

油松针叶萜烯组分相对含量 同环境和生长因子的关系*

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 刘和平,张懿藻. 油松针叶萜烯组分相对含量同环境和生长因子的关系. 生态农业研究, 1996, 4(4): 13~16.

在山西、河北、陕西和甘肃4省,选择油松12个种源的36个林分、288株成年油松样木。利用GC及GC/MS分析技术和相关、回归等方法,测定分析了油松针叶萜烯化合物相对含量以及化合物总数同环境因子和生长因子之间的关系。结果表明,化合物总数随海拔高度的升高而减少;部分化合物相对含量同环境因子存在相关关系;各化合物相对含量同油松高生长的单相关作用很小而存在复相关作用。

关键词 油松 萜烯化合物 相对含量 环境因子 生长因子

Abstract Liu Heping (Shaanxi Institute of Forestry Sciences, Yangling 712100) and Zhang Yizao (Northwestern Forestry College, Yangling 712100): A study on the relationships between the relative contents of needle volatile terpenes with environmental and growth factors of *Pinus tabulaeformis* Carr., *EAR*, 1996, 4(4): 13~16.

288 samples of mature *Pinus tabulaeformis* Carr., which belong to 12 varieties and 36 stands and collected from four provinces: Shanxi, Hebei, Shaanxi and Gansu were analysed by GC, GC/MS technicals and regression methods. The results showed that: 1) with the increasing of elevation, the total number of terpenes contained decreased, 2) there were certain correlation between environmental factors and relative contents of some terpenes, 3) there was no relationship existing between the relative contents of any single terpene with the tree height growth, but synthetical correlation might exist.

Key words *Pinus tabulaeformis* Carr., Terpene, Relative contents, Environmental factors, Growth factors

针叶树萜烯组分相对含量主要受遗传所控制而很少受环境因子的影响已被许多试验所证实^[1]。既然如此,则其必然同树木的生长因子存在着某些内在的联系,同时也由于地

* “七五”国家科技攻关项目。

本文于1995年10月6日收到,1996年1月3日改回。

理隔离,在长期的生物进化、演化过程中,同树木自然分布区的某些环境因子产生某些特定的关系。国外已有这方面的研究结果^[3]。

本项研究的目的在于通过对油松针叶萜烯组分相对含量的测定分析,探讨其与环境因子的关系,同时结合油松生长调查资料,研究油松针叶所含萜烯化合物这一生化因子同生长因子之间的关系。

1 研究方法

1.1 样点的确定

在油松主要天然分布区的陕西、山西、河北和甘肃 4 省,根据油松形态特征的变异情况和地理隔离状况,选择了 12 个样点。样点跨高寒植被区、温带草原区、暖温带落叶阔叶林区和亚热带常绿阔叶林区。各样点的地理位置和环境条件见表 1。

表 1 各样点地理位置及环境条件

Tab. 1 The locations and conditions of sampling sites of *Pinus tabulaeformis* Carr.

样 点 Sites	经 度 Longitude	纬 度 Latitude	海拔高度(m) Altitude	年均温(℃) Ave. annual temp.	年降水(mm) Ave. annual rainfall	1 月均温(℃) Ave. temp. in Jan.	7 月均温(℃) Ave. temp. in Jul.
陕西宁陕	108°33'	33°33'	1360~1450	14.2	1242.0	1.7	25.2
陕西黄陵	108°58'	35°40'	1023~1095	9.7	630.4	-4.1	22.9
陕西华县	109°56'	34°14'	1220~1390	7.6	602.4	-6.8	21.1
甘肃天水	106°34'	34°08'	1415~1480	9.3	632.5	-1.1	22.8
甘肃迭部	103°14'	34°03'	2500~2550	5.9	634.6	-4.9	14.5
甘肃永登	102°50'	36°35'	2250~2405	4.4	413.0	-12.3	14.5
甘肃靖远	104°32'	37°00'	2480~2485	-0.9	412.0	-18.8	9.7
山西宁武	112°00'	38°34'	1600~1680	5.7	491.0	-10.5	21.0
山西沁源	112°19'	36°48'	1250~1457	7.2	662.8	-8.0	21.3
山西沁水	111°57'	35°33'	1480~1515	7.3	635.9	-8.2	19.0
河北平泉	118°31'	41°19'	950~1070	4.2	530.1	-6.4	25.1
河北围场	117°20'	42°03'	1100~1150	1.9	460.1	-17.2	19.2

