pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 31. No. 6, 890~896 (2018)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2018.31.6.890

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

배주스의 휘발성 향기성분

김미영 · 서원호* · †황 영**
㈜아워홈 식품연구원 차장, *㈜아워홈 식품연구원 책임연구원, **㈜아워홈 식품연구원 대리

Volatile Flavor Compounds from Pear Juice (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka)

Mi Young Kim, Won Ho Seo and †Ying Huang
Deputy General Manager, Food Research Institute, OURHOME Co., Ltd.
**Researcher-in-Charge, Food Research Institute, OURHOME Co., Ltd.*
***Assistant Manager, Food Research Institute, OURHOME Co., Ltd.*

Abstract

The aim of this study was to determine volatile flavor compounds in *Shingo* pear juice. Volatile flavor compounds were analyzed using solid-phase micro-extraction (SPME) - gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The effect of inorganic salts solution on the extraction ability of the SPME fiber was treated by adding saturated $CaCl_2$ solution at the ratio of 1:20 (v/v) after 0, 60, 120 min of preparing pear juice, respectively. As a result, a total of 22 volatile compounds were identified in *Shingo* pear juice. Ethyl acetate was found to be the most abundant volatile compound (13.36~19.61 μg/kg), followed in order by hexanal, ethyl hexanoate, ethyl 3-(methylthio)-2-propenoate, ethyl octanoate and 2-hexenal. Total contents of volatile flavor compounds were 31.07 μg/kg (control), 40.93 μg/kg (0 min), 27.62 μg/kg (60 min) and 26.32 μg/kg (120 min). This result indicated that the addition of saline solutions could inhibit the enzymatic reaction of volatile flavor compounds effectively when treated as soon as juice preparation.

Key words: *Shingo* pear juice, volatile flavor compounds, SPME, GC-MS

서 론

배 속(屬) 식물의 원산지는 중국으로 알려져 있으며, 여기에서 점차 세계로 전파되어 현재는 중국, 한국, 일본을 중심으로 한 중국배(북방형 동양배)와 한국배(일본배, 남방형 동양배)가 정착되었고, 중앙아시아의 동서양배의 교잡종 그리고 소아시아 지역을 중심으로 서양배 재배품종이 발달하여 분포되어 있다(Kim 등 2017a). 한국에서 현재와 같은 배 품종의 재배는 1900년대부터 시작되어 배 재배 품종의 구성 비율은 1954년에 '장립종', '금촌추', '만삼길' 3품종이 전체 재배면적의 80% 이상을 차지하였다. 그러나 1970년대부터 소비자들에 의해 기호도가 좋은 '신고'가 주력품종의 하나로 부상하기 시작하여 1980년대에는 '장립종'을 제치고 제1위의 품종으로 자리를 잡았다. 2014년도에는 신고배의 재배면적은 전체의 83%까지 증가하였다(Park ER 2003; Kim 등 2017a). 신고배는 일본에서 天め川에 금촌추를 교배 육성하여 1930년대에 한국에 도입되었고, 현재 재배되고 있는 기존 품종 중 품질이 가장 우수하여 가장 많이 보급되어 있다. 수출 시장에서 신고배는 한국 대표 과실로 알려져 있는 수출 주력품목으로, 미국, 유럽의 서양배나 중국배와는 달리 신고배는 풍부한 과즙과 아삭한 육질의 독특한 과실로 미국, 캐나다, 유럽 등에서 인정받고 있어 수요가 증가할 가능성이 높을 것으로 예상되고 있다(Kim 등 2017a). 신고배를 비롯하여 배는 가공 및 저장과장 중에 갈변, 과육 연하, 풍미 손실 등 품질저하 문제로 대부분 생식으로 이용되고 있다. 수익성 하락, 재배농가 고령화, 고시개발 등의 원인으로 배의 재배가 급격히 감소하

† Corresponding author: Ying Huang, Assistant Manager, Food Research Institute, OURHOME Co., Ltd. Seongnam 13403, Korea. Tel: +85-31-5170-5108, Fax: +82-31-720-5460, E-mail: y1514.hwang@ourhome.co.kr

고 있으며, 연간 소비량도 2015년의 4.7kg/인에서 2025년의 4.4kg/인까지 감소할 것으로 예상되고 있다(Park 등 2015). 배의 재배 및 소비 확대를 위해 정부 R&D 투자 확대, 민간기업 배 연구사업 활성화, 수출확대 정책 마련 등 다각적인 방안을 추진하고 있으며, 배를 활용한 가공식품 및 음료의 개발이 계속되고 있다.

