

# 缙云山亮叶桦叶片精油 GC-MS 鉴定 及挥发性成分应用分析<sup>①</sup>

陈思伶, 张金康, 周建华, 刘世尧

西南大学 园艺园林学院/南方山地园艺学教育部重点实验室, 重庆 400716

**摘要:** 对重庆乡土植物资源亮叶桦叶片精油组分进行了 GC-MS 鉴定和挥发性成分应用分析, 采用水蒸气蒸馏法进行缙云山野生亮叶桦叶片精油分离提取, 采用气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)法进行叶片精油挥发性成分组成鉴定, 结合文献检索对其主要挥发性成分的应用方向和开发潜力进行分析阐述. 结果表明: 从缙云山亮叶桦叶片精油中分离鉴定出挥发性成分 61 种, 以酯类、醇类、烷烃、烯烃、羧酸类化合物为主, 其中水杨酸甲酯、芳樟醇、植物醇、香叶醇是其主要组分, 具有产业化开发价值. 重庆乡土植物资源亮叶桦是对人体健康非常有益的新型绿化树种, 其叶片精油也是新型精细化工原料, 具有较高的开发和推广价值.

**关键词:** 亮叶桦; 水蒸气蒸馏法; 气象色谱-质谱联用法; 挥发油成分; 应用

**中图分类号:** Q946.8

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9868(2016)03-0070-07

亮叶桦(*Betula luminifera* H. Winkl)为桦木科(Betulaceae)桦木属(*Betula*)多年生落叶乔木, 又名光皮桦、桦木, 在我国的云南、贵州、四川、陕西、甘肃、湖北、江西、浙江、广东、广西等省区分布较多<sup>[1]</sup>. 亮叶桦树皮光滑呈淡黄褐色, 老则呈暗黄灰色或红褐色, 木材淡黄色或淡红褐色. 其树皮、木材、叶、芽均含芳香油, 是提取香桦油、桦焦油和桦芽油的原料, 树皮含鞣质, 可提取栲胶<sup>[2]</sup>. 生产出的桦焦油可供皮肤病治疗及矿石浮选剂用, 桦木油则供轻化、食品工业用. 亮叶桦木材纹理细致、不裂, 是供造纸、航空、建筑、家具等制造的上等材料. 亮叶桦生长速度快、适应性强, 耐干旱贫瘠, 生于石灰岩地区, 且人工繁育可行, 在石质山地造林效果很好, 是各类荒山瘠地的一种主要速生先锋树种<sup>[3]</sup>, 还是未来一种重要的城市园林绿化树种. 重庆野生亮叶桦资源丰富, 是重要的乡土树种资源之一, 但目前对亮叶桦的开发应用尚缺乏系统研究.

随着“芳香疗法”的日渐盛行, 富含挥发性芳香油的植物在康复花园、疗养院等场所的园林绿化中得到广泛运用, 对植物香味挥发性成分的分析也越来越受到国内外学者的重视. 亮叶桦是我国特有的优良速生树种, 重庆地区也有大量的栽培, 并且香气很浓. 但目前对亮叶桦的文献研究相对较少, 且主要集中在繁殖栽培、育苗技术以及群落特征和生态效益等方面, 对亮叶桦产生香气的挥发性成分分析还是空白. 本文以重庆缙云山地区的亮叶桦为材料, 对其叶片精油挥发性成分进行鉴定, 分析各成分的应用价值, 旨在了解缙云山地区亮叶桦的香气特征, 为亮叶桦的开发利用提供科学依据.

## 1 材料与方法

### 1.1 仪器与材料

实验材料为重庆西北部缙云山自然保护区野生亮叶桦新鲜叶片, 样品采于 2013 年 5 月 20 日, 经过西

① 收稿日期: 2015-02-05

基金项目: 重庆市科技攻关计划项目(CSTC, 2009AC1180).

作者简介: 陈思伶(1991-), 女, 四川大竹人, 硕士研究生, 主要从事园林植物资源、风景园林与规划设计研究.

通信作者: 刘世尧, 副教授.

