

不同株龄薰衣草花生物学性状和精油主要化学成分研究

廖祯妮^{1,2}, 黄青^{2*}, 程启明², 于晓英^{1*}, 李晓鹏³, 刘恩学³

(1. 湖南农业大学园艺园林学院, 长沙 410128; 2. 中国科学院城市环境研究所, 城市环境与健康重点实验室, 厦门 361021; 3. 昆明青龙景观工程有限公司, 昆明 650034)

摘要: 为了解不同株龄薰衣草花生物学性状、精油主要化学成分及含量差异, 以昆明薰衣草 CAS08 (*Lavandula angustifolia* Mill. × *Lavandula latifolia* Medik.) 为试材, 对不同株龄(一年生、两年生和三年生)薰衣草的花枝、精油提取率和精油成分变化进行了研究。结果显示, 不同株龄薰衣草的单支花生物学性状差异显著 ($P < 0.05$); 薰衣草花精油的提取率在不同株龄间有差异, 分别为一年生薰衣草花精油提取率 3.40%、两年生 2.37% 和三年生 3.60%; 薰衣草 CAS08 花精油的主要成分有桉叶油醇、芳樟醇、樟脑和红没药醇, 株龄对精油中各化学成分的相对含量有影响。本研究结果可为云南薰衣草产业化发展及持续开发利用提供科学依据。

关键词: 薰衣草; 株龄; 生物学性状; 精油

中图分类号: Q946.85

文献标识码: A

文章编号: 2095-0837(2014)05-0517-05

Effect of Plant Age on Botanical Characteristics and Chemical Composition of Essential Oil from Lavandin

LIAO Zhen-Ni^{1,2}, HUANG Qing^{2*}, CHENG Qi-Ming², YU Xiao-Ying^{1*}, LI Xiao-Peng³, LIU En-Xue³

(1. Horticulture and Landscape College, Hunan Agricultural University, Changsha 4101281, China; 2. Key Laboratory of Urban Environment & Health, Institute of Urban Environment, Chinese Academy of Sciences, Xiamen 361021, China; 3. Kunming Qinglong Landscape Project Co. LTD, Kunming 650034, China)

Abstract: We investigated changes in botanical characteristics and essential oils from the flowers of lavandin at different plant ages. This research focused on changes in the flowers and both content and composition of essential oil extracted from lavandin CAS08 (*Lavandula angustifolia* Mill. × *Lavandula latifolia* Medik.) of different aged plants collected from Yunnan, China. The results showed significant differences ($P < 0.05$) in botanical characteristics among the different aged flowers of lavandin CAS08. Moreover, differences in essential oil content also occurred in annual, biennial and three-year-old plants (3.40%, 2.37% and 3.60% respectively). The major components of the essential oil were eucalyptol, linalool, camphor and α -bisabolol. The age of plants had an effect on the relative content of chemical compositions. The findings of this study provide a reference for the industrialization of lavandin and sustainable extraction of oil content from plants grown in Yunnan.

Key words: Lavandin CAS08; Plant age; Botanical characteristics; Essential oil

薰衣草 CAS08 (*Lavandula angustifolia* Mill. × *Lavandula latifolia* Medik.) 是唇形科多年生常绿亚灌木, 叶片呈灰绿色, 根据季节等环境因素的变化, 一年多次开花。薰衣草原产地中海地区, 现主

产于法国、英国、中国和西班牙等地^[1]。

薰衣草是一种提取精油的重要香料植物, 其精油具有显著的抑菌、抗氧化等生物活性及医疗保健作用, 广泛用于医疗、日化和食品行业^[2,3]。薰衣

收稿日期: 2014-03-12, 退修日期: 2014-05-28。

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2014BAD14B04); 中国科学院重点部署项目(KZZD-EW-16-02)。

作者简介: 廖祯妮(1989-), 女, 硕士研究生, 从事城市与城郊生态环境保育高值农业研究(E-mail: znliao@iue. ac. cn)。

* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: yuxiaoying1578@hunau. net; qhuang@iue. ac. cn)。

