

Comparative Analysis of Petal during Blooming Period Aroma Constituents in Tree Peony with Different Colors

Shuang Liu¹, Hong-Yan Shen¹, Jinbao Liu¹, Hongyu Wu¹, Dongsheng Gao^{1,2},
Cuiying Zhu^{1*}, Xiling Fu^{1,2*}

¹College of Horticulture Science and Engineering of Shandong Agricultural University, Taian Shandong

²State Key Laboratory of Crop Biology, Taian Shandong

Email: 17863801022@163.com, ¹chunying196217@163.com, ¹luckypipi@163.com

Received: Jul. 20th, 2019; accepted: Jul. 30th, 2019; published: Aug. 6th, 2019

Abstract

In order to analyze the types and contents of aroma components in the petals of peony with different colors at full flowering stage, five peony cultivars, "Sai Xue Ta", "Zhao fen", "Zhi Hong", "Ge Jin Zi", "Chu Wu", were used as experimental materials. The complete petals at full flowering stage were measured by headspace solid phase (HS-SPME) combined with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The aroma components were determined. The results showed that alcohols, terpenes and alkanes were the main aroma components in the petals of peony at full flowering stage. The total relative contents of the three components in pink peony cultivar "Zhao Fen" was 79.96%, and that in white peony cultivar "Sai Xue Ta" was the smallest, which also reached 42.61%. Among them, the main aroma components of the white variety "Sai Xue Ta" are alcohols and alkanes; the majority of the pink variety "Zhao Fen" is mainly terpenes and alcohols; the light red variety "Zhi Hong" is mainly alcohols and alkanes; the purple variety "Ge Jin Zi" is mainly alkanes; and the dark red variety "Chu Wu" is mainly alcohols.

Keywords

Different Colors, Tree Peony, Petals during Blooming Period, Aroma Constituents, HS-SPME

不同花色牡丹盛花期花瓣香气成分分析

刘爽¹, 沈红艳¹, 刘金宝¹, 武红玉¹, 高东升^{1,2}, 朱翠英^{1*}, 付喜玲^{1,2*}

¹山东农业大学园艺科学与工程学院, 山东 泰安

²作物生物学国家重点实验室, 山东 泰安

Email: 17863801022@163.com, ¹chunying196217@163.com, ¹luckypipi@163.com

*通讯作者。

摘要

为分析不同花色牡丹盛花期花瓣香气成分种类及其含量,以“赛雪塔”、“赵粉”、“脂红”、“葛巾紫”、“初乌”5个牡丹品种,盛花期的完整花瓣为实验材料,采用顶空固相(HS-SPME)结合气相色谱-质谱(GC-MS)联用技术测定出其香气成分。结果表明:盛花期牡丹花瓣的花香成分中以醇类、萜烯类和烷烃类为主,粉色牡丹品种“赵粉”中三者相对含量之和达到79.96%,白色牡丹品种“赛雪塔”中三者相对含量之和最小,也达到了42.61%。其中白色品种“赛雪塔”以醇类、烷烃类为主,粉色品种“赵粉”以萜烯类、醇类居多,淡红色品种“脂红”以醇类、烷烃类为主,紫色品种“葛巾紫”以烷烃类为主,深红品种“初乌”以醇类为主。