1.2 样品的采集、处理与测定

在各样点内选择 3 个林分,每个林分 8 株油松优树作为样本。分别采集树冠南向下端外向的 1 龄针叶。针叶采集后立即洗净剪碎用水汽蒸馏法提取挥发性油(提取过程未加入化学萃取溶剂)。提取物置于-5℃冰箱中待测定。样品的气相色谱、质谱测定条件同前。

1.3 统计分析方法

同环境因子的关系分析 用相关分析方法确定化合物相对含量以及化合物总数同环境因子(海拔高度、年均温、年均降水、1 月均温、7 月均温)的相关关系。

同生长因子的关系分析 为便于比较,以高生长量调查资料模拟出树高(y)与树木年龄(x)指数回归方程:

$$y = ax^b$$

式中, a 、 b 为回归参数。根据此方程求出各林分油松树龄 50 年时的回归高度(称之为 50 年推定高),分别求出各化合物相对含量以及针叶所含化合物总数同推定高的相关系数,以确定各化合物相对含量同油松高生长的相关程度。并建立各化合物相对含量同高生长量的逐步回归方程。在作统计分析时,对萜烯组分相对含量的百分比测定值作反正弦转换:

$$X = \arcsin \sqrt{\overline{X}}$$

对化合物数量作平方根转换:

$$X = \sqrt{\bar{X}}$$

2 研究结果

2.1 仪器测试结果

对各化合物的分离和定量分析的气相色谱分析所得到的 34 个色谱峰中,经重复测定,确认有 28 个峰为化合物(另有 6 个峰重复测定结果不好,尚不能断定其确为痕量化合物或由于仪器工作中电讯号的“抖动”所造成)。经质谱分析,最终有 14 个化合物被鉴定出来(见表 2)。有 10 种化合物(08,10,12,13,14,16,17,19,20,25)相对含量低于 0.1% 的仪器测定误差,故以下对 18 种相对含量大于 0.1% 的化合物进行统计分析。12 个样点的平均测定值以及化合物数量见地理变异分析一文^[2]。

表 2 油松针叶挥发油化合物分析结果

Tab. 2 Analytical results of the volatile oil of *P. tabulaeformis* Carr.

峰号 Peak No.	化合物名称 Compounds	峰号 Peak No.	化合物名称 Compounds
01	三环烯	15	未知物
02	α -蒎烯	16	未知物
03	蒎烯	17	未知物
04	未知物	18	未知物
05	β -蒎烯	19	律草烯
06	香叶烯	20	γ -杜松烯
07	柠檬烯	21	γ -古芸烯
08	未知物	22	未知物
09	未知物	23	β -毕澄茄烯
10	未知物	24	δ -杜松烯
11	未知物	25	未知物
12	α -毕澄茄烯	26	未知物
13	α -古巴烯	27	未知物
14	β -榄香烯	28	未知物

表 3 化合物相对含量及总数同环境因子的相关系数

Tab. 3 Correlation coefficients of environmental factors to compound relative contents

化合物序号 Compound No.	海拔高度(m) Altitude	年均温(°C) Average annual temp.	年均降水(mm) Average annual rainfall	1月均温(°C) Average temp. in Jan.	7月均温(°C) Average temp. in Jul.
01	-0.00769	-0.58621 *	-0.59419 *	-0.48914	-0.29302
02	-0.06305	0.65964 *	0.53641 *	0.38783	0.27178
03	-0.16545	-0.49457	-0.48327	-0.39669	-0.38433
04	-0.62256 *	-0.36248	-0.28949	-0.30347	0.27271
05	-0.16917	0.59569 *	0.73185 **	0.42730	0.41676
06	0.48795	-0.09388	-0.43608	-0.14661	-0.37796
07	0.33218	-0.57927	-0.37625	-0.44001	-0.46348
09	0.06636	-0.30735	-0.41781	-0.35472	-0.31351
11	0.56762 *	-0.25873	-0.52226	-0.22277	-0.58658 *
15	-0.40356	0.04330	0.00968	0.14446	0.35221
18	-0.49957	-0.03356	-0.19492	0.00840	0.34913
21	0.02504	-0.09093	0.08553	-0.24027	-0.57221 *
22	0.05533	0.19076	0.00000	0.04089	-0.08510
23	-0.36342	-0.21185	-0.01743	0.03236	0.26587
24	0.00895	0.18418	0.11498	0.19730	-0.00811
26	-0.36989	-0.31614	-0.14418	-0.21990	-0.28904
27	-0.25386	-0.12100	-0.26209	-0.08574	0.20118
28	0.57943 *	0.04963	0.04669	0.04935	-0.43100
化合物总数 Total number of compounds	-0.55620 *	-0.22352	-0.17905	-0.08457	0.30669

