新疆不同品种薰衣草精油特征香气成分及感官属性分析

黄梅桂[1]，李春阳[2]
（1. 南京林业大学轻工科学与工程学院，江苏南京 210037）
（2. 江苏省农业科学院农产品加工研究所，江苏南京 210014）

摘要：通过水蒸汽蒸馏法对新疆五种薰衣草花中精油进行提取，采用气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术对薰衣草精油中挥发性成分及特征香气成分进行了分析，并对其香气轮廓进行了感官评定。结果显示，五个品种的薰衣草精油（70-1、74262、杂花、法国兰、白花）中，70-1 精油含量最高，为 6.88%。经鉴定薰衣草精油中挥发性成分主要为萜烯类、酯类、醛类、酮类和醇类，其中白花精油中挥发性化合物种类最多，含量也最高，五种精油中挥发性物质含量差异最大的为萜烯类，分别为 17.15%、12.36%、16.33%、16.16%、20.48%；五种精油中特征香气成分如芳樟醇及乙酸芳樟酯等含量具有较大差异。通过感官分析发现 74262 精油中花香、酯香气最浓郁，五种精油中花香，酯香、凉气、油蜡气和萜气均有较大差异，其原因主要是由于品种以及所含有的挥发性物质存在差异。

关键词：薰衣草精油，挥发性成分，气相色谱-质谱联用技术
文章篇号：1673-9078(2014)12-255-262 DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.12.043

Characteristic Aroma Components and Sensory Properties Analysis in Different Types of Lavender Essential Oil from Xinjiang

HUANG Mei-gui[1], LI Chun-yang[2]
(1.School of Light Industry Science and Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)
(2.Institute of Ago-food Science and Technology, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract: Essential oils from five types of lavender flowers (namely 70-1, 74262, Miscellaneous flower, France blue, White flower) in Xinjiang were extracted by water vapor distillation. Volatile components and characteristics of aroma components in lavender essential oils were analyzed using gas chromatography- mass spectrometry (GC- MS), and the aroma profiles were investigated by sensory evaluation. Results showed that 70-1 oil had the highest content (6.88%) among five types of lavender essential oils. The volatile components in lavender essential oils were mainly terpenes, esters, alcohols, aldehydes and ketones. White flower essential oil had the highest kinds and content of volatile components. The biggest difference in volatile components was terpene, which the content of five types of essential oils was 17.15%, 12.36%, 16.33%, 16.16%, 16.33%, respectively. The content of characteristic aroma components in five types of lavender essential oils such as linalool and linalyl acetate, had significant difference. Essential oil of 74262 type had the strongest flower smell and ester aroma flavors. Therefore, the flavors as flower smell, ester aroma, chill, wax oil and terpene smell in five types of lavender essential oils presented the significant difference was mainly for the variety and volatile components.

Key words: lavender essential oil; volatile components; gas chromatography- mass spectrometry technology

薰衣草（*Lavandula angustifolia* Mill.）属唇形科薰衣草属，为多年生半阴性亚灌木植物[1]。新疆伊犁气候条件和土壤条件与法国普罗旺斯相似，非常适合薰衣草生长，目前伊犁薰衣草种植面积占全国的 90%以上，近年来多地区栽培薰衣草作为园林景观使用。薰衣草花、叶、茎全株香气浓郁柔和，无毒副作用，在食品工业和添加剂行业具有广泛的用途。现代研究表明[2]薰衣草精油还具有抗菌、抗焦虑、抗氧化、抗突变等功效，被广泛应用于食品、医药、化妆等领域。

从花卉中提取精油的方法主要有水蒸气蒸馏法、同时蒸馏萃取法、有机溶剂萃取法、超临界流体萃取法等[3]。有机溶剂萃取法虽具有萃取得率较高、成分完全等优点；但精油中易混有少量溶剂残留、需进一

收稿日期：2014-09-03
基金项目：国家自然科学基金（31401679），2012 年江苏省农业科技自主创新资金（项目编号：CX（12）3083）
作者简介：黄梅桂（1983-），女，博士，讲师，食品风味研究
通讯作者：李春阳（1966-），男，博士，研究员，营养与活性功能研究

步纯化。超临界流体萃取法为近年发展起来的新萃取技术，具有处理温度低、提取率高等优势，但设备较贵。水蒸气蒸馏法以设备简单、易操作、无化学试剂污染等优点得到广泛应用。近年来，对薰衣草的香气研究大多集中于分析花中芳香性挥发性成分，薰衣草精油中香气成分与功能活性成分与所含的挥发性成分可能具有直接联系，目前对挥发性成分的分析较为成熟的方法为气相色谱法(GC)或气相色谱-质谱联用(GC-MS)。有研究报道了不同薰衣草品种花的芳香性成分具有一定差异[4]，对不同品种间薰衣草精油液体的成分研究较少，目前尚未见薰衣草精油的感官分析报道。本文采用水蒸汽蒸馏法对伊犁州农业科学研究所培育的五个薰衣草新品种的花中精油进行提取，利用气相-质谱联用仪(GC-MS)分析精油中的挥发性成分，结合感官评定分析薰衣草精油的感官香气轮廓，为今后新疆薰衣草的综合利用及产业的持续发展提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 原料