국내에서 배에 관한 연구는 품종 갱신(Hwang 등 2004; Choi 등 2017), 병해충 방제(Lee 등 2009), 저장성 향상(Lee EJ 2014; Kim 등 2017b)에 집중해 왔으며, 최근에 항산화 등 생리활성에 대한 연구까지 활발히 진행하고 있다(Park & Han 2015; Yim 등 2016). 하지만 식품의 품질에서 중요한 향기부분에 관한 연구는 주로 서양배, 중국배에 대하여 이루어졌으며, 향기조성 탐색부터 풍미특성에 따라 배 품종을 분류하는 연구까지 다양하게 진행되고 있다(Li 등 2012; Qin 등 2012; Makkumrai 등 2014). 한국에서 배를 이용한 가공식품 및 음료의 개발이 계속되고 있으나, 풍미 품질에 중요한 향기성분에 대한 연구는 부족하며, 특히 최근 10년간 한국배의 향기성분에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 또한, 향기성분 분석에 대부분 분쇄된 과육을 시료로 사용하는데, 본 연구에 배를 착즙하여 가공식품에 사용률이 더 높은 주스 형태로 제조하여 향기성분 분석에 사용하였다. 배 착즙과정 중 세포가 파괴되면서 따로 존재하던 기질과 효소가 만나서 효소에 의해 향기물질이 변화되는 경우가 많다. 염화칼슘은 효소의 활성을 감소시키는데 효과적이고 포화된 염화칼슘 용액을 과일과 혼합하여 안정한 향기성분 시료를 얻을 수 있다 (Bauchot 등 2002). 또한, 염용액의 추가는 일부 휘발성 향기화합물의 용해도를 감소시켜 추출에 도움이 되는 것으로 보고되었다 (Parker & Elmore 2014).

따라서, 국내에서 가공 시 주사용 품종인 신고배를 착즙하여 배주스의 향기성분 조성을 탐색 및 규명하였다. 분석용 시료에서 포화된 염화칼슘 용액을 첨가하여 향기성분의 변화를 최소화시켰다. 이번 연구는 배 원물의 품질 저하 혹은 가공으로 발생한 향기 변화를 보완하는데 기초자료로 제공하고자 하였으며, 배주스를 활용한 제품의 향 품질을 향상시켜 고부가가치 가공식품을 개발하여 배의 소비 촉진에 기여하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서 사용한 배 시료는 2017년 10월에 나주에서 수확한 신고배로, 10개입 박스 규격으로 일괄 입고시킨 후 실험에 사용하였다.

2. 이화학 실험

배주스의 pH, 산도 및 고형물함량을 측정하였다. 착즙기로 배를 분쇄하여 착출한 즙 10 g을 덜어내어 pH meter(Seven easy, Mettler toledo, Switzerland)로 pH값을 측정하였다. 착출한 즙 20 g을 덜어서 증류수 20 mL에 희석하여 적정기계(Compact Titrator G20, Mettler toledo, Switzerland)을 이용하여 산도를 측정하였으며, 측정한 원리는 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 소비된 NaOH 량을 젖산산도로 계산하였다. 고형물함량은 Brix meter(PAL-3, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

