

文章编号: 100F 1498(2002) 05 0570 05

# 对云斑白条天牛具有不同抗性的杨树品种中挥发物成分的研究

孙丽艳<sup>1</sup>, 韩一凡<sup>2</sup>, 周银连<sup>2</sup>, 阮大津<sup>2</sup>

(1. 中国人民大学环境学院, 北京 100872; 2. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

**摘要:** 研究了对云斑白条天牛有不同抗性的杨树品种中挥发物的化学成分, 通过 GC-MS-DS 分析, 鉴定了 68 个成分, 南抗 1 号 A-34-17 杨中挥发物成分最多, 271 杨最少, I-69 杨与 297 杨居中。研究发现不同抗性的杨树的烷烃含量及提取物含有的挥发物成分的数量与抗性一致。另外, 南抗 1 号 A-34-17 杨、297 杨和 I-69 杨中松柏醇的含量远远高于 271 杨, 具有高抗性能的南抗 1 号 A-34-17 杨中有机酸、醛、酮、酯等成分明显高于其他品种。对总离子流较强的 24 个成分进行了数理统计中的聚类分析, 仅从数理统计的角度看, I-69 杨和 271 杨首先聚为一类, 其次将南抗 1 号 A-34-17 杨和 297 杨聚为一类, 最后将南抗 1 号 A-34-17 杨和 I-69 杨又聚为一类, 这与南抗 1 号 A-34-17 杨抗性最强, 297 杨次之, I-69 杨为中抗, 271 杨为感虫的实际情况相符。

**关键词:** 杨树; 抗性; 云斑白条天牛; 挥发物成分

中图分类号: S792.11

文献标识码: A

杨树(*Populus* spp.) 受多种害虫危害, 云斑白条天牛(*Bactocera horfieldi* (Hope.)) 为杨树的主要害虫。经过多年的努力, 已培育出抗天牛的南抗 1 号 A-34-17 杨、中抗性 297 杨、感虫 271 杨和其母本 I-69 杨(中抗), 297 杨的抗性不如南抗 1 号 A-34-17 杨, 但强于其母本 I-69 杨和感虫 271 杨。这 4 个品种中的酚酸类、维生素类、糖类、氨基酸及丹宁类等化合物已有报道<sup>[1]</sup>。关于杨树这一速生树种中挥发物的成分, 国外有人进行了研究, 仅报道了十几个成分<sup>[2]</sup>。这 4 个品种的挥发性成分用 GC-MS-DS 分离鉴定了 68 个化合物, 其中有 Benjamin R Matters 等<sup>[3]</sup> 已报道过的成分, 大部分成分是其未报道过的, 但文献报道过的  $\alpha$ 、 $\beta$ -蒎烯等成分, 在本研究中并未发现。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料及其处理

1992—1994 年 6—7 月份, 取林研所实验地培育的一年生南抗 1 号 A-34-17 杨(抗虫)、297 杨(部分感虫)、I-69 杨(母本, 中抗)及 271 杨(感虫)嫩枝及树皮, 每个品种至少 10 株以上, 剪碎、混匀, 放入水中进行水蒸气蒸馏 4 h, 蒸馏液中加入乙醚萃取, 然后将大部分乙醚挥发除去,

收稿日期: 2001-11-21

基金项目: 1992—1994 年“杨树抗天牛物质基础的研究”的部分内容

作者简介: 孙丽艳(1962), 女, 吉林白城人, 高级工程师。

冷藏, 以备气质联用测试用。

## 1.2 GC-MS-DS 实验方法

利用气相色谱(HP-5790)和质谱仪(HP VG7070)进行GC-MS-DS联用分析, OV-1毛细管(0.32 mm×12 m), 温度50—290 °C(每分钟升温5 °C, 290 °C时恒温5 min), He(载气) 0.6 kg·cm<sup>-2</sup>, 加速电压6 000 Ve。

## 1.3 数理统计方法

利用中国人民大学统计系所编的数理统计软件<sup>[4]</sup>进行聚类分析, 采用q clustering, 将数据进行标准化处理, 选用明氏距离, 指数为2, 聚类分析方法选最短距离法。