原料为薰衣草干花穗，由伊犁州农业科学研究所提供。

1.2 主要仪器设备

电热套，亚荣仪器有限公司。Finnigan Trace GC /MS 气相色谱质谱联用仪，美国 Finnigan 公司。

1.3 实验方法

1.3.1 薰衣草精油的提取

参照《中华人民共和国药典》附录中挥发油测定法提取薰衣草挥发油[5]。称取薰衣草干花50 g，粉碎后过80~120目筛后放入3000 mL烧瓶中，加入750 mL蒸馏水浸泡12 h，连接挥发油测定器和回流冷凝管，置于电热套中缓缓加热至沸，并保持微沸4 h后停止加热，放置1 h以上。得到具有浓郁薰衣草香气微黄色澄清挥发油，以无水硫酸钠干燥过滤，存放在4 ℃下，待GC/MS分析。

1.3.2 薰衣草精油的香气评定

参照GB/T14454.2-2008中香料香气评定法[6]进行，选取8位专业感官评定人员，年龄在23~49岁，评析前进行薰衣草香气培训，将样品按3位数编码后根据薰衣草精油香韵(花香，酯香、凉气、油蜡气和萜气)进行感官评定。将辨香纸浸入薰衣草精油样品中1 cm，在容器口把多余的料液刮掉，辨香纸距离鼻子保持2 cm评析，采用描述性分析法进行评价，打分标准为1~10分。每组样品进行3轮蘸取和评析。

1.3.3 薰衣草精油的挥发性成分分析

采取直接进样方式对挥发性成分进行测定，气相色谱条件：采用DB-WAX毛细管柱（L.D为30 m×0.25 mm，液膜厚度为0.25 μm），载气为氦气，流速为1.8 mL/min。色谱柱起始柱温为45 ℃，保持2 min，以10 ℃/min升到80 ℃，然后以5 ℃/min升到230 ℃，保持5 min。进样口温度250 ℃，无分流进样，检测器温度为：230 ℃。

质谱条件：电离方式为EV，电子能量70 eV，载气为He，灯丝发射电流为200 μA，离子源温度为250 ℃，接口温度为250 ℃，扫描质量范围为35~450 m/z。

挥发性化合物的定性：将样品挥发性化合物的气相色谱(GC)谱图中洗脱峰的质谱与 Willey library（l0.7万种化合物，Hewlett-packard Co.）和 NIST library（32万种化合物，Hewlert- packard Co.）数据库中已知化合物的质谱数据进行比较和匹配，选取化合物的鉴定原则为相似度（SI）高于 800（最大值为 1000）。同时比较文献化合物的保留指数（Retention Index，RI），以正构烷烃混合物（C6~C26）为标准，在相同的色谱条件下进行 GC-MS 分析并根据公式（1）计算待测化合物 x 的保留指数。

$$RI = 100*\left[n+\frac{t'_r(X)-t'_r(C_n)}{t'_r(C_{n+1})-t'_r(C_n)}\right] \quad (1)$$

注：RI-保留指数；$t'_r(x)$-待测化合物x的调整保留时间；$t'_r(C_n)$-碳原子数为n的正构烷烃调整保留时间；$t'_r(C_{n+1})$-碳原子数为n+1的正构烷烃调整保留时间；n-碳原子数

2 结果与讨论

2.1 薰衣草精油含量比较

经水蒸汽蒸馏得到五种薰衣草精油，含量如图 1 所示。

五种薰衣草精油含量差异较大，按含量高低顺序为：70-1（6.88%±0.88）<法国兰（6.13%±0.13）<74262（5.75%±0.35）<杂花（5.58%±0.03）<白花（5.25%±0.25）（n=3）。可见，薰衣草精油含量因品种差异而具有较大差异。尽管在提取的过程中，不同的提取方法可能会导致薰衣草精油含量不同，但是其根本原因是由于基因的不同[7]。

2.2 精油感官评定

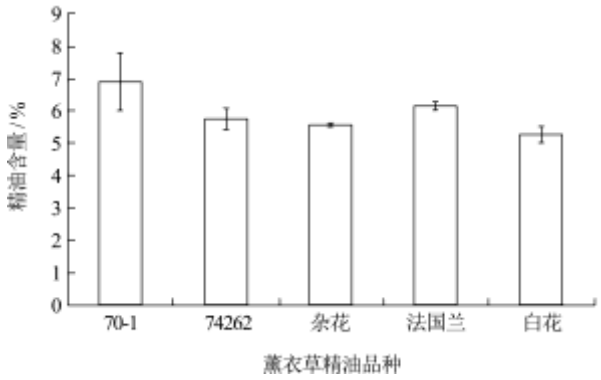


图 1 五种薰衣草精油含量分析

Fig.1 Content of five Lavender essential oils

经水蒸汽蒸馏法提取的薰衣草精油为一种微黄色澄清油状液体，总体香气纯正，具有薰衣草花朵的特征花香。根据薰衣草精油香韵，按花香，酯香、凉气、油蜡气和萜气进行感官评定结果如图2所示。