3. 휘발성 향기성분의 추출

신고배를 착즙기로 분쇄하여 착출한 배주스를 향기성분 분석용 시료로 사용하였다. 배주스에 포화된 $CaCl_2$ 용액 5%를 첨가하여 향기성분의 변화를 최소화하였다. 또한, 염용액의 첨가 시각에 따라 향기성분 변화에 대한 억제 효과를 확인하였다. 즉, 본 연구에서 총 4가지 시료의 향기성분을 분석하였으며, 4가지 시료의 전처리 조건은 Table 1에 제시하였다. 모두 배 시료를 5℃ 냉장고에 보관하여 실험을 진행하였다. 배주스의 휘발성 향기성분의 추출 및 포집은 solid phase-micro extraction(SPME)을 이용한 headspace 분석 방법을 사용하였다. 휘발성 향기성분 추출을 위하여 Supelco Inc.(Bellefonte, PA, USA)의 CAR/PDMS/DVB fiber(50/30 μm)를 사용하였다. 20 mL의 headspace vial로 시료 10 g을 취하여 내부표준물질인 3-heptanol 용액 9.72 μg을 첨가하여 밀봉한 후 200 rpm으로 교반하면서 80℃에서 30분간 평형상태에 도달시켰다. 평형상태에 도달한 시료에 SPME fiber를 1 cm 노출시켜 30분 동안 향기성분을 추출하였다. GC injection을 위하여 200℃ injector port에서 SPME fiber를 노출시켜 향기성분을 탈착시켰다. 이후 GC-MS로 휘발성 향기성분을 분리하고 동

Table 1. Treatment conditions of 4 samples

Sample name	Treatment condition
Control group	The pear juice without added $CaCl_2$ solution
Experimental group 1	The pear juice added with $CaCl_2$ solution immediately after preparation
Experimental group 2	The pear juice was stored for 60 minutes, and then added with $CaCl_2$ solution
Experimental group 3	The pear juice was stored for 120 minutes, and then added with $CaCl_2$ solution

정하였다.

4. 휘발성 향기성분의 분석

휘발성 향기성분의 정량분석은 GC-MS(6890N/MSD5978, Agilent Technologies, USA)를 사용하였다. Column은 HP-5ms (60m×0.25 mm, 250 μm, Agilent Co., USA)을 사용하였으며, 온도 프로그램은 40℃에서 5분간 유지한 다음 4℃/min의 속도로 200℃까지 상승시켰으며, 이후 20분 동안 유지하였다. Injection 및 detector의 온도는 각각 200℃, 250℃로 설정하고, carrier gas의 유속은 1 mL/min(He)으로 하였다. GC-MS의 분석조건은 ionization energy를 70 eV로 하였고, 분석할 분자량의 범위는 33~350(m/z)으로 설정하였다.

5. 휘발성 향기성분의 동정

휘발성 향기성분의 동정은 WILEY Library(Registry of mass spectral data, 6th edition, USA)와 NIST Library(Mass spectral search program, version 4.5, USA)를 함께 이용하였다. 또한, 이미 보고된 연구결과들과 비교 분석하여 휘발 성분을 동정하였다.

6. 휘발성 향기성분의 정량

신고배를 SPME를 이용하여 추출하고, GC-MS를 통하여 확인된 휘발성 향기성분의 농도는 추출 시 내부 표준물질로 사용한 3-heptanol의 peak area와 동정된 휘발성 향기성분의 peak area의 peak area ratio로 다음 식에 의해 정량하였다. 이때 peak area ratio와 amount ratio의 상관계수는 1이라고 가정하였으며, 배주스 향기성분 함량의 변화 측면에서 관찰하였다.

$$\text{농도(ppb)} = \frac{\text{Peak area ratio} \times \mu\text{g of 3-heptanol}}{\text{g of sample}}$$

결과 및 고찰

1. 이화학 품질 특성

국내에서 재배되고 있는 신고배는 서양 품종과 달리 과즙이 풍부하여 당도가 우수하다. 본 연구에 사용한 2017년 나주 신고 배주스의 이화학적 품질 특성에 대한 분석 결과는 아래 Table 2에 나타내었다. 배주스의 pH는 5.12, 산도는 0.11%, 고형물함량은 12.3%로 측정되었으며, 선행연구에서 신고배의 Brix 11.4(Kim W 2007), 산도 0.12%로 나타나는 결과와 유사하였다(Kim 등 1999).

