

文章编号: 1001-1498(2003)03-0328-07

# 活体珍珠梅挥发物释放的季节性 及其对人体脑波影响的初探

郑华<sup>1</sup>, 金幼菊<sup>2</sup>, 周金星<sup>3</sup>, 李文彬<sup>2</sup>

(1 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650216;

2 北京林业大学, 北京 100083; 3. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

**摘要:** 采用改进的便携式循环收集装置, 直接捕集无损伤天然活体绿化植物珍珠梅的挥发成分, 进行热脱附-气相色谱-质谱联用(TCP-GC/MS)分析, 鉴定出不同季节的挥发成分差异, 并结合相关的人体脑波测试实验总体结果及挥发成分中的刺激性、毒害性物质评价, 指出珍珠梅对于林业人类工效学中绿色嗅觉环境建设的慎用问题。

**关键词:** 珍珠梅; 林业人类工效学; 绿色嗅觉环境; 植物挥发物

中图分类号: S173 S731.1 文献标识码: A

目前, 人类工效学在林业上的应用主要是针对各种林业机械产品的安全、高效、人性化及舒适性设计。而研究森林环境中的各种因素(植物色彩、挥发成分等)对人体的作用机制仍是根据人的一般性直觉, 缺乏系统深入的科学理论与实验依据。现代芳香生理心理学研究的兴起<sup>[1]</sup>, 为植物挥发性成分及其人类工效学评价研究提供了理论指导; 高效活体样品收集技术、天然挥发成分鉴定技术、人体生理指标测定技术的发展, 使有关植物挥发物的化学生态分析及其人体作用效应研究得以实际操作<sup>[2]</sup>。日本和奥地利在木质嗅觉环境、芳香精油疗法等研究方面考察了非活体植物挥发物对人体瞳孔光反射、指尖脉波、末梢皮肤温、脑波等生理指标的影响, 目前公认脑波是反映人体受嗅觉环境影响而产生相应情绪趋向的较敏感指标, 并逐步完善了脑波测定仪; 研究结果根据环境因素引起各频段脑波(主要包括相对高频的 $\beta$ 波、较低频的 $\alpha$ 波和低频的 $\theta$ 波等)比例的变化, 可较准确地判断出人体趋向于紧张或松弛、焦虑或愉快等<sup>[3-5]</sup>。

珍珠梅(*Sorbaria kirilavii* (Regel) Maxim.)是北京各公园、绿地、庭院常见的观赏灌木, 具有较特殊的挥发性成分。本文针对其挥发成分进行了相应的仪器分析及人体生理指标测定实验, 为林业人类工效学创造和谐绿色嗅觉环境的研究提供基础性成果。

## 1 实验方法

珍珠梅挥发物采自北京林业大学住宅区绿地, 分别来自春、夏、秋3个季节(夏季分别于晴天及雨后采集)。挥发物样品采集过程确保在无损伤天然活体状态下进行。

收稿日期: 2002-09-27

基金项目: 北京市自然科学基金项目(8012011)和人事部中国博士后基金项目(15203)内容之一

作者简介: 郑华(1971—), 男, 重庆荣昌人, 助理研究员, 在职博士后。

## 1.1 采样装置及方法

- (1) QG-1型大气采样仪(便携式泵):北京市劳动保护科学研究所制;
- (2) 500 mL 玻璃干燥塔(过滤作用):内装 60~80 目粉状无臭活性炭;
- (3) 20 mL 玻璃过滤管(二次过滤用):内装 80 目 GDX-101 吸附剂;
- (4) 玻璃转子流量计(调节采样气流):北京自动化仪表四厂出品;
- (5) 惰性取样袋(规格或更大):美国 Reynolds 公司出品;
- (6) Chrompack 热脱附分析玻璃管:内装 Tenax-GR 吸附剂。

用洁净的硅胶管连接好装置,先抽去袋内空气,然后充入适量经 2 级过滤的空气,再将装置改为密闭循环气路(如图 1 所示),使惰性袋内的植物体挥发成分收集于 Tenax-GR 吸附管内,迅速密封后,低温贮藏或及时分析。

