

# 不同居群山苍子果实精油和柠檬醛含量及其与地理-气候因子的相关性

田胜平<sup>1</sup>, 汪阳东<sup>1,①</sup>, 陈益存<sup>1</sup>, 楼君<sup>2</sup>, 余文仙<sup>2</sup>

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 富阳市林业局, 浙江 富阳 311400)

**摘要:** 采用水蒸气蒸馏法和气相色谱技术对取自浙江富阳、贵州毕节和织金、湖南永州、福建永安和建瓯、云南景东、四川长宁、江西安远和分宜 10 个居群的山苍子 [*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.] 果实精油含量和柠檬醛含量进行测定, 并分析了果实精油含量和柠檬醛含量与地理-气候因子的相关性; 在此基础上对供试居群进行了聚类分析。测定结果表明: 各居群的果实精油含量和柠檬醛含量差异显著, 精油含量均值为 3.60%, 变异系数(CV)为 1.54% ~ 10.46%; 柠檬醛含量均值为 3.52%, CV 为 24.78% ~ 40.54%; 云南景东居群精油含量最高(4.56%)、江西分宜居群最低(3.14%); 福建永安居群柠檬醛含量最高(7.01%)、贵州毕节居群最低(1.85%), 且柠檬醛含量的表型分化系数为 57.87%, 说明居群间柠檬醛含量的变异幅度大于精油含量, 且居群间柠檬醛含量的变异程度大于居群内。相关性分析结果显示: 山苍子果实精油含量与经度和 7 月均温呈极显著负相关, 与年降雨量呈显著负相关, 与海拔呈极显著正相关; 柠檬醛含量与经度和年降雨量分别呈显著和极显著正相关, 说明精油含量随经度增大而降低, 且受环境水分和温度变化的影响较大; 而柠檬醛含量随经度增大而提高, 并明显受生境中水分条件的调节。聚类分析结果表明: 在欧氏距离 15 处, 供试的 10 个山苍子居群主要分成 3 类, 根据地理位置大体可划分为西南部和东南部 2 个种质类型, 其中福建永安居群较为特殊。研究结果表明: 不同居群山苍子果实精油含量和柠檬醛含量差异与遗传特性、地理分布和生境气候条件均有一定的相关性。

**关键词:** 山苍子果实; 精油含量; 柠檬醛含量; 地理-气候因子; 相关性分析; 聚类分析

中图分类号: Q946.8; S718.49; S573.8 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2012)03-0057-06

**Contents of essential oil and citral in fruits of *Litsea cubeba* from different populations and their correlation with geographical-climatic factors** TIAN Sheng-ping<sup>1</sup>, WANG Yang-dong<sup>1,①</sup>, CHEN Yi-cun<sup>1</sup>, LOU Jun<sup>2</sup>, YU Wen-xian<sup>2</sup> (1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, China; 2. Forestry Bureau of Fuyang County, Fuyang 311400, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2012, 21(3): 57-62

**Abstract:** Contents of essential oil and citral in fruits of *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. from ten populations (Fuyang of Zhejiang, Bijie and Zhijin of Guizhou, Yongzhou of Hu'nan, Yong'an and Jian'ou of Fujian, Jingdong of Yunnan, Changning of Sichuan, Anyuan and Fenyi of Jiangxi) were determined by steam distillation and gas chromatography technique, and their correlations with geographical-climatic factors were also analyzed. On the basis, the cluster analysis among ten populations was made. The determination result shows that there is significant difference in contents of essential oil and citral among different populations, in which, average content of essential oil is 3.60% with coefficient of variation (CV) of 1.54% - 10.46% and that of citral is 3.52% with CV of 24.78% - 40.54%. And essential oil content from Jingdong of Yunnan population is the highest (4.56%) while that from Fenyi of Jiangxi population is the lowest (3.14%), citral content from Yong'an of Fujian population is the highest (7.01%) while that from Bijie of Guizhou population is the lowest (1.85%), moreover, phenotypic differentiation coefficient of citral content is 57.87%. It is indicated that the variation range of citral

