Korean J. Plant Res. 35(2):362-371(2022)
https://doi.org/10.7732/kjpr.2022.35.2.362

Print ISSN 1226-3591
Online ISSN 2287-8203

Original Research Article

화기 부위에 따른 심비디움의 향기 패턴 및 성분 분석

김예진[1]*, 안명숙[1], 이수영[2], 박필만[2], 안혜련[1], 박부희[1]

[1]농촌진흥청 국립원예특작과학원 화훼과 연구사, [2]연구관

Fragrance Pattern and Volatile Components According to Floral Organs in *Cymbidium*

Yae Jin Kim[1]*, Myung Suk Ahn[1], Su Young Lee[2], Pil Man Park[2], Hye Ryun An[1] and Pue Hee Park[1]

[1]Researcher and [2]Senior Researcher, Floriculture Research Division,
National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

Abstract - This study was conducted to analyze the fragrance characteristics of *Cymbidium* 'Saelbit' and 'Midan' according to floral organs. As test materials, full bloom flowers were divided into four organs: sepal, petal, labellum, and column. Using the gas chromatography (GC) based electronic nose, fragrance patterns, intensity, and volatile components were analyzed. Principle component analysis (PCA) and discriminant factorial analysis (DFA) plots by electronic nose data showed that volatiles of both cultivars have a distinct difference in fragrance patterns according to the floral organs, and the value of fragrance distance and pattern discrimination index (PDI) between samples was significantly high between control and sepals in both cultivars. Among the main fragrance components, several components including nootkatone were detected in both cultivars and all floral organs. However, few components such as decane were found in specific cultivar or floral organs. These results will provide useful information to select suitable materials with desired fragrance and to enhance the utilization of domestic *Cymbidium* cultivars. In addition, considering the recent negative perception of artificial ingredients and the growing demand for natural materials, continuous researches on scent properties of promising cultivars are required.

Key words – Cultivars, *Cymbidium*, E-nose, Floral organs, Fragrance

서 언

심비디움은 국내 난 재배면적의 32.4%를 차지하는(MAFRA, 2020) 대표적인 난 작목으로, 꽃 수명이 2개월 정도로 길고 화색과 크기가 다양하여 국내외 시장에서 인기가 높다. 양란 심비디움은 크고 화려하여 행사장이나 선물용으로 많이 이용되어 왔고, 동양란 심비디움은 작고 은은한 향기가 있어 주로 개인 소비용이나 취미생활용으로 거래된다.

심비디움 속(*Cymbidium* Genus)에는 52개의 원종을 포함해 다양한 종들이 있는데(Du and Cribb, 1988), 그 중에서도 최근에는 소형과 향기종에 대한 관심과 수요가 증가하고 있다. 이를 위해 *C. eburneum*, *C. erythrostylum*, *C. giganteum*, *C. insigne*, *C. tigrinum*, *C. mastersii*, *C. munronianum* 등과 같이 향기가 있는 원종이나 유전자원을 품종 육성에 활용해 왔다(Kim *et al.*, 2020). 그 결과 은은한 향기가 있는 소형종 '샐빛' 부터 절화용 중형종 '그린허니'까지 10개의 다양한 향기 품종을 개발하였고, '써니벨' 등 일부 유향성 품종의 향기 성분 분석과 유전자 생합성 연구가 수행되었다(Ramya *et al.*, 2020).

향기는 꽃의 중요한 질적 특성 중 하나로 매개충을 유인하여 수분과 번식에 중요한 역할을 한다(Theis, 2006). 또한 일부 휘발성 유기화합물은 항균 활성을 나타내 곤충이나 병원균 등 외부 침입 시 방출되어 식물체 스스로를 보호하기도 한다(Jang *et al.*, 2010). 그 외에도 향기는 소비자의 후각을 자극해 상품성과 구매 결정에 큰 영향을 줄 수 있다. 특히 최근에는 천연 원료에 대한 소비자의 선호도가 높아짐에 따라 천연 향기를 활용한 화장품, 방향제 등 다양한 제품이 개발되었고, 일부 향기 성분은 기호적인 측면 외에도 심신 안정이나 스트레스 해소 등 아로마테라피의 효과가 있는 것으로 보고되었다(Cho *et al.*, 2013).

*교신저자 : E-mail yj0503@korea.kr
Tel. +82-63-238-6842

ⓒ 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

향기를 측정하는 방법에는 관능검사와 gas chromatography (GC), gas chromatography /mass spectrometer (GC/MS) 등의 분석기기를 활용한 방법이 있다. 관능검사는 대표적인 향기 평가 방법이지만, 훈련된 검사요원들이 필요하고 개인의 기호도와 검사 환경 등에 따라 결과가 달라질 수 있어 재현성이 떨어진다(Jo *et al.*, 2016). 반면에 GC나 GC/MS와 같은 분석 기기는 정확하고 객관적인 데이터를 얻을 수 있지만 전처리 과정에 시간과 노력이 요구되고 장비가 고가인 단점이 있다. 이러한 단점들을 보완하여 개발된 방법이 전자코 분석법(Electronic nose analysis)이다. 이는 사람의 후각인지 체제를 모방한 분석 시스템으로 특정 향기나 냄새 성분이 각각의 센서에서 전기 화학적 반응을 일으켜 전기적인 신호로 변화하는 원리를 이용한 방식이다(Wilson and Baietto. 2009). 다만 별도의 전처리 과정 없이 내장된 센서에 의해 향기 패턴을 비교할 수 있어 편리하나 시료의 향기 성분을 특정할 수 없다. 최근에는 이를 보완한 GC가 장착된 전자코가 개발되어 짧은 시간 내 향기 성분의 검출도 가능해져 다양한 산업 및 연구 분야에 활용되고 있다.