# 2 结果与分析

## 2.1 不同抗性杨树品种的挥发物成分

用GC-MS-DS鉴定南抗1号A-34-17杨、I-69杨、297杨及271杨的水蒸气提取物, 共鉴定了68个成分(表1)。从总离子流图1—4可看出, 南抗1号A-34-17杨中提取物的成分峰最多, 271杨最少, I-69杨与297杨居中, 同时, 南抗1号A-34-17杨中烷烃含量最高, 297杨和I-69杨次之, 271杨最少, 这恰好与这4个杨树品种的抗虫性一致。另外, 南抗1号A-34-17杨、297杨和I-69杨中松柏醇的含量远比271杨的高, 具有高抗性能南抗1号A-34-17杨中有机酸、醛、酮、酯等成分明显高于其他品种。

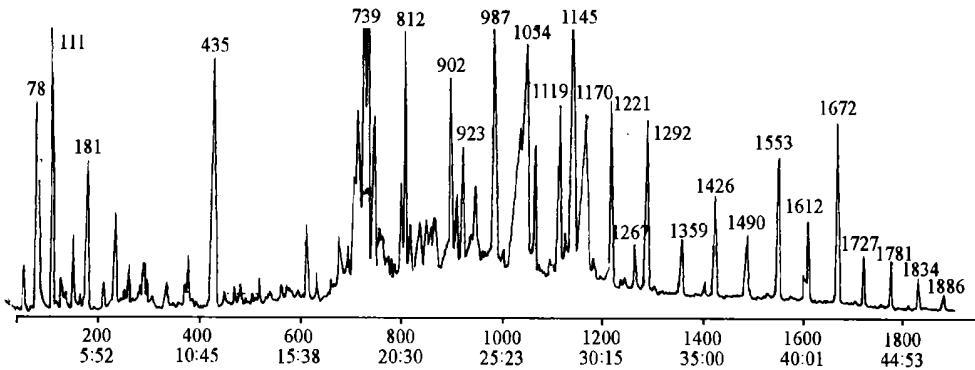


图1 南抗1号A-34-17杨总离子流图

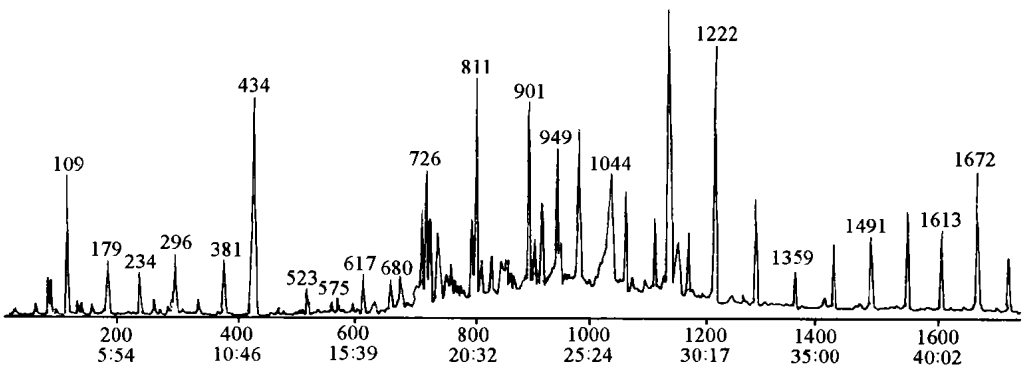
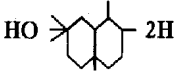
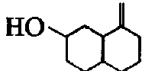