南大学园艺园林学院刘世尧博士鉴定为桦木科桦木属亮叶桦(*Betula luminifera* H. Winkl).

## 1.2 仪器与试剂

Shimadzu 2010QP Ultra 气相色谱一质谱联用仪, 配 GC-MS Real Time Analysis 工作站 GC-MS Postrun Analysis 分析软件, NIST 2008 和 NIST 2008S 质谱数据库(日本岛津公司); 挥发油提取器; 电热套; 万分之一电子天平; 高速植物组织捣碎机; 分析纯石油醚(60~90 ℃); 超纯水; 载气为高纯氦气.

## 1.3 实验方法

### 1.3.1 挥发油提取

将取回的叶片清洗、阴干、剪碎, 置于 1 000 mL 圆底烧瓶中, 加入超纯水冲洗一次, 再加入水至瓶嘴处. 按照《中国药典》(2010 年版, 一部)附录 X D 挥发油测定法下的甲法提取挥发油, 得到淡黄色的油状液体, 鲜叶精油提取率在 0.12%±0.07%.

精密量取亮叶桦鲜叶精油 1 μL, 用 0.5 mL 石油醚(60~90 ℃)溶解、混匀, 过 0.45 μm 有机滤膜. 参考卞京军、罗思源等人报道的方法<sup>[4-5]</sup>对亮叶桦叶片精油进行 GC-MS 检测, 按照 1.3.2 和 1.3.3 的条件不分流进样 1 μL, 进样时间为 0.5 min. 通过 GC-MS Real Time AnaLysis 工作站采集挥发油总离子图.

### 1.3.2 气相色谱条件

色谱柱为岛津 Rxt-5 MS 毛细管色谱柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm); 分流比为 10:1; 进样口温度为 280 ℃; 程序升温: 初始温度为 70 ℃, 保持 1 min 后, 以 6 ℃/min 升至 290 ℃保持 10 min; 传输线温度为 270 ℃; 载气流速为 1 mL/min.

### 1.3.3 质谱条件

电离方式: EI 离子源, 电离能量为 70 eV; 离子源温度: 230 ℃; 质量扫描范围( $m/z$ ): 30~600; 检测器增益:  $1.5 \times 10^5$ ; 溶剂延迟时间: 3 min.

### 1.3.4 数据处理

利用 GC-MS Postrun Analysis 分析软件、NIST 2008 和 NIST 2008S 质谱数据库自动检索各组分质谱数据, 按照面积归一化法计算各组分的相对含量.

## 2 结果与分析

### 2.1 亮叶桦叶片精油挥发性成分 GC-MS 鉴定

通过 GC-MS 检测, 得到重庆亮叶桦叶片精油挥发性成分总离子流色谱图(图 1).