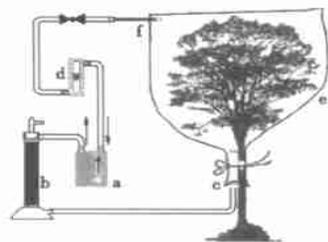


图1 活体植物挥发物样品采集装置

该方法与国内外同类样品收集技术比较,具有下列特点:

- (1) 取样袋优于传统材料(如聚乙烯袋等)<sup>[6]</sup>;
- (2) 全套装置比液空(aquar space)采集法<sup>[7]</sup>便携,适于室外操作;
- (3) 直接针对天然活体植物,避免了一些取样法对植物体的损伤<sup>[8]</sup>;
- (4) 吸附剂收集沸程范围宽,捕集样品成分逼真性高。

## 1.2 样品分析方法

GC/MS 法对气体样品的分析可用适宜的溶剂吸附后直接进样 GC,或用吸附剂吸附后再脱附。脱附法中的溶剂洗脱因要求溶剂对样品中所有组分都具有良好溶解性而难以实现,但热脱附则可通过合理的温度设置达到所有被吸附组分的解吸,其脱附的挥发物组分在数量和强度上都多于溶剂洗脱。因此,在经过前期实验比较之后,本研究对挥发物采用 TCF-GC/MS (Thermal desorption Cold Trap Gas Chromatograph/Mass Spectrum,热脱附/气相色谱/质谱联用)法分析。仪器:TCF-GC/MS(Chrompack/Tracer 2000/Voyager Finnigan)。操作条件:柱温 40~270 °C,升温速率 5 °C·min<sup>-1</sup>,载气为氦气(99.999%),电离电压 70 eV,灯丝电流 0.2 mA,质量范围 29~350,离子源温度 200 °C,接口温度 250 °C。在严格注意各项操作规程、避免样品损失及杂质干扰的条件下,TCF-GC/MS 基本上可以实现分析操作的自动化,所得质谱图的检索可直接在计算机上进行,其检索比 GC/FTIR(气相色谱/傅里叶红外光谱联用)方便。所得 GC/MS 原始数据——总离子流(TIC)图中,各峰代表的化学信息经计算机检索 NIST 库,并根据保留时间和其它化学经验,参考相关资料进行确认及筛选。

## 1.3 人体脑波测定

用日本脑力开发研究所制造的 Brain Builder 脑波测定仪测定被测者安静闭目时连续 5 min 的脑波变化,其中 1~3 min 时段嗅闻珍珠梅气味,其它时段(嗅前、嗅后)无珍珠梅气味。测试人数符合人类工效学基本要求数量;测试分别在春、夏、秋 3 个季节进行,最后综合统计结果。

## 2 结果与讨论

### 2.1 挥发成分鉴定及评价

珍珠梅的挥发性成分 TCF-GC/MS 分离如图 2 所示,因篇幅所限,不能在图中一一标出某些需局部放大峰的 RT 值(如秋季样品的 21.79 和 22.54 峰未在图上标出,但列于表 4 中);成

分鉴定结果见表 1~ 4。表中: RT 为保留时间( min), 对应于图 2 中的范围为横坐标 2. 88~ 34. 89;  $m/z$  为质荷比; “?” 为无法区分的旋光异构体。实验分析的各挥发物谱图均对照空白试验确定可能组分( 采样过程中进入惰性袋内并起到循环流动载气作用的过滤空气成分作为挥发物分析的空白本底), 各离子峰均扣除干扰本底进行检索判断。对照空气空白本底根据 2001 年 10 次采样分析结果综合统计确定, 主要成分为 2- 乙基- 2- 羟甲基- 1, 3- 丙二醇( 32. 24%)、庚烷( 19. 61%)、己内酰胺( 10. 77%)、三氯甲烷( 氯仿)( 5. 30%)、乙醇( 4. 79%)、丙酮( 4. 72%)、二氯甲烷( 4. 54%)、苯( 4. 16%) 等。如各挥发物谱图中出现上述成分, 则对比本