전자코와 GC를 활용한 향기 관련 연구는 주로 커피, 와인, 차 등 식품 분야에서 활발히 진행되어 왔고(Kim *et al.*, 2014b, 2016; Yu *et al.*, 2008), 최근 장미, 나리 등 일부 화훼 작목에서도 연구가 수행되었다(Lee *et al.*, 2013; Kim *et al.*, 2014a). 반면 난 향기에 대한 국내외 관심과 수요는 증가하고 있지만, 아직까지 국산 난 향기 품종에 대한 연구자료는 부족한 실정이다. 특히 심비디움 속내에는 다양한 향기가 있는 종들이 있으나, 각 종과 화기부위마다 구별되는 독특한 향기를 가지고 있어 선행연구를 통해 알려진 일부 종의 주요 휘발성 성분만으로 개발된 품종의 향기를 설명하기 어렵다. 따라서 향기가 있는 국산 품종을 산업적으로 활용하기 위해서는 각각의 품종에 대한 향기 정보가 요구된다. 또한 각 품종의 향기는 꽃 조직 전체에서 동일하게 나타나지 않고 화기 부위에 따라 차이가 있으므로, 품종의 전체적인 향기는 각 화기부위에서 생성되는 고유의 향기 성분 조합에 의해 설명될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 품종과 화기부위에서 발생되는 주요 향기성분이면서 다른 품종과 화기 부위 간 구별성이 커서 해당 품종과 화기 부위의 고유 향기 성분이라 판단할 수 있는 성분 위주로 분석하고자 하였다. 이를 위해 국산 심비디움 품종 중 유망한 소형 향기종인 '샐빛'과 '미단'을 대상으로, 화기 부위에 따라 방출되는 향기 패턴 및 특이적인 성분들의 특성을 구명함으로써 심비디움 고방향성 품종 육종 및 난 향기성분의 산업소재 활용을 위한 기초 데이터를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

식물 재료

본 연구의 재료로 국립원예특작과학원 화훼과 시험포장에서 재배하고 있는 국산 심비디움 향기 품종인 '샐빛'과 '미단'의 꽃을 사용하였다. 시료는 맑은 날 오전 9시 30분~10시 사이에 만개한 상태의 꽃(상단에서 4번째~6번째)을 채취하였으며 꽃받침, 꽃잎, 순판, 컬럼 네 부위로 나누어 분석하였다.

전자코 분석

분석을 위해 DB-5, DB-1701 컬럼과 불꽃 이온화 검출기(Flame ionization detector)가 장착된 전자코(Heracles 2, Alpha M.O.S., France)를 사용하였다. 향기 포집을 위해서 20 mL 투명 유리병에 각각 꽃받침 3개, 꽃잎 2개, 순판 1개, 컬럼 1개를 넣은 후 무취 공기를 주입하고 밀폐하였다. 이후 40℃에서 20분간 500 rpm으로 교반하고 주사기 형태의 주입기를 통해 200℃ 주입구 상태에서 주입하였다. 유속은 30 mL/min로 syringe purge는 3초간 유지한 후 온도 조절이 가능한 tray holder에 놓고 head space syringe를 통해 5 mL를 취하였다. 무취 공기를 대조구로 사용하였고, 각 시료는 3회 반복하여 실시하였다.

향기 패턴 비교

화기 부위별 향기 패턴 분석을 위해 포집된 향기의 GC 크로마토그램 피크 면적을 수치화하여 부위에 따라 피크 면적의 차이가 크게 나타나는 센서를 선발하였다. 선발된 데이터는 alpha soft version 14.5 software (Alpha MOS, France)를 이용하여 다변량 통계분석인 주성분분석(Principle component analysis; PCA)과 판별분석(Discriminat factorial analysis; DFA)을 통해 분석하였다.

주요 향기 성분 분석

향기 성분 분석은 극성이 다른 두 개의 column (100 ㎛ id #DB5, 100 ㎛ id #DB1701)과 두 개의 불꽃 이온화 검출기(Flame ionization detector)를 통해 감지된 화합물의 크로마토그램을 활용해 분석하였다. 표준용액으로는 휘발성 유기화합물인 Alkane C6~C16의 표준 용액(Restek corporation, USA)을 사용하였고, 83,000여개의 화합물 정보의 kovats index library를 이용하였다. 이후 크로마토그램의 peak retention time (RT)를 보정한 Retention Index (RI)가 구축되어 있는 AroChemBase (Alpha MOS, France)를 통해 해당 peak의 유추가능한 성분을 비교하였다.

결과 및 고찰

향기 패턴 비교

향기 패턴 분석을 위해 화기 부위에 따른 GC 크로마토그램을 비교한 결과, 머무름 시간에 따라 순차적으로 피크들이 형성되었는데 효율적인 비교를 위해 전체 크로마토그램 피크들 중 감응도와 차별성이 높은 센서(크로마토그램 피크)를 골라 진행하였다. 그 결과 '샐빛'은 13개의 센서, '미단'은 15개의 센서가 선택되었다. '샐빛'은 DB5 컬럼에서 7개, DB1707 컬럼에서 6개의 센서가 선택되었고 '미단'은 DB5 컬럼에서 8개, DB1701 컬럼에서 7개의 센서가 선택되었다.

'샐빛'의 화기 부위별 휘발성 화합물들의 센서값을 비교한 결과, 388.29-2 센서는 모든 화기조직에서 높게 나타났으며 그 다음으로 334.09-1 센서가 높게 나타났다(Fig. 1A). 센서값이 높다는 것은 해당 센서에서 반응하는 향이 시료에 많아 반응 값이 높았음을 의미하는 것으로, 388.29-2와 334.09-1 과 같이 높은 값을 보인 센서는 해당 시료의 주요 휘발성 화합물로 추측할 수 있다. 한편 그 외 센서들은 대체로 화기 조직에 따라 향기 패턴이 다르게 나타났는데, 41.94-1 센서와 51.85-2 센서는 순판과 컬럼에서만 특이적으로 검출된 반면, 19.52-1과 139.46-01, 22.87-2, 134.67-2 센서는 꽃받침과 꽃잎 순서로 높게 검출되었고, 컬럼과 순판에서는 상대적으로 매우 낮게 검출되거나 검출되지 않았다. 또한 16.01-1과 17.69-2 센서는 컬럼, 꽃잎, 꽃받침, 순판 순으로 높게 나타났으며, 상대적으로 다른 센서에