注:表中*为显著,**为极显著。

2.2 同环境因子的相关分析

表 3 列出各化合物相对含量及化合物总数同海拔高度、年均温、年均降水、1 月均温、7 月均温等 5 个环境因子的相关系数。从表 3 可知,有化合物 04、11、28 相对含量和化合

物总数同海拔高度,化合物 01、02、05 相对含量同年均温、年均降水,化合物 11、21 同 7 月均温存在着显著或极显著相关关系。随着海拔高度的增加,化合物 04 相对含量减少,11 和 28 相对含量及化合物数量增加。随着年均温及年均降水的提高,化合物 01 和 03 相对含量减少,化合物 05 相对含量增加。随着 7 月均温的提高,化合物 11 和 21 相对含量减少。

2.3 同生长因子的关系

表 4 列出各化合物相对含量及化合物总数同 50 年推定高的相关系数。

表 4 化合物相对含量及化合物数量同 50 推定高的相关系数

Tab. 4 Correlation coefficients to regressed height at 50 years old

化合物序号 Compound No.	相关系数 Correlation coefficient	化合物序号 Compound No.	相关系数 Correlation coefficient	化合物序号 Compound No.	相关系数 Correlation coefficient
01	-0.27945	07	-0.15616	22	0.19256
02	0.29964	09	-0.00561	23	-0.09661
03	-0.22329	11	-0.21724	24	0.15322
04	0.06671	15	0.02836	26	0.03262
05	0.20901	18	0.03061	27	0.01428
06	-0.16390	21	-0.04319	28	-0.16406
化合物总数 Total number of compounds			-0.09661		

从表 4 可知,各化合物相对含量及化合物数量同油松高生长之间没有明显的单相关关系。为此,引入多元逐步回归方法。表 5 为分析结果($F=5160.29^{**}$)。结果表明,油松高生长和多种化合物相对含量的综合作用有关。其中,化合物 05(β -蒎烯)平均含量较高,样点间变动范围约为 7%~18%,其余较低(0.5%~3%)。有关 β -蒎烯的相对含量同油松高生长之间的关系值得进一步研究。

表 5 逐步回归分析结果及回归系数

Tab. 5 The results of regression analysis and regression coefficients

进入次序 Entered order	化合物序号 Compound No.	偏回归系数 Partial regre. coef.	标准回归系数 Standard regre. coeff.	进入次序 Entered order	化合物序号 Compound No.	偏回归系数 Partial regre. coef.	标准回归系数 Standard regre. coeff.
1	27	0.23756	0.21140	5	05	0.57974	0.95297
2	01	0.49054	0.44491	6	18	-0.43655	-0.69847
3	28	1.02888	1.03752	7	03	-0.50651	-0.50010
4	26	-0.20603	-0.21758	8	23	-0.20541	-0.22332

致谢 本文所作气相色谱、质谱分析得到中国林业科学研究院南京林产化学工业研究所陈友地、姜紫荣等同志的大力帮助,谨表谢意。

参 考 文 献

- 1 徐化成等. 油松地理变异和种源选择. 北京: 中国林业出版社, 1991. 83~92.
- 2 刘和平等. 油松针叶萜烯组分相对含量的地理变异. 植物资源与环境, 1996, 5(1): 1~5.
- 3 Franklin C. Variation and Inheritance of Monoterpene Composition in Longleaf Pine. For. Sci., 1970, 9: 377~395.