关键词

不同花色,牡丹,盛花期花瓣,香气成分,顶空固相微萃取

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

牡丹(*Paeonia suffrutcosa* Andr.)芍药科芍药属植物,是我国特有的木本名贵花卉,其花色艳丽、雍容华贵、芳香浓郁,有“国色天香”的美誉,具有重要的观赏、药用及食用的价值[1]。对于盛花期的牡丹,除颜色艳丽外,气味芳香是其一大特点,花瓣也可以做成牡丹糕、牡丹饼等美食,甚至可以酿成牡丹酒,这些产品均有浓郁的牡丹花香。自然界花卉的芳香,大多能使人神经放松,身心愉快。花卉做成香料具有杀菌防腐,芳香治疗等作用[2]。对于牡丹香气成分,周海梅等[3]采用固相微萃取-气相色谱-质谱(SPME-GC-MS)分析了10种不同牡丹品种的挥发性成分,结果检测出34种成分,以烷烃和烯烃为主,兼有少量醇类、酯类和醛类。张静等[4]分析了不同品种牡丹花瓣香气成分,结果表明醇类和萜类相对含量较高,不同品种牡丹各自特有的香气成分差异比较大。目前对于不同品种牡丹香气成分的研究较多,不同花器官的香气成分分析也有进展,但是对于不同时期、不同花色牡丹香气的成分研究较少。牡丹花瓣香气在盛花期最为浓郁,从嗅觉初步判断不同花色牡丹花瓣的香味不相同,本次实验选择“赛雪塔”、“赵粉”、“脂红”、“葛巾紫”、“初乌”5种不同花色牡丹的盛花期花瓣作为实验材料,采用SPME-GC-MS测定花瓣的香气成分,以期对牡丹鲜花进一步开发利用提供更多、更准确的科学依据,推动牡丹产业的发展。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

供试材料8年生牡丹植株,种植于泰山牡丹文化产业园,分别为“赛雪塔”(*Paeonia sect. Moutan* “Sai Xue Ta”)、“赵粉”(*Paeonia sect. Moutan* “Zhao Fen”)、“脂红”(*Paeonia sect. Moutan* “Zhi Hong”)、“葛巾紫”(*Paeonia sect. Moutan* “Ge Jin Zi”)、“初乌”(*Paeonia sect. Moutan* “Chu Wu”)5个不同花色牡丹品

种, 花色由浅到深(见图 1)。于常规管理、长势一致的各个品种盛花期晴天上午 8:00~9:00 采集材料, 每种花色牡丹采 4 朵花, 保证每朵花有 6 片以上花瓣, 混装于自封保鲜袋内编号: 品种 - N, 将自封袋置于 5℃冰盒内保鲜处理, 并迅速带回实验室[5]。每个品种用同一方式采集花朵 3 次, 作 3 次重复, 即每品种采花朵 12 朵, 每 4 朵为一组, 共 3 组。实验材料均采自泰山牡丹文化产业园, 为减小误差, 采集及处理均由同一人完成。

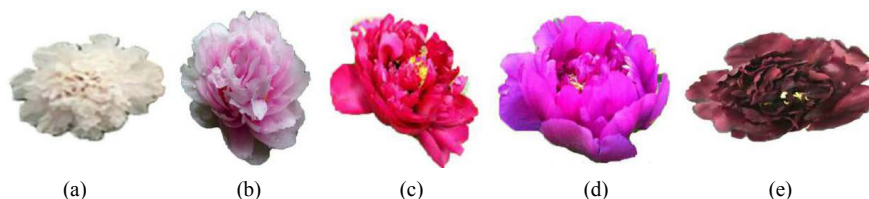


Figure 1. Peony Varieties with Different Colors. (a) “Sai Xue Ta”, (b) “Zhao Fen”, (c) “Zhi Hong”, (d) “Ge Jin Zi”, (e) “Chu Wu”

图 1. 不同花色牡丹品种。(a) “赛雪塔”, (b) “赵粉”, (c) “脂红”, (d) “葛巾紫”, (e) “初乌”

2.2. GC-MS 测定牡丹香气

香气成分在山东农业大学园艺科学与工程学院中心实验室测定。参考相关文献, 每种花色牡丹样品花瓣准确称取 10 g 置于 100 mL 锥形瓶中, 密封平衡 10 min, 40℃恒温加热平衡后, 用老化后的 50/30 μm PDMS/DVB/CAR 萃取纤维头插入样品瓶顶空部分, 于 40℃吸附 30 min, 吸附后的萃取头取出后插入气相色谱进样口, 于 210℃解吸 3 min, GC-MS 分析仪器为日本岛津公司 GC-MS QP2010Plus 气相色谱 - 质谱联用仪, 每种样品重复测定两次。

