim et al., 2018)하여 당 침출액의 amygdalin 함량은 안전성 측면에서 중요성이 있다. 저장 온도와 누름판 처리에 따른 저장 기간 중 매실 당 침출액의 amygdalin 함량의 변화는 Fig. 1과 같다. 당 침출액의 amygdalin 함량은 저장 1개월 시점에서 14.14-23.66 µg/mL 이었으며 저장 기간이 증가하면서 저장 온도와 누름판 처리에 따라 차이를 보였다. 25°C의 경우 저장 3개월 시점의 amygdalin 함량은 72.95 µg/mL이었고 이후 감소하는 양상을 나타내었다. 이러한 결과는 숙성 기간에 따라 매실 가공품의 amygdalin 함량이 감소한다는 Kim et al. (2002)과 Son et al. (2017)

Table 1. Changes on the alcohol contents in *Prunus mume* sugar extracts stored at 4 and 25°C during storage periods

Sample ¹⁾	Storage period (mon)					
	1	3	5	7	9	
Alcohol content (%)	PM-25	2.67±0.06 ^{bC}	3.10±0.00 ^{bA}	2.87±0.06 ^{aB}	1.83±0.15 ^{bE}	2.10±0.10 ^{bD}
	PM-25P	3.93±0.06 ^{aB}	4.10±0.00 ^{aA}	2.97±0.12 ^{aD}	3.40±0.00 ^{aC}	3.90±0.10 ^{aB}
	PM-4	0.03±0.06 ^{cC}	0.10±0.00 ^{cB}	0.10±0.00 ^{bB}	0.20±0.00 ^{cA}	0.10±0.00 ^{eB}
	PM-4P	0.07±0.06 ^{cA}	0.13±0.06 ^{cA}	0.10±0.00 ^{bA}	0.13±0.06 ^{cA}	0.07±0.06 ^{cA}

¹⁾ PM-25: Storage at 25°C without pressure plate, PM-25P: Storage at 25°C with pressure plate, PM-4: Storage at 4°C without pressure plate, PM-4P: Storage at 4°C with pressure plate.

^{A-E} Values with different letter within a same row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

^{a-c} Values with different letter within a same column differ significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Values are means±SD (n=3).

의 결과와 유사하다. 반면 4°C에서는 저장 기간의 경과에 따라 amygdalin 함량이 증가하였다. 이는 4°C 조건에서 설탕의 용해가 지연되면서 amygdalin도 천천히 용출된 것으로 생각된다. Magee et al. (1983)은 설탕액의 온도를 낮추면 수분과 설탕의 확산속도가 감소한다고 보고한 바 있다. 한편, 25°C와 4°C의 조건에서 누름판을 적용한 당 침출액의 amygdalin 함량이 누름판을 적용하지 않은 것보다 적었다. 이와 같은 결과는 처리군 사이에 amygdalin의 분해 환경의 차이에서 기인한 것으로 생각된다. amygdalin의 분해에는 산이나 효소 등이 관여하며(Kim et al., 2002), Go et al. (2018)은 포도당과 과당 복합체, 유기산 등 대사체가 amygdalin 분해효소의 활성을 억제한다고 보고한 바 있다. 따라서, 매실 당 침출액 중의 amygdalin

분해효소와 대사체에 관한 깊이 있는 연구가 필요하다. 다만, 매실 당 침출액은 누름판 처리에 의하여 유리당 조성과 총산 및 폴리페놀 함량에서 차이를 보였으며 이러한 특성이 amygdalin의 분해에 영향을 미치면서 당 침출액 중의 amygdalin 함량을 감소시킨 것으로 본 연구의 결과를 설명할 수 있다.

유리당 함량

건강에 대한 관심이 높아지며 식물 당 침출액의 설탕 함량에 대한 소비자의 우려가 있다. 저장 온도와 누름판 처리에 따른 저장 기간 중 매실 당 침출액의 유리당 함량 변화는 Table 2와 같다. 저장 기간이 늘어나면서 당 침출액 중의 sucrose 함량은 감소하였고 glucose와 fructose의