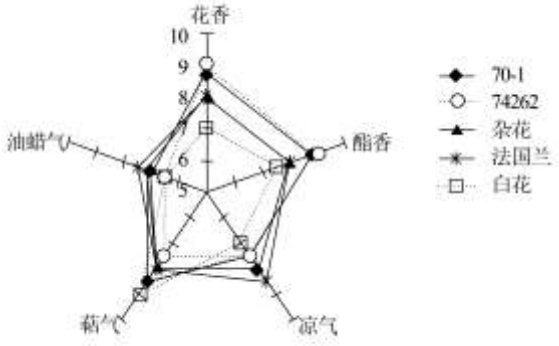


图 2 五种薰衣草精油感官香气轮廓图

Fig.2 Sensory aroma profile of five Lavender essential oils

从图 2 可以看出，五种薰衣草精油的感官香气差异较大，精油 74262 花香和酯香最浓郁，其次为 70-1，白花的花香和酯香均最弱。这主要与精油中的挥发性成分有关，花香主要由具有清甜花香的橙花醇、香叶醇、乙酸香叶酯等物质体现，酯香主要由芳樟醇和乙酸芳樟酯等物质体现，在嗅感上具有玫瑰木样清香。法国兰精油的凉气即爽感最强，杂花次之，白花最弱。凉气主要是从龙脑、桉叶素等发出的清凉气息。感官香气轮廓中，法国兰精油中油腊气最强，主要来自脂肪族的醇、酯、酮等化合物的油腊气息。对于萜气而言，白花精油萜气最强，其次为 70-1，74262 精油最弱。萜气主要来由萜烯化合物产生的，如罗勒烯、月桂烯、松油烯、水芹烯（主要表现为松油气）等。薰衣草精油中感官香气的差异主要由品种以及所含有的挥发性物质差异引起[8]。

2.3 薰衣草精油的挥发性成分分析

采用 GC-MS 法分析检测五种薰衣草精油中挥发性成分，总离子流图如图 3 所示。经计算机质谱数据库检索与标准谱图解析并对照参考文献，挥发性成分组成及相对含量见表 1。从五个品种精油（70-1、74262、杂花、法国兰、白花）中分别鉴定出化合物 58 种、60 种、60 种、59 种、61 种挥发性成分，其中萜烯类（27 种）、酯类（16 种）、醛类（3 种）、酮类（6 种）、醇类（25 种），化合物总体数目上差异不大，但不同品种精油中化合物具体含量差异较大，如表 1 所示。

五种精油中挥发性含量差异最大的为萜烯类，分别为17.15%、12.36%、16.33%、16.16%、20.48%。萜烯类物质对精油的香气具有重要贡献。白花品种中化合物种类最多，含量也含量最高。对个体香气成分而言，相对含量较高的化合物有反式石竹烯、顺式金合欢烯、反式罗勒烯、反式石竹烯、石竹烯、大根香叶烯。一些化合物在五个品种中含量差异甚大，有的甚至未检出，如3-蒈烯在白花品种中含量为0.07%，而在其他四个品种中未检出；具有草香、花香并伴有橙花油气息的罗勒烯在74262中含量达1.56%，但在其他四个品种中未检出；α-蒎烯在74262种未检出，但在其它四个品种中含量均高达1.61%以上，这些萜烯类化合物主要表现为薰衣草精油的萜气。

酯类是五种精油中挥发性含量差异也较大，酯类物质主要体现出花香如玫瑰香、木香、清香等香气。74262中酯类含量最高，为45.77%，其次为法国兰（42.55%），杂花中酯类物质含量仅次于法国兰（42.08%）、白花中酯类种类最多，但含量却最低（37.78%）。几种化合物在五个品种中均有较高含量，如乙酸芳樟酯、橙花乙酸酯、乙酸香叶酯及丙酸叶醇酯。少数化合物如2-辛醇乙酸酯在白花中含量较高，为0.11%，而在其它四种未检出。甲酸异龙脑酯也有类似现象，在74262中含量为0.06%，而在其它四种也未检出。个体成分的不同往往会赋予精油不同的属性，从而使薰衣草精油具有不同的用途，如樟脑含量较高的薰衣草精油可用于杀虫剂而不能用于香料工业，74262种樟脑含量为0.15%，低于70-1（0.29%），杂花、法国兰、白花中樟脑含量也相对较低分别为0.21%、0.22%、0.23%。