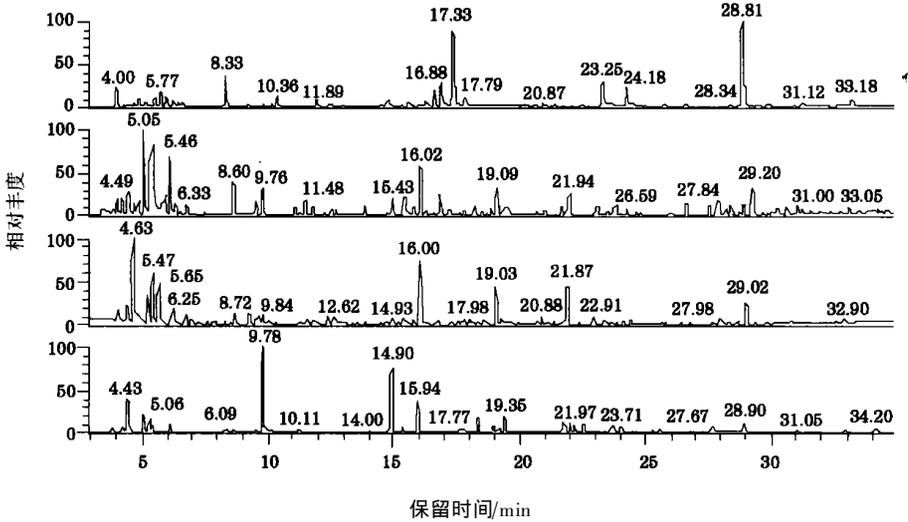


图 2 珍珠梅挥发物的热脱附气相色谱/质谱分析总离子流图(自上而下依次为春季、夏季晴天、夏季雨后、秋季采样)

表 1 春季珍珠梅挥发物主要化学成分的热脱附气相色谱/质谱分析结果(已扣除本底)

保留时间 min	质荷比 ( $m/z$ )	化合物	相对含量 %
4. 87	43	Acetic acid, methyl ester (Devoton)	乙酸甲酯 1. 9
5. 77	43	Ethyl acetate (Acetic acid, ethyl ester)	乙酸乙酯 2. 8
6. 26	60	Acetic acid (Ethanoic acid)	乙酸 1. 9
6. 51	44	Pentanal (Valeraldehyde)	戊醛 0. 6
8. 33	55	l-Butanol, 3-methyl (isopentyl alcohol)	异戊醇 7. 2
11. 89	41	2-Hexenal, (E)- ((E)-2-Hexenal)	(E)-2-己烯醛 2. 1
14. 48	93	Bicyclo [ 3. 1. 1 ] hept-2-ene, 3, 6, 6-trimethyl (2-Norpinene, 3, 6, 6-trimethyl)	3, 6, 6-三甲基-2-降蒎烯 0. 2
15. 74	93	$\beta$ -Phellandrene (Cyclohexene, 3-methylene 6-[1-methylethyl]-)	$\beta$ -水芹烯 0. 2
16. 88	107	3-Pyridinecarboxaldehyde (Nicotinaldehyde)	烟碱醛 8. 5
17. 33	86	L-Leucine, methylester (Leucine, methylester, L-)	L-亮氨酸甲酯 24. 5
17. 79	86	L-Isoleucine, methylester (Isoleucine, methylester, L-)	L-异亮氨酸甲酯 2. 6
20. 50	98	L-Proline, 1-methyl-5-oxo-, methylester	1-甲基-5-羧基-L-脯氨酸甲酯 0. 5
23. 25	121	Formamide, N-phenyl (Formanilide)	N-甲酰苯胺 9. 1
28. 81	119	l-Butanamine, N-[2-pyridinylmethylene]-	N-[2-吡啶亚甲基]-l-丁胺 24. 7

表 2 夏季晴天珍珠梅挥发物主要化学成分的热脱附气相色谱/质谱分析结果(已扣除本底)