2. 휘발성 향기성분

PDMS fiber를 이용하여 신고배로부터 휘발성 향기성분의 분석은 headspace absorption의 방법으로 진행하였다. GC-MS로 확인하고 동정된 휘발성 향기성분의 조성과 함량을 Table 3에 나타내었다. 또한, function group에 따라 향기성분의 구성은 Table 4에 제시하였다. 배주스로부터 확인된 향기성분의 함량은 염화칼슘 용액의 첨가와 첨가 시각에 따라 차이가 나는 것으로 나타났다. 4가지 시료에서 확인된 총 향기성분, 착즙직후 바로 염화칼슘 용액을 첨가된 실험군 1에서 40.93 μg/kg으로 가장 높았으며, 대조군에서 31.07 μg/kg, 60분 보관 후 및 120분 보관 후 염화칼슘 용액을 첨가된 실험군 2와 3에서 각각 27.62, 26.32 μg/kg의 향기성분을 함유하여 3가지 시료 간 현저한 차이를 보이지 않았다. 모두 시료에서 동정된 향기성분은 총 22종이며, aldehyde류가 9종, ester류가 7종, ketone류가 2종, alcohol, acid 및 furan류가 각각 1종 그리고 함황화합물이 1종으로 확인되었다.

Table 2. Physicochemical properties of *Shingo* pear juice

pH	Acidity (%)	Soluble solids (Brix%)
5.12±0.10	0.11±0.02	12.3±0.55

Table 3. Volatile flavor compounds and their concentrations in *Shingo* pear juice

Volatile compound	RT[1)]	Concentration (μg/kg)			
		Control group	Experimental group 1	Experimental group 2	Experimental group 3
Esters					
Ethyl acetate	6.45	18.987[ns3)]	19.606	16.922	13.364
Ethyl hexanoate	21.92	2.255[ns]	3.578	2.103	2.382
Ethyl 2-hexenoate	23.87	0.398[ns]	0.646	0.378	0.441
Ethyl heptanoate	26.03	0.340[ns]	0.726	0.261	0.318
Ethyl 3-(methylthio)-2-propenoate	29.40	1.255[ns]	2.465	1.195	1.717
Ethyl octanoate	29.90	0.519[ns]	1.513	0.466	0.666
Hexyl acetate	22.50	0.470[ns]	0.962	1.082	1.171

Table 3. Continued

Volatile compound	RT[1)]	Concentration (μg/kg)			
		Control group	Experimental group 1	Experimental group 2	Experimental group 3
Aldehydes					
Hexanal	12.97	3.876[ab2)]	6.108[a]	2.937[b]	3.094[b]
2-Hexenal	15.41	0.611[ns]	1.146	0.511	0.587
(E)-2-Heptenal	20.17	0.093[ns]	0.209	0.077	0.126
(E)-2-Octenal	24.55	0.065[ns]	0.111	0.055	0.082
Nonanal	26.43	0.357[ns]	0.702	0.280	0.418
(E)-2-Nonenal	28.64	0.114[ns]	0.196	0.094	0.139
Decanal	30.39	0.191[ns]	0.394	0.164	0.229
(E)-2-Decenal	32.46	0.345[ns]	0.988	0.304	0.551
2,4-Decadienal	33.65	0.057[b]	0.216[a]	0.050[b]	0.105[ab]
Alcohols					
1-Hexanol	16.11	0.251[ns]	0.616	0.440	0.474
Ketones					
3-Heptanone	16.87	0.139[ns]	0.168	0.153	0.147
2,3-Octanedione	21.34	0.602[a]	0.047[b]	0.022[b]	0.025[b]
Acids					
Acetic acid	7.35	0.021[b]	0.129[a]	0.012[b]	0.030[b]
Furans					
2-Pentyl furan	21.63	0.091[b]	0.315[a]	0.088[b]	0.131[b]
S-Compounds					
Dipropyl disulfide	26.73	0.030[b]	0.087[ab]	0.024[b]	0.128[a]
Total		31.07[ns]	40.93	27.62	26.32

1) RT Retention time all results are expressed as mean±standard deviation for three replicates.
2) a,b Different superscripts in the same row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
3) ns ns=not significant difference in the same row.

