

## 樟树叶油地理变异的研究

张国防, 陈存及, 赵刚

(福建农林大学, 福建福州 350002)

**摘要:** 对分布在福建省不同地区的樟树(*Cinnamomum camphora* (L.) Presl)叶油含量和主要化学成分进行分析, 结果表明, J3(118°16' ~ 119°29')和 W1(28°18' ~ 27°30')交叉区域芳樟叶油含量(1.90% ± 0.30%)和芳樟醇含量(95.34% ± 1.10%)较高, 可作为优良芳樟选育的重点区域; J2(117°03' ~ 118°16')和 W3(26°42' ~ 25°54')交叉区域桉樟叶油含量(1.36% ± 0.48%)和1,8-桉叶油素含量(10.44% ± 17.28%)较高, 可以作为优良桉樟选育的重点区域。J2和 W2(27°30' ~ 26°42')交叉区域樟脑叶油含量(1.13% ± 0.65%)和樟脑含量(4.80% ± 13.97%)较高, 可以作为优良樟脑选育的重点区域; J4(119°29' ~ 120°43')和 W6(24°18' ~ 23°31')交叉区域黄樟叶油含量(1.05% ± 0.34%)和黄樟油素含量(9.01% ± 16.73%)较高, 可以作为优良黄樟选育的重点区域。樟树叶油含量和主成分类型及含量呈明显的地理分布。

**关键词:** 樟树; 叶油; 地理变异

**中图分类号:** Q948.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2006)01-0022-04

**Study on the geographic variation of leaf oil of *Cinnamomum camphora*** ZHANG Guo-fang, CHEN Cun-ji, ZHAO Gang (Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2006, 15(1): 22-25

**Abstract:** The content and its mostly chemical composition of leaf oil from *Cinnamomum camphora* (L.) Presl in different places of Fujian Province were analyzed. The results showed that the oil yield (1.90% ± 0.30%) and linalool content (95.34% ± 1.10%) of *C. camphora* were more abundant in the cross area of J3 (118°16' - 119°29') and W1 (28°18' - 27°30') than other areas. The oil yield and 1,8-cineole content were 1.36% ± 0.48% and 10.44% ± 17.28% in the cross area of J2 (117°03' - 118°16') and W3 (26°42' - 25°54') respectively; the oil yield and camphor content were 1.13% ± 0.65% and 4.80% ± 13.97% in the cross area of J2 and W2 (27°30' - 26°42') respectively; the oil yield and safrole content were 1.05% ± 0.34% and 9.01% ± 16.73% in the cross area of J4 (119°29' - 120°43') and W6 (24°18' - 23°31') respectively. These distinct geography areas could be regarded as important areas for selecting *C. camphora*. The oil content and the type and content of main component in oil showed distinct geography distributing.

**Key words:** *Cinnamomum camphora* (L.) Presl; leaf oil; geographic variation

樟树(*Cinnamomum camphora* (L.) Presl)是中国特产的珍贵经济树种,分布范围广,福建省是主要分布区<sup>[1]</sup>。其叶油中含有多种重要的化学成分,并且是化工、医药、食品、香料和国防等工业的重要原料。长期的生殖隔离和各种环境因子的综合作用,使樟树在遗传上存在着较大的地理变异,不同个体和群体间的叶油差异显著<sup>[2]</sup>。据研究,林木多数性状与纬度有密切的线性关系,呈现以纬度为主的渐变,与经度和海拔也有一定的相关性<sup>[3]</sup>。育种工作者了解和掌握林木个体和群体遗传变异模式和规

律,可以充分发掘其遗传潜力,制定合理的育种策略,从而获得较大的遗传效益。笔者从地理角度,分析福建省不同地区樟树叶含油量和精油主要化学成分的遗传变异,以期对樟树的良种定向选育、遗传改良、基因资源多样性保护提供理论依据。