保留时间 min	质荷比 (m/z)	化合物	相对含量 %
4.18	58	Trimethylamine	三甲胺 1.9
4.24	31	Ethy ether (Ethane, 1,1'-oxybis)	乙醚 1.4
4.42	74	Hydrazine, trimethyl (N, N, N'-Trimethylhydrazine)	三甲基胍 2.0
4.71	43	Pentane, 2-methyl (isohexane)	2-甲基戊烷(异己烷) 0.9
4.87	57	Pentane, 3-methyl (3-Methylpentane)	3-甲基戊烷 1.2
5.97	60	Acetic acid (Ethanoic acid)	乙酸 7.8
6.55	43	2-Propanone, 1-hydroxy (Acetol)	丙酮醇 0.5
6.81	44	Pentanal (Valeraldehyde)	戊醛 0.2
9.54	44	Hexanal (n-Caproaldehyde)	己醛 1.8
9.92	43	Acetic acid, butyl ester (n-Butyl acetate)	乙酸丁酯 0.5
10.64	96	Furfural (2-Furancarboxaldehyde)	糠醛 0.3
12.21	57	3-Hexanone, 5-methyl (Ethyl isobutyl ketone)	5-甲基-3-己酮 0.3
12.76	44	Heptanal (n-Heptaldehyde)	庚醛 0.6
13.84	93	Bicyclo [3.1.1] hept-2-ene, 3,6,6-trimethyl (2-Norpinene, 3,6,6-trimethyl)	3,6,6-三甲基-2-降冰烯 1.2
14.05	193	Acetic acid, N-(2-[1-hydroxy-1-phenylethyl] phenyl) hydrazide	乙酸-N-(2-[1-羟基-1-苯乙基]苯基)酰肼 0.4
14.93	77	Benzaldehyde (Artificial Almond Oil)	苯甲醛 3.3
15.30	41	2-(5H)-Furanone, 3-methyl (?-Methyl- ? crotonolactone)	3-甲基-2-(3-氢)-呋喃酮 0.8
15.43	94	Carbamic acid, phenyl ester (Phenyl carbamate)	氨基甲酸苯酯 2.7
15.52	60	Pentanoic acid (Valeric acid)	戊酸 0.5
16.27	93	1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl 4 (1-methylethyl)-(? Terpinene)	? 萜品烯 0.5
16.81	57	2-Propyl-1-pentanol	2-丙基-1-戊醇 4.0
16.91	68	Limonene (Cyclohexene, 1-methyl 4 [1-methylethenyl])	苧烯 0.7
18.18	105	Acetophenone (Ethanone, 1-phenyl)	苯乙酮 1.3
19.09	57	Nonanal (n-Nonaldehyde)	壬醛 3.5
20.95	41	Undecanal (n-Undecanal)	十一醛 0.8
21.83	128	1H-Indene, 1-methylene (1-Methylene 1H-indene)	1-甲基-1-茚茱 0.8
21.94	41	Decanal (n-Decaldehyde)	癸醛 2.9
22.45	132	Thiourea, tetramethyl (Urea, 1,1,3,3-tetramethyl 2-thio)	四甲基硫脲 0.2
23.47	57	Nonanoic acid (n-Nonanoic acid)	壬酸 0.5
24.70	142	Naphthalene, 1-methyl (? Methyl-naphthalene)	1-甲基-萘 0.2
25.12	142	Naphthalene, 2-methyl (? Methyl-naphthalene)	2-甲基-萘 0.2
27.47	161	1,4-Methanoazulene, decalidene 4,8,8 trimethyl 9-methylene	十氢-4,8,8-三甲基-9-亚甲基-1,4-亚甲基 1.3
27.84	43	5,9-Undecadiene 2-one, 6,10-dimethyl, (E) (trans Geranylacetone)	顺-牛儿基丙酮 (香叶基丙酮) 1.9
28.15	165	7-Methoxy-2,2,4,8-tetramethyltricyclo [5.3.1.0(4.1)] undecane	7-甲氧基-2,2,4,8-四甲基 三环[5.3.1.0(4.1)]十一烷 0.8
28.37	177	2,5-Cyclohexadiene 1,4-dione, 2,6-bis(1,1- dimethylethyl)- (p-Benzoquinone, 2,6-di-tert-butyl)	2,6-二叔丁基对苯醌 1.5
30.20	102	Phenylmaleic anhydride (2,5-Furandione, 3-phenyl)	苯基马来酸酐 0.8
30.56	115	Butanedioic acid, methyl, bis(1-methylpropyl) ester	甲基丁二酸二(1-甲基丙基)酯 0.8
32.75	55	1-Pentadecanol (n-Pentadecanol)	十五醇 0.3
36.39	149	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester (Phthalic acid, diisobutylester)	邻苯二甲酸二异丁酯 0.2
38.13	149	Dibutyl phthalate (1,2-Benzenedicarboxylic acid, dibutylester)	邻苯二甲酸二丁酯 0.2
40.38	55	1-Heptadecanol (n-Heptadecanol)	十七醇 0.7