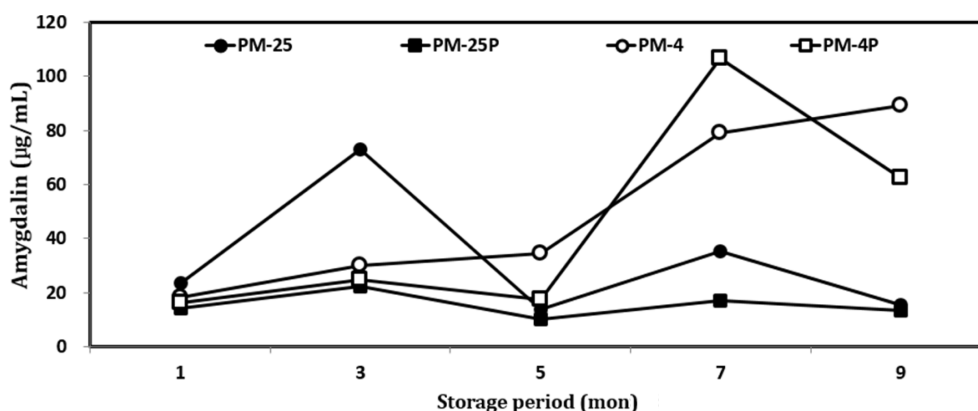


Fig. 1. Change on the amygdalin contents in *Prunus mume* sugar extracts stored at 4 and 25°C during storage periods. PM-25: without pressure plate at 25°C; PM-25P: with pressure plate 25°C; PM-4: without pressure plate at 4°C; PM-4P: with pressure plate 4°C. Values are means±SD (n=3).

Table 2. Change on the free sugar (sucrose, glucose, and fructose) contents in *Prunus mume* sugar extracts stored at 4 and 25°C during storage periods

Sugar (mg/mL)	Sample ¹⁾	Storage period (mon)					
		1	3	5	7	9	
Sucrose	PM-25	583.69±34.98 ^{aA}	243.07±35.09 ^{bB}	234.96±16.83 ^{bB}	169.60±38.26 ^{bC}	142.71±11.66 ^{bC}	
	PM-25P	570.80±79.36 ^{aA}	55.63±3.25 ^{cC}	204.28±71.53 ^{bB}	118.98±3.21 ^{bcBC}	93.95±2.46 ^{cC}	
	PM-4	703.84±207.5 ^{aA}	449.88±11.18 ^{aB}	462.25±21.25 ^{aB}	523.95±136.96 ^{aAB}	587.86±44.45 ^{aAB}	
	PM-4P	663.96±59.83 ^{aA}	426.41±1.97 ^{aC}	441.15±13.10 ^{aC}	582.87±70.70 ^{aB}	550.54±1.55 ^{aB}	
Glucose	PM-25	52.76±4.74 ^{bD}	165.99±6.82 ^{bC}	241.58±6.66 ^{bB}	330.98±55.96 ^{bA}	336.56±46.76 ^{bA}	
	PM-25P	69.33±5.40 ^{aC}	264.81±15.52 ^{aB}	322.15±19.39 ^{aB}	467.70±95.40 ^{aA}	509.53±18.74 ^{aA}	
	PM-4	33.34±8.64 ^{cC}	71.36±3.44 ^{dB}	101.98±4.67 ^{dA}	113.01±34.32 ^{cA}	124.13±1.72 ^{cA}	
	PM-4P	14.15±1.31 ^{dD}	95.57±0.41 ^{cB}	144.10±0.67 ^{cA}	83.20±0.74 ^{cC}	141.44±3.89 ^{cA}	
Fructose	PM-25	95.86±4.17 ^{aD}	274.20±12.32 ^{bC}	443.51±9.75 ^{aB}	594.01±107.33 ^{aA}	606.37±90.04 ^{aA}	
	PM-25P	39.66±5.68 ^{bD}	400.14±21.97 ^{aC}	478.83±66.98 ^{aBC}	628.15±160.97 ^{aAB}	669.91±119.37 ^{aA}	
	PM-4	46.21±8.67 ^{bC}	122.65±7.81 ^{cB}	183.55±10.00 ^{bA}	199.47±58.98 ^{bA}	223.93±4.57 ^{bA}	
	PM-4P	10.37±3.1 ^{cD}	89.01±2.96 ^{dC}	145.86±3.28 ^{bB}	141.94±0.68 ^{bB}	201.26±38.40 ^{bA}	

¹⁾ PM-25: Storage at 25°C without pressure plate, PM-25P: Storage at 25°C with pressure plate, PM-4: Storage at 4°C without pressure plate, PM-4P: Storage at 4°C with pressure plate.