色谱柱为 Ptx-5MS 型弹性石英毛细管柱(30 m × 0.32 mm × 0.25 μm), 程序性升温, 进样温度 250℃; 柱温起始温度 40℃, 保留 2 min, 以 6℃·min⁻¹ 升至 120℃, 以 10℃·min⁻¹ 保留 5 min。载气为 He (99.999%), 不分流, 恒流 2.71 mL·min⁻¹, 检测器温度 230℃。质谱条件: GC-MS 接口温度 230℃, 电离方式 EI+, 电子能量 70 eV, 离子源温度 200℃, 电流 200 μA, 扫描质量范围 45~400 amu [6]。

挥发性成分经 GC-MS 分析总离子色谱图(TIC)后, 用气相色谱 - 质谱 - 计算机联用仪进行分析鉴定。经计算机检索同时与质谱库对比分析, 参考相关文献进行人工图谱分析, 确定香气化学成分。本次实验采用目前广泛应用并被国际认可的保留指数定性方法来辅佐质谱检索定性, 可以有效的区分并定性牡丹挥发性成分中的同分异构体。在使用保留指数进行定性分析时, 实验计算值和文献报道值会存在差异, 一般以 1%作为检索尺度。质谱检索和保留指数相结合的二维定性是一种可信度较高的定性方法。运用峰面积归一法, 求得各成分相对含量。

3. 结果与分析

3.1. 香气成分

根据不同花色牡丹花瓣的总离子流色谱(TIC) (图 2), 经计算机谱库检索及资料分析, 检测出的香气成分种类及其含量见表 1。

根据 5 种不同花色牡丹花瓣的香气成分总离子流图(图 2), 经组分谱库检索和相关资料分析, 初步得出盛花期牡丹花瓣香气成分主要以醇类、萜烯类和烷烃类为主, 其中在粉色牡丹品种“赵粉”中醇类、萜烯类、烷烃类共同的相对含量占到 79.96%, 这三者相对含量最低在白色品种“赛雪塔”中也占到 42.61%。但不同花色花瓣香气成分物质的种类与含量有较大差异。