五种精油中除萜烯类和酯类物质存在较大差异外，酮类含量也存在差异，按含量高低依次排序为白花（1.91%）<法国兰（1.30%）<杂花（1.27%）<70-1（1.22%）<74262（0.91%）。2, 5-二甲基-2-(1-甲基乙基)环己酮仅在法国兰中检出；3-辛酮仅在法国兰中未检出；丙酮仅在 74262 精油中检出。醇类和醛类含量整体相差不大。但五种精油的个体化合物也存在差异，如 3-辛醇仅在白花精油中检出；全反式金合欢醇、三甘醇和 4-(1-甲基乙基)苯甲醛只在 74262 精油中检出，

11-十六炔-1-醇仅在白花中检出。由此可见，不同品种的薰衣草精油成分及组分含量有很大差异，与文献报道一致[9]。

表 1 五种薰衣草精油挥发性成分种类及含量比较

Table 1 Volatile compound in kinds and content of five Lavender essential oils

化合物类别	保留时间	鉴定标准p	Kovats指数	化合物		峰面积q相对含量/%				
				中文名	英文名	70-1	74262	杂花	法国兰	白花
醛类	1.86	A	606	乙醛	Acetaldehyde	0.16	0.38	0.12	0.13	0.11
	19.98	A	1778	4-(1-甲基乙基)苯甲醛	Benzaldehyde, 4-(1-methylethyl)-	/	0.13	/	/	/
	19.99	A	1779	2-甲基-3-苯基丙醛	2-Methyl-3-phenyl-propanal	0.12	/	0.22	0.24	0.28
合计						0.28	0.51	0.34	0.37	0.39
酮类	2.33	A	815	丙酮	Acetone	/	0.09	/	/	0
	8.38	AD	1258	3-辛酮	3-Octanone	0.20	0.04	0.13	/	0.52
	17.64	A	1673	4-(1-甲基乙基)-2-环己烯-1-酮	Cryptone	0.49	0.49	0.69	0.75	0.89
	19.02	AC	1735	香芹酮	(+)-Isocarvone	0.09	0.07	0.11	0.12	0.12
	22.86	AC	1923	D-马鞭草烯酮	D-Verbenone	0.15	0.07	0.13	0.14	0.15
	23.95	A	1990	2,5-二甲基-2-(1-甲基乙基)环己酮	Cyclohexanone, 2,5-dimethyl-2-(1-methylethenyl)-	/	/	/	0.07	/
合计						1.22	0.91	1.27	1.30	1.91
萜烯类	6.44	AB	1153	3-蒈烯	3-Carene	/	/	/	/	0.07
	6.65	AD	1165	月桂烯	á-Myrcene	0.98	0.44	0.55	0.33	1.00
	7.31	AD	1201	柠檬烯	D-Limonene	0.44	0.23	0.30	0.20	0.57
	7.98	A	1237	反式罗勒烯	1,3,6-Octatriene,7-dimethyl-,E-	4.60	4.87	4.79	4.10	8.24
	8.22	AD	1250	萜品烯	terpinene	0.09	/	/	/	0.13
	8.27	AD	1252	罗勒烯	β-Ocimene	/	1.56	/	/	/
	8.30	AE	1254	α-蒎烯	à-Pinene	2.07	/	2.02	1.61	2.14
	8.97	AE	1286	4-蒈烯	(+)-4-Carene	0.27	0.14	0.21	0.18	0.32
	10.83	AC	1373	别罗勒烯	(E,E)-Alloocimene	0.08	0.06	0.10	0.09	0.21
	11.28	A	1393	十一碳三烯	(3E,5Z)-1,3,5-Undecatriene	0.13	0.08	0.16	0.15	0.14
	14.15	AE	1519	樟脑	Camphor	0.29	0.15	0.21	0.22	0.23
	13.62	A	1496	荜澄茄油烯	à-Cubebene	/	/	0.06	0.08	0.07
	15.50	AC	1578	α-檀香烯	α-Santalene	0.61	0.37	0.73	0.86	0.54
	16.07	A	1602	反式石竹烯	Caryophyllene	4.26	2.08	3.22	3.88	2.54
	16.50	AB	1622	异丁香烯	(-)-isocaryophyllene	0.10	0.05	0.09	0.11	0.10
	17.35	AC	1660	α-倍半水芹烯	á-Sesquiphellandrene	0.08	0.06	0.11	0.13	0.10
	17.46	AE	1665	顺式金合欢烯	cis-b-Farnesene	0.55	0.92	1.58	1.72	2.12
	17.90	AC	1684	金合欢烯	b-Farnesene	0.09	0.10	0.14	0.16	0.08