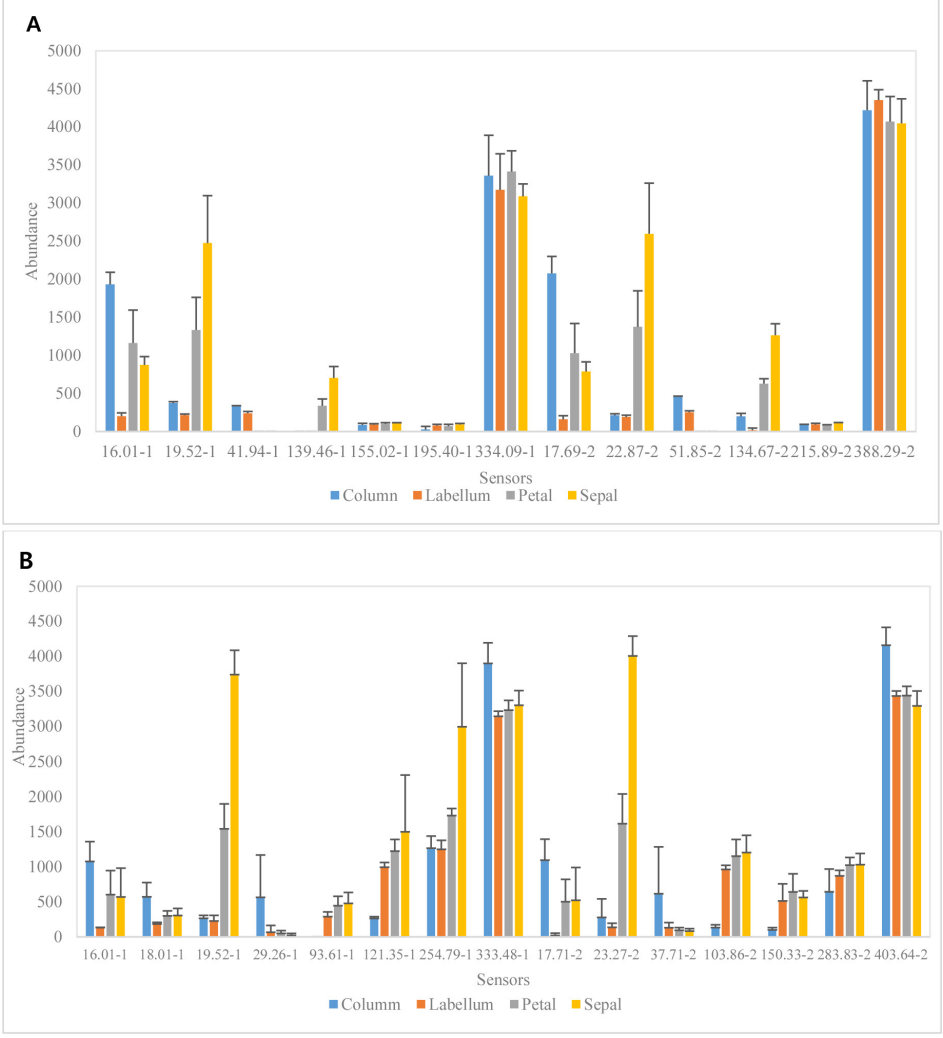

Fig. 1. Mean bar graphs of selected peak areas used as raw data in chemometrics representing key chemical compounds in *Cymbidium* flowers. The number 1 showed the DB5 column and the number 2 showed the DB1707. Along the x-axis are variables (sensors) and values along the y-axis represent abundance. A: 'Saelbit', B: 'Midan'.

비해 화기 부위에 따라 향기 패턴의 차이가 크게 나타났다.

'미단' 의 화기 부위별 향기 패턴은 '샐빛'과 마찬가지로 부위에 따라 다르게 나타났다(Fig. 1B). 전체 15가지 센서들 중 333.48-1과 403.64-2 센서는 대체로 모든 부위에서 높게 나타났으며 특히 컬럼에서 약간 더 높게 검출되었다. 또한 19.52-1과 23.27-2 센서는 꽃받침에서 매우 높게 나타났으며, 다음으로 꽃잎이 높게 나타났으나 상대적으로 순판과 컬럼에서는 매우 낮은 수준으로 검출되었다. 29.26-1과 37.71-2 센서는 컬럼에서 가장 높고 다른 화기 부위에서는 매우 낮게 나타났는데, 이렇게 화기 부위에 따라 센서 경향이 다른 것은 같은 꽃일지라도 화기 부위별로 연관된 향기 유전자 분포와 각각의 발현량이 다르기 때문으로 판단된다(Kim *et al.*, 2019).

향기 패턴에 대한 다변량 통계분석

'샐빛'과 '미단'으로부터 선별된 센서 데이터는 다변량 통계분석 방법인 PCA와 DFA를 이용하여 분석되었다. PCA는 일반적으로 데이터를 처리할 때 가장 먼저 사용하는 방법으로 데이터 그룹 간의 편차 정도를 나타내는 방법이다. 반면 DFA는 미지 시료를 분석할 때 사용하는 방법으로, 그룹간 편차를 최대화하고 그룹내 편차를 최소화하는 분석법으로 보고되었다(Hong *et al.*, 2018). 따라서 그룹간 비교 시 PCA보다 DFA 통계 기법을 활용했을 때 더 잘 구분되는 것으로 알려져 있다(Huang *et al.*, 2011).

화기 부위에 따른 '샐빛'과 '미단'의 선발된 센서 데이터를 이용한 PCA 분석 결과는 Fig. 2에 나타냈다. 그래프 상단의 분별지수(Discrimination index)는 시료간 향기 차이를 나타내는 지수로서 각각의 성분들이 얼마나 분리되었는지를 의미하는데(Park *et al.*, 2014), 본 연구결과에서는 분별 지수가 샐빛과 미단 각각 79, 89로 높게 나타났다. 따라서 PCA를 통해 화기 부위간 향기 패턴의 구분이 가능함을 알 수 있다. 특히 '미단'의 화기 부위별 향기 분별력이 '샐빛'에 큰 것으로 나타났다.

화기 부위별 향기 패턴의 PCA 분석 결과는 PC1 (the first principle component)과 PC2 (the second principle component)를 이용하여 2차원 plot으로 나타냈으며 전체 변이량 중 각 주성분의 기여율과 함께 표시되었다. '샐빛'의 PC1의 값은 59.66%, PC2값은 31.54%로, 이 두 주성분은 전체 변이량의 91.2%를 반영하였다(Fig. 2A). '미단'의 PCA plot에서는 제 1주성분이 73.62%, 제 2주성분이 11.92%로 전체 변이량의 85.54%를 반영하였다(Fig. 2B). 제 1, 2 주성분간 기여율의 차이는 '미단'이 '샐빛' 보다 컸다.