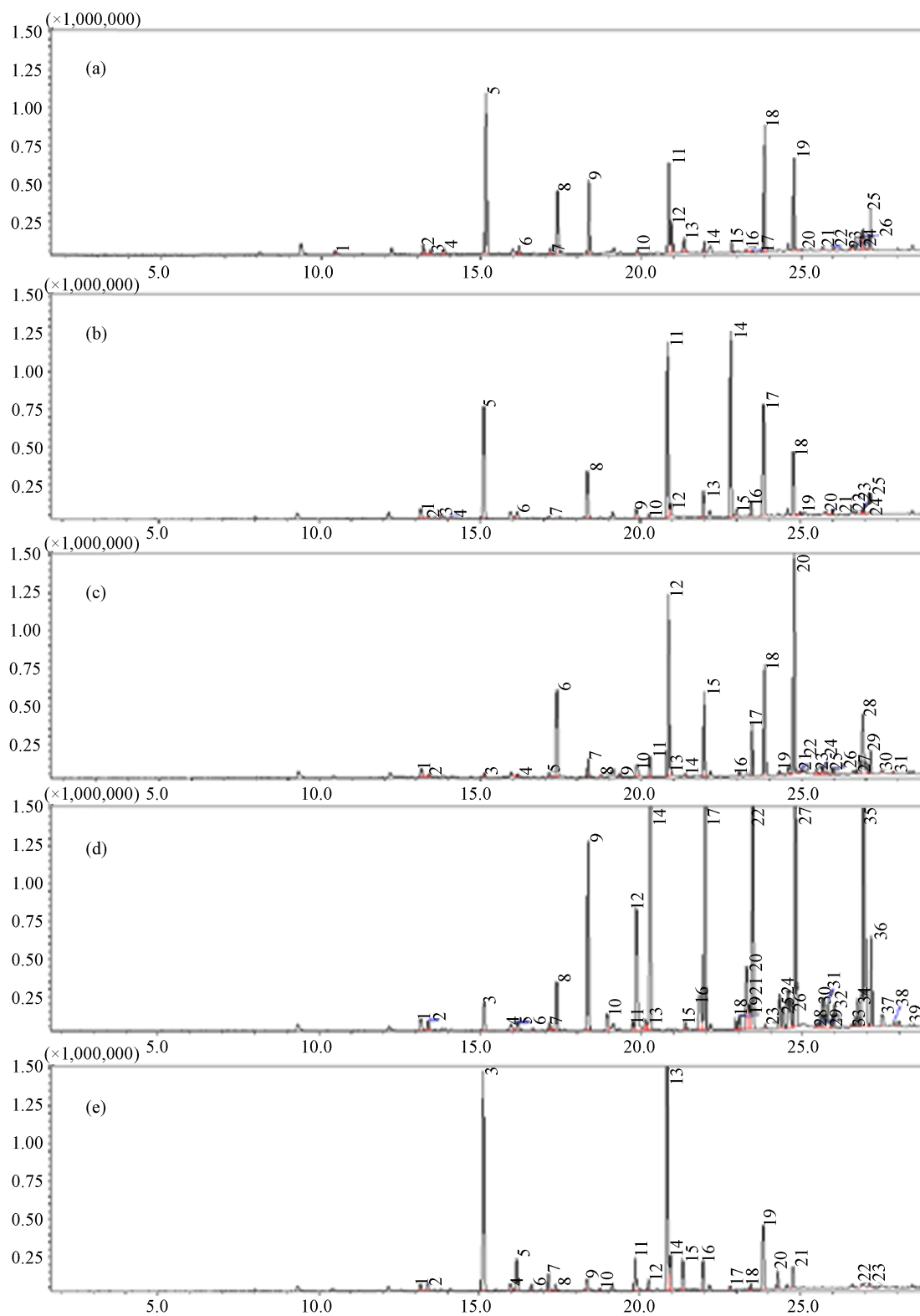


Figure 2. GC-MS Total Ion Flow Chromatography (TIC) of Aroma Components of Peony with Different Colors. (a) “Sai Xue Ta”, (b) “Zhao Fen”, (c) “Zhi Hong”, (d) “Ge Jin Zi”, (e) “Chu Wu”

图 2. 不同花色牡丹香气成分 GC-MS 总离子流色谱图(TIC)。(a) “赛雪塔”，(b) “赵粉”，(c) “脂红”，(d) “葛巾紫”，(e) “初乌”

Table 1. Aroma components and their contents in different colors petal of full blooming peony
表 1. 不同花色牡丹盛花期花瓣香气成分及其含量

