

窿缘桉和尾叶桉的化感作用研究^{*}

曾任森¹ 李蓬为²

(1 华南农业大学农业生态研究室, 广州, 510642; 2 广东省科学院广州地理研究所)

摘要 窿缘桉和尾叶桉是华南地区重要的人工林树种。研究表明, 两种桉树叶片在密闭容器中产生的挥发性物质对萝卜、莴苣、新银合欢和马占相思的幼苗生长有显著抑制作用, 而对种子萌发无显著影响。水蒸汽蒸馏法所得 3 个组分中, 水溶性非挥发性物质的化感作用最强。当挥发油浓度达到 0.2 mL/皿时, 可完全抑制马占相思的幼苗生长。挥发油在土壤中前 15 d 分解较快, 以后分解较慢。窿缘桉和尾叶桉水抽提物对萝卜、莴苣幼苗生长有显著抑制作用, 窿缘桉水抽提物对马占相思苗高有显著抑制作用, 尾叶桉对新银合欢幼苗生长有显著抑制作用。

关键词 窿缘桉; 尾叶桉; 化感作用

中图分类号 Q 948.122.1

窿缘桉 *Eucalyptus exserta* 和尾叶桉 *E. urophylla* 是华南地区重要的人工林树种。根据多年来在广东电白、吴川等花岗岩红壤地区桉树林地的观察表明, 上述两种桉树, 特别是窿缘桉人工林结构简单, 林冠覆盖率低, 林下灌木、草本植物稀少, 仅为单层次的“空中绿化”。林冠对降雨截留率低, 地表土壤裸露板结, 易产生地表径流, 地下水位下降。Del Moral(1969)报道赤桉叶片滴下的雾滴是引起林下硬雀麦 *Bromus rigidus* 不能生长的主要原因, 雨水淋洗是桉叶中有毒物质进入土壤的重要机制。台湾省也报导了沼泽桉 *E. robusta* 的化感作用使其成为森林中的优势种(Chou, 1986)。本文主要探讨窿缘桉和尾叶桉挥发性物质和水溶性物质的化感作用。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供体植物窿缘桉和尾叶桉采自广东电白和华南农业大学校园内。受体植物萝卜 *Raphanus sativa* 和莴苣 *Lactuca sativa* 购于华南农业大学种子店, 林木种子新银合欢 *Leucaena leucocephala* 和马占相思 *Acaia mangium* 由热带亚热带林业研究所提供。

1.2 研究方法

1.2.1 桉树自然挥发物的化感作用 在 d 30 cm, h 25 cm 的干燥器底部的干燥剂室放 350 g 窿缘桉或尾叶桉的新鲜叶片, 对照的底部不放任何东西。种子萌发和幼苗生长在干燥器上部的贮藏室进行。在 d 为 10 cm 的培养皿中铺上一张 11 cm 的滤纸, 每皿放 50 粒种子, 加 7 mL 蒸馏水, 不上盖, 3 次重复。测定幼苗生长的培养皿每皿放 20 粒种子, 室温(15~20℃)培养 4 d 后记录种子发芽率, 6 d 后记录幼苗根长和苗高。

1996-04-18 收稿 曾任森, 男, 31 岁, 助理研究员, 硕士

^{*} 广东省科学院青年基金项目

1.2.2 桉叶水蒸汽蒸馏法所得 3 组份的化感作用 用水蒸汽蒸馏法蒸馏新鲜桉叶, 得 3 个组份: 桉油(挥发性脂溶物质)、冷却水(挥发性水溶性物质)和渣汁(水溶性非挥发性物质)。每组份浓度都配成 0.5 kg/L, 即每升溶液中含 0.5 kg 新鲜叶片中有有关的化学物质。桉油先用石油醚溶解, 加在培养皿中的滤纸上, 自然挥干溶剂后, 再加蒸馏水配成相当浓度。每培养皿加 5 mL 处理液和 20 粒种子, 盖上盖后在 28℃恒温箱中黑暗培养。3 d 后记录发芽率、幼苗根长和苗高。新银合欢和马占相思培养 4 d 后记录发芽率, 6 d 后记录幼苗根长和苗高。