PCA plot 상의 화기 부위별 향기 데이터들은 '샐빛'과 '미단' 두 심비디움 품종 모두 각 화기 부위별로 가깝게 분포하여 부위에 따라 명확하게 구분되었다. 특히 꽃받침과 꽃잎은 PC1을 기준으로 다른 화기 부위들과 뚜렷하게 식별됨을 확인하였다. '샐빛'의 각 화기 부위와 무취 공기간의 거리는 순판, 꽃잎, 컬럼, 꽃받침 순으로 멀게 나타났으며, '미단'의 경우 무취 공기 대비 순판, 컬럼, 꽃잎, 꽃받침 순으로 멀게 나타났다. 따라서 두 품종 모두 무취공기와 비교하여 순판은 가장 가깝게 꽃받침은 가장 멀게 위치하였다(Fig. 2). 순판과 무취 공기는 PCA plot 상에 가깝게 위치하고 있어 다른 화기 조직에 비해 상대적으로 비슷한 향기 특성을 가지고 있을 것으로 예상된다. 또한 PCA score plot 상의 시료들을 식별하는데 중요한 역할을 하는 센서들을 조사한 결과, 꽃받침과 꽃잎이 위치하는데 '샐빛'은 134.67-2, 139.46-1 등이 '미단'은 19.52-1, 23.27-2, 254.79-1 등이 중요한 센서임을 알 수 있었다(Fig. 2). 이들 센서는 Fig. 1의 센서값 결과와 종합해 볼 때, 꽃받침과 꽃잎에서 특이적으로 높게 나타난 결과와 일치하며 이를 통해 본 센서에 해당하는 휘발성 화합물들의 차이가 부위별 향기를 식별하는데 중요한 물질임을 예상할 수 있다. 또한 시료 간 향기의 차이는 그래프 상 거리와 방향의 근접성에 따라 판단되는데 가까운 점들은 유사한 향기를, 거리가 먼 점들은 다른 향기를 나타낸다고 보고된 바 있다(Suh *et al.*, 2015). 따라서 PCA plot에서 두 품종 모두 화기 부위별로 식별이 가능함에 따라 화기 부위별 휘발성 대사산물들이 양적, 질적으로 크게 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

각 화기 부위 간 향기특성을 비교하기 위해서 기하학적인 거리와 향기패턴 식별지수를 조사하였다(Table 1). 기하학적 거리 비교에서 '샐빛'과 '미단' 두품종 모두 무취공기와 순판이 가장 가깝게 나타나 다른 부위에 비해 향기 특성이 비슷할 것으로 예상되며, 반대로 무취공기와 꽃받침의 거리가 가장 먼 것으로 나타나 향기 특성이 매우 다를 것으로 판단된다. Pattern discrimination index (패턴 식별지수, %) 결과에서는 '샐빛'의 꽃잎과 꽃받침 간 식별지수가 47.59%로 가장 낮을 값을 보였는데, 이는 유사한 향기로 인해 향기 구분이 어려움을 의미한다. 다음으로 순판과 무취 공기는 60.43%의 낮은 구별지수와 1169.68의 가까운 거리값을 보여 향기성분의 양적, 질적 특성이 유사할 것으로 판단된다. '미단'의 패턴식별지수는 컬럼과 순판이 가장 낮게 나타났으며 다음으로 무취공기와 컬럼이 낮은 값을 보였다. 반면 무취공기와 꽃받침의 기하학적 거리값과 패턴식별지수는 가장 크게 나타나 향기 특성이 매우 다를 것으로 예상된다 (Table 1).

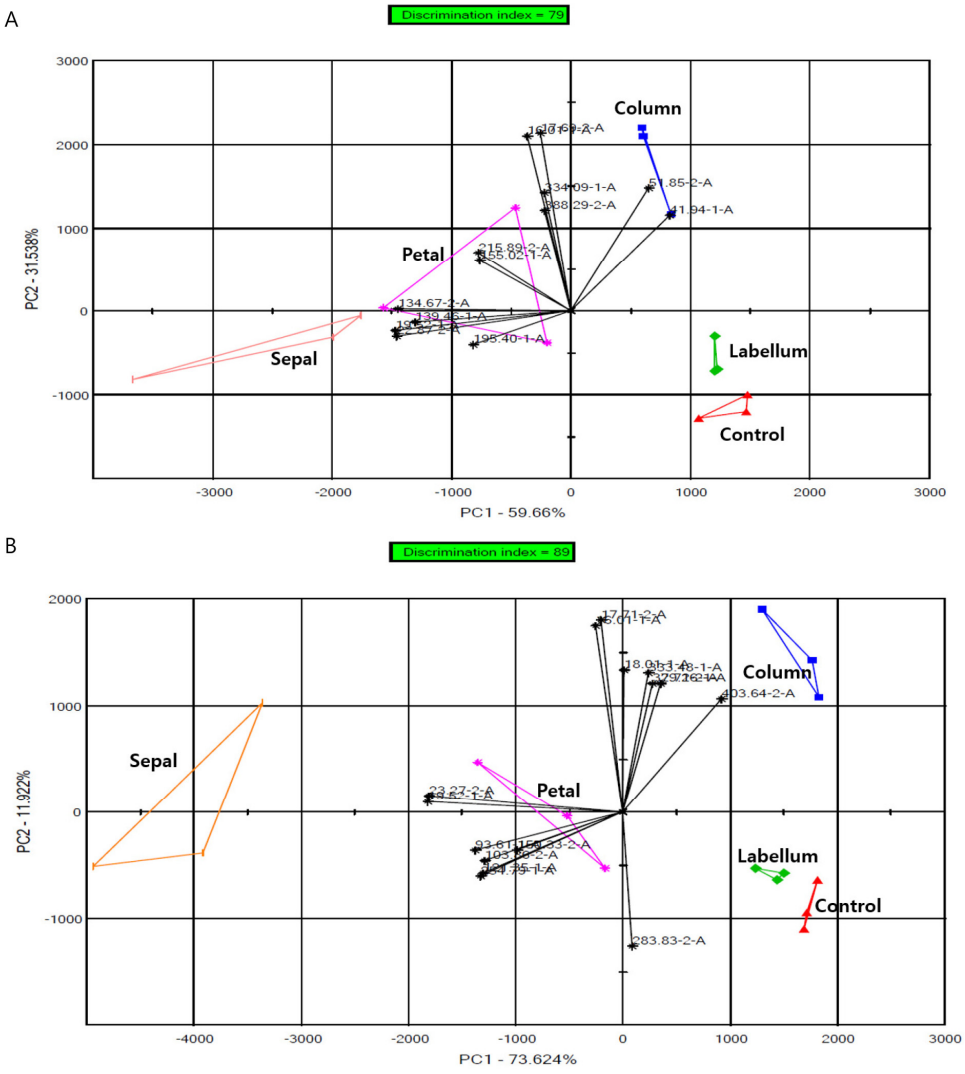

Fig. 2. Principal component analysis (PCA) plot of *Cymbidium*. Individual symbols indicate replicate samples taken at different floral organs. A: 'Saelbit', B: 'Midan'.