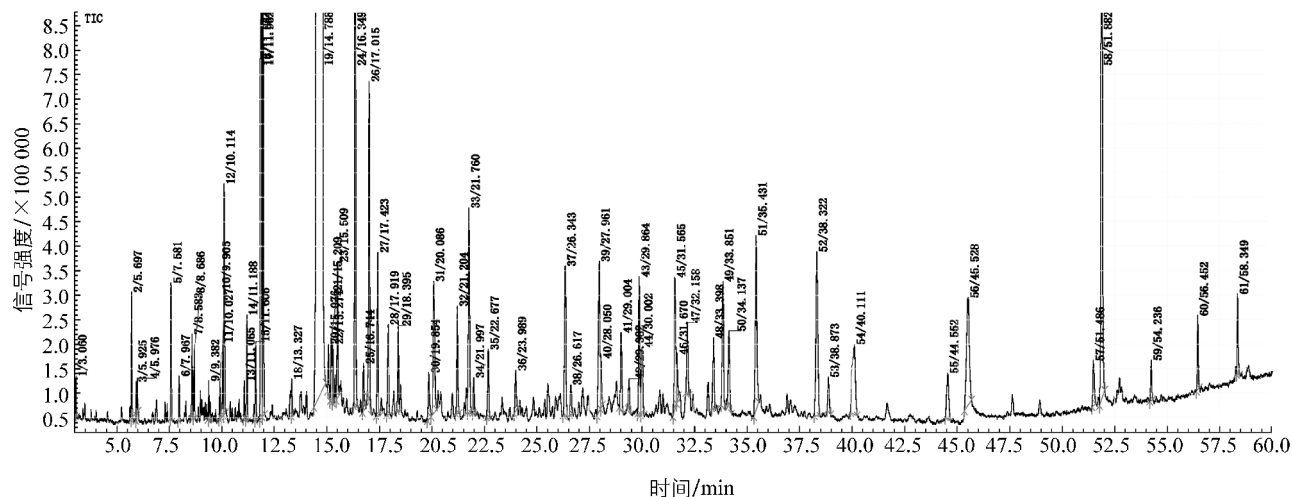


图 1 重庆亮叶桦挥发油 GC-MS 总离子流图

通过 GC-MS 鉴定以及数据处理, 文献检索确定后, 从亮叶桦叶片精油中鉴定出 61 种挥发性成分(表 1), 占到了叶片精油总量的 97.35%, 以酯类、醇类、烃类、醛类、酸类、酮类化合物为主.

表 1 重庆亮叶桦挥发油化学成分

| 编号 | 保留时间/<br>min | 化 合 物 名 称                           | 分子式                                            | 相对<br>分子质量 | 相对含量/<br>% |
|----|--------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|------------|------------|
| 1  | 3.060        | 庚烷                                  | C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>                 | 100        | 0.02       |
| 2  | 3.475        | 2-甲基-2-戊醇                           | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O               | 102        | 0.01       |
| 3  | 5.615        | (3Z)-3-己烯-1-醇                       | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O               | 100        | 0.02       |
| 4  | 5.697        | (E)-2-己烯-1-醇                        | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O               | 100        | 0.12       |
| 5  | 5.976        | 1-己醇                                | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O               | 102        | 0.03       |
| 6  | 7.302        | 3-甲基戊酸                              | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>  | 132        | 0.02       |
| 7  | 7.581        | 左旋- $\alpha$ -蒎烯                    | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                | 136        | 0.14       |
| 8  | 7.967        | 蒎烯                                  | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                | 136        | 0.05       |
| 9  | 8.286        | 5-甲基-糠醛                             | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>   | 110        | 0.02       |
| 10 | 8.583        | $\beta$ -水芹烯                        | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                | 136        | 0.08       |
| 11 | 8.686        | 6,6-二甲基-2-亚甲基二环[3.1.1]己烷的均聚物        | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                | 136        | 0.07       |
| 12 | 8.990        | $\beta$ -月桂烯                        | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                | 136        | 0.03       |
| 13 | 9.054        | 十一炔                                 | C <sub>11</sub> H <sub>20</sub>                | 152        | 0.01       |
| 14 | 9.204        | 十一烷                                 | C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>                | 156        | 0.01       |
| 15 | 9.382        | 乙酸叶醇酯                               | C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>  | 142        | 0.04       |
| 16 | 9.444        | 十二炔                                 | C <sub>12</sub> H <sub>22</sub>                | 166        | 0.02       |
| 17 | 9.905        | 邻异丙基甲苯                              | C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>                | 134        | 0.04       |
| 18 | 10.027       | D- $\alpha$ -蒎烯                     | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                | 136        | 0.09       |
| 19 | 10.114       | 桉树脑                                 | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O              | 154        | 0.25       |
| 20 | 10.818       | 1-甲基-4-(1-甲基乙基)-1,4-环己二烯            | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                | 136        | 0.02       |
| 21 | 11.065       | 1-辛醇                                | C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O               | 130        | 0.04       |
| 22 | 11.188       | 红没药醇                                | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub> | 170        | 0.12       |
| 23 | 11.525       | 3,7-二甲基-1-辛烯-3-醇                    | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O              | 152        | 0.02       |
| 24 | 11.864       | 芳樟醇                                 | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O              | 154        | 2.24       |
| 25 | 11.962       | 壬醛                                  | C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O               | 142        | 0.71       |
| 26 | 13.327       | 3,6-二氢-4-甲基-2-(2-甲基-1-丙烯基)-2H-吡喃    | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O              | 152        | 0.04       |
| 27 | 14.028       | 4-甲基-1-(1-甲基乙基)-3-环己烯-1-醇           | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O              | 154        | 0.03       |
| 28 | 14.788       | 水杨酸甲酯                               | C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>   | 152        | 84.99      |
| 29 | 15.077       | 3-壬烯-5-酮                            | C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> O               | 140        | 0.07       |
| 30 | 15.209       | 对-1-孟烯-9-醛                          | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O              | 152        | 0.17       |
| 31 | 15.389       | 2,6,6-三甲基-1-环己烯-1-羧醛                | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O              | 152        | 0.04       |
| 32 | 15.509       | (Z)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯-1-醇             | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O              | 154        | 0.20       |
| 33 | 16.349       | 香叶醇                                 | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O              | 154        | 1.04       |
| 34 | 16.744       | 壬酸                                  | C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>  | 158        | 0.08       |
| 35 | 17.015       | 2-羟基-5-甲基苯甲酸乙酯                      | C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>  | 166        | 0.52       |
| 36 | 17.919       | 十三烷                                 | C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>                | 184        | 0.14       |
| 37 | 18.511       | 2-羟基-4-甲基苯乙酮                        | C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>  | 150        | 0.05       |
| 38 | 19.854       | 香叶酸                                 | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub> | 168        | 0.10       |
| 39 | 21.204       | 1-(2,6,6-三甲基-1,3-环己二烯-1-基)-2-丁烯-1-酮 | C <sub>13</sub> H <sub>18</sub> O              | 190        | 0.19       |
| 40 | 21.635       | 十四烷                                 | C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>                | 198        | 0.04       |
| 41 | 21.997       | 十二醛                                 | C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O              | 184        | 0.06       |
| 42 | 22.677       | 石竹烯                                 | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>                | 204        | 0.13       |