草因其市场需求量大, 从而引起世界各地对薰衣草的广泛引种栽培, 然而植物精油的化学组成复杂多样, 精油化学成分受多种条件因素的影响, 包括品种、株龄等内在因素, 还有环境条件、采摘时间和提取方法等外在因素^[3-5]。目前国内外关于薰衣草的栽培技术、精油成分对比、抗氧化性和抗菌性的研究已有较多报道^[2,6-10]; 对其它香料植物, 如迷迭香^[11]、甜牛至^[12]、香桂树^[13]等植物不同株龄的精油含油率和成分变化也有研究报道, 为其最佳收获期及栽培管理提供了参考。但有关我国栽培的不同株龄薰衣草花生物学性状、精油产量及品质变化的研究还鲜有报道。因此, 我们通过对云南昆明生长的不同株龄薰衣草 CAS08 鲜花进行生物学性状的观测, 并分析不同株龄对精油提取率、化学成分的影响, 以期对云南薰衣草合理换茬、品种更换、轮作等栽培管理提供理论依据, 为今后薰衣草产业化发展、薰衣草资源可持续利用奠定基础。

1 实验材料

1.1 仪器与试剂

仪器: 水蒸气蒸馏提取装置(厦门大学订制), 气相色谱-质谱联用仪(美国安捷伦 7890A-5975C)。试剂: 高效液相色谱乙醚购自美国 Tedia 公司, 系列正烷烃(C8 ~ C20)混合标样、桉叶油醇、樟脑及芳樟醇标准品均购自美国 Sigma 公司。

1.2 植物材料

以云南昆明栽种的薰衣草 CAS08 (*Lavandula angustifolia* Mill. × *Lavandula latifolia* Medik.) 为试材, 于 2013 年 8 月盛花期按株龄在大田中随机取样, 取样时从第 3 个叶龄处剪取花枝。采收株龄为一年生(2012 年定植)、两年生(2011 年定植)和三年生(2010 年定植)的花枝。鲜花采收后及时测定薰衣草花的生物学性状, 并立即提取薰衣草花精油, 来不及提取的薰衣草鲜花保存于 -20℃ 冰箱备用。

2 实验方法

2.1 花生物学性状测定

在采集的不同株龄花枝样品中各随机抽取 25 枝鲜花进行测定, 测定指标包括花枝长(第一片叶到花序顶端距离, cm)、花穗长(最低端的花盘到

花序顶端距离, cm)、花轮数(轮)、最底端花轮的花萼数(粒)。

2.2 精油提取

采用水蒸气蒸馏法提取薰衣草精油。提取时, 花与水的比例为 1:12 (g/mL), 花水混合后置于 2000 mL 圆底烧瓶中, 恒温加热至沸腾后开始计时, 恒温加热 90 min 后停止加热。分离出收集器中的上层液体即为毛油; 经无水硫酸钠脱水, 得无水精油, 收集精油于 4℃ 避光保存, 待测, 每个样品 5 次重复。薰衣草精油得率计算公式为: 得油率 = 精油产量 (mL) / 薰衣草花质量 (g) × 100%

2.3 薰衣草精油化学成分分析

2.3.1 精油 GC-MS 成分分析方法^[9]

色谱条件: 色谱柱为 HP-5MS 石英毛细管柱 (30 m × 250 μm, 膜厚 0.25 μm), 载气 He (99.9999%), 进样量 1 μL, 分流比 40:1; 流量 40 mL/min, 升温程序: 从 45℃ 开始, 保持 10 min; 然后以 3℃/min 升温到 70℃; 从 70℃ 以 1℃/min 升温到 95℃; 再从 95℃ 以 8℃/min 升温到 135℃; 最后从 135℃ 以 5℃/min 升温到 230℃。进样口温度 250℃。