Table 1. Distance and pattern discrimination index between two floral organs in *Cymbidium* 'Saelbit' and 'Midan'

	Distance		Pattern discrimination index(%)	
	Saelbit	Midan	Saelbit	Midan
Column-Control	3064.65	2466.09	86.91	65.66
Column-Labellum	2613.44	2306.82	81.84	63.83
Column-Petal	2146.79	2893.09	61.41	66.18
Column-Sepal	3864.20	5882.12	82.90	82.56
Control-Labellum	1169.68	1618.81	60.43	79.31
Control-Petal	2581.22	2880.81	74.53	81.01
Control-Sepal	3905.49	5906.41	86.11	87.51
Labellum-Petal	2253.09	2184.57	68.11	72.84
Labellum-Sepal	3742.73	5592.91	84.54	86.67
Petal-Sepal	1892.00	3505.79	47.59	66.93

두 번째 다변량 통계기법으로 DFA에 의한 향기 패턴을 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. DFA Plot의 x축은 DF1 (Discriminant function first score)을, y축은 DF2 (Discriminant function second score)를 이용하여 각 시료 간 휘발 성분의 차이를 2차원 그래프로 나타냈다(Ahn *et al.*, 2018). 그 결과, DFA plot에서 DF1의 기여율은 '샐빛'과 '미단' 각각 87.85%, 67.66%로 높았던 반면, DF-2의 기여율은 11.40%와 21.54%로 상대적으로 낮은 값을 보였다. 이는 '샐빛'과 '미단'의 화기 조직에 따른 향기 패턴의 분류가 y축 대비 x축에서 각각 7.7배, 3.1배 높게 설명됨을 의미한다. 또한 Fig. 3의 DFA plot은 Fig. 2의 PCA plot에 비해 그룹내 차이는 작고 그룹간 차이가 크게 나타나 화기 부위간 식별이 더욱 뚜렷하게 나타났다. DFA plot에서 각 화기 부위별 휘발성 대사체 성분들을 식별하는데 중요한 센서를 조사해본 결과, '샐빛'은 컬럼과 순판 부위를 식별하는데 41.94-1, 51.85-2 등, 꽃받침은 134.67-2 등의 센서가 중요한 역할을 하였다. 또한 '미단'은 컬럼을 식별하는데 403.64-2 등, 순판은 16.01-1 등, 꽃받침은 23.27-2, 93.61-1 등의 센서가 중요했다. 이 센서들은 선발된 센서값의 비교 그래프에서 부위별로 특이성을 보였던 Fig. 1의 결과와 일치한다.

위의 결과를 종합해보면 '샐빛'과 '미단' 두 품종 모두 다변량 통계분석에서 화기 부위간 뚜렷한 향기 패턴 차이를 보였는데, 꽃잎과 꽃받침이 상대적으로 가까운 거리에 위치해 유사한 향기를 가지고 있는 반면 순판과 컬럼과는 다른 사분면에 위치하며 다른 향기를 가진 것으로 판단된다. 관련 선행연구로 심비디

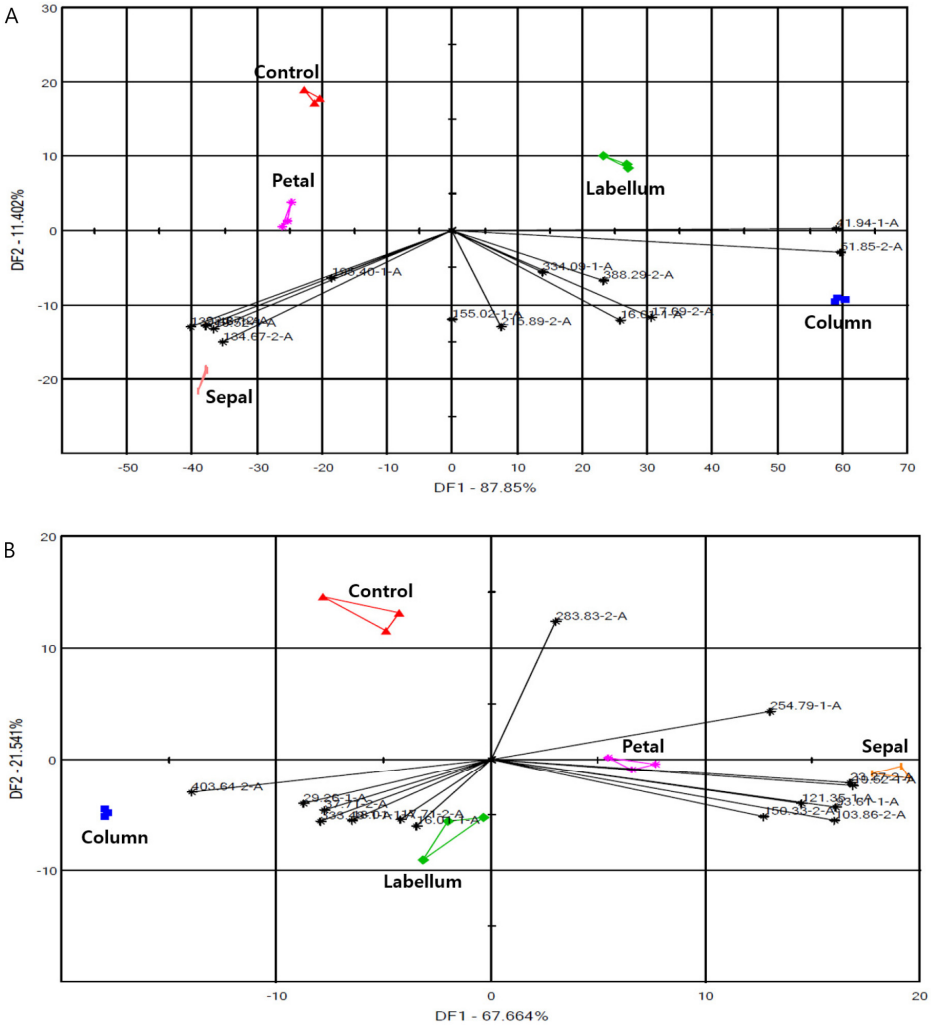

Fig. 3. Discriminant factor analysis (DFA) plot of *Cymbidium*. Individual symbols indicate replicate samples taken at different floral organs. A: 'Saelbit', B: 'Midan'.