底挥发成分的强度数量级(等于或低于本底)予以合理扣除。图 2 各总离子流(TIC)图中,春季

样品的 RT31.12 和 33.18, 夏季晴天样品的 RT5.05、16.02 和 29.20, 夏季雨后样品的 RT16.00 以及秋季样品的 RT9.78、14.90、15.94 和 21.97 等峰均已按此原则扣除(如夏季晴天样品的 RT5.05 为 2-乙基-2-羟甲基-1,3-丙二醇, 已扣除), 分析过程中由仪器产生的其它信号干扰亦已扣除。

表 3 夏季雨后珍珠梅挥发物主要化学成分的热脱附气相色谱/质谱分析结果(已扣除本底)

保留时间 min	质荷比 ( <i>m/z</i> )	化合物	相对含量 %	
4.27	58	Trimethylamine	三甲胺	0.4
4.47	31	Ethy ether (Ethane, 1,1'-oxybis)	乙醚	1.5
4.63	43	Acetic acid, methyl ester (Devoton)	乙酸甲酯	17.5
4.81	43	Acetic acid, hydrazide (Acethydrazide)	乙酰胺	4.0
4.99	41	2-Propenal, 2-methyl (Methacrylaldehyde)	2-甲基-2-丙烯醛	0.5
5.47	43	Ethyl acetate (Acetic acid, ethyl ester)	乙酸乙酯	8.0
6.16	44	Butanal, 3-methyl (Isovaleraldehyde)	3-甲基丁醛(异戊醛)	0.6
6.96	44	Pentanal (Valeraldehyde)	戊醛	0.5
9.64	44	Hexanal ( <i>n</i> -Caproaldehyde)	己醛	1.3
10.00	43	Acetic acid, butyl ester ( <i>n</i> -Butyl acetate)	乙酸丁酯	0.5
10.73	96	Furfural (2-Furancarboxaldehyde)	糠醛	0.0
12.80	44	Heptanal ( <i>n</i> -Heptaldehyde)	庚醛	1.5
13.09	43	Acetic acid, Pentyl ester ( <i>n</i> -Amyl acetate)	乙酸戊酯	0.2
16.75	57	2-Propyl-1-pentanol	2-丙基-1-戊醇	0.5
17.98	57	2-Nonen-1-ol, ( <i>E</i> ) (( <i>E</i> )-2-Nonen-1-ol)	( <i>E</i> )-2-壬烯醇	0.9
19.04	57	Nonanal ( <i>n</i> -Nonaldehyde)	壬醛	7.9
20.88	41	Undecanal ( <i>n</i> -Undecanal)	十一醛	1.6
21.87	41	Decanal ( <i>n</i> -Decaldehyde)	癸醛	7.7
27.67	43	5,9-Undecadien-2-one, 6,10-dimethyl, ( <i>E</i> ) ( <i>trans</i> -Geranylacetone)	反-牛儿基丙酮(香叶基丙酮)	0.3
27.98	165	7-Methoxy-2,2,4,8-tetramethyltricyclo [5.3.1.0(4.1.1)] undecane	7-甲氧基-2,2,4,8-四甲基-三环 [5.3.1.0(4.1.1)]-十一烷	0.8
30.40	115	Butanedioic acid, methyl, bis(1-methylpropyl) ester	甲基丁二酸二(1-甲基丙基)酯	0.3
36.25	149	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester (Phthalic acid, diisobutylester)	邻苯二甲酸二异丁酯	0.6
38.00	149	Dibutyl phthalate (1,2-Benzenedicarboxylic acid, dibutylester)	邻苯二甲酸二丁酯	1.4
40.23	55	1-Heptadecanol ( <i>n</i> -Heptadecanol)	十七醇	0.6

