

# 油松针叶萜烯组分相对含量的季节变化

刘和平

(陕西省林业科学研究所, 杨陵 712100)

张懿藻

(西北林学院, 杨陵 712100)

**摘要** 利用气相色谱和气-质联用分析技术, 对陕西省宁陕县旬阳坝林场8株成年油松的针叶挥发性萜烯化合物相对百分含量的季节变化进行了测定。结果表明, 18种主要化合物的相对含量中有11种存在着显著或极显著的季节性差异, 这种差异主要发生在夏季与冬季之间。

**关键词** 油松; 针叶; 萜烯组分; 相对含量; 季节差异

The seasonal variation of relative contents of foliar volatile terpenes in *Pinus tabulaeformis* Carr. Liu He-Ping (Shaanxi Forestry Institute of Sciences, Yangling 712100), Zhang Yi-Zao (Northwestern Forestry College, Yangling 712100), *J. Plant Resour. & Environ.* 1995, 4(3): 45~48

The seasonal variation of foliar volatile terpenes of *Pinus tabulaeformis* were determined. The needle samples were collected in Xunyangba, Ningshan County, Shaanxi Province from November of 1984 to November of 1985 in every two months. The results indicated that there were significant seasonal variations on relative contents in 11 of total 18 volatile terpenes. The difference occurred mainly between summer and winter.

**Key words** *Pinus tabulaeformis* Carr.; relative content; needle; volatile terpenes; seasonal variation

针叶树种的针叶挥发性萜烯化合物相对含量(即以总含量为基数, 各化合物所占的相对百分含量)主要受遗传因子所控制而较少受环境因子的影响, 这一点已被很多试验所证实<sup>[2,4,7]</sup>。基于这项结果, 针叶挥发性萜烯组分相对含量被越来越多地应用于针叶树地理种群划分和种内地理迁移过程的探讨等<sup>[1,5,6]</sup>。在北半球这方面的试验多数在1月份前后采集针叶样品, 此时植物体内生理代谢活动最弱, 萜烯化合物相对含量较其他季节稳定, 因而样本更具有有一致性, 由采样而产生的误差最小。但也有某些针叶树种针叶挥发性萜烯组分相对含量不存在显著地理差异的报道<sup>[3]</sup>。

本试验的目的在于测定油松针叶挥发性萜烯组分相对含量的季节变化规律, 以便确定适宜的采样时间, 根据萜烯组分相对含量研究油松地理种群的划分。

## 1. 材料与 方法

1.1 样品的采集与处理 样品采自陕西省宁陕县旬阳坝林场油松天然林内8株20~25年生的

收稿日期 1995-03-31

“七五”国家攻关课题。气相色谱、质谱分析得到中国林业科学院南京林产化工研究所陈友地、姜紫荣等同志的大力帮助, 表示感谢。

油松 (*Pinus tabulaeformis* Carr.)。样木株距约80 m。采集树冠南侧下端外向的1龄针叶。采样时间分别为1984年11月及1985年1,3,5,7,9,11月的每月的15日(1984年11月至1985年7月,样品为1984年生成叶,1985年7月至11月为当年生成叶)。针叶剪碎后用水汽蒸馏法提取挥发性萜烯化合物(为保证提取物纯净,整个提取过程未加入任何化学萃取溶剂)。

**1.2 样品测试** 各种化合物的分离及相对含量的气相色谱测定条件为:载气( $N_2$ )流量:20 ml/min,空气流量:142 ml/min,尾吹:16 ml/min,柱前压:1.2 kg/cm<sup>2</sup>,尾吹压:0.45 kg/cm<sup>2</sup>,氢焰检测器温度:200℃,汽化室温度:210℃,柱温程序升温过程:80→(3℃/min)→197℃,分流比:1:25,信号衰减:1/4,进样量:0.3 μl,色谱柱:OV-101玻璃毛细管柱(36 m × 0.33 mm)。气-质联用仪的工作条件为:OV-101玻璃毛细管分离柱,柱前压:0.8 kg/cm<sup>2</sup>,注入口温度:240℃,检测器温度:210℃,柱温程序升温过程:70→(2℃/min)→200℃,分流比:1:10,进样量:0.2 μl,离化方式:EI,离化电压:70 eV,离化电流:300 μA,离化温度:180℃。气相色谱仪和气-质联用仪的型号分别为日立-163型和JMS-300型气-质联用仪。

## 2. 结果与分析

综合56个被检测样品的气相色谱图,共得34个色谱峰。其中18个色谱峰所代表的化合物相对含量大于0.1%。因气相色谱仪的测定误差经检测为0.1%,同时,有少数相对含量非常低的峰尚不能断定确为化合物或由于仪器工作中电讯号的“抖动”所造成。故以18种化合物数据进行分析。进一步对34个色谱峰作了气-质联用的定性测定。在所分析的18种化合物中,有

表1 油松针叶不同采样时间18种萜烯化合物相对含量(%)平均值  
Tab 1 Average relative contents of 18 volatile terpenes in different sampling times