图2 I-69杨总离子流图

表1 气质联用鉴定结果

峰号	化合物	总离子流强度/%				峰号	化合物	总离子流强度/%			
		17杨	69杨	271杨	297杨			17杨	69杨	271杨	297杨
1(9)	2-己烯醛	15	14	-	-	35(699)	十二酸	11	t	t	t
2(14)	反-3-己烯醇 1	-	-	22	12	36(711)	布黎酸	36	-	7	-
3(18)	顺-3-己烯醇 1	-	-	23	-	37(718)	十六烷	55	29	6	20
4(21)	环戊二烷乙烯	-	-	-	14	38(723)	醇 A	97	40	20	50
5(54)	苯甲醛	15	4	6	25	39(732)	醇 B	99	25	19	50
6(78)	环己二酮-1,2	3	10	5	99	40(739)	醇 B 异构体	-	23	12	11
7(82)	苯酚	32	10	6	-	41(747)	2,4-二乙基联苯	-	-	-	-
8(89)	2-甲基丁烯二酸缩酐	-	-	-	14	42(789)	二十酮 2	5	-	t	t
9(111)	水杨醛	82	17	100	77	43(803)	十八醛	34	26	19	15
10(129)	苯乙酮	11	4	t	12	44(812)	十七烷	76	60	32	t
11(137)	甲基苯酚	6	3	2	5	45(902)	十八烷	64	55	7	3
12(153)	氧化里哪醇	21	4	2	13	46(923)	6,10,14-三甲基十五酮 2	45	32	16	5
13(181)	里哪醇	40	14	12	47	47(949)	十七三烯醇	-	6	30	-
14(213)	乙烯基卡宾醇	10	-	-	-	48(961)	十九烷	t	t	-	-
15(236)	1,7,7-三甲基环(2,2,1)庚醇 2	25	11	9	36	49(991)	邻苯二甲酸二丁酯	78	50	16	8
16(255)	水杨酸甲酯	15	t	2	t	50(1005)	十六酸	20	t	t	-
17(263)	1 $\alpha$ -松油烯	t	4	4	11	51(1054)	十六酸乙酯	74	t	t	t
18(269)	2-羟基乙酸	t	t	t	5	52(1068)	二十烷	46	17	14	11
19(284)	3,4-二氢藏红花醛	8	t	2	t	53(1119)	十六醇	57	-	-	-
20(298)	苯并呋喃	10	16	4	11	54(1145)	植醇	97	-	10	10
21(338)	香叶醇	10	5	9	11	55(1159)	十八烯酸	-	20	-	-
22(374)	肉桂醇	8	t	-	-	56(1170)	十八烯醇 1	53	-	-	-
23(381)	3-乙酰基-4-甲基苯酚	18	14	5	17	57(1173)	6-甲基-2-苯基喹啉	-	24	-	-
24(397)	2,5,6-三甲基-4-庚烯酮 3	t	-	-	-	58(1292)	二十三烷	53	32	7	13
25(429)	松柏醇	69	57	16	55	59(1359)	二十四烷	23	10	-	5
26(453)	香夹兰醛	6	-	-	-	60(1426)	二十五烷	32	21	t	13
27(567)	紫罗兰酮	9	5	5	11	61(1490)	二十六烷	24	22	t	12
28(576)	十四烷	5	7	7	t	62(1553)	二十七烷	44	30	2	17
29(599)	4-甲基-2,5-二丁基苯酚	t	4	2	-	63(1612)	二十八烷	26	24	t	11
30(617)	十五烷	29	10	-	3	64(1672)	二十九烷	52	37	7	14
31(619)	蒹烯	-	-	13	-	65(1727)	三十烷	16	12	t	5
32(636)	揽香醇	5	4	-	4	66(1781)	三十一烷	14	8	-	t
33(638)	9-氢芴	-	-	5	-	67(1834)	三十二烷	9	3	-	t
34(664)	4-苄基-1,2-二甲苯	-	9	7	-	68(1886)	三十三烷	5	1	-	t

注: 离子丰度并不代表化合物的真实含量, 而与化合物的性质有关。“t”表示离子丰度低于1%。“-”代表无此物质。

醇 A 为化合物  2H。醇 B 和醇 B 异构体为化合物  的同分异构体。峰号后边的数字为质谱的扫描数。17杨为南抗 1 号 A-34 17 杨; 69 杨为 I-69 杨。