**收稿日期:** 2005-08-08

**基金资助:** 福建省林业厅重大种苗攻关项目资助(200306)

**作者简介:** 张国防(1966-),男,福建莆田人,博士研究生,副教授,从事森林培育、经济林栽培及森林防火研究。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料和仪器

樟树天然林极少集中连片,福建省樟树资源主要散落在各地的周边及公园中,因而,本研究采取随机抽样的方法,按纬度 W1 (28°18' ~ 27°30')、W2 (27°30' ~ 26°42')、W3 (26°42' ~ 25°54')、W4 (25°54' ~ 25°06')、W5 (25°06' ~ 24°18')、W6 (24°18' ~ 23°31')和经度 J1 (115°50' ~ 117°03')、J2 (117°03' ~ 118°16')、J3 (118°16' ~ 119°29')、J4 (119°29' ~ 120°43')的交叉区,分别选择了南平、建阳、建瓯、邵武、尤溪、浦城、福安、宁德、沙县、明溪、永安、三明、福州、福清、闽清、莆田、连城、漳平、龙岩、武平、上杭、诏安、永泰、泉州和厦门等 25 个县(市)的公园和其周边分布的樟树,于 2004 年 4 月 14 日至 15 日上午在每个县(市)随机抽取 20 株 20 年生以上的样株作为采样对象,每株都按不同方位和上、中、下不同层次分别采取叶片,混合,从中各取 100 g 作为樟油提取和测定的样品,共采集了 505 份样品,并立即于当天运回实验室,放入冰箱冷藏,备用。利用普通蒸馏设备进行叶油提取;叶油成分分析用上海科创色谱仪器有限公司生产的 GC112 型气相色谱仪进行。

### 1.2 实验方法

将新鲜叶剪碎,置烧瓶中,加入 200 mL 沸水,用酒精灯加热 60 min 后,收集精油。

气相色谱分析:交联 SE-30 弹性石英毛细管柱 (30 m × 0.25 mm)。升温速度 10 °C · min<sup>-1</sup>,程序升温:100°C (1 min) → 230°C (30 min) → 60°C。汽化室温度 250°C,检测器为氢火焰检测器,检测器温度 250°C;载气为 N<sub>2</sub>,流速 30 mL · min<sup>-1</sup>,尾吹 5 mL · min<sup>-1</sup>,H<sub>2</sub>流速 40 mL · min<sup>-1</sup>,空气流速 300 mL · min<sup>-1</sup>。进样量 0.1 μL。灵敏度为 8。采用 N2000 色谱数据工作站,归一法计算精油各组分的含量。

根据所测定的数据<sup>[4]</sup>,用 SPSS 软件进行聚类分析<sup>[5]</sup>,把福建省的樟树分为 4 种化学类型,即芳樟型(主成分为芳樟醇)、桉樟型(主成分为 1,8-桉叶油素)、脑樟型(主成分为樟脑)和黄樟型(主成分为黄樟油素)<sup>[4]</sup>。将测定结果按经纬度分配到各个分区中,用 SPSS 软件计算出平均值和标准差。

## 2 结果和分析

### 2.1 樟树叶油主要化学类型随经纬度的变化

樟树叶油主要化学类型随经纬度的变化见表 1 和表 2。

表 1 各类型樟树在各经度分区的样本频率表<sup>1)</sup>  
Table 1 The sample frequency of different types of *Cinnamomum camphora* (L.) Presl in different longitude subareas<sup>1)</sup>

经度分区 Longitude subarea	不同樟树类型所占比例/% Percentage of different types of <i>C. camphora</i>			
	I	II	III	IV
J1	3.30	96.70		
J2	6.30	83.90	6.30	3.50
J3	3.00	93.00	1.00	3.00
J4	4.00	82.00		14.00

<sup>1)</sup> J1: 115°50' - 117°03'; J2: 117°03' - 118°16'; J3: 118°16' - 119°29'; J4: 119°29' - 120°43'. I: 主要成分为 1,8-桉叶油素 Containing 1,8-cineole as main component; II: 主要成分为芳樟醇 Containing linalool as main component; III: 主要成分为樟脑 Containing camphor as main component; IV: 主要成分为黄樟油素 Containing safrole as main component.