Table 4. Volatile flavor compounds identified in *Shingo* pear juice by function groups

Function group	Concentration (μg/kg)			
	Control group	Experimental group 1	Experimental group 2	Experimental group 3
Esters	24.22[ns2)]	29.50	22.41	20.06
Aldehydes	5.71[b1)]	10.07[a]	4.47[b]	5.33[b]
Alcohols	0.25[ns]	0.62	0.44	0.47
Acids	0.02[b]	0.13[a]	0.01[b]	0.03[b]
Ketones	0.74[a]	0.21[b]	0.18[b]	0.17[b]
Furans	0.09[b]	0.31a	0.09[b]	0.13[b]
S-Compounds	0.03[b]	0.09[ab]	0.02[b]	0.13[a]

All results are expressed as mean±standard deviation for three replicates.
1) a,b Different superscripts in the same raw are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
2) ns ns=not significant difference in the same row.

배주스의 향기성분에 기여하는 성분 중 ester류가 72.07~81.33%로 차지하여 가장 많은 것으로 나타내었다. 과일 향이 나는 esters는 잘 익은 과일에 발견되는 주요 방향족 화합물이고(Qin 등 2012), 배의 향기성분의 관한 선행연구에서 품종에 따라서 함량 및 구성이 다르지만 ester류는 배의 주요 향기성분으로 보고되었다(Lee 등 1998; Li 등 2012; Chen 등 2018). 본 연구에서 확인된 ester류 7종 중 hexyl ester 1종, 나머지 6종은 모두 ethyl ester이다. Ethyl ester 중 ethyl acetate의 함량이 13.36~19.60 μg/kg으로 배주스에 확인된 향기성분 중 함량이 가장 높은 것으로 발견되었다. 이 결과는 한국 품종별 배의 향기성분 연구에서 ethyl acetate가 신고배의 주요 향기성분으로 나타나는 결론과 일치하였다(Lee 등 1998). Ethyl acetate는 배뿐만 아니라, 사과, 살구, 바나나, 베리류 등 다양한 과일의 주요 향기성분으로 존재한다(Burdock GA 1994). 배의 ester 중 가장 보편적으로 존재하는 ethyl hexanoate와 hexyl acetate는 본 연구에서도 확인되었다(Li 등 2012). 이 두 가지 물질은 단맛 및 과일 향을 제공하는 화합물로 배뿐만 아니라, 사과(Echeverria 등 2008)와 머스크 멜론(Senesi 등 2005)의 중요한 향기성분으로 존재한다. 'Pear ester'로 알려진 ethyl decadienoate는 특징적인 배향을 가진 성분으로 서양배에서 많이 발견되었으나(Burdock GA 1994; Qin 등 2012; Chen 등 2018), 본 연구에서 검출되지 않았다. 이는 한국배, 중국배 등 동양배에서 발견되지 않았거나, 함량이 매우 낮았던 선행연구 결과와 일치하였다(Park ER 2003; Li 등 2012).

Aldehyde류는 전체 향기성분의 16.19~24.61%로 차지하여 ester류 다음에 두 번째 함량이 높은 향기성분이다. 9종 aldehyde류 중 hexanal 및 2-hexanal의 함량이 가장 풍부하여 hexanal은 두 번째 많은 향기성분으로 검출되었다. 실험군 1에서 향기성분이 6.11 μg/kg으로 검출되어 기타 3가지 시료보다 함량이 유의적으로 높은 것을 확인하였다. 신고배를 포함된 한국배, 중국 산둘배 등 동양배에 대한 연구에서 hexanal 및 2-hexanal은 주요 aldehyde류 향기성분으로 보고되었다(Park ER 2003; Kim W 2007; Qin 등 2012).