转下页

接上页

	18.36	AC	1703	龙脑	Borneol	1.34	0.98	1.10	1.18	1.14
	18.48	A	1709	大根香叶烯	Germacrene D	1.44	0.58	0.99	1.14	0.41
	18.68	A	1719	3-乙酰基-4-(1-羟基-1-甲基乙基-1-甲基)环己烯	Cyclohexene, 3-acetoxy-4-(1-hydroxy-1-methylethyl)-1-methyl-	/	/	0.06	0.07	0.10
	19.58	A	1760	荜茄澄烯	(-)-g-Cadinene	/	/	/	0.07	/
	23.88	AC	1986	石竹烯	Caryophyllene	1.14	0.61	0.95	0.98	1.29
	24.23	AC	2009	r-檀香烯	r-Santalene	0.11	0.11	0.16	0.18	0.18
	28.53	A	2441	氧化石竹烯	Caryophyllene oxide	0.11	0.1	/	0.12	/
	28.54	AE	2446	异香橙烯环氧化物	Isoaromadendrene epoxide	/	/	0.11	/	0.13
	26.84	A	2220	4-(1-甲基乙基)苯酚	Phenol, 4-(1-methylethyl)-	0.06	0.05	0.07	0.07	/
合计						17.15	12.36	16.33	16.16	20.48
酯类	7.67	A	1221	丁酸丁酯	Butanoic acid, 1-methylpropyl ester	0.15	0.07	0.11	0.08	0.15
	8.73	A	1275	乙酸己酯	Acetic acid, hexyl ester	0.65	0.32	0.45	0.36	0.76
	10.06	A	1339	2-辛醇乙酸酯	2-Octanol, acetate	/	/	/	/	0.11
	10.19	A	1345	丁酸己酯	Butanoic acid, hexyl ester	0.09	/	0.06	/	0.08
	10.96	A	1379	乙酸辛醇酯	Octen-1-ol, acetate	2.18	1.66	2.08	2.05	1.93
	11.82	A	1417	异丁酸香叶酯	Propanoic acid, 2-methyl-, hexyl ester	0.48	0.29	0.46	0.46	0.52
	15.49	A	1578	甲酸异龙脑酯	Isobornyl formate	/	0.06	/	/	/
	15.69	AC	1586	乙酸龙脑酯	Bornyl acetate	0.38	0.33	0.50	0.57	0.15
	15.19	AC	1565	乙酸芳樟酯	linalylacetate	24.94	25.48	22.13	22.90	20.36
	16.15	AE	1606	橙花乙酸酯	neryl acetate	6.51	10.39	11.07	10.67	8.39
	16.26	A	1611	己酸己酯	Hexanoic acid, hexyl ester	0.15	0.06	0.09	0.10	0.16
	18.81	A	1725	橙花醇乙酸酯	Nerol acetate	1.88	1.28	1.90	2.04	2.01
	19.49	AD	1756	乙酸香叶酯	Geranyl acetate	3.01	2.30	2.92	3.06	2.98
	21.23	A	1838	乙酸香芹酯	(-)-trans-Carvyl acetate	/	/	0.07	0.08	0.09
	21.48	A	1851	丙酸叶醇酯	geranyl propionate	3.07	2.57	3.01	3.16	3.26
	28.44	A	2400	酞酸二乙酯	Diethyl Phthalate	0.13	3.53	0.24	0.18	0.09
合计						40.55	45.77	42.08	42.55	37.78
醇类	7.55	AC	1214	桉叶油素	Eucalyptol	0.90	0.35	0.52	0.36	0.86
	11.33	A	1395	3-辛醇	3-Octanol	/	/	/	/	0.08
	12.47	A	1447	氧化芳樟醇	Linalool oxide	0.56	0.28	0.35	0.31	0.31
	12.59	A	1452	1-辛烯-3-醇	1-Octen-3-ol	0.54	0.39	0.50	0.47	0.37
	13.11	AC	1474	4-松油醇	4-Terpinenol	0.52	0.26	0.32	0.29	0.29

转下页

接上页

14.92	AC	1554	芳樟醇	linalool	25.54	27.82	24.67	24.26	24.55
16.72	A	1632	4-乙基-1,4-二甲基-2-环己烯-1-醇	4-ethyl-1,4-dimethyl-2-Cyclohexen-1-ol	/	/	0.06	/	0.09
17.77	AC	1678	熏衣草醇	(R)-Lavandulol	0.86	1.59	2.17	1.88	1.13
18.25	AC	1698	松油醇	α-Terpineol	5.15	4.42	5.00	5.09	5.2
19.66		1764	氧化芳樟醇	Linalool oxide	0.09	/	/	/	/
20.48	AC	1800	橙花醇	2,6-Octadien-1-ol, 7-dimethyl-, (Z)-	1.23	0.84	1.23	1.33	1.38
20.9	A	1822	2,6-二甲基-3,5,7-辛三烯-2-醇	2,6-Dimethyl-3,5,7-octatriene-2-ol, E	0.09	0.05	0.06	/	0.09
21.36	A	1845	α,α,4-三甲基苯甲醇	Benzenemethanol, à,à,4-trimethyl-	0.10	0.08	0.10	0.12	0.17
24.08	AD	1998	兰桉醇	Globulol	0.06	/	0.06	0.07	0.08
24.46	A	2027	3-甲基-6-异丙烯环己烯醇	trans-p-Mentha-2,8-dienol	/	0.06	0.10	0.11	/
25.34	AC	2192	全反式金合欢醇	2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	/	0.05	/	/	/
25.47	A	2102	4-(1-甲基乙基)-苯甲醇	Benzenemethanol, 4-(1-methylethyl)-	0.11	0.14	0.19	0.20	0.23
26.27	AC	2170	檀香醇	Santalol	/	0.05	0.06	0.07	/
26.34	AC	2176	τ-杜松醇	.tau.-Cadinol	0.16	0.19	0.25	0.32	0.12
27.03	AB	2238	杜松醇	à-Cadinol	0.07	/	/	0.07	/
27.28	A	2262	甜没药醇	à-Bisabolol	0.06	0.04	/	/	/
27.65	AB	2296	韦得醇	Widdrol	0.10	0.09	0.10	0.12	0.07
27.97	A	2338	三甘醇	Triethylene glycol	/	0.05	/	/	/
28.33	A	2385	11-十六炔-1-醇	11-Hexadecyn-1-ol	/	/	0.06	/	/
29.53	AC	2582	香柠檬醇	Bergamotol, Z-à-trans-	0.08	0.10	/	0.13	/
合计					36.22	36.85	35.80	35.20	35.02