收稿日期: 2011-12-08

基金项目: 国家林业局重点科研项目(项目编号: 2011-01)

作者简介: 田胜平(1986—),男,安徽安庆人,硕士研究生,主要从事化工原料植物育种研究。

①通信作者 E-mail: wyd11111@126.com

content among populations is greater than that of essential oil content, and the variation degree of citral content among populations is higher than that within populations. The correlation analysis result shows that essential oil content in *L. cubeba* fruits appears extremely significantly negative correlation with longitude and mean temperature of July, significantly negative correlation with annual precipitation and extremely significantly positive correlation with altitude. While citral content appears significantly and extremely significantly positive correlation with longitude and annual precipitation, respectively. It means that essential oil content decreases with increasing of longitude and primarily affected by changes of water content and temperature in environment, while citral content increases with increasing of longitude and mainly regulated by water content in habitat. The cluster analysis result shows that ten populations of *L. cubeba* are mainly divided into three groups at Euclidean distance 15. According to geographical position, ten populations are mainly classified into two germplasm types of southwest and southeast populations, in which, Yong'an of Fujian population is special. It is suggested that variances of contents of essential oil and citral in fruits of *L. cubeba* from different populations are all correlated with the genetic characters, geographical distribution and climatic condition in habitat.

**Key words:** *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. fruit; essential oil content; citral content; geographical-climatic factor; correlation analysis; cluster analysis

随生活水平的提高,人们对植物中可利用的天然化学产物的需求越来越大,特别是近年来不断发现许多人工合成的化合物存在危害人体健康等问题,使得植物天然活性成分备受人们关注,天然化学产物的市场需求量逐年上升。

山苍子 [*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.] 是中国乃至全世界香料行业的重要原料之一,其果实、树皮、树叶和树干均可提炼富含柠檬醛、高级脂肪醇和有机酸的山苍子油,其中最具有广泛应用价值的柠檬醛是制造紫罗兰酮类、大马酮类等系列香料的重要原料<sup>[1]</sup>。中国是世界上最大的山苍子油生产国和出口国,近年来年产量均达到4 000 t以上,年出口量达到3 000~5 000 t,远销美、日、英、法、德、瑞士、荷兰、印尼等国<sup>[2]</sup>。因此,加强对这一天然资源的研究具有十分重要的经济意义。全世界的山苍子野生资源主要分布在中国、日本、印度以及东南亚各国(如印度尼西亚、马来西亚和越南等)<sup>[3]</sup>。在中国,山苍子资源主要分布在长江以南的浙江、江西、湖南、安徽、福建、贵州、云南、四川、西藏等省区,分布范围较广泛。在不同的地理生境条件下,经长期的自然选择和地理隔离作用山苍子野生资源形成了丰富的遗传变异,其种内各性状的变异水平较高,尤其是果实精油含量和组成均存在较大差异<sup>[4]</sup>。目前,有关山苍子的研究主要集中于山苍子油提取加工技术<sup>[5-6]</sup>、苗木繁殖与栽培技术<sup>[7-9]</sup>、精油成分分析<sup>[10-12]</sup>、药理学<sup>[13]</sup>以及一些生物学特性<sup>[14-17]</sup>等方面,有关山苍子优良品种的选育以及相关的遗传学基础研究尚未见报道。

山苍子果实精油含量和柠檬醛含量的高低是衡

量山苍子品质好坏的重要经济指标,在生产实践中往往是其品种选育的重要参考指标。作者以不同产地10个居群的山苍子果实为实验材料,分别采用水蒸气蒸馏法和气相色谱技术定量测定了各居群的果实精油含量和柠檬醛含量,并探讨了部分地理-气候因子与山苍子果实精油含量和柠檬醛含量的相关性,以期为进一步开展山苍子优良品种选育以及良种的区域化实验奠定理论基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