본 연구에서 alcohol류 1 종 1-hexanol만을 검출하였으며, 함량은 0.25~0.62 μg/kg, 전체 향기성분의 0.80~1.51%를 차지하는 것으로 나타내었다. 이 결과는 선행연구 결과와 차이를 보였으나, 배의 종별, 추출방법의 상이성에 기인한 것으로 판단된다(Lee 등 1998; Li 등 2012; Chen 등 2018). Hexanal, 2-hexanol, 1-hexenol과 같은 C6 화합물은 풀냄새, 허브풍미(green leaf and herbaceous flavor notes)로 특징지어지는 향기성분으로 동서양배에서 다량 함유되어 있는 것으로 보고되었다(Ruther J 2000; Li 등 2012; Qin 등 2012). 이 성분들은 딸기(Menager 등 2004), 사과(Ferreira 등 2009), 바나나(Saha 등 2018), 차류(Yang 등 2013) 등 다양한 과일과 식물의 잎의 향기성분으로 확인된 바 있었다.

배주스 시료에서 확인된 향기성분 중 Ketone류가 2종으로 전체 함량의 0.53~2.39%를 차지하여 ester 및 aldehyde류에 비해 매우 낮은 것으로 검출되었다. 3-Heptanone은 녹색, 단맛, 과일 냄새(green, sweet and fruity notes)를 가진 향기성분으로 재래종 영목리에서 검출된 바 있었다(Burdock GA 1994; Park ER 2003). 이 성분은 주로 오렌지(Moufida 등 2003), 바나나, 복숭아 등 과일 및 조리된 고기류에서 존재한다(Burdock GA 1994).

본 연구에서 acid류 1종을 검출하였으며, 기타 종류의 향기성분대비 acetic aicd의 함량이 미미하였다. 실험군 1의 acetic acid 함량은 기타 3가지 시료의 10배 정도 유의적으로 높게 나타나, 염용액은 acetic acid의 변화를 억제하여 추출에 도움이 주는 것으로 사료된다. Acetic acid는 신고배를 포함된 다양한 품종의 동서양배의 기본적인 향기성분으로 확인되었으며, 과일 성숙도에 따라 함량에 차이를 보였다(Lee 등 1998; Kim W 2007; Li 등 2012; Qin 등 2012). 또한, 선행연구에서 9종 아시아배의 향기성분 중 acid 부분에 acetic acid만 확인되는 것으로 나타내었으며(Li 등 2012), 본 연구결과와 일치하는 것으로 확인할 수 있었다.

기타 휘발성 향기성분으로 furan 화합물로 2-pentyl-furan 및 함황화합물로 dipropyl disulfide을 확인하였다. 2-Pentyl-furan은 풀잎 냄새 또는 밤 냄새에 유사하며, 대부분 카라멜화 반응으로 생산된다고 한다(Wilkens & Lin 1970; Kim & Oh 1993). 본 연구에서 2-pentyl-furan은 0.09~0.32 μg/kg으로 매우 미량으로 동정되었으며, 선행연구에서 봉리 등 재래품종 및 신고 등 개량품종의 향기성분으로 보고된 바 있다(Park ER 2003; Kim W 2007). Dipropyl disulfide는 양파, 부추 등에 많이 함유하는 파, 유황 냄새를 나는 성분으로(Oh 등 2012), 본 연구에서 매우 미량으로 발견되었다. 선행연구에서도 배의 향기성분 중 소량 함황화합물이 존재하는 결과가 보고되었다(Kim W 2007).