1.2.3 桉油的浓度效应 分别取以水蒸汽蒸馏法获得的桉油 0.025、0.050、0.100、0.200、0.300 mL, 用石油醚溶解后放入培养皿的滤纸上, 溶剂挥发后, 加 5 mL 蒸馏水, 受体是马占相思。

1.2.4 桉油在土壤中的转化 将 0.2 mL 桉油用石油醚溶解后倒入内有 100 g 土壤的小铝盆中, 土壤取自华南农业大学长岗山自然保护区的尾叶桉林下。搅匀土壤, 挥干石油醚, 分别放置 0、15、30、60 d 后, 分 4 组进行生物测定。受体选较敏感的萝卜, 每个铝盆放 20 粒种子, 隔天加 3 mL 水。生物测定在室温(15~20℃)条件下进行, 6 d 后测定幼苗的生长状况。

1.2.5 桉叶水抽提物的化感作用 将窿缘桉、尾叶桉新鲜叶片各 100 g, 用 600 mL 自来水恒温 28℃浸提 24 h, 将浸提液过滤, 用滤液进行生物测定。生物测定方法与水蒸汽蒸馏法所得 3 组份的测定方法相同, 用自来水作对照。

2 结果与分析

表 1 窿缘桉和尾叶桉叶片自然挥发物对种子萌发和幼苗生长的影响¹⁾ mm

挥发物 来 源	萝 卜			莴 苣			新银合欢			马占相思		
	种子发芽 率/(%)	根长	苗高	种子发芽 率/(%)	根长	苗高	种子发芽 率/(%)	根长	苗高	种子发芽 率/(%)	根长	苗高
窿缘桉	96a	35b	11b	89a	19a	12b	91a	62a	29ab	75a	18a	5b
尾叶桉	98a	36b	7b	90a	20a	10b	94a	50a	24b	84a	9b	5b
对 照	94a	53a	21a	90a	26a	20a	91a	51a	34a	88a	22a	19a

1) 表中每列数字后的英文小写字母表示 SSR 测验的差异显著性($P=0.05$), 表 2~6 相同

2.1 窿缘桉、尾叶桉自然挥发物的化感作用

表 1 表明, 窿缘桉、尾叶桉叶片放置过程中产生的挥发性物质对 4 种受体植物的种子萌发均无显著影响, 但对幼苗生长都有显著的抑制作用。尾叶桉挥发物对 4 种受体芽生长都有显著抑制, 对萝卜和马占相思幼苗根生长也有显著抑制作用。窿缘桉挥发物对新银合欢幼苗生长无显著抑制, 但对萝卜、莴苣、马占相思幼苗等生长有显著抑制, 也显著抑制萝卜根生长。从上述结果看, 这两种桉树挥发性物质对测试受体的地上部生长的抑制比较大, 对地下根部生长的抑制相对较小。

2.2 窿缘桉、尾叶桉水蒸汽蒸馏法分离 3 组份的化感作用

用水蒸汽蒸馏法蒸馏窿缘桉新鲜叶片, 得到挥发油、渣汁、冷却水 3 个组份, 它们对 4 种受体种子萌发和幼苗生长的影响见表 2。结果显示, 冷却水对 4 种受体影响都不显著, 表明挥发性物质中可溶于水的物质很少或没有化感作用。挥发油也只对萝卜幼苗生长有显著抑制作用, 而对其他受体无显著作用。渣汁的抑制作用最强, 它对萝卜、莴苣种子萌

发和幼苗生长均有显著抑制作用,对马占相思的幼苗生长也有显著抑制作用。可见,水溶性非挥发性物质是窿缘桉产生化感作用的主要成分。挥发性物质可能因为含量太低而抑制作用不显著。

尾叶桉水蒸汽蒸馏所得 3 个组份对 4 种受体种子萌发和幼苗生长的影响见表 3。

结果表明,渣汁的抑制作用最强,除对所有 4 种受体幼苗生长有显著的抑制外,对萝卜和莴苣的种子萌发也有显著抑制作用。挥发油对萝卜、莴苣幼苗生长有显著抑制,对新银合欢幼苗根生长也有显著影响。尾叶桉的冷却水对萝卜的幼苗生长还有显著抑制。可见,尾叶桉挥发性物质的化感作用比窿缘桉强,表 1 中的结果也说明了这一点。