于2011年8月份至9月份,在位于山苍子天然分布区的浙江、福建、贵州、湖南、云南、四川和江西7个省份内选择10个山苍子居群,各居群的地理-气候因子见表1。每个居群选取20株株龄相近且处于盛果期的母树(株距不小于100 m),分别从树冠中部外围采集生长正常的成熟果实,混匀后,每株随机称取鲜果5.0 g,装入小样品瓶中,编号后于室温下用无水乙醇进行密封保存,用于柠檬醛含量测定。同时,每个单株称取鲜果100 g,用冰袋带回实验室后置于4℃冰箱保存,用于各单株果实精油含量测定。

### 1.2 方法

1.2.1 果实精油提取 取100 g鲜果,采用水蒸气蒸馏法提取山苍子果实精油,重复提取4次。收集蒸馏出的油水混合物直至无油滴析出,用分液漏斗反复分离4~5次后,收集精油并称取质量,按公式“精油含量=(精油质量/鲜果质量)×100%”计算果实中精

表1 供试的10个山苍子居群的地理-气候因子

Table 1 Geographical-climatic factors of ten populations of *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. tested

居群编号 <sup>1)</sup> No. of population <sup>1)</sup>	经度/(°) Longitude	纬度/(°) Latitude	平均海拔/m Average altitude	年均温/°C Annual mean temperature	年降雨量/mm Annual precipitation	无霜期/d Frostless period	年日照时数/h Annual sunshine time	1月均温/°C Mean temperature of January	7月均温/°C Mean temperature of July
1	E119.95	N30.05	350	16.1	1 410.0	240	1 970.0	4.2	28.7
2	E105.43	N27.34	1 610	12.8	954.0	250	1 385.0	2.4	21.9
3	E105.68	N26.66	1 779	14.1	1 436.0	327	1 172.0	4.9	22.0
4	E111.77	N26.35	128	17.9	1 254.2	287	1 623.4	6.5	27.8
5	E117.43	N25.96	486	19.0	1 800.0	270	1 858.0	8.6	28.1
6	E118.31	N27.09	630	18.7	1 664.0	286	1 612.0	7.9	28.6
7	E100.75	N24.40	2 050	18.3	1 086.7	355	2 134.0	10.9	23.2
8	E104.53	N28.19	850	18.3	1 108.3	360	1 142.9	8.0	27.5
9	E115.33	N25.22	285	18.7	1 640.0	282	1 775.0	8.0	27.5
10	E114.58	N27.68	250	17.2	1 600.0	270	1 935.7	5.2	28.9

<sup>1)</sup> 1: 浙江省富阳市黄公望森林公园 Huanggongwang Forest Park of Fuyang City in Zhejiang Province; 2: 贵州省毕节市海子镇白马山 Baimashan of Haizi Town of Bijie City in Guizhou Province; 3: 贵州省织金县城关镇平寨村 Pingzhai Village of Chengguan Town of Zhijin County in Guizhou Province; 4: 湖南省永州市冷水滩区伊塘镇 Yitang Town of Lengshuitan District of Yongzhou City in Hu'nan Province; 5: 福建省永安市小陶镇八一村 Bayi Village of Xiaotao Town of Yong'an City in Fujian Province; 6: 福建省建瓯市山下村 Shanyxia Village of Jian'ou City in Fujian Province; 7: 云南省景东自治县无凉山 Wuliangshan of Jingdong Autonomous County in Yunnan Province; 8: 四川省长宁县双河镇荷叶村 Heye Village of Shuanghe Town of Changning County in Sichuan Province; 9: 江西省安远县车头镇车头村 Chetou Village of Chetou Town of Anyuan County in Jiangxi Province; 10: 江西省分宜县大岗山 Dagangshan of Fenyi County in Jiangxi Province.