TCT-GC/MS 成分分析结果显示, 珍珠梅的挥发性成分较为复杂, 且不同季节和时间存在差异, 如春秋季均检测到烟碱醛(相对含量分别为 8.5% 和 1.4%), 而夏季未检出。挥发成分中有较明显的含氮化合物, 如 *L*-亮氨酸甲酯(春季)、烟碱醛、苯基甲酰胺(春、秋季)、三甲胺(夏季)、三甲基胍(夏、秋季)、乙酰胺(夏季)、氨基甲酸苯酯(夏季)等, 其中烟碱醛具有刺激性, 胍类物质有不同程度的臭气及毒性<sup>[9]</sup>。乙酸乙酯具挥发性及水果香<sup>[9]</sup>, 但含量小而气味不显著; 春、夏季可检测到的乙酸甲酯则有似氯仿气味及辛辣味<sup>[9]</sup>。夏季挥发成分种类多, 其中有不少醛类物质, 如庚醛具有刺激性果香, 壬醛、癸醛呈果香和花香, 十一醛有甜味, 苯甲醛有似苦杏仁气味<sup>[9]</sup>, 等等, 使醛类物质总体上呈复杂气味。春季挥发成分中的异戊醇有特殊不愉快气味, 其蒸气有毒<sup>[9]</sup>。

表4 秋季珍珠梅挥发物主要化学成分的热脱附气相色谱/质谱分析结果(已扣除本底)

保留时间 min	质荷比 (m/z)	化合物	相对含量 %
4.43	59	Hydrazine, trimethyl (N,N,N-Trimethylhydrazine)	三甲基胍 21.3
5.29	43	Ethyl acetate (Acetic acid, ethyl ester)	乙酸乙酯 5.5
6.81	44	Pentanal (Valeraldehyde)	戊醛 0.7
8.39	60	Acetic acid (Ethanoic acid)	乙酸 2.8
8.58	91	Toluene (Benzene, methyl)	甲苯 0.8
11.24	41	2Hexenal, (E)- ((E)-2Hexenal)	(E)-2己烯醛 1.5
12.72	44	Heptanal (n-Heptaldehyde)	庚醛 0.4
16.48	107	3 Pyridine carboxaldehyde (Nicotinaldehyde)	烟碱醛 1.4
16.69	57	2 Propyl F pentanol	2丙基-1戊醇 1.1
17.65	41	2 Octenal (2 Octenal)	2辛烯醛 1.8
18.06	105	Acetophenone (Ethanone, 1-phenyl)	苯乙酮 1.2
18.95	57	Nonanal (n-Nonaldehyde)	壬醛 3.0
21.73	120	Methyl salicylate (Benzoic acid, 2-hydroxy-, methyl ester)	水杨酸甲酯 5.9
21.79	41	Decanal (n-Decaldehyde)	癸醛 4.2
22.54	121	Formamide, N-phenyl (Formanilide)	N-甲酰苯胺 4.9
27.67	43	5,9 Undecadien-2-one, 6,10 dimethyl-, (E) (trans-Geranylacetone)	反-牛儿基丙酮(香叶基丙酮) 3.0
28.90	93	? Farnesene (1,3,6,10 Dodecatetraene, 3,7,11 trimethyl)	? 金合欢烯(法呢烯) 4.5
30.41	115	Butanedioic acid, methyl-, bis(methylpropyl) ester	甲基丁二酸二(1-甲基丙基)酯 0.4

## 2.2 人体脑波测定及综合评价

图3显示被测人在夏季吸入珍珠梅挥发物前后的脑波比例变化状况(春、秋季所进行的试验结果与此基本相似,此处从略)。脑波测定综合结果表明,被试人群嗅闻珍珠梅后,总体情绪趋向是焦虑、紧张方向( $\beta$ 波在脑波中所占比例增加, $\theta$ 波呈下降趋势, $\alpha$ 波总体上有一定增加,但其中的