	化合物	Compounds	赛雪塔	赵粉	脂红	葛巾紫	初乌	
醇类	反式-3-己烯-1-醇	3-Hexen-1-ol,(E)-	1.30	1.42	1.09	-	-	
	1-己醇	1-Hexanol	0.45	0.47	0.55	0.38	-	
	4-甲基-2-己醇	4-Methyl-2-hexanol	-	0.27	-	-	-	
	橙花醇	2,6-Octadien-1-ol,3,7-dimethyl-,(Z)-	-	1.45	0.25	--	-	
	顺-3-己烯-1-醇	3-Hexen-1-ol,(Z)-	-	-	-	0.49	1.06	
	2,6-辛二烯-1-醇	2,6-Octadien-1-ol	3.55	-	-	-	3.71	
	顺式-7-十四烯-1-醇	Cis-7-Tetradecen-1-ol	-	-	-	2.52	-	
	3-甲基-1-丁醇	1-Butanol,3-methyl-	0.44	-	-	-	-	
	香茅醇	Citron ellol	10.89	21.37	19.43	-	29.71	
	香叶醇	Geraniol	1.91	-	-	-	3.60	
	(+)- α -蒎烯	(1R)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene	-	14.82	-	1.07	-	
	月桂烯	.beta.-Myrcene	1.32	0.84	0.43	0.71	3.98	
	d-柠檬烯	D-Limonene	-	0.28	-	0.67	2.23	
	萜烯类	2,6-二甲基-2-反式-6-辛二烯	2,6-Octadiene,2,6-dimethyl-	-	20.93	-	-	-
3,7,1-三甲基-1,3,6,10-十二碳-四烯		alpha.-Farnesene	0.18	0.44	0.18	-	-	
1-十五烯		1-Pentadecene	1.52	0.48	-	-	-	
2,6-二甲基-2,4,6-辛三烯		2,4,6-Octatriene,2,6-dimethyl-,(E,E)	-	-	0.31	-	-	
水芹烯		.alpha.-Phellandrene	-	-	-	0.45	0.73	
石竹烯		Caryophyllene	-	-	-	1.07	1.82	
十八烯		1-Octadecene	-	-	-	0.68	-	
罗勒烯		Basil	8.35	-	9.60	-	0.88	
α -衣兰油烯 α -muurolene		Naphthalene,1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methyl-ethyl)-	-	-	0.12	-	-	
芳香烃		1,3,5-三甲氧基苯	Benzene,1,3,5-trimethoxy	-	14.14	12.21	0.17	-
		1,4-二甲氧基苯	Benzene,1,4-dimethoxy-	0.42	-	-	-	4.99
醚类		对苯二甲醚	Benzene,1,4-dimethoxy-	-	1.43	1.78	5.86	-
酯类		顺-3,7-二甲基-2,6-辛二烯-1-醇乙酸酯	2,6-Octadien-1-ol,3,7-dimethyl-,acetate,(Z)-	-	0.75	-	0.26	-
烷烃类		化合物	Compounds	赛雪塔	赵粉	脂红	葛巾紫	初乌
	十一烷	Undecane	8.55	5.63	1.75	7.09	1.23	
	正十二烷	Dodecane	-	0.42	1.91	10.2	1.21	
	十三烷	Tridecane	1.15	2.62	7.96	13.9	2.82	
	十四烷	Tetradecane	0.19	1.46	4.53	8.38	0.62	
	十五烷	Pentadecane,	-	-	-	0.69	2.00	

Continued

	正十六烷	Hexadecane	-	0.58	0.54	0.70	-
	正十七烷	Heptadecane	9.86	6.48	2.22	2.95	0.39
	3-甲基十一烷	Undecane,3-methyl-	-	-	-	0.27	-
	2-甲基十二烷	Dodecane,2-methyl-	-	-	0.36	0.23	-
	2-甲基十五烷	Pentadecane,2-methyl-	-	-	-	0.64	-
	3-甲基十五烷	Pentadecane,3-methyl-	-	1.12	0.82	0.95	-
	3-甲基十七烷	Heptadecane,3-methyl	-	-	-	0.17	-
	双环[3.1.0]己烷	Bicyclo[3.1.0]hexane	-	-	-	-	0.86
炔	9-十八炔	9-Octadecyne	-	-	0.47	0.56	-
	甲氧基苯基脒	Oxime-,methoxy-pheny-	0.98	-	-	-	-
	3,7-二甲基-醋酸	3,7-dimethyl-,acetate	1.08	-	-	-	0.44
其他	2,4,6-三甲氧基酸	2,4,6-Trimethoxybenzoic acid	16.22	-	-	-	7.68
	芴	Fluorene	0.75	-	-	-	-
	(1S,8aR)-1-异丙基-4,7-二甲基-1,2,3,5,6,8a-六氢萘	Naphthalene1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-,(1S-cis)-	-	-	0.67	0.21	-

注: -未检出; Note: -Not detected

白色品种“赛雪塔”盛花期花瓣香气成分有 19 种,其中醇类 6 种,香茅醇相对含量最高,为 10.89%;萜烯类有 4 类,罗勒烯相对含量最高,为 8.35%;烷烃类有 4 种,占 20.79%,最多(图 3),其中正十七烷相对含量 9.86%;未检测到酯类、醚类、炔烃类成分;芳香烃 1,4-二甲氧基苯,相对含量仅为 0.42%;另外 2,4,6-三甲氧基酸相对含量较高为 16.22%(表 1)。初步确定“赛雪塔”香气来源主要为香茅醇、罗勒烯、正十七烷、2,4,6-三甲氧基酸(表 2)。