^{A-D} Values with different letter within a same row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

^{a-d} Values with different letter within a same column differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

Values are means±SD (n=3).

함량은 증가하는 경향이 전반적으로 나타내었다. 저장 기간이 동일한 시점에서 당 침출액 중의 sucrose 함량은 4°C에서 저장한 시료가 25°C에서 저장한 시료 보다 많은 반면 glucose와 fructose의 함량은 25°C에서 저장한 시료가 상대적으로 많았다. 특히 저장 온도에 관계없이 당 침출액 중의 fructose의 함량이 glucose의 함량보다 상대적으로 많았다. 누름판 처리는 저장 중 당 침출액의 sucrose 함량의 감소와 glucose와 fructose 함량의 상승에 영향을 주지 않았다. 이와 같은 결과는 저장 중에 sucrose의 가수 분해가 직접적인 glucose와 fructose의 증가로 이어지고 4°C보다 25°C의 조건이 당의 신속한 분해에 기여하는 것을 시사한다. Sucrose는 저장 온도와 시간에 따라 가수분해가 쉽게 일어날 수 있어 Cho et al. (1993)은 sucrose를 음료의 품질 예측 지표라고 하였다. Lee et al. (2008)과 Park et al. (2016)은 구기자 청과 오미자 당 절임의 유리당에 관한 연구에서 저장 기간과 비례하여 sucrose 함량이 감소하고 glucose와 fructose의 함량이 각각 증가하였다고 본 연구와 일치된 결과를 보고하였다.

폴리페놀 함량

폴리페놀은 식물 유래 추출물의 기능성 성분으로 항산화성과 연관성이 있다(Lee et al., 2014). 저장 온도와 누름판 처리에 따른 매실 당 침출액 중의 폴리페놀 함량을 측정할 결과는 Fig. 2와 같다. 당 침출액 중의 폴리페놀 함량은 24.50-49.89 µg/mL로 분석되었다. 폴리페놀 함량은 저장 중 일정 기간까지 급격히 상승한 이후 증가하는 양이 적거나 감소하는 경향을 보였다. 25°C의 경우 당 침출액(PM-25)의 폴리페놀 함량이 32.10 µg/mL로 시작하여 저장 3개월 때 47.03 µg/mL로 크게 증가하였다. 반면 4°C에서 저장한 당 침출액(PM-4)의 경우 폴리페놀 함량은 저장 5개월 때 급격한 증가를 보였다. 당 침출액의 폴리페놀 함량은 전반적으로 4°C 조건이 25°C보다 상대적으로 적었다. 특히,

4°C에서 누름판을 적용하여 저장한 경우 당 침출액(PM-4P)의 폴리페놀 함량이 24.50-40.96 µg/mL로 측정되어 모든 시험군 중 가장 적었다. 이는 25°C에서 1년 숙성한 매실 청의 폴리페놀 함량은 1.3-139 µg/mL이었고 120일까지 증가한 이후 감소하였다는 Choi & Koh (2017)의 보고와 유사하다. 결과적으로 저장 온도는 매실 당 침출액의 폴리페놀 용출에 영향을 주며 매실 당 침출액 제조 시 3개월 후 과육을 건져내는 관행은 과학적 근거가 없다고 판단된다(Son et al., 2017).

당도, pH 및 산도

저장 온도와 누름판 처리에 따른 매실 당 침출액의 저장 중 당도, pH 및 산도를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 당 침출액의 당도(°Bx)는 46.03-56.73 °Bx 범위에 있었고 저장 온도 따른 차이를 보였다. 25°C에서는 저장 3개월 이후, 4°C에서는 저장 5개월 이후 안정된 당도를 나타냈다. Bae & Yoo (2019)는 저장 90일에 매실 청의 당도는 41.03-56.53 °Bx의 범위로 저장 기간에 따른 유의성은 없다고 보고하였다. pH는 2.86-2.93의 범위로 나타났으며 저장 조건에 따른 pH 차이는 크게 나타나지 않았다. 이는 매실 당 절임의 pH가 2.70-2.90의 범위를 보였다는 Ko et al. (2010)의 결과와 유사하다. 산도는 저장 초기 1.82-2.24%로 시작하여 저장이 진행되면서 1.96-2.91% 범위로 나타났다. 이는 매실 당 침출액의 산도가 1.5%라는 Ko & Yang (2009)의 연구 결과보다 증가한 함량이다. 산도는 저장 조건 따른 차이를 보여서 4°C 저장이 25°C보다 높았다. 특히, 25°C의 저장온도에서 누름판을 적용한 당 침출액의 산도가 전반적으로 높게 나타났다. 매실 청의 산도는 저장 중 생성된 유기산과 연관이 있을 것으로 생각되는데 Bae & Yoo (2019)는 매실 청의 유기산 함량은 90일 저장 시료가 가장 많았다고 보고한 바 있다.