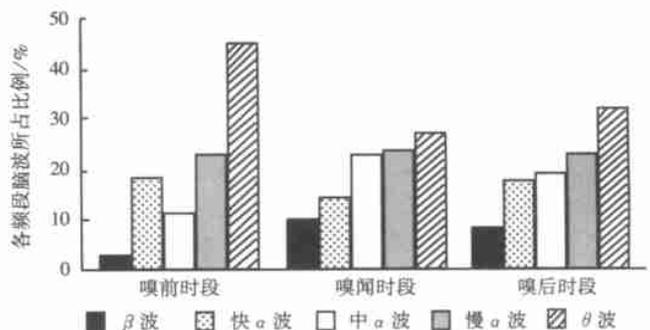


图3 吸入珍珠梅挥发物前后的脑波比例变化状况

快慢波变化不明显,因此对情绪趋向未产生显著影响)。结合挥发物化学成分分析结果,初步评价珍珠梅产生的绿色嗅觉环境质量状况,可见珍珠梅中由于含有某些特殊的挥发性成分(虽然在不同季节具有差异,但综合嗅觉作用效果基本相似),使其总体绿色嗅觉质量不利于人体产生安定、松弛、愉快、舒畅的情绪趋向,因而在城市及居住区绿地植物配置中应注意控制其种植总量及种植密度适宜,以发挥其景观视觉效益为主,避免产生不良嗅觉效应。

## 3 结论

珍珠梅作为北京常见的绿化植物,其挥发物质的组成复杂,经TCT-GC/MS分析检测,发现其在春、夏、秋季等不同时段的挥发成分有明显差异,但3个季节均可检测到一定程度的有刺激性及有毒挥发成分。针对各季节挥发成分进行的人体脑波测定表明,珍珠梅挥发物在总体

上对林业人类工效学创造良好绿色嗅觉环境的意义不理想。

### 参考文献:

- [1] 洪蓉, 金幼菊. 日本芳香生理心理学研究进展[J]. 世界林业研究, 2001, 14 (3): 61 ~ 66
- [2] 郑华, 周金星, 金幼菊, 等. 绿化植物“气味污染”的仪器检测技术[J]. 林业实用技术, 2002, (5): 30
- [3] 宫崎良文. 自然环境要素が人の快適性に及ぼす影響[J]. 生活と環境, 1999, 44 (7): 37 ~ 42
- [4] Buchbauer G. Methods in Aromatherapy Research [J]. Perfumer & Flavorist, 1996, 21 (3): 31 ~ 36
- [5] 高木贞敬, 渋谷達明. 匂いの科学[M]. 东京: 朝倉书店, 1989
- [6] 张庆费, 庞名瑜, 姜义华, 等. 上海主要绿化树种的抑菌物质和芳香成分分析[J]. 植物资源与环境学报, 2000, 9 (2): 62 ~ 64
- [7] 栗野健一. ヘッドスペースとアクアスペース—その特長を生かした匂い採取の実例——[J]. 香料, 1999 (202): 105 ~ 112
- [8] 龚铮午, 吴楚材. 鸡血藤花香气化学成分初步研究[J]. 林产化学与工业, 1998, 18 (1): 65 ~ 68
- [9] 中国医药公司上海化学试剂采购供应站. 试剂手册(第二版)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985

## A Preliminary Study on Human Brain Waves Influenced by Volatiles Released from Living *Sorbaria kirilowii* (Regel) Maxim. in Different Seasons

ZHENG Hua<sup>1</sup>, JIN Yourju<sup>2</sup>, ZHOU Jin-xing<sup>3</sup>, LI Wen-bin<sup>2</sup>

(1. Research Institute of Resources Insects, CAF, Kunming 650216, Yunnan, China;

2. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China)

**Abstract:** As one of the most common greenery vegetations in Beijing, *Sorbaria kirilowii* was investigated on its natural volatiles without damaged from the living plant. Such substances of volatiles were collected by high adsorptive Tenax-GR by a portable circular system for lab TCF-GC/MS analysis, which could determine most of the sampled chemicals. Variations of components in different seasons were found in the plant volatiles. The test on health volunteers inhaling such volatiles was observed that the trend of human mood changed into anxiety and tension, according to brain wave data simultaneously. Thus much attentions should be paid to the green olfactory environment design of forestry ergonomics with strictly use of *Sorbaria kirilowii*.

**Key words:** *Sorbaria kirilowii*; forestry ergonomics; green olfactory environment; plant volatile