油的含量。

1.2.2 果实中柠檬醛提取及含量测定 从各样品瓶中将山苍子果实和无水乙醇溶液一并转入具塞磨口瓶中,加无水乙醇至50 mL,密封。每天早、中、晚各振荡3次,浸提15 d后过滤,得柠檬醛无水乙醇提取液。

采用气相色谱法测定柠檬醛含量。气相色谱分析条件: Agilent HP-5 色谱柱(30.0 m × 0.32 mm × 0.25 μm, 货号:19091J-413)。程序升温:100 °C 保持5 min后,以10 °C · min<sup>-1</sup>速率升温至140 °C 并保持2 min,再以20 °C · min<sup>-1</sup>速率升温至250 °C 并保持1 min,最后于270 °C 保持3 min。进样口温度为250 °C;柱流速为1 mL · min<sup>-1</sup>;分流比为50:1;FID检测器;载气为氮气,流速25 mL · min<sup>-1</sup>;空气流速300 mL · min<sup>-1</sup>;氢气流速30 mL · min<sup>-1</sup>;进样量1 μL。以柠檬醛标准品(购自ALDRICH公司,生产批号:78197MJ,纯度95%)为外标,按公式“柠檬醛含量 = [(萃取液质量浓度 × 定容体积) / (10<sup>6</sup> × 样品质量)] × 100%”计算柠檬醛含量,其中,萃取液质量浓度单位为μg · mL<sup>-1</sup>,定容体积为50 mL,样品质量为5.0 g。

### 1.3 数据分析

采用SPSS 16.0 统计分析软件计算不同居群山苍子果实精油含量和柠檬醛含量的平均值和变异系数(CV);采用方差分析和多重比较法分析不同居群间精油含量的差异;采用巢式方差分析和多重比较法分

析不同居群间柠檬醛含量的差异以及居群间和居群内的分化水平,并按公式“ $V_{ST} = [\delta_{V_s}^2 / (\delta_{V_s}^2 + \delta_s^2)] \times 100\%$ ”计算表型分化系数,式中, $V_{ST}$ 为表型分化系数(即群体间变异占遗传总变异的百分率), $\delta_{V_s}^2$ 为居群间方差分量, $\delta_s^2$ 为居群内方差分量;采用简单相关分析法分析各居群精油含量和柠檬醛含量与部分地理-气候因子的关系;并以各居群精油含量和柠檬醛含量为参数进行不同居群间的聚类分析并构建聚类图。

## 2 结果和分析

### 2.1 不同居群山苍子果实的精油含量和柠檬醛含量分析

供试10个居群山苍子果实的精油含量和柠檬醛含量见表2。由表2可见:10个居群果实精油含量的平均值为3.60%,精油含量最高的为云南景东居群(4.56%)、最低的为江西分宜居群(3.14%);各居群果实中柠檬醛含量的平均值为3.52%,柠檬醛含量最高的为福建永安居群(7.01%)、最低的为贵州毕节居群(1.85%)。方差分析结果表明:10个居群间果实精油含量( $F = 44.34, P < 0.05$ )和柠檬醛含量( $F = 982.29, P < 0.01$ )的差异分别达显著和极显著水平。其中,四川长宁、贵州毕节、贵州织金和云南景东居群的果实精油含量与浙江富阳、福建建瓯、湖南永州、江

西分宜和福建永安居群间有显著差异,且云南景东居群果实精油含量显著高于其他居群;福建永安居群果实中柠檬醛含量显著高于其他居群,福建建瓯居群果实柠檬醛含量与福建永安、湖南永州、贵州毕节、云南景东和四川长宁居群间差异显著,浙江富阳居群果实柠檬醛含量与贵州毕节、四川长宁、云南景东、湖南永州和福建永安居群间差异显著,江西安远和江西分宜居群果实柠檬醛含量分别与贵州毕节、四川长宁、福建永安和云南景东居群间差异显著。说明山苍子不同居群间果实精油含量和柠檬醛含量存在不同程度的差异。

表2 不同居群山苍子果实精油含量和柠檬醛含量的比较( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>  
Table 2 Comparison of contents of essential oil and citral in fruits of *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. from different populations ( $\bar{X}\pm SD$ )<sup>1)</sup>