化合物 Compounds	不同采样时间的相对含量(%) Relative contents in different sampling times						
	'84.11	'85.1	'85.3	'85.5	'85.7	'85.9	'85.11
三环烯 tricyclenene	0.91	0.63	0.61	0.60	0.63	0.78	0.93
α-蒎烯 α-pinene	24.87	20.39	25.87	24.87	27.26	26.68	24.41
莰烯 camphene	2.79	2.36	2.52	2.68	2.95	2.80	2.83
第四组分 unidentification	0.71	0.71	0.64	0.57	1.10	0.66	0.74
β-蒎烯 β-pinene	11.69	12.07	11.80	13.31	15.35	10.53	11.75
香叶烯 geranene	4.80	3.23	3.05	3.96	3.20	4.97	4.89
柠檬烯 limonene	3.94	3.84	3.82	3.71	3.53	4.20	3.91
第九组分 unidentification	2.13	1.78	1.69	1.31	1.16	1.49	2.09
第十一组分 unidentification	6.32	6.33	6.84	6.10	4.08	9.60	6.41
第十五组分 unidentification	12.49	16.49	15.48	15.76	14.46	13.87	12.72
第十八组分 unidentification	2.59	2.87	2.49	2.61	2.46	2.33	2.55
γ-古芸烯 γ-gurjunene	8.09	9.01	8.43	8.14	6.56	7.99	8.06
第廿二组分 unidentification	3.62	3.92	3.72	3.18	3.10	2.93	3.47
β-桉油烯 β-cadinene	0.93	1.10	1.02	1.15	1.23	1.09	0.98
δ-杜松烯 δ-cadinene	3.00	2.35	2.30	2.48	1.91	1.98	2.94
第廿六组分 unidentification	3.61	3.66	2.78	2.39	3.38	3.36	3.20
第廿七组分 unidentification	1.98	1.59	1.40	1.44	0.97	1.35	1.85
第廿八组分 unidentification	1.97	1.17	1.05	1.20	0.75	0.98	2.14
合计 total	96.44	93.50	95.51	95.46	94.08	97.59	95.87

10种确定了化合物的结构或名称,另外8种没有得到确认。

气-质联用测定结果表明,油松针叶挥发性油由单萜类化合物和倍半萜类化合物组成。根据已确认化合物的分子式和分子量推断,在所分析的18种化合物中,前9种为单萜类化合物,后9种为倍半萜类化合物。不同采样时间18种化合物相对含量的测定值见表1(表中化合物的名称除已经质谱图解析确认外,均以分离出来的次序表示)。

表2为18种萜烯类化合物季节变异的方差分析,结果表明,18种化合物中有11种其相对含量存在着显著或极显著的季节性差异。相对含量最高的化合物 $\alpha$ -蒎烯(大于20%)和较高的 $\gamma$ -古芸烯(约7%)不存在显著的季节性差异。而另两种相对含量较高的化合物 $\beta$ -蒎烯(约10%)和第十五组分(约15%)存在着极显著的季节性差异。其余季节性差异呈显著或极显著的化合物其相对含量都较小(小于6%)。

表2 油松针叶萜烯组分相对含量季节变异的方差分析

Tab 2 Variance analysis of relative content of foliar volatile terpenes in *Pinus tabulaeformis* with seasonal variation

化合物 Compounds	均方 Mean square			均方比 Mean square ratio	
	季节 Season fd=6	单株 Individual fd=7	误差 Error fd=42	季节 Season	单株 Individual
三环烯 tricyclene	1.7050	10.5651	0.8256	2.07	12.80**
$\alpha$ -蒎烯 $\alpha$ -pinene	19.5575	218.4637	10.6008	1.84	20.61**
莰烯 camphene	1.4502	40.5617	0.6070	2.39*	66.83**
第四组分 unidentification	1.0876	43.0422	1.1000	0.99	39.13**
$\beta$ -蒎烯 $\beta$ -pinene	8.6395	734.5399	1.8531	4.66**	396.39**
香叶烯 geranene	0.7619	276.4838	0.6243	1.22	442.85**
柠檬烯 limonene	1.8726	32.6493	2.1121	0.89	15.46**
第九组分 unidentification	5.7745	16.5879	1.7542	3.29**	9.46**
第十一组分 unidentification	17.8789	69.7970	1.4767	12.11**	13.63**
第十五组分 unidentification	9.4468	110.6193	1.6069	5.88**	68.84**
第十八组分 unidentification	0.6962	10.7627	0.6839	1.02	15.74**
$\gamma$ -古芸烯 $\gamma$ -gurjunene	9.4376	156.6760	6.6410	1.42	23.59**
第廿二组分 unidentification	3.2208	20.7353	0.9154	3.52**	22.65**
$\beta$ -毕澄茄烯 $\beta$ -cadinene	0.7617	11.7874	0.3229	2.36**	36.51**
$\delta$ -杜松烯 $\delta$ -cadinene	4.6300	20.8172	1.5391	4.19**	13.14**
第廿六组分 unidentification	20.6362	27.6146	2.7226	7.58**	10.14**
第廿七组分 unidentification	4.1704	20.8172	1.5391	2.71*	13.53**
第廿八组分 unidentification	8.2771	7.2987	1.7543	4.72**	4.16**