续表 1

表 1 重庆亮叶桦挥发油化学成分

| 编号 | 保留时间/<br>min | 化 合 物 名 称                    | 分子式                                            | 相对<br>分子质量 | 相对含量/<br>% |
|----|--------------|------------------------------|------------------------------------------------|------------|------------|
| 43 | 23.989       | 荩草烯                          | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>                | 204        | 0.08       |
| 44 | 27.961       | 十二酸                          | C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub> | 200        | 0.35       |
| 45 | 28.050       | 3,7,11-三甲基-1,6,10-十二烷三烯-3-醇  | C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O              | 222        | 0.08       |
| 46 | 29.004       | 石竹烯氧化物                       | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O              | 220        | 0.16       |
| 47 | 29.382       | 十七烷                          | C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>                | 240        | 0.05       |
| 48 | 29.864       | 十四烷醛                         | C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O              | 212        | 0.26       |
| 49 | 30.002       | 2,5,9-三甲基-4,8-二烯癸醛           | C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O              | 206        | 0.16       |
| 50 | 31.565       | β-石竹烯                        | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>                | 204        | 0.30       |
| 51 | 31.670       | 四氢-α-戊基-2-呋喃甲醇乙酸酯            | C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O <sub>2</sub> | 238        | 0.08       |
| 52 | 32.158       | 穿心莲内酯                        | C <sub>20</sub> H <sub>30</sub> O <sub>5</sub> | 350        | 0.13       |
| 53 | 33.398       | 5-甲基-2-(1-甲基乙烯基)-4-己烯-1-醇乙酸酯 | C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O              | 150        | 0.15       |
| 54 | 35.431       | 十四酸                          | C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub> | 228        | 0.42       |
| 55 | 38.873       | 6,10,14-三甲基-2-十五烷酮           | C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O              | 268        | 0.07       |
| 56 | 40.111       | 2-羟基苯甲酸苯甲基酯                  | C <sub>14</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> | 228        | 0.33       |
| 57 | 44.552       | 异植物醇                         | C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O              | 296        | 0.15       |
| 58 | 45.528       | 正十六酸甲酯                       | C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> | 256        | 0.46       |
| 59 | 51.486       | 二十烷                          | C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>                | 282        | 0.10       |
| 60 | 51.882       | 植物醇                          | C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O              | 296        | 1.62       |
| 61 | 56.452       | 二十五烷                         | C <sub>25</sub> H <sub>52</sub>                | 352        | 0.29       |