2.3 窿缘桉、尾叶桉挥发油的浓度效应

测定 5 个不同浓度桉油对马占相思幼苗生长的影响(表 4)。结果显示,两种桉油在 0.025 mL/皿的浓度下,对马占相思幼苗生长就有显著抑制作用,当浓度达 0.2 mL/皿时,马占相思幼苗生长完全被抑制。从上述结果看,挥发性物质达到较高浓度时会抑制马占相思生长。但由于自然条件下挥发性物质含量较少,很难达到测试浓度。因此,野外窿缘桉和尾叶桉的林下,马占相思仍能正常生长。

表 2 窿缘桉叶片水蒸气蒸馏 3 组分对种子萌发和幼苗生长的影响mm

组 分	萝 卜			莴 苣			新银合欢			马占相思		
	种子发芽率/(%)	根长	苗高	种子发芽率/(%)	根长	苗高	种子发芽率/(%)	根长	苗高	种子发芽率/(%)	根长	苗高
挥发油	94a	42b	25b	46ab	24a	13ab	74a	66a	43a	46a	49ab	34ab
渣 汁	36b	13c	16b	24b	9b	6b	68a	31a	37b	56a	36b	30b
冷却水	100a	68a	34ab	60a	31a	17a	76a	69a	45a	52a	48ab	35ab
对 照	100a	73a	38a	68a	30a	19a	76a	75a	46a	54a	57ab	39ab

表 3 尾叶桉叶片水蒸气蒸馏 3 组分对种子萌发和幼苗生长的影响mm

挥发物来 源	萝 卜			莴 苣			新银合欢			马占相思		
	种子发芽率/(%)	根长	苗高	种子发芽率/(%)	根长	苗高	种子发芽率/(%)	根长	苗高	种子发芽率/(%)	根长	苗高
挥发油	96a	48b	33b	68a	49a	12b	64a	45b	43a	59a	36a	26ab
渣 汁	54a	12c	16c	42b	11b	7b	60a	16c	19b	46a	31a	18b
冷却水	100a	54b	32b	64a	48a	10b	56b	67a	41a	53a	34a	29a
对 照	100a	73a	40a	70a	60a	25a	68a	71a	47a	49a	37a	34a

表 4 不同浓度桉油对马占相思幼苗生长的影响

窿缘桉浓度	根长	苗高	综合相对抑	尾叶桉浓度	根长	苗高	综合相对抑
/ L° L ⁻¹	mm		制率/(%)	/ L° L ⁻¹	mm		制率/(%)
0.025	22b	10b	39	0.025	19b	15ab	31
0.05	11c	7bc	65	0.05	14bc	11bc	49
0.10	5cd	6bc	76	0.10	5cd	8cd	72
0.20	0d	0c	100	0.20	0d	0d	100
0.30	0d	0c	100	0.30	0d	0d	100
CK	31a	19a	0	CK	31a	19a	0

2.4 窿缘桉、尾叶桉挥发油在土壤中的转化

表 5 结果显示, 两种桉油在未分解挥发之前的抑制作用最强, 分解 15 d 后抑制作用明显下降。挥发油分解 15、30、60 d 的抑制作用都无显著差异。但分解 60 d 后仍有显著抑制作用, 抑制率达到 40% 以上。说明桉油中易分解和挥发的物质在 15 d 内很快丧失, 以后主要是不易分解和挥发的物质, 在土壤中残留期较长。

2.5 窿缘桉、尾叶桉水抽提物的化感作用

窿缘桉、尾叶桉新鲜叶片水抽提物对 4 种受体种子萌发和幼苗生长的影响见表 6。结果表明, 2 种桉树水抽提物对萝卜、莴苣幼苗生长都有抑制作用。窿缘桉水抽提物对马占相思幼苗芽生长有显著抑制, 对新银合欢幼苗生长无显著影响。尾叶桉水抽提物对新银合欢幼苗根和芽的生长都有显著抑制, 但对马占相思幼苗生长却无显著影响。两种桉树水抽提物对 4 种受体种子发芽均无显著影响。