요약 및 결론

식품의 향기성분은 다른 주성분에 비해 미량으로 존재하지만, 풍미를 반영하는 중요한 지표로 색, 조직감과 더불어 식품의 품질을 평가하는 중요한 요소이다. 본 연구에는 SPME 추출방법을 이용하여 산고 품종 배주스의 휘발성 향기성분을 추출하여 GC-MS로 향기성분을 확인 및 동정하였다. 총 22종에 향기 화합물이 분리동정되었고, ester류 7종, aldehyde류 9종, ketone류 2종, alcohol류 1종, acid류 1종, furan류 1종 그리고 함황화합물 1종으로 구성되었다. 이 중에서 ethyl acetate, hexanal, ethyl hexanoate, ethyl 3-(methylthio)-2-propenoate,

ethyl octanoate and 2-hexenal이 배주스의 주요 향기성분으로 간주되었다. 특히, ethyl acetate의 함량이 13.36~19.60 μg/kg으로 가장 높은 것으로 검출되어 전체 향기성분의 절반 이상을 차지하였다. 또한, 향기성분의 변화를 억제 및 추출능력 향상을 위해 분석용 시료에서 포화 염화칼슘 용액을 첨가하여 그 효과를 검증하였고, 착즙직후 바로 염용액으로 처리한 배주스에서 aldehyde류, acid류, furans류 및 s-compounds류은 유의적인 많은 것을 확인하였다. 본 연구결과는 배 원물의 품질저하 혹은 가공으로 발생한 향기 변화를 보완하는데 기초자료로 활용이 가능하며, 배주스를 활용한 가공식품의 향 품질을 향상시켜 고부가가치 가공식품을 개발하여 배의 소비 촉진에 기여할 수 있는 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2016~2018년도 농촌진흥청의 FTA 대응 경쟁력향상 기술개발_원예특용작물경쟁력제고 사업과제인 <배 수출 확대를 위한 소비편이 상품 개발 및 해외 시장 분석> 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부로, 이에 깊은 감사를 드립니다.

References

Bauchot AD, Mottram DS, John P. 2002. Aroma volatile in fruits in which ethylene production is depressed by antisense technology. In: Analysis of taste and aroma. *Molecular Methods of Plant Analysis* 21:159-172

Burdock GA. 1994. Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients. 3rd ed. CRC Press

Chen Y, Yin H, Wu X, Shi X, Qi K, Zhang S. 2018. Comparative analysis of the volatile organic compounds in mature fruits of 12 occidental pear (*Pyrus communis* L.) cultivars. *Sci Hortic* 240:239-248

Choi JJ, Choi JH, Han JH, Yim SH, Jung SK, Choi HS. 2017. Comparison of growth characteristics and productivity of young trees of a new cultivar 'Manpungbae' trained to trellis systems. *Korean J Hortic Sci Technol* 35:393-401

Echeverria G, Graell J, Lara L, Lopez ML. 2008. Physicochemical measurements in 'Mondial Gala' apples stored at different atmospheres: Influence on consumer acceptability. *Postharvest Biol Technol* 50:135-144

Ferreira L, Perestrelo R, Calderia M, Camara JS. 2009. Characterization of volatile substances in apples from Rosaceae family by headspace solid-phase microextraction followed by GC-qMS. *J Sep Sci* 32:1875-1888

Hwang HS, Kim WC, Shin IS, Shin YU, Lee DK, Kang SJ, Hong SS. 2004. Breeding of a late maturing multivar 'Mihwang' (*Pyrus pyrifolia* var. *culta* Nakai). *Korean J Hortic Sci Technol* 22:69-72

Kim GH, Cho SD, Kim DM. 1999. Quality evaluation of minimally processed Asian pears. *Korean J Food Sci Technol* 31:1523-1528

Kim MS, Sin IS, Cho GS, Kim YG. 2017a. Pear. pp. 7-8; 12-13; 29-32. Rural Development Administration

Kim MY, Zhang CY, Lee JJ, Huang Y. 2017b. Study on commercialization of ready-to-eat pear products by development of anti-browing agents. *Korean J Food Nurt* 30: 139-147

Kim W. 2007. Effect of gamma-irradiation and electron beam irradiation on flavor components in pear (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka). MS Thesis, Chosun Univ. Gwangju. Korea

Kim YS, Oh HI. 1993. Volatile favor components of traditional and commercial Kochujang. *Korean J Food Sci Technol* 25:494-501