粉色品种“赵粉”的盛花期花瓣香气成分物质有 21 种,醇类 5 种,其中以香茅醇含量最高,为 21.37%;萜烯类 6 种,占 37.79%,含量最多(图 3),其中以 2,6-二甲基-2-反式-6-辛二烯相对含量最高,为 20.93%,烷烃类 7 种,以正十七烷相对含量最高,为 6.48%,其次为十一烷,为 5.63%;酯类仅有顺-3,7-二甲基-2,6-辛二烯-1-醇乙酸酯,相对含量为 0.75%;醚类仅有对苯二甲醚相对含量为 1.43%;芳香烃类为 1,3,5-三甲氧基苯,相对含量为 14.14%(表 1)。因此,初步判定香茅醇、2,6-二甲基-2-反式-6-辛二烯、正十七烷、十一烷、1,3,5-三甲氧基苯为“赵粉”花瓣香气的主要来源(表 2)。

淡红色品种“脂红”的盛花期花瓣香气成分物质有 21 种,其中醇类 4 种,占 21.32%,含量最多(图 3),其中以香茅醇含量最高,为 19.43%;萜烯类 4 种,稍次于醇类(图 3),其中以罗勒烯相对含量最高,为 9.6%;烷烃类 8 种,十三烷相对含量最大,为 7.96%;未检测到酯类物质;炔烃类为 9-十八炔,但相对含量仅为 0.47%;醚类对苯二甲醚,相对含量为 1.78%;芳香炔类,1,3,5-三甲氧基苯相对含量较高,为 12.21%;另外含有其他物质相对含量较低(表 1)。初步判定香茅醇、罗勒烯、十三烷、1,3,5-三甲氧基苯为“脂红”花瓣香气的主要来源(表 2)。

紫色品种“葛巾紫”的盛花期花瓣香气成分物质种类最多,有 26 种。醇类共 3 种,占 3.39%(图 3),顺式-7-十四烯-1-醇相对含量最高,为 2.52%;萜烯类共 6 种,石竹烯和(+)- α -蒎烯相对含量相同且最高,

均为 1.07%；烷烃类 12 种，十三烷相对含量最高，为 13.9%，烷烃类含量明显高于其他成分，占 45.92%；醚类对苯二甲醚相对含量 5.86%；其他成分相对含量较低(表 1)。烷烃类含量特别高，相对总含量达到 45.92%，初步判定“葛巾紫”香气主要源于烷烃类以及一部分醚类(表 2)。

Table 2. Classification statistics of aroma components of peony varieties with different colors

表 2. 不同花色牡丹花香气成分的分类统计

类别	赛雪塔	赵粉	脂红	葛巾紫	初乌
醇类	18.1	24.98	21.32	3.39	38.08
萜烯类	3.72	37.79	10.64	4.65	9.64
烷烃类	20.79	17.19	20.09	45.92	9.13
酯类	0.26	0.75	-	-	-
炔烃类	-	-	0.47	0.56	-
芳香烃类	0.42	14.14	12.21	0.17	4.99
醚类	-	1.43	1.78	5.86	-
其他	19.03	-	0.79	0.21	8.12

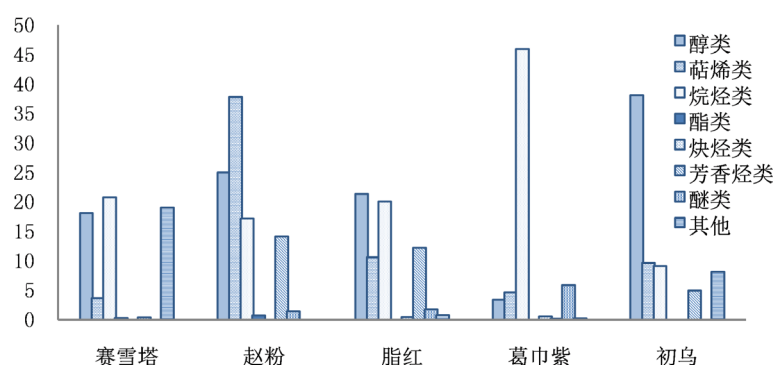


Figure 3. Content of main aroma components in peony varieties with different colors