居群编号 <sup>2)</sup> No. of population <sup>2)</sup>	精油含量 Essential oil content		柠檬醛含量 Citral content	
	均值/% Average	变异系数/% CV	均值/% Average	变异系数/% CV
1	3.24±0.05a	1.54	3.65±1.03fg	28.22
2	4.14±0.15d	3.62	1.85±0.75a	40.54
3	4.02±0.18cd	4.48	3.19±1.18cdefg	36.99
4	3.28±0.15a	4.57	2.91±1.09bcde	37.46
5	3.25±0.34a	10.46	7.01±2.17h	30.96
6	3.30±0.25a	7.58	4.86±1.23g	25.31
7	4.56±0.21e	4.61	2.60±0.94abc	36.15
8	3.68±0.33b	8.97	2.29±0.75ab	32.75
9	3.40±0.08ab	2.35	3.44±1.29efg	37.50
10	3.14±0.15a	4.78	3.43±0.85defg	24.78
平均值 Average	3.60	5.30	3.52	33.07

<sup>1)</sup> 同列中不同的小写字母表示在5%水平上差异显著 Different small letters in the same column indicate the significant difference at 5% level.

<sup>2)</sup> 1: 浙江省富阳市黄公望森林公园 Huanggongwang Forest Park of Fuyang City in Zhejiang Province; 2: 贵州省毕节市海子镇白马山 Baimashan of Haizi Town of Bijie City in Guizhou Province; 3: 贵州省织金县城关镇平寨村 Pingzhai Village of Chengguan Town of Zhijin County in Guizhou Province; 4: 湖南省永州市冷水滩区伊塘镇 Yitang Town of Lengshuitan District of Yongzhou City in Hu'nan Province; 5: 福建省永安市小陶镇八一村 Bayi Village of Xiaotao Town of Yong'an City in Fujian Province; 6: 福建省建瓯市山下村 Shanxia Village of Jian'ou City in Fujian Province; 7: 云南省景东自治县无源山 Wuliangshan of Jingdong Autonomous County in Yunnan Province; 8: 四川省长宁县双河镇荷叶村 Heye Village of Shuanghe Town of Changning County in Sichuan Province; 9: 江西省安远县车头镇车头村 Chetou Village of Chetou Town of Anyuan County in Jiangxi Province; 10: 江西省分宜县大岗山 Dagangshan of Fenyi County in Jiangxi Province.

由表2还可见:山苍子居群内柠檬醛含量的变异系数明显高于居群内精油含量的变异系数。其中,贵州毕节居群柠檬醛含量的变异系数最高,达40.54%;其他各居群的柠檬醛含量的变异系数也比较高,为

24.78%~37.50%。福建永安居群精油含量的变异系数最高,达10.46%;而江西分宜和安远、湖南永州、贵州毕节和织金、云南景东和浙江富阳居群精油含量的变异系数均相对较低。

为了进一步了解山苍子不同居群间和居群内果实柠檬醛含量的分化水平,对柠檬醛含量的表型分化系数进行了计算,结果表明:柠檬醛含量的表型分化系数为57.87%,居群间和居群内的方差分量分别为1.876和1.366,方差分量百分率分别为55.21%和40.20%,说明山苍子居群间柠檬醛含量的变异程度大于居群内部,可从山苍子不同居群间选择柠檬醛含量高的目标群体。

## 2.2 不同居群山苍子果实精油含量和柠檬醛含量与地理-气候因子的相关性分析

不同居群山苍子果实精油含量和柠檬醛含量与地理-气候因子间的相关系数见表3。相关性分析结果表明:山苍子果实精油含量与原产地经度和7月均温分别存在极显著负相关( $P<0.01$ ),与年降雨量存在显著负相关( $P<0.05$ ),与海拔存在极显著正相关( $P<0.01$ )。说明经度低的居群果实精油含量相对较高,年降雨量较丰富的居群精油含量相对较低,海拔较高的居群精油含量也明显高于海拔较低的居群。此外,7月份气温过高也不利于山苍子果实精油的积累。