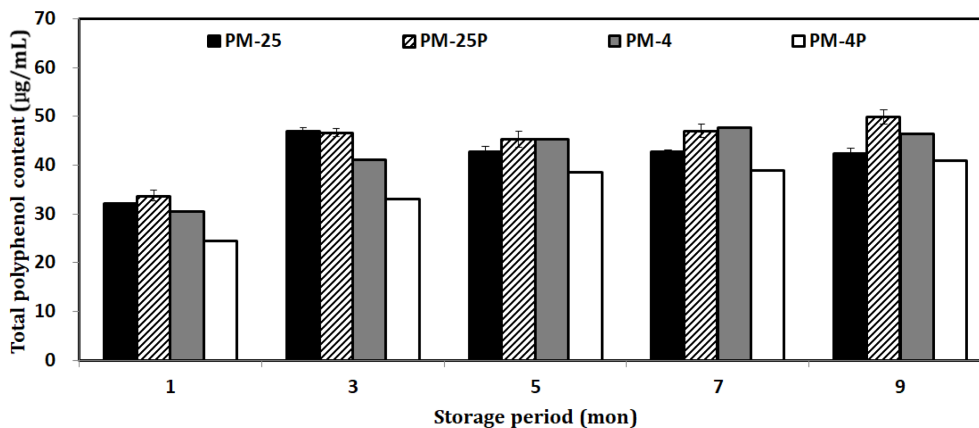


Fig. 2. Change on the total polyphenol contents in *Prunus mume* sugar extracts stored at 4 and 25°C during storage periods. PM-25: without pressure plate at 25°C; PM-25P: with pressure plate 25°C; PM-4: without pressure plate at 4°C; PM-4P: with pressure plate 4°C. Values are means±SD (n=3).

Table 3. Changes on total soluble solid, pH and total acidity in *Prunus mume* sugar extracts stored at 4 and 25°C during storage periods

Sample ¹⁾	Storage period (mon)					
	1	3	5	7	9	
Total soluble solid (°Bx)	PM-25	49.90±0.20 ^{aC}	56.73±0.21 ^{aA}	55.30±0.52 ^{aB}	54.37±1.62 ^{abB}	55.13±0.06 ^{aB}
	PM-25P	49.83±0.55 ^{aB}	55.30±2.77 ^{aA}	54.43±0.23 ^{bA}	55.57±0.58 ^{aA}	53.07±0.06 ^{cA}
	PM-4	46.03±0.06 ^{bE}	47.53±0.06 ^{bD}	50.03±0.15 ^{dC}	52.07±0.23 ^{cB}	54.27±0.29 ^{bA}
	PM-4P	49.37±0.06 ^{aC}	49.57±0.06 ^{bC}	52.43±0.06 ^{cB}	53.43±0.68 ^{bcA}	53.90±0.35 ^{bA}
pH	PM-25	2.93±0.01 ^{aB}	2.92±0.02 ^{aBC}	2.96±0.02 ^{aA}	2.91±0.01 ^{aC}	2.92±0.01 ^{aBC}
	PM-25P	2.92±0.01 ^{abB}	2.92±0.02 ^{aB}	2.96±0.01 ^{aA}	2.92±0.01 ^{aB}	2.91±0.02 ^{aB}
	PM-4	2.91±0.01 ^{bA}	2.87±0.01 ^{bB}	2.86±0.01 ^{cB}	2.92±0.01 ^{aA}	2.92±0.01 ^{aA}
	PM-4P	2.92±0.01 ^{abAB}	2.89±0.01 ^{bC}	2.90±0.02 ^{bBC}	2.91±0.01 ^{abAB}	2.93±0.02 ^{aA}
Total acidity (%)	PM-25	2.16±0.02 ^{cAB}	1.96±0.01 ^{dC}	2.00±0.09 ^{cBC}	2.14±0.13 ^{aAB}	2.29±0.11 ^{bA}
	PM-25P	2.20±0.02 ^{bA}	2.44±0.02 ^{cA}	2.43±0.13 ^{bA}	2.69±0.86 ^{aA}	2.42±0.09 ^{bA}
	PM-4	2.24±0.02 ^{aB}	2.89±0.00 ^{aA}	2.76±0.25 ^{aA}	2.91±0.11 ^{aA}	2.81±0.17 ^{aA}
	PM-4P	1.82±0.02 ^{dC}	2.57±0.03 ^{bA}	2.51±0.08 ^{abA}	2.33±0.03 ^{aB}	2.52±0.12 ^{bA}