움 '환희'의 향기 패턴을 분석한 연구에서는 순판과 꽃잎이 비슷한 향기 패턴을 가진 반면 컬럼은 두 화기와 다른 향기 패턴을 가진다고 보고되었다(Huang *et al.*, 2016). 이는 향기 패턴이 품종과 재배 환경에 따라 달라질 수 있고, 주요 휘발성 성분에 따라 향기가 잘 발현될 수 있는 추출 온도나 사용된 센서 종류에도 많은 영향을 받기 때문으로 생각된다. 한편 커피향이 나는 난인 막실라리아의 화기 부위별 향기 패턴을 비교한 선행연구 결과에 따르면, 향기 강도는 꽃받침에서 가장 강하고, 그 다음은 꽃잎, 컬럼, 순판 순으로 나타나 본 연구 결과와 유사하였다(Kim *et al.*, 2016). 반면, 향기 패턴은 꽃받침과 순판, 꽃잎은 비교적 유사하고 컬럼은 다른 패턴을 보였는데, 이는 향기 패턴이 향기 강도 뿐 아니라 향질 특성이 함께 반영되기 때문으로 생각된다. 이러한 향기 패턴은 하나의 향기 성분에 의한 것이 아니라 여러 휘발성 성분들이 상호작용하여 나타난 특성으로, 실제로 꽃 향기는 다양한 농도의 여러 휘발성 성분들의 조합에 의해 생산된다고 보고된 바 있다(Dudareva and Pichersky, 2006). 따라서 각 꽃의 향기 또한 전체 꽃 조직에서 나타나는 특성으로 설명할 수 없고, 각각의 화기 부위별로 구별되는 독특한 향기 성분들의 조합에 의해 설명될 수 있다.

주요 향기 성분

'샐빛'과 '미단'의 주요 향기 성분 분석을 위해 Kovats index와 AroChembase을 활용해 휘발성 향기 성분을 분석하였다. 분석 시 극성이 다른 두 개의 컬럼을 사용하였기 때문에 동일한 한 성분이 각각의 컬럼에서 다른 머무름 시간에 검출되어 그래프 상 두 개의 센서로 표현되기도 하는데(Wisniewska *et al.*, 2016), 본 연구에서도 많은 성분이 두 개의 컬럼에서 중복으로 검출되었다(Table 2, Table 3). 분석된 향기 성분들은 상대적으로 피크 면적이 큰 주요 향기 성분으로, 품종과 화기 부위 간 구별성이 커서 해당 품종과 화기 부위의 고유 향기 성분이라 판단할 수 있는 성분 위주로 선택하였다.

'샐빛'의 휘발성 향기 성분으로는 methyl formate와 2-3-pentadione, gamma-terpinene, 2-nonanol, 2-cyclohexene-1-one, nonyl acetate, nootkatone 등이 검출되었다(Table 2). Methyl formate는 만개한 '샐빛'의 GC-MS 향기분석 결과 검출된 바 있으며(Ramya *et al.*, 2019), 본 연구에서도 '샐빛'과 '미단' 두 품종 모두 두 개의 컬럼에서 가장 먼저 검출되었다. Nootkatone은 자몽의 특징적인 맛과 향기를 내는 휘발성 화합물로 오렌지(Hong and Kim, 2016)와 한라봉(Song *et al.*, 2005)에서도 검출된 ketone류 성분으로, 해당 분석 기기의 library에 따르면 바나나, 시트러스, 포도, 신 과일의 향을 띄고 있는 화합물로 묘사된다. 이 성분은 AMP-activated protein kinase (AMPK)를 활성화시킴으로써 신진대사를 활발히 하고 식이성 비만을 감소하는 데에 효과가 있는 것으로 보고된 바 있어(Murase *et al.*, 2010) 산업적 활용가치가 높을 것으로 기대된다. 그 외에도 gamma-terpinene은 유향성 팔레놉시스(Been *et al.*, 2014)와 땅두릅의 뿌리(Ji *et al.*, 2018), 레몬, 유자의 향기성분으로도 보고된 바 있고(Hong *et al.*, 2017), nonyl acetate

Table 2. Characterization of the compounds detected by 13 sensors in *Cymbidium* 'Saelbit' flower

Name of the Compounds	Names of variable (sensors)	Formula	Descriptor
methyl formate	16.01-1 17.69-2	$C_2H_4O_2$	Fruity, plum, estery
unknown	19.52-1 22.87-2	-	-
2-3-pentadione	41.94-1 51.85-2	$C_5H_8O_2$	Butter, caramelized, creamy, fresh, fruity, sweet
gamma-terpinene	139.46-1	$C_{10}H_{16}$	Citrus, fruity, gasoline, herbaceous, sweet, terpenic, turpentine
2-nonanol	155.02-1	$C_9H_{20}O$	Cucumber, fruity, solvent, waxy
2-cyclohexene-1-one	195.40-1 134.67-2	$C_{10}H_{14}O$	Basil leaves, fennel, herbaceous, minty, spicy
nonyl acetate	215.89-2	$C_{11}H_{22}O_2$	Fruity, leafy, sweet, waxy
nootkatone	334.09-1 388.29-2	$C_{15}H_{22}O$	Banana, citrus, grape, sour fruit, spicy, woody

Table 3. Characterization of the compounds detected by 15 sensors in *Cymbidium* 'Midan' flower

Name of the compounds	Names of variable (sensors)	Formula	Descriptor
methyl formate	16.01-1 17.71-2	$C_2H_4O_2$	Fruity, plum, estery
ethanol	18.01-1	C_2H_6O	Alcoholic, pungent, sweet
unknown	19.52-1 23.27-2	-	-
1-propanol, 2-methyl	29.26-1 37.71-2	$C_4H_{10}O$	Alcoholic, bitter, chemical, glue, leek, licorice, solvent, winey
di-hydro-2(3H)-furanone	93.61-1	C_4H6O_2	Aromatic, caramelized, creamy, sweet
decane	121.35-1 103.86-2	$C_{10}H_{22}$	Alkane, fruity, fusel, sweet
3-nonanol	150.33-2	$C_9H_{20}O$	Herbaceous
methyl undecanoate	254.79-1 283.83-2	$C_{12}H_{24}O_2$	Brandy, oily, sweet, waxy, winey
nootkatone	333.48-1 403.64-2	$C_{15}H_{22}O$	Banana, citrus, grape, sour fruit, spicy, woody

는 운향(Dob and Dahmane, 2008)과 복주머니란(Bergstrom *et al.*, 1992)의 향기성분으로 보고된 바 있다. 한편 2-nonanol은 *Ophrys* 속 난초 식물에서도 검출된 바 있으며(Borg-Karlson and Groth, 1986), 식물뿐만 아니라 동물에도 널리 존재하며 여왕벌과 딱정벌레의 페로몬으로도 알려져 있다(Florian *et al.*, 1997).