17杨为南抗 1 号 A-34 17 杨; 69 杨为 I-69 杨。

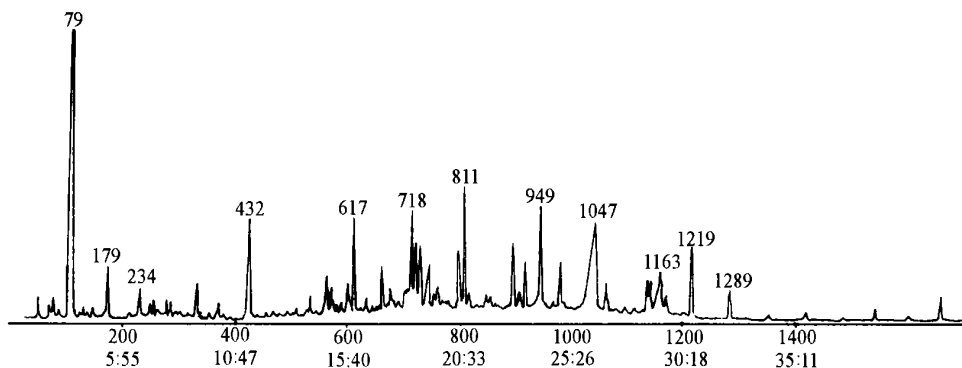


图 3 271 杨总离子流图

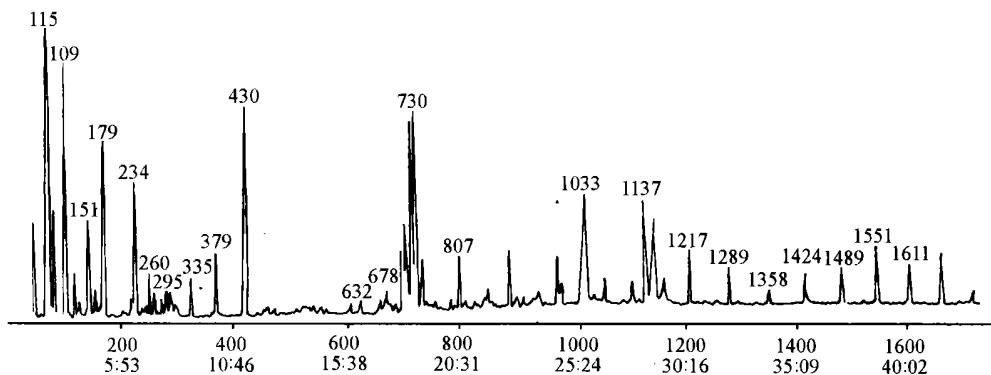


图 4 297 杨总离子流图

烷烃类的含量及提取物含有的挥发物成分的多少与抗性成正比。水蒸汽蒸馏提取物中所含烷烃化合物实为植物蜡保护层中的成分, 由此推测, 植物中含蜡较高, 保护性能较好, 树木不易受天牛危害。另外, 树木中含有的挥发成分多, 挥发成分中有机酸、醛、酮、酯等成分含量高, 可能对昆虫的刺激性强, 使昆虫不易于选择其啃食。上述实验结果与实际经验相符合。

### 2.2 挥发成分的聚类分析

纵观样品总离子流图(图 1-4)和所含成分表, 除南抗 1 号 A-34-17 杨中提取物的成分峰最多, 271 杨最少, I-69 杨与 297 杨居中, 及烷烃有明显的规律可言外, 其他成分一时难以找出显著差异。因此, 将这 4 个品种中的总离子流较强的成分(烃类除外)进行数理统计中的聚类分析, 实验各选用了 24 个成分输入(表 2), 采用最短距离法, 结果见图 5。由图中看出, 其中 271 杨和 I-69 杨首先聚为一类, 其次 297 杨和南抗 1 号 A-34-17 杨合为一类。从除烷烃以

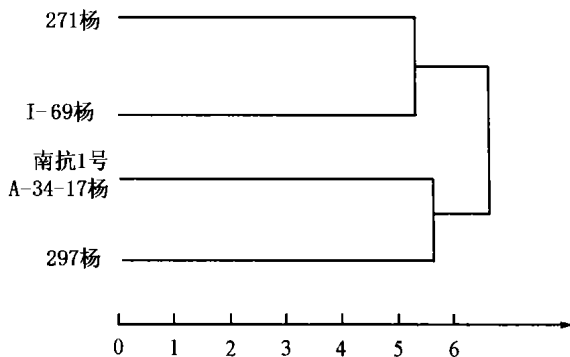


图 5 4 种杨树挥发性化合物离子流较大成分的聚类图

外的成分看, 297 杨的抗性强于 271 杨和 I-69 杨, 但不如南抗 1 号 A-34 17 杨, 这与实际情况相符。植物的抗虫性好坏是由多种因素决定的, 本文仅从挥发物的角度来阐述这一问题, 更多的工作有待深入进行。