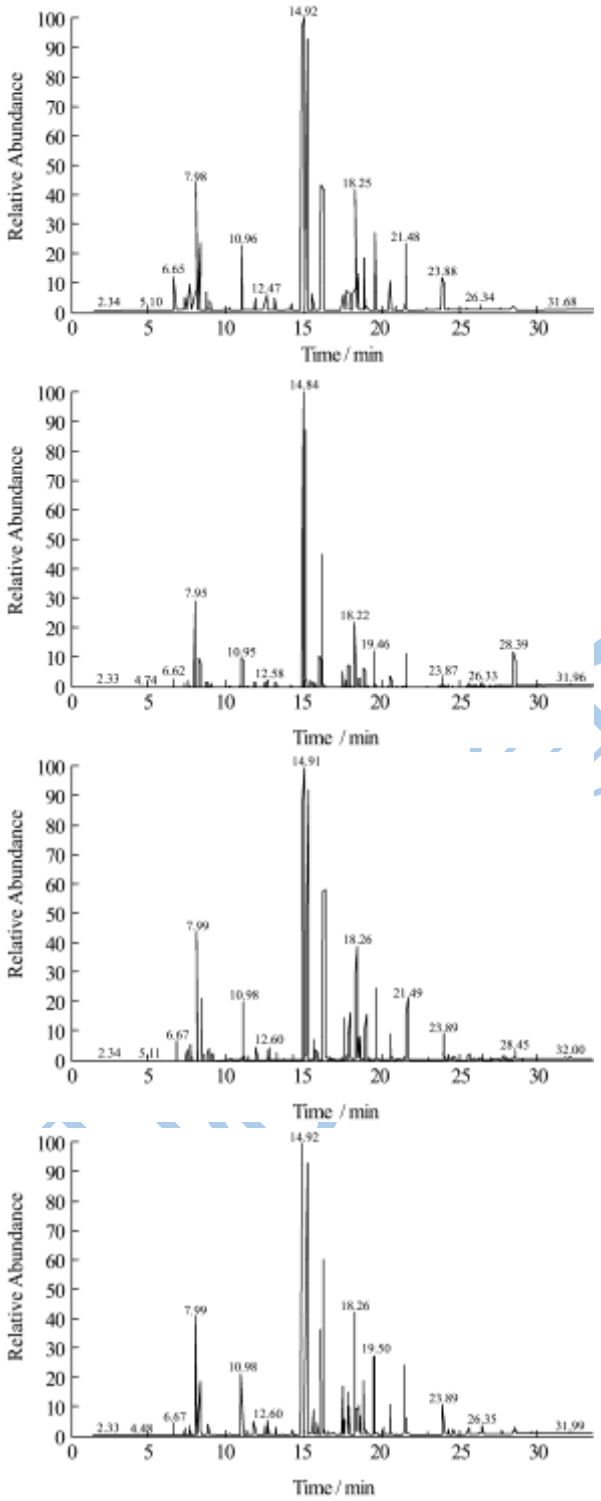
注：[9]/未检出；[P]A 为化合物经与计算机质谱数据库检索对照，B、C、D、E 分别为物质与参考文献[9]、[10]、[11]、[12]对照。