'미단'에서는 nootkatone 등 공통적인 향기 성분 외에도 1-propanol, 2-methyl, di-hydro-2(3H)-furanone, decane, 3-nonanol 등의 휘발성 성분들이 검출되었다(Table. 2). Ethanol은 *Cymbidium faberi* (Baraldi *et al.*, 1999)에서 검출된 바 있고, decane은 *Cymbidium virescens* (Omata *et al.*, 1990)뿐 아니라 구절초 등 여러 국화과 식물의 향기성분으로도 보고된 바 있다(Kim, 2017). 또한 3-nonanol은 박하과 식물로부터 추출된 에센셜 오일의 향기성분 중 하나로(Singh *et al.*, 2005), 박하의 에센셜 오일은 음식, 화장품, 제약 등 다양하게 활용되며 항균, 항진균 등과 같은 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Kumar *et al.*, 2012). 그 외에도 천리향 꽃의 향기 성분으로 알려진 methyl undecanoate (Watanabe *et al.*, 1983) 등이 '미단'의 화기조직에서 검출되었다.

적 요

본 연구는 화기 부위에 따른 국산 심비디움 '샐빛'과 '미단'의 향기 특성을 분석하고자 수행하였다. 시험 재료로 국립원예특작과학원 화훼과 시험포장에서 재배한 만개한 꽃을 꽃잎, 꽃받침, 순판, 컬럼으로 나누어 GC 기반 전자코를 통해 향기 패턴과 주요 향기 성분을 분석하였다. 그 결과, 두 품종 모두 화기 부위에 따라 PCA와 DFA plot에서 뚜렷한 향기 패턴 차이를 보였고, 각 화기 부위별 무취공기 대조구 간의 기하학적 거리는 꽃받침이 가장 멀었으며, 향기패턴 식별지수(PDI) 또한 대조구와 꽃받침 사이에서 가장 높게 나타났다. 주요 향기 성분 중 nootkatone 등의 성분은 '샐빛'과 '미단' 두 품종 모두 네 개의 화기조직에서 공통적으로 검출된 반면, '미단'에서만 검출되는 decane과 같이 일부 성분은 특정 품종이나 화기 부위에서만 특이적으로 발견되었다. 따라서 본 연구결과는 품종과 화기 부위에 따른 향기 패턴과 주요 향기 성분을 확인함으로써 향기 산업에 필요한 효율적인 원료 선택과 국산 품종의 이용 확대를 위해 유용한 정보를 제공할 것으로 기대된다. 특히 최근 인공 가향제에 대한 부정적 인식과 천연 향기 원료에 대한 수요가 증가하는 점을 감안했을 때, 앞으로도 지속적인 유향성 난 품종 육성과 이를 산업적으로 활용하기 위한 향기 연구가 필요할 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01098204)의 지원에 의해 수행된 결과입니다. 이에 감사드립니다.

Conflicts of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

Ahn, M.S., P.H. Park, Y.N. Kwon, M.J. Mekapogu, S.W. Kim, E.Y. Jie, J.A. Jeong, J.T. Park and O.K. Kwon. 2018. Discrimination of floral scents and metabolities in cut flowers of peony (*Paeonia lactiflora* Pall.) cultivars. Korean. J. Plant Res. 31:641-651.

Baraldi, R., F. Rapparini, F. Rossi, A. Latella and P. Ciccioli. 1999. Volatile organic compound emission from flowers of the most occurring and economically important species of fruit trees. Phys. Chem. Earth 24:729-732.

Been, C.G., S.B. Kang, D.G. Kim and Y.J. Cha. 2014. Analysis of fragrant compounds and gene expression in fragrant *Phalaenopsis*. Flower Res. J. 22:255-263 (in Korean).

Bergstrom, G., G. Birgersson, I. Groth and L.A. Nilsson. 1992. Floral fragrance disparity between three taxa of lady's slipper *Cypripedium calceolus* (orchidaceae). Phytochemistry 31:2315- 2319.

Borg-Karlson, A.-K. and I. Groth. 1986. Volatiles from the flowers of four species in the sections arachnitiformes and araneiferae of the genus *Ophrys* as insect mimetic attractants. Phytochemistry 25:1297-1299.

Cho, H.M., K. Sowndhararajan, J.W. Jung, J.W. Jhoo and S.M. Kim. 2013. Fragrance chemicals in the essential oil of *Mentha arvensis* reduce levels of mental stress. J. Life Sci. 23:933-940.

Dob, T. and D. Dahmane. 2008. Volatile constituents of the essential oil of *Ruta chalepensis* L. subsp. *Angustifolia* (Pers.) P. Cout. J. Essent. Oil Res. 20:306-309.

Du, P.D. and P. Cribb. 1988. The classification of *Cymbidium*. Timber Press. OR (USA). pp. 50-194.

Dudareva, N. and E. Pichersky. 2006. Biology of floral scent. Taylor & Francis Group. Boca Raton. FL (USA). p. 346.

Florian, P.S., A. Manfred, F.P. Hannes, E. Dirk and F. Wittko. 1997. Variation of floral scent emission and postpollination changes in individual flowers of *Ophrys sphegodes subsp. sphegodes*. J. Chem. Ecol. 23:2881-2895.

Hong, J.H., Y.J. Park, H.T. Kim and S.K. Oh. 2018. Identification of new, old and mixed brown rice using freshness and an electronic eye. Korean J. Crop Sci. 63:98-105 (in Korean).

Hong, Y.S. and K.S. Kim. 2016. Determination of the volatile flavor components of orange and grapefruit by simultaneous distillation-extraction. Korean J. Food Preserv. 23:63-73 (in Korean).

Hong, Y.S., Y.S. Lee and K.S. Kim. 2017. Comparison of volatile flavor compounds of yuzu, kumquat, lemon and lime. Korean J. Food Preserv. 24:394-405 (in Korean).

Huang, S.H., M.S. Kim, B.H. Park and S.Y. Park. 2016. Scent analysis using an electronic nose flowering period of potted diploid and tetraploid *Cymbidium*. Korean J. Horticc. Sci. Technol. 34:163-171.

Huang, Y., F. Li, Y.P. Xia and K.S. Chen. 2011. Scent profiling of *Cymbidium ensifolium* by electronic nose. Sci. Hort. 128: 306-310.

Jang, M.R., J.E. Seo, J.H. Lee, M.S. Chung and G.H. Kim. 2010. Antibacterial action against food-bone pathogens by the volatile flavor of essential oil from *Chrysanthemum morifolium* flower. Korean J. Food & Nutr. 23:154-161 (in Korean).