表 2 聚类分析变量数据

树种	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>	X <sub>18</sub>	X <sub>19</sub>	X <sub>20</sub>	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	X <sub>24</sub>
南抗 1 号 A-34 17 杨	15	35	82	11	6	21	40	25	15	10	10	18	69	9	0	0	5	97	99	78	97	0	0	0
I-69 杨	4	20	17	4	3	4	14	11	0	16	5	14	57	5	4	23	4	40	25	50	0	6	9	4
271 杨	6	11	100	0	2	2	12	9	2	4	9	5	16	5	2	12	0	20	19	16	10	30	7	4
297 杨	25	99	77	12	5	13	47	36	0	11	11	17	55	11	0	11	4	50	50	8	10	0	0	11

注: X<sub>1</sub>: 苯甲酸; X<sub>2</sub>: 苯酚与环二酮之和; X<sub>3</sub>: 水杨醛; X<sub>4</sub>: 苯乙酮; X<sub>5</sub>: 甲基苯酚; X<sub>6</sub>: 氧化里哪醇; X<sub>7</sub>: 里哪醇; X<sub>8</sub>: 1, 7, 7 三甲基环(2, 2, 1)庚醇 2; X<sub>9</sub>: 水杨酸甲酯; X<sub>10</sub>: 苯并呋喃; X<sub>11</sub>: 香叶醇; X<sub>12</sub>: 2 乙酰基对羟基甲苯; X<sub>13</sub>: 松柏醇; X<sub>14</sub>: 紫罗兰酮; X<sub>15</sub>: 2, 5-二甲基苯酚; X<sub>16</sub>: 3, 4-二乙基联苯; X<sub>17</sub>: 茴香醇; X<sub>18</sub>: 醇 A; X<sub>19</sub>: 醇 B; X<sub>20</sub>: 邻苯二甲酸二丁酯; X<sub>21</sub>: 植醇; X<sub>22</sub>: 十七三烯醇; X<sub>23</sub>: 1-苯基 3, 4-二甲苯; X<sub>24</sub>: 1-α 松油醇。

### 参考文献:

- [1] 孙丽艳, 韩一凡. 对云斑天牛有不同抗性的杨树品种中化学物质的分析[J]. 林业科学, 1995, 31(4): 338-345
- [2] Chapin III F S, Tryon P R, van Cleve K. Influence of phosphorus on growth and biomass distribution of Alaskan taiga tree seedlings[J]. Can J For Res, 1983, 13: 1092-1098
- [3] Mattes B R, Clausen H P, Reichardt P B. Volatile constituents of balsam poplar: The phenol glycoside connection[J]. Phytochemistry, 1987, 26(5): 1361-1366
- [4] 孙丽艳, 朱国彬. 白酒中微量成分的聚类分析[A]. 见: 张大力. 第十届国际商品学会论文集[C]. 北京: 中国人民大学商品学系, 1989

## Study on Volatile Constituents of *Populus deltoides* with Different Resistant Ability to *Batocera horfieldi*

SUN Li-yan<sup>1</sup>, HAN Yi-fan<sup>2</sup>, ZHOU Yin-lian<sup>2</sup>, RUAN Da-jin<sup>2</sup>

(1. School of Environment, Renmin University of China, Beijing 100872, China;

2. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China)

**Abstract:** The volatile constituents resistant to *Batocera horfieldi* in 4 kinds of *Populus deltoides* were studied. Sixty-eight constituents were determined by GC-MS-DS. It is discovered that the better the resistant ability to *B. horfieldi*, the higher the content of alkyl hydrocarbon in the 4 varieties of *P. deltoides* tested. Twenty-four main constituents were clustered. The result of clustering analysis coincides with the actual situation.

**Key words:** *Populus deltoides*; resistant to *Batocera horfieldi*; volatile constituent