由表3还可见:不同居群山苍子果实柠檬醛含量与经度和年降雨量分别存在显著和极显著正相关关

表3 不同居群山苍子果实精油含量和柠檬醛含量与地理-气候因子的相关系数<sup>1)</sup>

Table 3 Correlation coefficients between contents of essential oil and citral in fruits of *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. from different populations with geographical-climatic factors<sup>1)</sup>

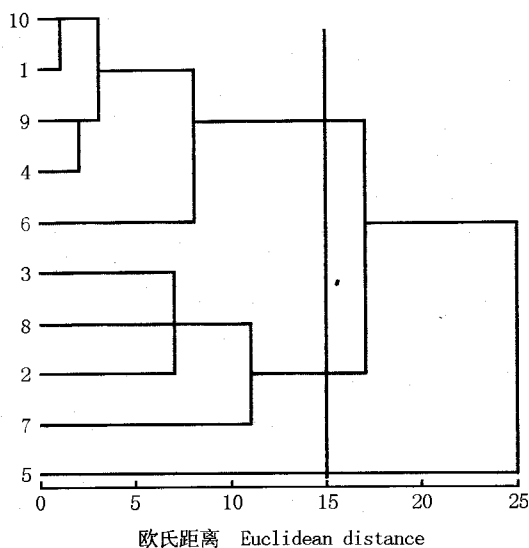
因子 Factor	相关系数 Correlation coefficient	
	精油含量 Essential oil content	柠檬醛含量 Citral content
经度 Longitude	-0.887 **	0.675 *
纬度 Latitude	-0.416	-0.102
平均海拔 Average altitude	0.959 **	-0.401
年均温 Annual mean temperature	-0.405	0.481
年降雨量 Annual precipitation	-0.700 *	0.840 **
无霜期 Frostless period	0.556	-0.307
年日照时数 Annual sunshine time	-0.166	0.327
1月均温 Mean temperature of January	0.131	0.312
7月均温 Mean temperature of July	-0.900 **	0.489

<sup>1)</sup> \*:  $P<0.05$ ; \*\*:  $P<0.01$ .

系,说明山苍子果实柠檬醛含量具有随经度和年降雨量升高而增加的变化趋势。

### 2.3 基于果实精油含量及柠檬醛含量的山苍子不同居群的聚类分析

为进一步揭示山苍子各居群的遗传相似性,以山苍子10个居群的果实柠檬醛含量和精油含量为参数进行聚类分析,结果表明(图1):在欧氏距离为15处,10个山苍子居群可被分为3组,其中,江西分宜、浙江富阳、江西安远、湖南永州和福建建瓯5个居群归为一组;贵州织金、四川长宁、贵州毕节和云南景东4个居群归为一组;福建永安居群独立成组。



1: 浙江省富阳市黄公望森林公园 Huanggongwang Forest Park of Fuyang City in Zhejiang Province; 2: 贵州省毕节市海子镇白马山 Baimashan of Haizi Town of Bijie City in Guizhou Province; 3: 贵州省织金县城关镇平寨村 Pingzhai Village of Chengguan Town of Zhijin County in Guizhou Province; 4: 湖南省永州市冷水滩区伊塘镇 Yitang Town of Lengshuitan District of Yongzhou City in Hu'nan Province; 5: 福建省永安市小陶镇八一村 Bayi Village of Xiaotao Town of Yong'an City in Fujian Province; 6: 福建省建瓯市山下村 Shanxia Village of Jian'ou City in Fujian Province; 7: 云南省景东自治县无凉山 Wuliangshan of Jingdong Autonomous County in Yunnan Province; 8: 四川省长宁县双河镇荷叶村 Heye Village of Shuanghe Town of Changning County in Sichuan Province; 9: 江西省安远县车头镇车头村 Chetou Village of Chetou Town of Anyuan County in Jiangxi Province; 10: 江西省分宜县大岗山 Dagangshan of Fenyi County in Jiangxi Province.