¹⁾ PM-25: Storage at 25°C without pressure plate, PM-25P: Storage at 25°C with pressure plate, PM-4: Storage at 4°C without pressure plate, PM-4P: Storage at 4°C with pressure plate.

^{A-E} Values with different letter within a same row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

^{a-d} Values with different letter within a same column differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

Values are means±SD (n=3).

Table 4. Changes on color properties of *Prunus mume* sugar extracts stored at 4 and 25°C during storage periods

Sample ¹⁾	Storage period (mon)					
	1	3	5	7	9	
L	PM-25	57.88±0.10 ^{aA}	57.79±0.20 ^{aAB}	57.53±0.11 ^{aBC}	57.48±0.12 ^{aC}	56.69±0.16 ^{bD}
	PM-25P	56.65±0.03 ^{dAB}	56.86±0.12 ^{cA}	56.80±0.09 ^{cA}	56.74±0.17 ^{cA}	56.39±0.23 ^{cB}
	PM-4	57.07±0.22 ^{cA}	56.81±0.03 ^{cB}	56.86±0.03 ^{cAB}	56.80±0.09 ^{cB}	56.76±0.12 ^{bB}
	PM-4P	57.40±0.12 ^{bA}	57.39±0.13 ^{bA}	57.08±0.06 ^{bC}	57.10±0.04 ^{bBC}	57.26±0.08 ^{aAB}
a	PM-25	0.16±0.04 ^{cB}	0.47±0.03 ^{dA}	0.50±0.02 ^{cA}	0.49±0.04 ^{cA}	0.54±0.04 ^{cA}
	PM-25P	0.30±0.02 ^{bC}	0.55±0.02 ^{cB}	0.56±0.02 ^{bB}	0.55±0.03 ^{bB}	0.66±0.03 ^{bA}
	PM-4	0.70±0.01 ^{aC}	0.87±0.04 ^{aA}	0.92±0.03 ^{aA}	0.78±0.03 ^{aB}	0.69±0.04 ^{bC}
	PM-4P	0.69±0.03 ^{aD}	0.71±0.02 ^{bCD}	0.92±0.04 ^{aA}	0.80±0.02 ^{aB}	0.75±0.01 ^{aC}
b	PM-25	4.67±0.09 ^{eE}	6.09±0.04 ^{dD}	6.79±0.06 ^{cC}	7.46±0.47 ^{aB}	8.93±0.03 ^{aA}
	PM-25P	5.15±0.10 ^{bE}	6.77±0.03 ^{dD}	7.12±0.07 ^{cC}	7.35±0.05 ^{aB}	8.78±0.07 ^{bA}
	PM-4	5.72±0.13 ^{aC}	6.30±0.04 ^{bB}	6.51±0.11 ^{cA}	6.26±0.05 ^{bB}	6.30±0.02 ^{cB}
	PM-4P	5.72±0.04 ^{aC}	6.11±0.04 ^{cB}	6.62±0.02 ^{cA}	6.17±0.04 ^{bB}	6.15±0.09 ^{dB}

¹⁾ PM-25 : Storage at 25°C without pressure plate, PM-25P : Storage at 25°C with pressure plate, PM-4 : Storage at 4°C without pressure plate, PM-4P : Storage at 4°C with pressure plate.