2.2 挥发油成分分析

2.2.1 主体香气成分分析

由表 1 可见,亮叶桦叶片精油挥发性成分中酯类化合物含量最高,共 7 种,占相对含量的 86.70%;其次为醇类化合物,共 14 种,占 5.72%;烃类化合物共 20 种,占 1.71%;醛类化合物共 7 种,占 1.42%;酸类化合物共 6 种,占 1.04%;酮类化合物共 4 种,占 0.38%.另外还含有桉树脑(0.25%)、石竹烯氧化物(0.16%),以及吡喃(0.04%).酯类物质中,水杨酸甲酯的含量占到了相对含量的 84.99%,另外 6 种酯类化合物共占 1.71%,由此可见,水杨酸甲酯为重庆缙云山地区亮叶桦叶片精油的最主要香气成分.

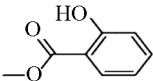
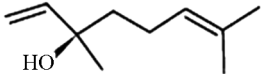
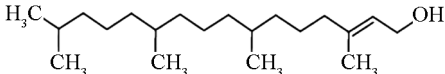
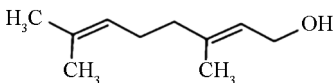
2.2.2 主要挥发性成分分析

在缙云山亮叶桦叶片精油挥发性成分中,水杨酸甲酯含量最高,为 84.99%.除水杨酸甲酯以外,其他主要的挥发性成分依次为:芳樟醇(2.24%)、植物醇(1.62%)、香叶醇(1.04%)、壬醛(0.71%)、2-羟基-5-甲基苯甲酸乙酯(0.52%)等,相对含量大于 1%的化合物有 3 种,其他类化合物的相对含量都低于 1%.通过文献检索,对亮叶桦叶片精油主要挥发性成分的相关性质及应用进行阐述分析(表 2).

3 讨 论

水杨酸甲酯具有冬青树叶香气故又称冬青油,由于具有特殊的芳香气味,现已广泛被用作化妆品、牙膏和食品香料;在医学领域,水杨酸甲酯有消炎镇痛作用,局部用于关节或肌肉疼痛,常做搽剂治疗风湿痛之用<sup>[6]</sup>.刘素琴等人通过抑菌实验观察发现,水杨酸甲酯对 11 种致病性真菌具有显著的抑制作用<sup>[7]</sup>,且对病人的刺激性不大,可以作为临床抗真菌物应用.植物中天然水杨酸甲酯等有效成分能清除·O<sup>2-</sup>,阻断强致癌物——亚硝胺的合成<sup>[8]</sup>,因此天然植物源水杨酸甲酯可实现生物体的抗氧化抗衰老,也是防治癌症的有效成分之一.在农业领域,已被证实植物体内源产生或外源喷洒的水杨酸甲酯能够提高植物的多项抗逆性指标,如抗寒性、抗病性、抗虫性等<sup>[9-12]</sup>.除此外,水杨酸甲酯还可用作溶剂和中间体制造涂料、油墨、杀虫剂、杀菌剂、上光剂及纤维助染剂等<sup>[13]</sup>,应用范围广阔,开发潜力较大.