2.4 特征香气成分分析

据报道[8]，α-蒎烯、4-松油醇、左旋樟脑、芳樟醇、乙酸芳樟酯、乙酸龙脑酯、反式石竹烯、顺式金合欢烯、龙脑、大根香叶烯以及甜没药醇是薰衣草精油的特征香气成分，其中芳樟醇、乙酸芳樟酯为主要成分。现将五种薰衣草精油的特征香气成分进行分析，如图4(a)所示，薰衣草精油品质的好坏很大程度上根据芳樟醇及乙酸芳樟酯的含量进行评定。芳樟醇及乙酸芳樟酯（阈值 6060 ng/g）呈现薰衣草油的清香微甜的花香、木香、果香、酯香的特征香气，其含量越高，薰衣草精油的品质越好[13]。五个品种精油（70-1、74262、杂花、法国兰、白花）的芳樟醇含量分别为 25.54%、27.82%、24.67%、24.26%、24.55%，乙酸芳樟酯的含量分别为 24.94%、25.48%、22.13%、22.90%、20.36%。从这两种化合物来看，74262 精油中芳樟醇和乙酸芳樟酯的含量均超过了 25%，品质最佳，70-1 精油中芳樟醇含量在 25%以上，乙酸芳樟酯含量接近 25%，品质较佳。杂花、法国兰和白花精油中两种化合物的含量均低于 25%。可见，这两种主要挥发性化合物的差异与感官评定中花香、酯香一致（图 2），因为芳樟醇的阈值极低（6ng/g），精油中极小的含量差异可使其被察觉。

薰衣草精油的清凉气息、爽感，主要是有龙脑、乙酸龙脑酯等单环单萜和双环单萜的含氧化合物的存在所致。如图 4（b）所示，法国兰精油中乙酸龙脑酯

（阈值 75 ng/g）含量最高，为0.57%，杂花精油中含量次之，为 0.50%。白花精油中乙酸龙脑酯最低，仅为 0.15%。70-1 精油中龙脑（阈值 140 ng/g）含量最高，为 1.34%，74262 精油中最低为0.98%，而法国兰、杂花和白花精油中龙脑含量相差不大。精油中的龙脑、乙酸龙脑酯等单环单萜和双环单萜的含氧化合物的差异正是引起凉气感官差异的主要原因。



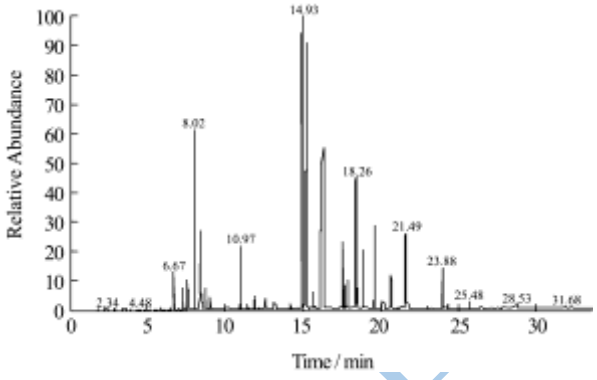


图 3 总离子流图

Fig.3 Total Ionic chromatography

注：a:70-1,b:74262,c:杂花,d:法国兰,e:白花。

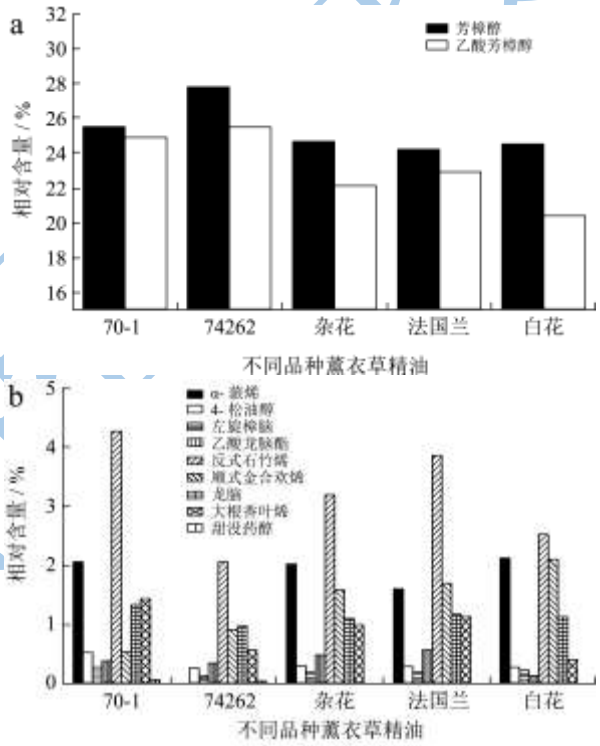


图 4 薰衣草精油中几种重要挥发性化合物比较

Fig.4 Comparison of key volatile compounds in five Lavender essential oils

特征香气化合物中反式石竹烯（阈值 64 ng/g）、顺式金合欢烯（阈值 160 ng/g）主要表现为精油中的青果气[14]，α-蒎烯主要表现为松油气。五种精油（70-1、74262、杂花、法国兰、白花）中的反式石竹烯含量差异较大，分别为 4.26%、2.08%、3.22%、3.88%、2.54%，白花中顺式金合欢烯的含量最高（2.12%），70-1 中最低（0.55%）。对于 α-蒎烯而言，在 74262 精油中并未检出，白花精油中含量最高 2.14%，70-1 为 2.07%，杂花 2.02%、法国兰 1.61%，α-蒎烯的阈值较低（6 ng/g），这可能也是引起白花精油中萜气最浓郁的主要