表 2 各类型樟树在各纬度分区的样本频率表<sup>1)</sup>  
Table 2 The sample frequency of different types of *Cinnamomum camphora* (L.) Presl in different latitude subareas<sup>1)</sup>

纬度分区 Latitude subarea	不同樟树类型所占比例/% Percentage of different types of <i>C. camphora</i>			
	I	II	III	IV
W1		100.00		
W2	2.60	84.60	2.60	10.20
W3	2.40	94.40	2.60	0.60
W4	15.70	70.00	1.50	12.80
W5		100.00		
W6		80.00		20.00

<sup>1)</sup> W1: 28°18' - 27°30'; W2: 27°30' - 26°42'; W3: 26°42' - 25°54'; W4: 25°54' - 25°06'; W5: 25°06' - 24°18'; W6: 24°18' - 23°31'. I: 主要成分为 1,8-桉叶油素 Containing 1,8-cineole as main component; II: 主要成分为芳樟醇 Containing linalool as main component; III: 主要成分为樟脑 Containing camphor as main component; IV: 主要成分为黄樟油素 Containing safrole as main component.

由表 1 和表 2 可知,在 J1、J2、J3 和 J4 各经度分区上,樟树叶油中主要含芳樟醇类型的分别占 96.70%、83.90%、93.00% 和 82.00%,平均为 88.90%;在 W1、W2、W3、W4、W5 和 W6 各纬度分区上,樟树叶油中主要含芳樟醇类型的分别占 100.00%、84.60%、94.40%、70.00%、100.00% 和 80.00%,平均为 88.20%;各经纬度总平均达 88.50%,最低分布频数为 70.00%。可见,在福建省

内随经纬度的变化樟树叶油的基本化学类型较稳定,主要为芳樟醇型,是芳樟良种选育的重点区域。这也印证了福建省是传统上芳樟醇出口重要基地的缘由。

福建省樟树叶油的其他主要成分类型桉樟、脑樟和黄樟分布频数平均分别为3.7%、1.4%和6.4%,可见这3种叶油类型的樟树种质资源总的较少,但其分布随经纬度变化较大,有些地区不同叶油化学类型资源也较丰富,如桉樟在W4区平均分布频数达15.70%,黄樟在W6区平均分布频数达20.00%。

## 2.2 樟树叶含油量及主成分随经纬度的变化

樟树叶含油量及主要化学成分随经纬度变化的情况见表3和表4。

J1、J2、J3和J4分区的樟树叶平均得油率及标准差分别为1.02%±0.50%、1.13%±0.65%、1.38%±0.48%和0.44%±0.24%,变异系数分别

达到49%、58%、35%和55%,得油率及标准差总平均为0.99%±0.48%,总变异系数达到49%,可见随着经度的变化樟树叶油含量变化较大,在各分区内得油率变化也大。但在樟树叶含油率最高的J3区,其得油率变异系数最低,说明该区樟树叶含油量普遍较高。

随经纬度变化,福建省内樟树叶油主要化学类型较稳定,主要为芳樟醇型,但在J1、J2、J3和J44个分区樟树叶油中主要化学成分芳樟醇平均含量及标准差分别为57.99%±34.79%、36.93%±33.35%、72.19%±33.31%和19.17%±26.81%,变异系数分别为60%、90%、46%和140%,芳樟醇含量及标准差总平均为46.57%±32.07%,总变异系数达69%,可见随经度的变化樟树叶油中芳樟醇的含量差异大,在各经度分区内芳樟醇含量的差异也大。但在芳樟醇含量最高的J3区,芳樟醇含量变异系数最低,说明该区域樟树叶油中芳樟醇含量普遍较高。

表3 樟树叶得油率和主要成分含量在各经度分区的平均值与标准差

Table 3 The means and standard deviations of total content and main composition content of leaf oil from *Cinnamomum camphora* (L.) Presl in different longitude subareas