表 2 亮叶桦叶片精油主要挥发性成分的相关性质及应用分析

| 序号 | 结 构 式                                                                              | 名称        | 分子式                                          | 分子量 | 理化性质                                                     | 运 用                                                             |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1  |   | 水杨酸<br>甲酯 | C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> | 152 | 无色或淡黄色液体, 溶于有机溶剂、微溶于水, 有特征性芳香气味 <sup>[6]</sup> .         | 香料合成、医药制剂、农业生产、杀虫剂、杀菌剂、上光剂及纤维助染剂 <sup>[6-13]</sup> .            |
| 2  |   | 芳樟醇       | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O            | 154 | 无色液体, 溶于丙二醇、非挥发性油和矿物油, 不溶于水和甘油, 有铃兰花香 <sup>[14]</sup> .  | 制造香精香料、医疗保健药物合成中间体、除臭剂、抗龋齿剂、驱虫剂和杀虫剂 <sup>[14-16]</sup> .        |
| 3  |    | 植物醇       | C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O            | 296 | 无色或浅黄色油状黏性液体, 与有机溶剂混溶, 不溶于水, 有很弱的花香和香脂香气.                | 日化香精, 生产维生素 K1、维生素 E <sup>[17-18]</sup> , 食品乳化剂, 抗氧化剂, 营养添加剂.   |
| 4  |   | 香叶醇       | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O            | 154 | 无色至黄色油状液体, 溶于醇、醚, 微溶于水, 不溶于甘油, 有类似玫瑰花香 <sup>[19]</sup> . | 日用、食用香精, 新药及中间体类物质合成, 抗肿瘤、平喘、抗菌等药理作用, 驱避蚊虫 <sup>[19-24]</sup> . |
| 5  |  | 壬醛        | C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O             | 142 | 无色至浅黄色油状液体、溶于大多数有机溶剂, 不溶于水, 强烈的脂肪气味 <sup>[25]</sup> .    | 日用香精、极微量用于食用香精 <sup>[25]</sup> .                                |

芳樟醇是香水香精、家用产品香精和皂用香精配方中使用频率最高的香料品种, 也常用于配制食用香精<sup>[14]</sup>, 且对人体具有医疗保健之功效. 民间自古以来就将含有芳樟醇的挥发油或植物制剂作为催眠和镇静剂加以使用. 研究表明, 芳樟醇对人体中枢神经系统有一定的影响, 将天然芳樟醇给人体吸入, 让人镇静作用明显<sup>[15]</sup>. 张婷等人还发现芳樟醇能够杀伤处于静止期的白血病细胞, 并推测芳樟醇对白血病干细胞也具有杀伤作用<sup>[16]</sup>. 另外, 芳樟醇还具有抗菌、抗病毒的作用是合成维生素 A、抗癌药西松内酯类化合物的中间体, 也被用作除臭剂、抗龋齿剂、驱虫剂和杀虫剂<sup>[14]</sup>. 因此亮叶桦叶片精油中的芳樟醇有益于人体健康.

植物醇在日化香精配方中应用广泛, 在口红、唇膏、粉底、胭脂等化妆品中适当添加植物醇, 可增强化妆品的耐久性, 并可减少对皮肤的刺激. 植物醇也是生产维生素 K1、维生素 E 等的基本原料<sup>[17-18]</sup>. 除此之外, 它还有良好的抗氧化作用, 也可作为食品乳化剂、抗氧化剂、营养添加剂.

香叶醇具有典雅的玫瑰香气, 是玫瑰系香精的主剂, 广泛用作日用香精和食用香精. 同时, 香叶醇还有一定的平哮喘<sup>[19]</sup>、抗胰腺癌<sup>[20]</sup>、抗菌<sup>[21]</sup>、驱避蚊虫<sup>[22]</sup>等作用, 也是抗结核药物(SQ109)等的医药合成中间体<sup>[23-24]</sup>, 因此亮叶桦叶片精油香叶醇具有重要应用价值.

壬醛有强烈的脂肪气味, 稀释后有橙子及玫瑰香气, 可用于配制人造玫瑰油和玫瑰型香精, 工业生产中可用作食品、纺织品等的芳香剂或异味掩盖剂, 也常作为醛香基的头香, 还可极微量用于食用香精中<sup>[25]</sup>.

亮叶桦叶片精油挥发性成分中的酯类、醇类、羧酸类等化合物大多数带有芳香味, 可以用于香料合成和香精制作. 如十四酸可用于配制各种食用香料; 十二酸是生产香皂、洗涤剂、化妆品的原料; 有淡淡丁香味的  $\beta$ -石竹烯, 主要用于配制精仿制品和定香剂, 也可用作食用香料; 十四烷醛可少量地用于百合花、桅子香、素心兰等日用香精中. 部分物质还有明显的抗菌、抗病毒、抗肿瘤、平哮喘、镇静、驱虫等作用, 有的物质还作为植物生长的调节剂及农副除草剂、杀虫剂的合成原料.