原因，与感官评定结果基本一致。

薰衣草精油的酯类、萜烯类等化合物在食品、化妆品和医药行业中的利用价值较高。不同薰衣草品种间精油含量和化学成分的差异，决定了它们不同的应用范围和价值。因此可针对薰衣草各品种所含有的精油含量和成分，开发高附加值产品。

3 结论

通过比较研究，五个品种所含精油含量差异较大，但均具有较高的精油含量。精油中的挥发性成分种类主要由萜烯类、酯类、醛类、酮类和醇类组成，α-蒎烯、4-松油醇、左旋樟脑、芳樟醇、乙酸芳樟酯、乙酸龙脑酯、反式石竹烯、顺式金合欢烯、龙脑、大根香叶烯及甜没药醇是薰衣草精油的特征香气成分，各成分间差异较大。感官评定分析发现薰衣草精油的感官香气轮廓具有较大差异，可以针对不同品种薰衣草精油中的含量、化学成分及感官香气属性，如 74262 和 70-1 两种精油中芳樟醇和乙酸芳樟酯的含量超过或接近了 25%，花香、酯香气浓郁、品质佳，可用于高档香水、化妆品等领域，白花精油中萜烯类化合物含量最高，萜气最浓郁，可用于开发抗细菌真菌及消炎等医药产品。而针对樟脑含量较高的精油（如 70-1 法国兰、杂花精油中）也可用于开发杀虫剂。总之，薰衣草精油中富含的多种化学成分使其具有多种生理活性，可开发具有多种功效的高附加值薰衣草精油类产品。

4 致谢

诚挚感谢南京林业大学现代分析测试中心和伊犁州农业科学研究所在论文的实施过程中给予的支持。

参考文献

[1] Teuscher E, Beinckmann J A, Linaenmaier M P. Medicinal spices: A handbook of culinary herbs, spices, spices mixtures and their essential oils [M]. Stuttgart, Germany: Medpharm Scientific Publishers, 2006

[2] Masoud Soheili Kashani, Mostafa Rezaei Tavirani, Sayyed Alireza Talaei, et al. Aqueous extract of lavender (*Lavandula angustifolia*) improves the spatial performance of a rat model of Alzheimer's disease [J]. Neurosci Bull, 2011, 27(2): 99-106

[3] 舒俊生,黄兰,牛勇,等.同时蒸馏萃取法和超临界提取法制备款冬花精油成分的研究[J].现代食品科技,2013,3: 591-595
SHU Jun-sheng, HUANG Lan, NIU Yong, et al. Preparation of the components of essential oil from tussilago farfarae l. by the method of simultaneous distillation extraction and supercritical fluid extraction [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 3: 591-595

[4] 徐洁华,文首文.薰衣草挥发性有机物及其药理功效研究进展[J].时珍国医国药,2010,21(4):979-980
XU Jie-hua, WEN Shou-wen. Volatile organic compounds and their pharmacological efficacy research progress of lavender [J]. Shi Zhen National Physician and Medicine, 2010, 21(4): 979-980

[5] 国家药典委员会.中华人民共和国药典[M].上海:中国医药科技出版社,2012
Chinese Pharmacopoeia Commission. The pharmacopoeia of the people's republic of China [M]. Shanghai: China Medical Science and Technology press, 2012

[6] GB/T14454.2-2008,香料香气评定法[S]
GB/T14454.2-2008, Method of spices aroma analysis [S]

[7] 何金明,王羽梅,卓丽环,等.茴香精油含量和质量影响因素的研究进展[J].园艺学报,2005,32(2):348-351
HE Jing-ming, WANG Yu-mei, ZHUO Li-huan, et al. Studies on the factors effecting essential oil content and quality of fennel [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2005, 32(2): 348-351

[8] Luu Thai Danh. Comparison of chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of lavender (*Lavandula angustifolia L.*) essential oils extracted by supercritical CO_2, hexane and hydrodistillation [J]. Food Bioprocess Technol., 2013, 6: 3481-3489

[9] Christos N. Hassiotis1, Diamanto M. Lazari and Konstantinos E. Vlachonasios .The effects of habitat type and diurnal harvest on essential oil yield and composition of Lavandula (angustifolia Mill.) [J]. Fresenius Environmental Bulletin, 2010, 19(8): 1491-1498

[10] Carla Da Porto, Deborha Decorti and Ireneo Kikic. Flavour compounds of *Lavandula angustifolia L.* to use in food manufacturing: Comparison of three different extraction methods [J]. Food Chemistry, 2009, 112(4): 1072-1078

[11] Nam-Sun Kim, Dong-Sun Lee. Comparison of different extraction methods for the analysis of fragrances from *Lavandula* species by gas chromatography-mass spectrometry [J]. Journal of Chromatography A, 2002, 982(1): 31-47

[12] Memet Inan, Durmus Alpaslan Kaya, Madalina Georgiana Albu. The effect of lavender essential oils on collagen hydrolysate [J]. Rev. Chim, 2013, 64(9): 1037-1042

（下转第 187 页）

现代食品科技