质谱条件: EI 源, 电离电压 70 eV, m/z 扫描范围 45 ~ 500 amu, 离子源温度 230℃, 四级杆温度 150℃。

2.3.2 保留指数测定

与薰衣草花精油的 GC-MS 检测条件相同, 对系列正烷烃 (C8 ~ C20) 混标进样分析, 分别记录各正烷烃的保留时间。保留指数计算参照 Robert 等^[14]的方法, 即:

$$RI = 100n + 100(t_x - t_n)/(t_{n+1} - t_n)。$$

式中, n 和 $n+1$ 表示待分析化合物 (x) 流出前后的正构烷烃所含碳原子的数目, t_x 表示待分析化合物的保留时间, t_n 表示第 n 个碳原子数的正构烷烃保留时间。

2.4 数据处理

采用 SPSS 18.0 进行数据分析。

3 结果与分析

3.1 株龄对薰衣草花生物学性状的影响

不同株龄薰衣草对其花的生物学性状有一定的

影响(表 1)，其中，花穗总长相对较稳定，无显著性差异；两年生薰衣草花轮数与一年生、三年生的花轮数有显著差异($P < 0.05$)；三年生薰衣草花枝明显变短，与一年生、两年生薰衣草花枝相比差异极显著($P < 0.01$)；两年生薰衣草花枝的花粒数相对较多，与一年生、三年生的花粒数差异极显著($P < 0.01$)。

3.2 精油提取率分析

通过对不同株龄薰衣草花精油提取率进行比较分析，结果显示，精油提取率随着株龄的增长呈先降低后升高的趋势(图 1)。两年生薰衣草花的含油率相对较低，为 2.30%，与一年生、三年生的薰衣草花精油提取率差异极显著($P < 0.01$)；一年生和三年生的薰衣草花精油提取率分别为 3.40% 和 3.60%，两者差异不显著。

3.3 精油成分分析

通过 GC-MS 分析不同株龄薰衣草花精油样品，用峰面积归一法确定各主要化学成分的相对含量，并对相对峰面积大于 1.0% 的 20 个化学成分进行鉴定；通过 MS 分析得到各化合物的质谱图，将其逐个与 NIST2.0 谱库提供的前 8 个参考物质进行比对，选择匹配度较高且保留指数与相关文献保留指数值相近的化合物为最佳鉴定结果。经鉴定，有 20 个化合物的相对含量之和均占各精油样品总量的 97% 以上(表 2)，对其中 3 个主要化学成分与标准品进行了对照确认(表 2 中粗体字标出)。鉴定结果表明，薰衣草 CAS08 的主要化学成分为桉叶油醇、芳樟醇、樟脑和红没药醇。

株龄对各精油样品中的化学成分相对含量有一定影响，但不同株龄薰衣草花精油中的化学型并未改变。主导化学成分桉叶油醇的含量从一年生到两年生花中有所下降，而在三年生花中含量快速恢复并上升(48.90%)；芳樟醇和红没药醇相对含量的变

化与桉叶油醇的变化相反，呈先升后降的趋势，但变化不大，芳樟醇保持在 13.42% ~ 15.45% 之间，红没药醇保持在 7.23% ~ 10.50% 之间；樟脑的相对含量虽一直在下降，但差异较小；其它成分的相对含量变化不明显。不同株龄薰衣草花精油主要化学成分相对含量的变化规律与精油提取率结果相似，说明长年的栽培与采收并不会降低薰衣草植物体内的次生代谢能力，对精油的产出与品质影响不大。

4 讨论

4.1 生物学性状与株龄的关系

随着株龄的增长，薰衣草经济收获指数发生了改变，即单枝薰衣草花的生物学性状经济收获指数变小。出现这种现象的原因，推测可能是因土壤理化性质发生了改变，正如杨恒山等^[15]、魏晓斌等^[16]在对多年生紫花苜蓿研究中发现，随着引种栽培年限的递增，根部土壤的速效磷和速效钾浓度随之降低。随着栽培年限的增加，薰衣草根部有效养分供应不足，导致薰衣草生长受到一定影响，最终致使单枝薰衣草花的生物学性状收获指数变小，即一年生和两年生薰衣草的花枝比三年生花枝要长。此外，我们在大田中统计发现，三年生单株薰衣草上有花枝 500 多枝，两年生为 200 枝左右，而一年生单株薰衣草上仅有几十枝(未发表数据)，这表明随着薰衣草植株年龄的增长，株龄大的单株薰衣草较株龄小的薰衣草花枝数要多。薰衣草三年生单株可能承载着比两年生或一年生植株多几倍甚至 10 多倍生殖生长的能量与养分消耗，即养分供应不足导致三年生薰衣草花枝长度较两年生或一年生短。基于这种分析，进一步推测薰衣草要获得更高更稳定的产量，需要在大田种植 2 年后补施基肥，以便确保薰衣草单枝花经济收获指数不变小。