图1 基于果实精油含量和柠檬醛含量的山苍子10个居群的聚类图  
Fig. 1 Cluster dendrogram of ten populations of *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. based on contents of essential oil and citral in fruits

### 3 讨论和结论

研究表明:山苍子各居群间果实精油含量和柠檬醛含量差异显著,且居群间柠檬醛含量的变异程度大于居群内,说明在居群间进行山苍子优良单株或

品种选择的潜力较大。

相关性分析结果表明:山苍子果实精油含量具有随产地海拔升高而增加,随经度、年降雨量和7月均温增加而减少的趋势。由于经度主要反映的是与水分相关的气候因子,因此,影响山苍子果实精油含量变化的经度和年降雨量2个因子可归纳为水分因子;而高海拔地区山苍子果实精油含量要明显高于低海拔地区,这可能与高海拔地区生境内的平均气温较低和昼夜温差较大有关,因此,影响精油含量变化的海拔和7月均温2个因子可归纳为温度因子。由此可见,水分和温度是影响山苍子果实精油含量变异的主要环境因素。同理,可把影响柠檬醛含量变化的经度和年降雨量2个因子归纳为水分因子。据此推测:水分差异是影响山苍子不同居群间柠檬醛含量变异的主要外在因素。综上所述,不同居群生境中的水分差异是导致山苍子果实精油含量和柠檬醛含量差异的主要外在因子,可能与水分对植物细胞内油脂和柠檬醛生物代谢合成途径的影响有关,具体原因有待进一步的深入研究。

另外,7月份的平均气温越高越不利于山苍子果实精油的积累,7月份至8月份是山苍子果实成熟并积累精油的重要时期<sup>[18]</sup>,这个时期的温度过高不利于植物次生代谢产物积累。此外,高海拔地区山苍子果实精油含量也明显高于低海拔地区,可能与高海拔地区平均气温较低和昼夜温差相对较大有关,也即:在山苍子果实内精油积累的关键期,低温和昼夜温差大是有利因素。这与油茶(*Camellia oleifera* Abel.)精油积累期要求较低气温和较大昼夜温差<sup>[19]</sup>的结论一致。由此可见,不同居群山苍子果实精油含量的差异,除了受本身的遗传因素影响以外,还受到果实发育期气候条件的影响。

总体来说,低经度地区山苍子果实精油含量高于高经度地区,低经度地区山苍子果实柠檬醛含量低于高经度地区。但也有例外,如四川长宁居群的果实精油含量显著低于贵州毕节和织金居群,湖南永州和江西分宜居群的果实精油含量低于江西安远、福建永安、福建建瓯和浙江富阳居群;云南景东和四川长宁居群果实柠檬醛含量高于贵州毕节居群,福建建瓯和浙江富阳居群果实柠檬醛含量显著低于福建永安居群。说明不同居群山苍子果实精油含量和柠檬醛含量的差异是基因型和环境选择共同作用的结果,即环境的异质性会导致群体的变异,而遗传因素差异可

能是更重要的因素。

聚类分析结果表明:10个山苍子居群呈现出较为明显的区域变化特征,主要分为西南部和东南部2个种质类型。结合各居群果实精油含量和柠檬醛含量数据可知:东南部居群的果实精油含量明显低于西南部居群,而东南部居群的柠檬醛含量又显著高于西南部居群。东南部的福建永安居群的种质类型相对于其他居群更特别,这种特异的种质类型可成为山苍子品种遗传改良的重要育种材料。

综上所述,山苍子不同居群果实精油含量和柠檬醛含量存在较大差异,居群内柠檬醛含量的变异系数明显高于精油含量,且居群间的柠檬醛含量变异程度大于居群内。果实精油含量与经度、7月均温和年降雨量呈极显著和显著的负相关,与海拔呈极显著正相关;柠檬醛含量与经度和年降雨量呈显著和极显著正相关。基于果实精油含量和柠檬醛含量可将供试的10个山苍子居群分为3组,聚类结果具有明显的区域特征,大致可分成西南部和东南部2个类型,揭示不同产地山苍子果实中精油含量和柠檬醛含量的差异与地理分布和生境气候条件有一定的相关性。