季节:  $F(6,42)=2.32_{0.05}, 3.27_{0.01}$  单株:  $F(7,42)=3.24_{0.05}, 3.10_{0.01}$

进一步对11种季节差异显著或极显著的萜烯化合物相对含量进行多重比较分析(LSR法),结果表明,11种化合物最大的差异为:莰烯为7~9月与1月之间, $\beta$ -蒎烯为7~9月与11~3月之间,第九组分为11月与5~9月之间,第11组分为11~5月与7~11月之间,第15组分为11月与其他各月之间,第廿二组分11~3月与9月之间, $\beta$ -毕澄茄烯为7月与11~3月之间, $\delta$ -杜松烯为11月与7~9月之间,第廿六组分为9~11月与5月之间,第廿七组分为11月与7月之间,第廿八组分为11月与其他各月之间。(以上所作比较中,前面的时间相对含量高,后面的低)。

从以上的分析可以看出,油松针叶部分萜烯化合物相对含量的主要季节性差异,大致可

以看作夏、秋季与冬、春季之间或春、夏季与秋、冬季之间的差异(除第十五组分不好解释)。因此,在以这些萜烯组分相对含量为因子的种群划分试验中,可以根据以上结果确定正确、一致的采样时间,以减少由采样带来的试验误差。而以 $\alpha$ -蒎烯等季节性差异不显著的化合物为试验因子时,不同采样时间不会带来大的试验误差。同时,本试验的结果显示,不同单株之间的针叶萜烯组分相对含量存在着极显著的差异,因此,作为代表一个林分或种源的样本,必需具备适当的样本容量方能满足试验要求。

### 参 考 文 献

- 1 Adams R A. 1973; *Amer. J. Bot.* 60(10): 1041~1051.
- 2 Franklin C. 1970; *For. Sci.* 17: 178~179.
- 3 Hanover J W. 1966; *For. Sci.* 12: 447~450.
- 4 Mirov N T. 1965; *Biochemistry* 5: 343~355.
- 5 Wilkinson R C. 1970; *For. Sci.* 17: 83~90.
- 6 Yazdani J. 1982; *Hereditas* 97: 261~272.
- 7 Zavarin E. 1965; *Biochemistry* 5: 91~96.

(责任编辑:许定发)

### 《地质时期陆生植物分异及进化国际会议》

#### 将在南京召开

经国家科委及中国科学院批准,由中国科学院南京地质古生物研究所及中国古生物学会古植物学分会主办的《地质时期陆生植物分异及进化国际会议》(简称“南京国际古植物学会议”,ICTPG)将于1995年9月4~8日在南京举行。大会除在南京期间的学术活动外,会后还将分别赴河南、山东、云南及东北进行为期约5~10天的野外科学考察。大会将由中国科学院院士、国际著名古植物学家李星学教授任主席。美国科学院院士 D. Dilcher、国际古植物学会副主席 J. Anderson(南非)、日本东京自然史所所长木村达明、俄罗斯古植物学家 V. Krassilov 以及中国古植物学分会主任周志炎教授任副主席。

我国是世界上最早的陆生植物产地之一,又是世界著名的华夏植物群的摇篮和故乡。几十年来,我国在华夏植物群、三迭纪植物群、陆生维管植物起源及银杏类演化等研究方面,取得了举世瞩目的成绩;特别是近年来又发现了迄今已知世界最早的被子植物化石群,在国际上引起了较大的反响。此次大会的召开,将弘扬我国建国以来,特别是自改革开放以来,在古植物学研究方面所取得的丰硕成果,进一

步扩大国际合作与学术交流,提高我国古植物学界在国际上的学术地位,并将为第30届国际地质大会在我国的成功召开创造有利条件。

截止5月底,已有23个国家及地区100余名古植物学家及植物学家报名出席大会,包括美国、日本、德国、奥地利、比利时、荷兰、澳大利亚、俄罗斯、波兰、印度、韩国、朝鲜、越南、智利、阿根廷等国及香港等地区的著名古植物学家、科学院院士及正在国外留学的我国青年古植物工作者等。

大会的学术报告及交流的内容主要以古植物学为主,包括陆生植物起源及早期演化,华夏植物群,各地质时期陆生植物的分类、解剖及演化,古植物生态学及埋葬学,被子植物起源及早期演化,分子古植物学,植物大化石与孢子花粉化石的综合研究以及新技术、新方法在古植物学研究中的应用等。

大会将在南京东南大学榴园宾馆举行。欢迎古植物学、植物学及相关工作者参加。联系地址:南京,鸡鸣寺,中国科学院南京地质古生物研究所,“南京国际古植物学会议”秘书处,邮编:210008,电话:(025)6637208。 (天枢)