经度分区 Longitude subarea	得油率/% Oil content	各主成分的含量/% Content of main composition			
		1,8-桉叶油素 1,8-cineole	芳樟醇 Linalool	樟脑 Camphor	黄樟油素 Safrole
J1(115°50' - 117°03')	1.02 ± 0.50	6.85 ± 9.53	57.99 ± 34.79	1.15 ± 1.09	0.04 ± 0.06
J2(117°03' - 118°16')	1.13 ± 0.65	10.44 ± 17.28	36.93 ± 33.35	4.80 ± 13.97	2.65 ± 9.60
J3(118°16' - 119°29')	1.38 ± 0.48	4.62 ± 12.85	72.19 ± 33.31	2.13 ± 7.41	1.72 ± 9.00
J4(119°29' - 120°43')	0.44 ± 0.24	7.35 ± 17.80	19.17 ± 26.81	0.73 ± 0.99	9.18 ± 18.88

表4 樟树叶得油率和主要成分含量在各纬度分区的平均值与标准差

Table 4 The means and standard deviations of total content and main composition content of leaf oil from *Cinnamomum camphora* (L.) Presl in different latitude subareas

纬度分区 Latitude subarea	得油率/% Oil content	各主成分的含量/% Content of main composition			
		1,8-桉叶油素 1,8-cineole	芳樟醇 Linalool	樟脑 Camphor	黄樟油素 Safrole
W1(28°18' - 27°30')	1.90 ± 0.30	0.19 ± 0.14	95.34 ± 1.10	0.16 ± 0.20	0.08 ± 0.00
W2(27°30' - 26°42')	0.78 ± 0.72	6.50 ± 13.41	30.87 ± 32.78	3.80 ± 13.55	7.52 ± 15.99
W3(26°42' - 25°54')	1.36 ± 0.48	5.14 ± 12.88	69.76 ± 33.56	2.88 ± 9.05	0.74 ± 5.17
W4(25°54' - 25°06')	0.79 ± 0.56	13.18 ± 22.53	30.23 ± 36.30	2.31 ± 9.94	8.04 ± 19.42
W5(25°06' - 24°18')	1.08 ± 0.61	6.99 ± 11.68	52.28 ± 35.13	1.10 ± 1.33	0.15 ± 0.44
W6(24°18' - 23°31')	1.05 ± 0.34	2.11 ± 3.75	26.06 ± 29.46	0.71 ± 0.81	9.01 ± 16.73

1,8-桉叶油素、樟脑和黄樟油素含量在各经度分布区的平均值(以所有样品的平均计算)均很低(表3),但变异系数普遍都很大,其含量及标准差的平均分别为7.32%±14.37%、2.20%±5.87%和3.40%±9.39%,变异系数分别达到196%、267%

和276%,可见,这3种化学类型的樟树都存在个别叶油中各自成分含量高的优良单株,良种选育潜力较大。在得油率较高的J2区,1,8-桉叶油素和樟脑的平均含量及标准差都最高,分别为10.44%±17.28%和4.80%±13.97%,变异系数分别为

166%和291%,说明该区桉樟和脑樟良种选育潜力大。J4区黄樟油素含量最高,说明该区黄樟良种选育的潜力较大。

由表4可知,W1、W2、W3、W4、W5和W6分区的樟树叶平均得油率及标准差分别为 $1.90\% \pm 0.30\%$ 、 $0.78\% \pm 0.72\%$ 、 $1.36\% \pm 0.48\%$ 、 $0.79\% \pm 0.56\%$ 、 $1.08\% \pm 0.61\%$ 和 $1.05\% \pm 0.34\%$ ,变异系数分别为16%、92%、35%、71%、57%和32%,得油率及标准差总平均为 $1.16\% \pm 0.50\%$ ,总变异系数达到43%。可见,随着纬度的变化樟树叶油含量变化较大,樟油得油率随纬度的降低而呈下降趋势,在各自分区内得油率变化也明显。但在樟树叶含油率最高的W1区,其得油率变异系数最低,说明该区樟树叶含油量普遍较高。