近年来流行的“芳香疗法”和“芳香养生”就是广泛运用各种芳香精油,通过精油中物质的平哮喘、镇静、止痛、抗菌、杀病毒、除臭、驱虫等作用,让人松弛肌肉,产生欣快感,同时对一些疾病起到抑制、治疗的功效.天然的植物精油气味纯正、圆和、甜润、幽雅,其功效是合成精油难以相比的.有研究证明中药芳香疗法还被用于传统的阴道念珠菌病治疗<sup>[26]</sup>.随着人们生态、天然、健康意识的逐渐增强,有益于人体健康的植物定会越来越受到人们的亲睐.

## 4 结 论

经过对亮叶桉叶片精油的 GC-MS 分析,共检测出 61 种挥发性成分,占到了叶片精油总量的 97.35%,以酯类为主(86.70%),其他还有醇类(5.72%)、烃类(1.71%)、醛类(1.42%)、酸类(1.04%)、酮类(0.38%)、桉树脑(0.25%)、石竹烯氧化物(0.16%),以及吡喃(0.04%)等化合物.亮叶桉叶片精油的挥发性物质所含成分复杂,化合物种类较多,除水杨酸甲酯(84.99%)外,相对含量大于 1%的化合物只有 3 种,分别为:芳樟醇(2.24%)、植物醇(1.62%)、香叶醇(1.04%).亮叶桉生长迅速,适应性强,且可以人工繁育,除可用作提取香香精料的原料外,还有抗菌、抗病毒、抗肿瘤、平哮喘、镇静、驱虫的作用.因此,亮叶桉是促进人体健康的新型绿化树资源,可用作康复中心、疗养院、医院的园林绿化植物;同时,亮叶桉也是新型精细化工原料,可大面积种植,用作功能性城市行道绿化树种或提取纯天然植物精油加以产业化开发.

## 参考文献:

- [1] 匡可任,李沛琼.中国植物志(二十一卷) [M]. 北京:科学出版社,1979:111.
- [2] 熊济华.重庆缙云山植物志 [M]. 重庆:西南师范大学出版社,2005:138.
- [3] 王桂萍,罗云,胡刚,等.亮叶桉育苗技术和石质山地造林效果 [J]. 林业实用技术,2010(12):29-30.
- [4] 卞京军,程密密,罗思源,等.黑壳楠叶片精油挥发性成分的 GC/MS 鉴定与应用分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版),2014,36(10):82-88.
- [5] 罗思源,刘世尧,卞京军,等.雅安琼楠鲜叶挥发油成分的 GC-MS 分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版),2015,37(3):166-172.
- [6] 李寅,陈燕忠.水杨酸甲酯搽剂的制备及临床应用 [J]. 中国医院药学杂志,1999,19(3):186.
- [7] 刘素琴,罗挺,罗玉华,等.水杨酸甲酯、阿司匹林对致病性真菌的抑菌试验观察 [J]. 贵州医药,1996,20(2):97-98.
- [8] 黄娟.水杨酸和水杨酸甲酯生物活性研究 [D]. 厦门:集美大学,2010.
- [9] 冯斗,裯维言,黄政树,等.水杨酸甲酯对香蕉苗抗寒生理特性的影响 [J]. 中国南方果树,2009,38(6):5-9.
- [10] 吴国昭,曾任森.外源水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯处理对挺立型普通野生稻保护酶活性的影响 [J]. 西北农业学报,2007,16(3):82-84.
- [11] 苗进,李国平,韩宝瑜.水杨酸和水杨酸甲酯在植物抗虫中的作用及机制研究进展 [J]. 热带作物学报,2007,28(1):111-114.
- [12] 程世亚,袁澍,席德慧,等.植物系统获得性抗性的分子机理 [J]. 生命的化学,2008,28(3):256-259.
- [13] 张德华.水杨酸甲酯的合成改进 [J]. 湖北师范学院学报(自然科学版),2004,24(2):81-83.
- [14] 陈尚铨,赵玲华,徐小军.天然芳樟醇资源及其开发利用 [J]. 林业科技开发,2013,27(2):13-17.
- [15] BRADLEY B F, STARKEY N J, BROWN S L, et al. Anxiolytic Effects of Lavandula Angustifolia Odour on the Mongolian Gerbil Elevated Plus Maze [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2007, 111(3):517-525.
- [16] 张婷.芳樟醇通过激活 GADD45 $\alpha$ /JNK 信号通路选择性诱导淋巴瘤细胞凋亡的研究 [D]. 杭州:浙江大学,2007.
- [17] 孙熊鸣,丁在富.维生素 K<sub>1</sub> 合成中主要原料植物醇质量对产品的影响 [J]. 安徽化工,1985(2):33-34.
- [18] 俞一烽.维生素 E 新工艺的研究 [J]. 化工管理,2013(8):150.
- [19] 陈珏,张吟秋,钱伯初,等.香叶醇的药理研究 [J]. 中成药研究,1980,2(1):27-30.
- [20] 金晓馨.香叶醇抗胰腺癌作用及其机制的实验研究 [D]. 长沙:中南大学,2013.
- [21] LORENZI V, MUSELI A, BERNARDINI A F, et al. Geraniol Restores Antibiotic Activities Against Multidrug-Resistant Isolates from Gram-Negative Species [J]. Antimicrob Agents Chemother, 2009, 53(5):2209-2211.
- [22] 林永丽,郝蕙玲,孙锦程.四种植物精油对德国小蠊的驱避效果 [J]. 昆虫知识,2008,45(3):477-479.