#### 参考文献:

- [1] 汤青云,钟桐生,汤建国,等. 山苍子中油脂的提取与利用[J]. 湘南学院学报, 2004, 25(5): 61-63.
- [2] 潘晓杰,陈卫军,侯红波. 山苍子资源利用加工现状及开发前景的研究[J]. 经济林研究, 2003, 21(1): 79-80.
- [3] 王旭,杨关锋. 我国山苍子开发利用的现状与发展对策[J]. 经济林研究, 2010, 28(3): 136-139.
- [4] SI L L, CHEN Y C, HAN X J, et al. Chemical composition of essential oils of *Litsea cubeba* harvested from its distribution areas in China[J]. *Molecules*, 2012, 17(6): 7057-7066.
- [5] 张德权,吕飞杰,台建祥. 超临界CO<sub>2</sub>流体技术萃取山苍子油的研究[J]. 食品与发酵工业, 2000, 26(2): 54-57.
- [6] 鲍逸培. 湖南省山苍子开发利用的研究[J]. 湖南林业工业, 1998(4): 19-22.
- [7] 孙雁霞,石大兴,王米力,等. 山苍子的离体培养和植株再生[J]. 植物生理学通讯, 2002, 38(4): 353.
- [8] 陈卫军,龚洵胜,游小敏. 山苍子播种繁殖及扦插育苗初探[J]. 经济林研究, 2004, 22(4): 59-60.
- [9] 赵佐敏. 影响山苍子离体快繁效果的主要因素研究[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(9): 1650-1652.
- [10] YANG Y, JIANG J Z, QIMEI L B, et al. The fungicidal terpenoids and essential oil from *Litsea cubeba* in Tibet[J]. *Molecules*, 2010, 15(10): 7075-7082.
- [11] KOTOKY R, PATHAK M G, KANJILAL P B. Physico-chemical characteristics of seed oils of some *Litsea* species found in North-East India[J]. *Natural Product Radiance*, 2007, 6(4): 297-300.
- [12] HU L S, WANG Y D, DU M H, et al. Characterization of the volatiles and active components in ethanol extracts of fruits of *Litsea cubeba* (Lour.) by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and gas chromatography-olfactometry (GC-O)[J]. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2011, 5(14): 3298-3303.
- [13] LUO M, JIANG L K, ZOU G L. Acute and genetic toxicity of essential oil extracted from *Litsea cubeba* (Lour.) Pers.[J]. *Journal of Food Protection*, 2005, 68(3): 581-588.
- [14] MARON R, FAHN A. Ultrastructure and development of oil cells in *Laurus nobilis* L. leaves[J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 1979, 78(1): 31-40.
- [15] MAO A A, WETTEN A, FAY M F, et al. *In vitro* propagation of *Litsea cubeba* (Lour.) Pers., a multipurpose tree[J]. *Plant Cell Reports*, 2000, 19(3): 263-267.
- [16] BIGHELLI A, MUSELLI A, CASANOVA J, et al. Chemical variability of *Litsea cubeba* leaf oil from Vietnam[J]. *Journal of Essential Oil Research*, 2005, 17(1): 86-88.
- [17] HWANG J K, CHOI E M, LEE J H. Antioxidant activity of *Litsea cubeba*[J]. *Fitoterapia*, 2005, 76(7/8): 684-686.
- [18] 杨帆,王羽梅. 山鸡椒(山苍子)精油研究现状[J]. 韶关学院学报, 2009, 30(6): 80-83.
- [19] 黎章矩,华家其,曾燕如. 油茶果实含油率影响因子研究[J]. 浙江林学院学报, 2010, 27(6): 935-940.

(责任编辑:佟金凤)