W1、W2、W3、W4、W5和W6分区樟树叶油中主要化学成分芳樟醇平均含量及标准差分别为 $95.34\% \pm 1.10\%$ 、 $30.87\% \pm 32.78\%$ 、 $69.76\% \pm 33.56\%$ 、 $30.23\% \pm 36.30\%$ 、 $52.28\% \pm 35.13\%$ 和 $26.06\% \pm 29.46\%$ ,变异系数分别为1%、106%、48%、120%、67%和113%,芳樟醇含量及标准差总平均为 $50.76\% \pm 28.06\%$ ,总变异系数达55%。可见,随纬度的变化樟树叶油中芳樟醇的含量差异大,在各自纬度分区内芳樟醇的含量差异也大。但在芳樟醇含量最高的W1区,其芳樟醇含量变异系数最低,说明该区域樟树叶油中含芳樟醇普遍较高。

桉樟、脑樟和黄樟3个化学类型在福建省各纬度的分布频数都较低,所以,1,8-桉叶油素、樟脑和黄樟油素含量在各纬度分布区的平均值(以所有样品的平均值计算)都很低(表4),但变异系数普遍很大,其含量及标准差总的平均分别为 $5.69\% \pm 10.73\%$ 、 $1.83\% \pm 5.81\%$ 和 $4.26\% \pm 9.63\%$ ,变异系数分别达到189%、317%和226%,可见,这3种化学类型的樟树都存在个别叶油中各自主成分含量高的优良单株,良种选育潜力较大。在得油率较高的W3区,1,8-桉叶油素平均含量不及W4、W5和W2区,但该区芳樟分布频率只有2.4%,1,8-桉叶油素含量变异系数为251%,含油率远高于W2和W4区,而W5区桉樟分布频数为0,故选择W3区作为桉樟良种选育的区域潜力最大;W2区樟脑平均含量与W4区相当,但其变异系数为93%,高于W4区的

70%,樟脑平均含量高于W4区,变异系数高达357%,故其脑樟的良种选育潜力更大;W6区平均含油率和黄樟油素含量相对较其他黄樟分布区都大,可作为黄樟良种选育的重点区域。

### 3 讨 论

在J3和W1交叉区域的蒲城、建瓯等地,芳樟叶平均得油率和芳樟醇含量最高,可作为芳樟良种选育的重点区域;在J2和W3交叉区域的永安、漳平、龙岩等地,桉樟叶平均得油率和1,8-桉叶油素含量最高,可作为桉樟良种选育的重点区域;在J2和W2交叉区域的沙县、三明、明溪等地,脑樟叶得油率和樟脑含量最高,可作为脑樟良种选育的重点区域;在J4和W6交叉区域的诏安等地,黄樟叶得油率和黄樟油素含量最高,可作为黄樟良种选育的重点区域。

樟树叶油含量和主要化学成分呈现出明显的地理差异。福建省是芳樟的主要分布区,但不同地理区域的芳樟叶油含量和芳樟醇含量差异较大,良种选育潜力大,表现出随纬度增加而升高趋势,良种选育的最佳区域在闽北的建瓯、建阳、武夷山、浦城、松溪、政和、南平等地和闽南的少数地区。

樟树的其他3种类型(即桉樟、脑樟和黄樟)地理位置的变化幅度不及芳樟显著,但也呈现出一定的变化规律,个体差异较明显,在不同区域分布特点不同,良种选育有一定的潜力,有待于进一步研究。

根据此次调查统计结果,某些区域没有某种樟树化学类型,这或许是调查的样本有限的原因,可能该化学类型在某区域分布较少。

#### 参考文献:

- [1] 中国森林编辑委员会. 中国森林(第1卷)[M]. 北京:中国林业出版社, 2000. 194-195.
- [2] 石皖阳, 何伟. 樟精油成分和类型划分[J]. 植物学报, 1989, 31(3): 209-214.
- [3] 刘括行, 龙良勤. 杉木地理种源变异及其应用的研究[J]. 安徽林业科技, 1991(2): 9-14.
- [4] 赵刚. 福建樟树精油化学类型与优良单株选择的研究[D]. 福州:福建农林大学, 2005.
- [5] 卢纹岱. SPSS for Windows 统计分析(第2版)[M]. 北京:电子工业出版社, 2003. 311.