- [23] 王贵阳生, 张维汉, 邓芹英, 等. (2E)-3, 7-二甲基-2, 6-辛二烯基苯基砷的合成 [J]. 中国医药工业杂志, 1994, 25(3): 131—133.
- [24] 孟庆义, 陈义朗, 姚其正. N-金刚烷-2-基-N'-(3,7-二甲基-辛-2,6-二烯基)-乙烷-1,2-二胺的合成 [J]. 中国药物化学杂志, 2007, 17(5): 279—282, 298.
- [25] 刘苗苗, 谢晓芸. 芥酸甲酯氧化裂解制得壬醛的探究 [J]. 化工时刊, 2012, 26(4): 19—22.
- [26] MARUYAMA N, TAKIZAWA T, ISHIBASHI H, et al. Protective Activity of Geranium Oil and Its Component, Geraniol, in Combination with Vaginal Washing Against Vaginal Candidiasis in Mice [J]. Biol Pharm Bulle, 2008, 31(8): 1501—1506.

## GC-MS Analysis of Volatile Substances of Essential Oil in Fresh Leaves of *Betula luminifera* in the Jinyun Mountains and Their Application

CHEN Si-ling, ZHANG Jin-kang, ZHOU Jian-hua, LIU Shi-yao

School of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University / Key Laboratory of Horticulture Science for Southern Mountainous Regions, Ministry of Education, Chongqing 400716, China

**Abstract:** Objective: To analyze the volatile substances of the essential oil in the leaves of *Betula luminifera*, an indigenous plant species in the Jinyun mountains of Chongqing, and to study their possible applications so as to establish a scientific basis for the industrialized development and application of this wild plant species. Methods: The essential oil was extracted with steam distillation from the leaves of *B. luminifera* plants growing in the Jinyun mountains, and the volatile substances in it were analyzed and identified with GC-MS. The application and development potentials of the volatile substances were described and analyzed through literature retrieval. Results: A total of 61 volatile aromatic substances were separated and identified, mainly including esters, alcohols, alkanes, alkenes and carboxylic acids, and methyl salicylate, linalool, phytol and geraniol were the main components, which were of the value of industrial development. Conclusion: *B. luminifera* is a new greening tree species, which is beneficial to human health and the essential oil in its leaves is a new fine chemical raw material. Hence it is of considerable value of development and extension.

**Key words:** *Betula luminifera* H. Winkl; steam distillation; GC-MS; volatile component; application

责任编辑 潘春燕