除土壤理化性质影响作物生长之外，土壤微生

表 1 不同株龄薰衣草花的生物学性状
Table 1 Botanical characteristics of lavandin of different aged plants

株龄 Plant age	花穗总长(cm) Spike length	花轮数(轮) Verticillaster number	花枝长(cm) Flower branch length	花萼粒数(粒) Flower numbers per cyme
一年生 Annual	21.52 ± 1.07 a	13.40 ± 0.66 a	47.56 ± 1.86 A	16.56 ± 0.63 A
两年生 Biennial	21.22 ± 0.96 a	14.80 ± 0.64 b	50.36 ± 1.39 A	20.20 ± 1.43 B
三年生 Three years	19.64 ± 0.68 a	13.92 ± 0.57 a	44.08 ± 1.42 B	15.16 ± 0.42 A

注：同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)，不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)。下同。
Notes: Values followed by different lower-case letters in the same column mean significantly different at the 0.05 level ($P < 0.05$), and different capital letters indicate significantly different at the 0.01 level ($P < 0.01$). Same below.

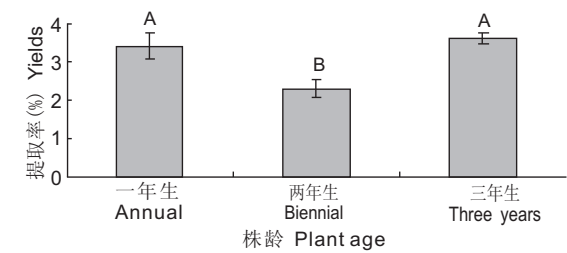


图 1 不同株龄对薰衣草花精油提取率的影响
Fig. 1 Average essential oil yield in flowers from lavandin of different aged plants

物与植物本身分泌的次生代谢产物也是影响作物生长的重要因子。本研究中尽管单枝花的经济收获性状有所减少，但与精油提取率、品质和单位面积的花枝总数没有相关性。张新慧等^[17]对啤酒花的研究认为，不同株龄啤酒花根际微生物数量与微生物种类多样性指数的减少是影响啤酒花产量与品质的重要原因，但我们认为薰衣草与啤酒花的研究结果有所不同，因为薰衣草是一种芳香植物，本身会有一些的挥发性物质产生，并对一些微生物具有抑制甚至杀灭作用。

4.2 薰衣草花精油的提取率及其化学成分与株龄的关系

薰衣草精油主要存在于花萼裂片与花萼中，通

常于盛花期采摘薰衣草花提取精油。本研究一年生、两年生和三年生的薰衣草花精油提取率依次为 3.40%、2.37%和 3.60%，两年生花精油提取率相对较低，我们认为可能是因为局部小环境差异或是品种特性所致。Hassiotis 等^[10]对薰衣草(*L. angustifolia* var. *etherio*)连续 6 年的大田实验研究发现，第二年因春季雨水充足并在收获季节没有降雨，使精油产量达到最高，为 86.2 kg/hm²，而其它年份精油产量略有下降，这种情况也反映出气候因素对精油产量的影响。Menary 等^[18]对澳大利亚的 4 个薰衣草品系 300 多个株系(RB、PC、MS 和 JP)进行了 2 年的跟踪观测发现，4 个薰衣草精油提取率年际间差异非常小，不同株系或品系间的差异比年际间差异更大；同时，对其不同氮肥水平实验中发现薰衣草精油含有率与施肥水平没有相关性。本研究与 Menary 等的研究结果不同，虽然本研究使用的是同一品种相同株系种苗，但薰衣草精油产量不同株龄间的这种差异，或许与种植地块微环境有关，当然外界环境因素与株龄对薰衣草精油产量的影响哪一个占主导因子，还有待进一步深入研究。