Lee EJ. 2014. Major metabolites involved in skin blackening of 'Niitaka' pear stored under cold temperature. *Korean J Hortic Sci Technol* 32:359-365

Lee HJ, Park ER, Kim SM, Kim KY, Lee MY, Kim KS. 1998. Volatile flavor components in various varieties of pear (*Pyrus pyrifolia* N.). *Korean J Food Sci Technol* 30:1006-1011

Lee JS, Choi JH, Park JH, Kim DH, Han KS, Han YK. 2009. Effect of skin sooty and decay disease control on 'Niitaka' pear fruit for storage. *Res Plant Dis* 15:230-235

Li G, Jia H, Wu R, Hussain S, Teng Y. 2012. Characterization of aromatic volatile constituents in 11 Asian pear cultivars belonging to different species. *Afr J Agric Res* 7:4761-4770

Makkumrai W, Anthon GE, Sivertsen H, Ebeler SE, Negre-Zakharov F, Barrett DM, Mitcham EJ. 2014. Effect of ethylene and temperature conditioning on sensory attributes and chemical composition of 'Bartlett' pears. *Postharvest Biol Technol* 97:44-61

Menager I, Jost M, Aubert C. 2004. Changes in physicochemical characteristics and volatile constituents of strawberry (Cv. Cigaline) during maturation. *J Agric Food Chem* 52:1248-1254

Moufida S, Marzouk B. 2003. Biochemical characterization of blood orange, sweet orange, lemon, bergamot and bitter orange. *Phytochmistry* 62:1283-1289

Oh M, Bae SY, Chuang MS. 2012. Volatile compounds of essential oils from *Allium senescens* L. var. *senescens*. *Korean J Food Cook Sci* 28:143-148

Park ER. 2003. Study on volatile flavor components in pear (*Pyrus pyrifolia* N.). Ph.D. Thesis, Chosun Univ. Gwangju. Korea

Park JS, Han IH. 2015. Effect of extraction solvent on the physiological properties of Korean pear peel (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka). *Korean J Food Sci Technol* 47:254-260

Park KH, Shin YS, Lee MS, Kang JS, ParkJ JY. 2015. Supply and Demand Trends of Fruit. pp.173-222. Korea Rural Economic Institute

Parker JK, Elmore JS. 2014. Extraction techniques for analysis of aroma compound. In: Flavour Development, Analysis and Perception in Food and Beverages. Woodhead Publishing

Qin G, Tao S, Cao Y, Wu J, Zhang H, Huang W, Zhang S. 2012. Evaluation of the volatile profile of 33 *Pyrus ussuriensis* cultivars by HS-SPME with GC-MS. *Food Chem* 134:2367-2382

Ruther J. 2000. Retention index database for identification of general green leaf volatiles in plants by coupled capillary gas chromatography-mass spectrometry. *J Choromatogr A* 890:313-319

Saha B, Bucknall MP, Arcot J, Driscoll R. 2018. Profile changes in banana flavour volatiles during low temperature drying. *Food Res Int* 106:992-998

Senesi E, Cesare LFD, Prinzivalli C, Scalzo RL. 2005. Influence of ripening stage on volatiles composition, physicochemical indexes and sensory evaluation in two varieties of muskmelon (*Cucumis melo* L var. *reticulatus* Naud). *J Sci Food Agric* 85:1241-1251

Wilkens WF, Lin FM. 1970. Gas chromatographic and mass spectral analyses of soybean ilk volatiles. *J Agric Food Chem* 18:333-336

Yang Z, Baldermann S, Watanabe N. 2013. Recent studies of the volatile compounds in tea. *Food Res Int* 53:585-599

Yim SH, Cho KS, Choi JH, Lee JH, Kim MS, Lee BHN. 2016. Effect of various pear cultivars at different fruit development stages on antioxidant and whitening activities. *Korean J Food Sci Technol* 48:59-65

Received 31 October, 2018
Revised 30 November, 2018
Accepted 05 December, 2018