水抽提物的抑制作用不如水蒸汽蒸馏法所得的渣汁抑制作用强, 一是由于水抽提物的浓度为 0.167 kg/L, 渣汁的浓度为 0.5 kg/L; 二是由于水抽提物是用冷水浸提获得的, 渣汁是用热水提取获得的。

表 5 窿缘桉和尾叶桉挥发油分解不同时间对萝卜幼苗生长的抑制 %

窿缘桉桉油分解天数/d	根长		苗高		尾叶桉桉油分解天数/d	根长		苗高	
0	94a		87a		0	86a		92a	
15	48b		45b		15	52b		46b	
30	41b		41b		30	45b		55b	
60	43b		46b		60	49b		51b	

表 6 窿缘桉和尾叶桉水抽提物对种子萌发和幼苗生长的影响 mm

水抽提植物	萝卜			莴苣			新银合欢			马占相思		
	种子发芽率/(%)	根长	苗高	种子发芽率/(%)	根长	苗高	种子发芽率/(%)	根长	苗高	种子发芽率/(%)	根长	苗高
窿缘桉	92a	22b	23b	68a	6b	7b	62a	34ab	41a	64a	25a	18b
尾叶桉	88a	27b	26b	78a	11a	10b	51a	27b	29b	72a	20a	22ab
对 照	94a	64a	36a	78a	12a	15a	57a	42a	44a	76a	27a	29a

3 讨论

本研究证实了窿缘桉和尾叶桉挥发性物质和水溶性物质具有化感作用, 这表明, 这两种桉树林下很少有其它植物, 易造成水土流失, 化感作用是其中原因之一。从水蒸汽蒸馏所得 3 个组分的作用结果看, 此两种桉树单位叶片中水溶性物质的化感作用都较挥发性物质的化感作用强, 即通过淋溶途径产生的化感作用较通过挥发途径的化感作用强。从两种桉树水抽提物的化感作用结果看, 窿缘桉水抽提物对萝卜和莴苣幼苗根和芽生长都有明显抑制。而对新银合欢幼苗生长无显著影响, 对马占相思也只对幼苗芽生长有显著

抑制,对根生长无显著抑制作用。尾叶桉水抽提物对萝卜、莴苣、新银合欢幼苗生长有显著抑制,而对马占相思无显著抑制作用。林业生产中可考虑在窿缘桉林中混种新银合欢,尾叶桉林中混种马占相思等对桉树化感作用不敏感的豆科木本植物,来改变林相结构。

致谢 本研究得到骆世明教授指导,谨此致谢!

参 考 文 献

- Del Moral R, Muller C H. 1969. Fog drop, a mechanism of toxin transport from *Eucalyptus globulus*. Bull Torrey Bot Club, 96: 467~475
- Chou C H, Yaw L K. 1986. Allelopathic research of subtropic vegetation in Taiwan. J Chem Ecol, 12(6): 1431~1447

ALLELOPATHIC EFFECTS OF *Eucalytus* *exserta* AND *E. urophylla*

Zeng Rensen¹ Li Pengwei²

(1 Agroecology Lab. South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642;

2 Guangzhou Geography Institute, Guangdong Academy of Science)

Abstract

Eucalytus exserta and *E. urophylla* are two important tree species of man-made forests in South China. Leaf volatiles of them had significant inhibitions on seedling growth of *Raphanus sativa*, *Lactuca sativa*, *Leucaena leucocephala* and *Acaia mangium*. In comparison of allelopathic effects of the three fractions from the distillation of fresh leaves, the declining order was: water soluble unvolatile chemicals > volatile oil > water soluble volatile chemicals. Volatile oils of the two *Eucalytus* could completely inhibit the seedling growth of *A. mangium* when volatile oil concentrations are 0.2 milliliter per culture dish. Allelopathic effects of volatile oil decomposing in soil would decline very quickly within 15 days. After that, it would maintain a certain level with significant inhibition. The aqueous extracts of fresh leaves of the two plants showed inhibitory effects on seedling growth of radish and lettuce. The aqueous extracts of *E. exserta* also inhibited the seedling growth of *A. mangium*. The aqueous extracts of *E. urophylla* inhibited the seedling growth of *L. leucocephala*.

Key words *Eucalytus exserta*; *Eucalytus urophylla*; allelopathy