植物精油的化学组分相对含量变化较复杂，薰衣草CAS08一年生、两年生和三年生花精油中的

表 2 不同株龄薰衣草花精油化成分及其相对含量
Table 2 Chemical constituents (%) identified in the essential oils from lavandin of different aged plants

编号 No.	保留指数 RI	化合物名称 Compounds	相对含量 Relative content (%)		
			一年生 Annual	二年生 Biennial	三年生 Three years
1	921	α-蒎烯 α-Pinene	2.39	2.54	2.70
2	934	莰烯 Camphene	6.97	tr	tr
3	962	β-蒎烯 β-Pinene	5.14	5.69	5.84
4	981	月桂烯 Myrcene	tr	0.58	0.52
5	1014	桉叶油醇 Eucalyptol	46.16	43.23	48.90
6	1024	反式罗勒烯 trans-Ocimene	tr	tr	0.60
7	1024	罗勒烯 Ocimene	tr	0.55	tr
8	1054	反式氧化芳樟醇 trans-Linalool oxide	0.46	tr	tr
9	1070	顺式氧化芳樟醇 cis-Linalool oxide	0.59	tr	tr
10	1087	芳樟醇 Linalool	15.24	15.45	13.42
11	1117	松香芹醇 Pinocarveol	0.55	0.47	0.52
12	1123	樟脑 Camphor	12.37	11.61	11.47
13	1125	顺式马鞭草烯醇 cis-Verbenol	0.49	0.44	tr
14	1143	龙脑 Borneol	0.58	0.57	0.56
15	1146	松油醇 Terpineol	1.16	1.21	1.24
16	1156	4-松油醇 4-Terpineol	0.70	0.68	0.69
17	1170	α-松油醇 α-Terpineol	2.06	2.45	2.35
18	1563	石竹烯氧化物 Caryophyllene oxide	0.63	0.55	0.54
19	1636	红没药醇氧化物 Bisabolol oxide B	0.78	0.78	0.76
20	1665	α-红没药醇 α-Bisabolol	7.23	10.50	7.81

注：“tr”表示化合物含量< 1.0%。
Note: “tr” means trace (< 1.0%).

主要化学成分(桉叶油醇、芳樟醇、樟脑、红没药醇)分别占总量的82.00%、80.79%、81.60%,表明不同株龄薰衣草的主要成分类型相对含量差异不显著。其中一些成分,如 α -蒎烯和 β -蒎烯等却随株龄的变化呈规律性上升或下降,这与Menary等^[18]在澳大利亚薰衣草MS、JP品系中观察到的 α -蒎烯呈规律性上升的结果一致;而Zheljazkov等^[19]对薰衣草(*L. angustifolia* Mill.)和神仙草(*Hyssopus officinalis* L.)的研究发现,芳樟醇、乙酸芳樟酯却呈无规律性变化,他们认为收获时间(株龄和开花物候期)是影响其生物量、精油产量、以及芳樟醇和乙酸芳樟酯等相对浓度的重要因素,本研究结果与之一致。表明在薰衣草生产中要掌握好薰衣草的采收时间,以获得高品质的精油。

基于对薰衣草花生物学经济性状、精油提取率和品质的分析,我们认为昆明非常适合发展薰衣草产业,同时,更大株龄的薰衣草精油产率与品质等参数指标还有待进一步深入观测研究。

参考文献:

- [1] Upson T, Andrews S. The Genus *Lavandula* [M]. UK: The Royal Botanic Gardens, 2004: 1–86.
- [2] Zuzarte M, Vale-Silva L, Gonçalves MJ, Cavaleiro C, Vaz S, Canhoto J, Pinto E, Salgueiro L. Antifungal activity of phenolic-rich *Lavandula multifida* L. essential oil [J]. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 2012, 31: 1359–1366.
- [3] Lis-Balchin M. Lavender: The genus *Lavandula* [M]. London and New York: Taylor & Francis Inc, 2002: 57–262.
- [4] Najafian SH, Rowshan V, Tarakemeh A. Comparing essential oil composition and essential oil yield of *Rosmarinus officinalis* and *Lavandula angustifolia* before and full flowering stages [J]. *Inter J Appl Biol and Tech*, 2012, (3): 212.
- [5] Chemat F, Lucchesi ME, Smadja J, Favretto L, Colnaghi G, Visinoni F. Microwave accelerated steam distillation of essential oil from lavender: A rapid, clean and environmentally friendly approach [J]. *Analytica Chimica Acta*, 2006, 555: 157–160.
- [6] 于进英, 黄青, 李晓鹏, 刘学恩, 李技林, 朱永官. 宽叶薰衣草扦插繁殖的影响因素研究 [J]. *湖南农业科学*, 2012(3): 99–101, 105.
- [7] 路喆, 王朴, 蒋新明, 王自健, 李敏. 新疆不同品种的薰衣草精油成分及含量研究 [J]. *安徽农业科学*, 2013, 41(4): 1736–1737, 1739.
- [8] 王强, 施玉格, 徐芳, 刘睿婷, 张正方. 比较研究新疆狭叶薰衣草不同部位挥发油成分 [J]. *药物分析杂志*, 2013, 33(3): 404–413.
- [9] 廖祯妮, 黄青, 程启明, 李晓鹏, 刘恩学, 于晓英, 于进英. 云南两个薰衣草品种精油分析 [J]. *天然产物研究与开发*, 2014, 26(4): 544–549.
- [10] Hassiotis CN, Tarantilis PA, Daferera D, Polissiou MG. Etherio, a new variety of *Lavandula angustifolia* with improved essential oil production and composition from natural selected genotypes growing in Greece [J]. *Ind Crops and Pro*, 2010, 32: 77–82.
- [11] 潘岩, 白彤, 李慧, 姜闯道, 石雷. 栽培地区、采收季节和株龄对迷迭香精油成分和抑菌活性的影响 [J]. *植物学报*, 2012, 47(6): 625–636.
- [12] 朱雯琪, 姚雷. 甜牛至精油含量和成分的周年变化研究 [J]. *上海交通大学学报: 农业科学版*, 2010, 28(5): 453–456.
- [13] 钱正强, 周金江, 杨明攀. 不同年龄香桂叶精油含量及成分差异分析 [J]. *云南大学学报: 自然科学版*, 2009, 31(S2): 464–467.
- [14] Robert S, Luigi M, Philip M, Giovanni D. Characterisation of lavender essential oil by using GC-MS with correlation of linear retention indices and comparison with comprehensive two-dimensional gas chromatography [J]. *J Chromatogr A*, 2002, 970: 225–234.
- [15] 杨恒山, 曹敏建, 范富, 张庆国, 孙德志. 紫花苜蓿生长年限对土壤理化性状的影响 [J]. *中国草地学报*, 2006, 28(6): 29–321.
- [16] 魏晓斌, 王志锋, 于洪柱, 徐安凯, 孙启忠. 不同生长年限苜蓿对盐碱地土壤肥力的影响 [J]. *草业科学*, 2013, 30(10): 1502–1507.
- [17] 张新慧, 张恩和. 不同植龄啤酒花根际微生物区系的变化及与产量和品质的关系 [J]. *草业学报*, 2007, 5: 56–60.
- [18] Menary RC, Falzari LM, Cooper CM. Growing French Lavender in Tasmania-Improving Yield and Quality [M]. Tasmania: Rural Industries Research and Development Corporation, 2009.
- [19] Zheljazkov VD, Astatkie T, Hristov AN. Lavender and hyssop productivity, oil content, and bioactivity as a function of harvest time and drying [J]. *Ind Crop Prod*, 2012, 36: 222–228.