图 3. 不同颜色牡丹品种香气主要成分含量

深红品种“初乌”的盛花期花瓣香气成分物质共 19 种，醇类 4 种，含量最高(图 3)，占 38.08%，其中香茅醇相对含量最高，为 29.71%；萜烯类 4 种，月桂烯相对含量最高，为 3.98%；烷烃类 7 种，十三烷相对含量为 2.82%；芳香烃类 1,4-二甲氧基苯相对含量 4.99%；2,4,6-三甲氧基苯相对含量 7.68%，其他成分含量较少(表 1)。初步判定香茅醇为“初乌”香气主要来源(表 1 和表 2)。

3.2. 不同花色牡丹花香气成分的分类

在本实验的 5 种不同花色牡丹中，醇类含量最高的为深红品种“初乌”，在除紫色品种“葛巾紫”外的其他 3 个花色品种中含量也较高；萜烯类含量最高的为粉色品种“赵粉”，且含量明显高于其他品种；烷烃类含量最高的为紫色品种“葛巾紫”，含量亦明显高于其他品种；酯类和炔烃类含量在各个品种中含量都较少；芳香烃类含量较高的为粉色品种“赵粉”和淡红色品种“脂红”；醚类在各个品种中相对含量较少，其中较多的为紫色品种“葛巾紫”；其他成分含量较多的是白色品种“赛雪塔”(图 4)。

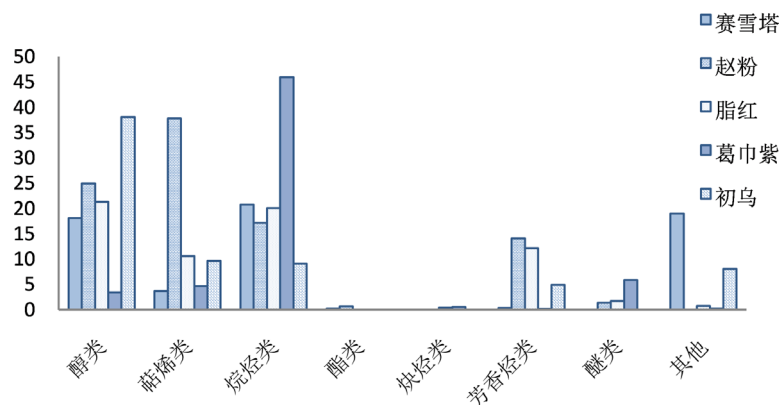


Figure 4. Distribution of different aroma components in peony varieties with different colors

图 4. 不同香气成分在不同颜色牡丹品种中的分布

4. 讨论

花瓣是花香挥发物合成及释放的主要部位[7], 花的特征芳香气味随花瓣的展开在开花期显现出来[8]。李莹莹等[8]在 4 种牡丹品种盛花期花瓣中检测到 38 种挥发性成分, 主要为烷烃类和萜烯类; 黄雪等[9]在 2 个芍药品种的 4 个时期共检测到 53 种花香成分, “贵妃出浴”主要有萜烯类和醇类, “大富贵”主要为醇类酯类和芳香烃类。本次实验采取的顶空固相微萃取方法, 将 5 种不同花色的盛花期牡丹花瓣中的香气成分进行了检测分析, 各花色采集的鲜花立即取花瓣保鲜处理。最后结果表明不同花色牡丹盛花期香气成分, 以醇类、萜烯类和烷烃类为主, 结果与前人的研究结论相似, 说明此类物质与盛花期牡丹花香浓郁有密切联系。在本实验中, 香茅醇、罗勒烯、2,6-二甲基-2-反式-6-辛二烯、正十二烷、十三烷、正十七烷和 1,3,5-三甲氧基苯等, 可能为牡丹的主要特征香气成分。