^{A-E} Values with different letter within a same row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

^{a-d} Values with different letter within a same column differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

Values are means±SD (n=3)

색도

매실 당 침출액의 저장 중 색 특성의 변화는 Table 4와 같다. 명도(L)는 저장 기간이 증가하면서 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 적색도(a)와 황색도(b)는 25°C의 경우 저장 동안 유의적으로 증가하는 경향을 보였고 4°C에서는 저장 5개월 이후에 감소하는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 특히 4°C에서 저장한 당 침출액은 25°C에서 저장한 시료보다 전반적으로 적색도(a)는 높았으나 황색도(b)는 낮았다. 또한, 저장온도와 상관없이 누름판을 처리한 실

험군의 적색도(a)의 값이 유의적으로 높았다. 이러한 결과는 저장 온도와 추출 기간이 매실 당 침출액의 색도에 중요한 영향 인자로 작용함을 나타낸다. 또한, 누름판 처리는 적색 계열의 색소 용출을 돕는 것으로 추정된다. 특히, 당 침출액의 숙성 온도와 기간은 원료 성분이 용출되고 중합과 축합에 의해 색상을 나타내는데 필요한 환경적 요소를 제공한다. Kim et al. (2013)은 원료의 종류와 투입량, 설탕의 종류 및 추출 조건이 식물 당 추출액의 갈변에 영향을 미친다고 하였으며 최근 연구(Im et al., 2015; Cho et

al., 2018)에서 보고한 경향과 유사하다.

요 약

저장 온도와 누름판 처리가 매실 당 침출액의 화학적 조성에 미치는 영향을 조사하였다. 당 침출액은 누름판 처리와 저장 온도(4°C 또는 25°C)가 다른 조건에서 9 개월간 각각 추출하였고 알코올 함량, amygdalin 함량, 유리당 함량, 폴리페놀 함량과 당도, 산도, pH 및 색도를 분석하였다. 4°C에서 저장한 당 침출액은 25°C 저장에 비하여 알코올 함량이 감소하는 결과를 보였다. amygdalin 함량은 누름판을 적용하여 25°C에서 저장한 당 침출액이 가장 적었다. 당 침출액의 유리당 함량은 저장 기간에 따라 sucrose 함량은 감소한 반면 glucose와 fructose 함량은 증가한다. 25°C에서 저장한 당 침출액의 glucose, fructose 및 폴리페놀 함량은 4°C에서 저장한 것보다 많았다. 당 침출액의 폴리페놀 함량과 당도(°Bx)는 25°C에서는 저장 3개월까지, 4°C에서는 저장 5개월까지 증가하다가 안정화되는 경향을 보였다. 산도는 저장 기간에 따라 증가하였으며 4°C의 저장이 25°C보다 산도가 높았다. 결과적으로 저장 온도는 매실 당 침출액의 알코올 함량, amygdalin 함량 및 sucrose 함량의 제어에 영향을 미친다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술기초기반 구축사업(PJ01346201)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