Ji, E.H., D.S. Kim, S.J. Sim, G.H. Park, J.H. Song, J.B. Jeong and N.H. Kim. 2018. Anti-inflammatory effect of leaves extracts from *Aralia cordata* through inhibition of NF-kB and MAPKs signaling in LPS-stimulated RAW264.7 cells. Korean. J. Plant Res. 31:634-640.

Jo, Y.H., S.Y. Gu, N.H. Chung, Y.P. Gao, H.J. Kim, M.H. Jeong, Y.J. Jeong and J.H. Kwon. 2016. Comparative analysis of sensory profiles of commercial cider vinegars from Korea, China, Japan and us by SPME/GC-MS, e-nose, and e-tongue. Korean J. Food. Sci. Technol. 48:430-436 (in Korean).

Kim, J.H., M.S. Roh, J.C. Dickens, A.K. Lee and J.K. Suh. 2014a. Volatiles emitted from single flower buds of a *Lilium longiflorum* × *L. callosum* interspecific hybrid and its parents. Hort. Environ. Biotechnol. 55:410-414.

Kim, J.M. 2017. Flavored oil components in the leaves of *Chrysanthemum zawadskii*. J. East. Asian Soc. Diet. Life 27:676-683 (in Korean).

Kim, J.S., H.Y. Jung, E.Y. Park and B.S. Noh. 2016. Flavor analysis of commercial Korean distilled spirits using an electronic nose and electronic tongue. Korean J. Food Sci. Technol. 48:117-121 (in Korean).

Kim, K.H., A.H. Kim, J.K. Lee, M.S. Chun and B.S. Noh. 2014b. Analysis of flavor pattern of various coffee beans using electronic nose. Korean J. Food Sci. Technol. 46:1-6 (in Korean).

Kim, S.Y., H. R. An, P.M. Park, S.Y. Baek, O.K. Gwo, S.Y. Park and P.H. Park. 2016. Analysis of floral scent patterns in

flowering stages and floral organs of *Maxillaria* using an electronic nose. Flower Res. J. 24: 171-180 (in Korean).

Kim, S.Y., R.Y. Mummadireddy, H.R. An, P.M. Park, S.Y. Lee, S.Y. Park and P.H. Park. 2019. Floral volatile compound accumulation and gene expression analysis of *Maxillaria tenuifolia*. Korean J. Hort. Sci. Technol. 37:756-766.

Kim, Y.J., H.R. An, P.M. Park, S.Y. Lee and P.H. Park. 2020. Breeding of a medium-sized and fragrant *Cymbidium* 'Aroma Pink'. Korean Flower Res. J. 28:353-358 (in Korean).

Kumar, A., V. Khajuria and S. Aggarwal. 2012. Secondary metabolites of *Mentha arvensis* and their biological activities. Anal. Lett. 2:373-400.

Lee, Y.S., Y.H. Lee, S.H. Lim, G.W. Park, S.Y. Choi, H.J Hong and J.A. Ko. 2013. Volatile compounds and ultrastructure of petal epidermal cells according to scent intensity in *Rosa hybrida*. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 31:590-597 (in Korean).

Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs (MAFRA). 2020. 2019 Annual Report of Floriculture Cultivation. Sejong, Korea.

Murase, T., K. Misawa, S. Haramizu, Y. Minegishi and T. Hase. 2010. Nootkatone, a characteristic constituent of grapefruit, stimulates energy metabolism and prevents diet-induced obesity by activating AMPK. Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. 299:266-275.

Omata, A., S. Nakamura, K. Yomogida, K. Moriai, Y. Ichikawa and I. Watanabe. 1990. Volatile components of TO-YO-RAN flowers (*Cymbidium faberi* and *Cymbidium virescens*). Agric. BioI. Chem. 54:1029-1033.

Park, P.H., M.S. Kim, Y.R. Lee, P.M. Park, D.S. Lee. 2014. Fragrance pattern analysis of major floriculture crops using electronic nose. Flower Res. J. 22:235-239 (in Korean).

Ramya, M., S.H. Jang, H.R. An, S.Y. Lee, P.M. Park and P.H. Park. 2020. Volatile organic compounds from orchids: From synthesis and function to gene regulation. Int. J. Mol. Sci. 21: 1160.

Ramya, M., S.Y. Lee, H.R. An, P.M. Park, N.S. Kim and P.H. Park. 2019. MYB1 transcription factor regulation through floral scent in *Cymbidium* cultivar 'Sael Bit'. Phytochem. Lett. 32:181-187.

Singh, A.K., V.K. Raina, A.A. Naqvi, N.K. Patra, B. Kumar, P. Ram and S.P.S. Khanuja. 2005. Essential oil composition and chemoarrays of menthol mint (*Metntha arvensis* L. f. *piperascens* Malinvaud ex. Holmes) cultivars. Flavour Fragr. J. 20: 302-305.

Song, H.S., Y.H. Park and D.G. Moon. 2005. Volatile flavor properties of hallabong grown in open field and green house by GC/GC.MS and sensory evaluation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34:1239-1245 (in Korean).

Suh, Y.S., S.H. Lee, Y.Shang, W.J. Lee. 2015. Effects of roasting conditions on the physicochemical properties of *Coffea arabica* beans. Korean J. Food Preserv. 22:690-698 (in Korean).

Theis, N. 2006. Fragrance of Canada thistle (*Cirsumm arvense*) attracts both floral herbivores and pollinators. J. Chem. Ecol. 32:917-927.

Watanabe, I., T. Yanai, K.I. Awano, K. Kogami and K. Hayashi. 1983. Volatile components of zinchoge flower (*Daphne odora* Thunb.). Agric. Bioi. Chem. 47:483-490.

Wilson, A.D. and M. Baietto. 2009. Applications and advances in electronic-nose technologies. Sensors 9:5099-5148.

Wisniewska, P., M. Sliwinska, J. Namiesnik, W. Wardencki and T. Dymerski. 2016. The verification of the usefulness of electronic nose based on ultra-fast gas chromatography and four different chemometric methods for rapid analysis of spirit beverages. J. Anal. Methods Chem. 2016:8763436. doi: 10.1155/2016/8763436.

Yu, H., J. Wag, C. Yao, H.M. Zhang and Y. Yu. 2008. Quality grade identification of green tea using E-nose by CA ad ANN. Lebensm. Wiss. Technol. 41:1268-1273.

(Received 4 November 2021 ; Revised 4 March 2022 ; Accepted 14 March 2022)