不同花色牡丹的香气成分种类和含量有较大差异, 醇类在淡色牡丹花瓣中的相对含量较高, 在紫色品种“葛巾紫”花瓣香气中醇类相对含量很低, 但在深红品种“初乌”花瓣香气中醇类相对含量很高, 一般颜色越淡嗅觉判断香气越浓郁可能与此有关; 萜烯类在粉色牡丹“赵粉”花瓣香气中的含量极高, 在其他花色牡丹花瓣香气中相对含量又很低; 烷烃类在紫色品种“葛巾紫”中成分相对含量极高。所以不同花色品种同一时期花瓣花香成分相对含量有较大差异。

挥发性化合物的提取是进行花香鉴定的前提, 采用顶空固相微萃取法采集花香成分, 能很好地检测和分析整个花冠的花香气味[10], 此次实验用此法测得牡丹花瓣花香成分。鲜花采样后会产生一定的生理生化应激反应, 可能会干扰到香气成分的合成机制与正常释放, 可能会造成某些花瓣香气的花香成分散失, 也可能提取出活体植物不能自然散发出的物质, 或者有些物质在花瓣离体后便散发不出的物质[11]。目前较先进的方法是采用动态顶空套袋吸附采集法, 进行活体动态采样, 但是由于实验条件限制未能采用此法, 在以后的实验中可加改进。本次试验已经较准确地测得相关的数据, 得出相应的结论, 希望能为牡丹产业的发展提供一定理论依据。

参考文献

- [1] 王娟. 外源一氧化氮对温室牡丹花瓣挥发性成分的影响[J]. 核农学报, 2014, 28(9): 1728-1735.
- [2] 高献礼, 李超. 植物香料提取技术的研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2006(6): 135-138.
- [3] 周海梅, 戚军超, 董苗菊, 李朴, 马锦琦. 固相微萃取-气相色谱-质谱分析牡丹花的挥发成分[J]. 化学分析计量, 2008, 17(3): 21-23.

- [4] 张静, 周小婷, 胡立盼, 邹志荣. SPME-GC-MS 测定不同品种牡丹挥发性物质成分分析[J]. 西北农林学报, 2013, 28(4): 136-143.
- [5] 宋朝伟, 于晓南. 2 个芍药品种不同花器官香气成分分析[J]. 北京林业大学学报, 2017, 39(2): 92-99.
- [6] 朱翠英, 付喜玲, 肖伟, 陈修德, 李玲, 王超, 高东升. 不同栽培环境下桃果实香气成分的比较分析[J]. 农业科学, 2015, 5(5): 167-174.
- [7] 向林, 陈龙清. 花香的基因工程研究进展[J]. 中国农业科学, 2009, 42(6): 2076-2084.
- [8] Schade, F., Legge, R.L. and Thompson, J.E. (2001) Fragrance Volatiles of Developing and Senescing Carnation Flowers. *Phytochemistry*, **56**, 703-710. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00483-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00483-0)
- [9] 李莹莹, 徐谨, 郑成淑. 牡丹不同品种花瓣香气成分 SHS-GC-MS 分析[M]//张启翔. 中国观赏园艺研究进展. 北京: 中国林业出版社, 2011: 181-186.
- [10] 黄雪, 王超, 王晓涵, 孙宪芝, 郭先锋. 芍药“贵妃出浴”和“大富贵”花香成分初探[J]. 园艺学报, 2010, 37(5): 817-822.
- [11] Ishizaka, H., Yamada, H. and Sasaki, K. (2002) Volatile Compounds in the Flower of *Cyclamen persicum*, *C. purpurascens* and Their Hybrids. *Scientia Horticulturae*, **94**, 125-135. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(01\)00362-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(01)00362-4)

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org