References

- Bae MJ and Yoo SH. 2019. Changes in oligosaccharide content during the storage period of maesil cheong formulated with functional oligosaccharides. *Korean J. Food Sci Technol.* 51: 169-175.
- Cha HS, Park YK, Park JS, Park MW, Jo JS. 1999. Changes in firmness, mineral composition and pectic substances of mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruit during maturation. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 6: 488-494.
- Cho EK, Gal SW, Choi YJ. 2010. Antioxidative activity and angiotensin converting enzyme inhibitory activity of fermented medical plants (DeulBit) and Its modulatory effects of nitric oxide production. *J. Appl. Biol. Chem.* 53: 91-98.
- Cho HY, Hong SI, Kim YS, Pyun YR. 1993. Prediction of sucrose hydrolysis rate equivalent time at a reference temperature under regular temperature fluctuations. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 643-648.
- Cho JW, Kim BY, Jeong JB, Kim HS. 2018. Change in amygdalin contents and characteristics of maesil (*Prunus mume*) liqueur during leaching and ripening. *Korean J. Food Sci. Technol.* 50: 697-700.
- Choi BY and Koh EM. 2017. Changes in the antioxidant capacity and phenolic compounds of maesil extract during one-year fermentation. *Food Sci. Biotechnol.* 26: 89-95.
- Folin O & Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* 12: 239-243.
- Go MR, Kim HJ, Uu J, Choi SJ. 2018. Toxicity and toxicokinetics of amygdalin in maesil (*Prunus mume*) syrup: protective effect of maesil against amygdalin toxicity. *J. Agr. Food Chem.* 66: 11432-11440.
- Ha MH, Park WP, Lee SC, Cho SH. 2005. Organic acids and volatile compounds isolated from *Prunus mume* extract. *Korean J. Food Preserv.* 12: 195-198.
- Im HE, Kim YW, Jeong ST, Yeo SH, Baek SY, Kim JH, Oh SG, Park HY. 2015. Effect of omija (*Schisandra chinensis* Baillon) addition ratio on quality characteristics of mulberry extracts. *J. Korea Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 1041-1049.
- Kang MY, Jeong YH, Eun JB. 1999. Physical and chemical characteristics of flesh and pomace of Japanese apricots (*Prunus mume* Sieb. et Zucc). *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1434-1439.
- Kim HJ, Go MR, Yu J, Hwang JS, Choi HW, Kim HS, Choi SJ. 2018. Toxicokinetics and oral toxicity of Maesil-cheong with reduced amygdalin levels. *Korean J. Food Sci. Technol.* 50: 629-635.
- Kim YD, Kang SK, Hyum 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 YW, Im HE, Jeong ST, Yeo SH, Baek SY, Park HY. 2013. Quality status of commercial fermented liquid in Korea. *Food Industry and Nutrition.* 18: 23-32.
- Ko MS and Yang JB. 2009. Antimicrobial activities of extracts of *Prunus mume* by sugar. *Korean J. Food Preserv.* 16: 759-764.
- Ko YJ, Lee HH, Kim EJ, Kim HH, Son YH, Kim JY, Kang SD, An JH, Lee WS, Ryu CH. 2010. A study on the standardization of sucrose preserved *Prunus mume* manufactured in Ha-Dong. *Korean J. Life Sci.* 20: 424-429.
- Kwak HS, Seo JS, Bae HJ, Lee HJ, Lee YS, Jeong YH, Kim MS. 2016. Effect of fermentation temperature on quality characteristics of apple wine. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 45: 155-159.
- Lee HA, Nam ES, Park SI. 2003. Antimicrobial activity of maesil (*Prunus mume*) juice against selected pathogenic microorganisms. *Korean J. Food & Nutr.* 16: 29-34.
- Lee KS, Kim GH, Kim HH, Lee HC, Oh MJ. 2008. Changes of free sugar on Gugjga-sugar leaching processing from *Gugjja (Lycii fructus)* raw fruit. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 1182-1189.
- Lee SM, Kang YH, Kim DJ, Kim KK, Lim JG, Kim TW, Choe M. 2014. Comparison of antioxidant and α -Glucosidase inhibition activities among water extracts and sugar immersion extracts of green pepper, purslane and shiitake. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 24: 101-108.
- Magee TRA, Hassaballah AA, Murphy WR. 1983. Internal mass transfer during osmotic dehydration of apple slices in sugar solutions. *Ir. J. Food Sci. Technol.* 7: 147-155.
- National Tax Service Technical Service Institute. 2005. Manufacturing guideline of Takju and Yakju. National Tax Service Tech-

- nical Service Institute, Seoul, Korea. Pp 31, 53-54, 195-196.
- Park GY, Jang HY, Kim KM, Hwang Y, Kim HY, Cho YS. 2020. Changes on the quality characteristics of *Prunus davidiana* sugar extracts by processing conditions. *Food Eng. Prog.* 24: 214-220.
- Park MN, Ko ES, Lee CJ, Choi JH. 2016. Pilot-scale production of *Omija-cheong* by low temperature incubation: An assessment of quality characteristic. *Korean J. Food Preserv.* 23: 765-771.
- Sheo HJ, Lee MY, Chung DL. 1990. Effect of *Prunus mume* extract on gastric secretion in rats and carbon tetrachloride induced liver damage of rabbits. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 19: 21-26.
- 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.
- Son YA, Shin SR, Kim KS. 2002. Changes of flavor components and organic acids during maturation of Korean apricot. *Food Ind. Nutr.* 7: 40-44.

Author Information

- 박가영:국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과 연구원
- 장현욱:국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과 농업 연구사
- 김경미:국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과 농업 연구사
- 황영: 국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과 농업 연구사
- 김하윤:국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과 농업 연구사
- 조용식:국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과 농업 연구관