

柠檬桉的他感作用研究

曹潘荣 骆世明

(华南农业大学农学系, 广州, 510642)

摘要 研究了柠檬桉脱落树皮和叶片水抽提物、根系分泌物、叶片挥发物对受体萝卜发芽的他感作用, 结果表明, 柠檬桉脱皮和叶片水抽提物、根系分泌物、叶片挥发物都含有抑制物质; 在年周期中柠檬桉的他感作用与降雨量有明显的负相关; 马唐等 9 种参试受体植物对柠檬桉中的抑制物质有不同的敏感性; 水抽提液中的抑制物质不易在土壤中滞留且对受体植物的作用效果是暂时的, 而挥发性中的抑制物质在土壤中滞留时间较长而且受体植物受其作用后难以恢复生长。

关键词 化学生态学; 他感作用; 抑制物质; 柠檬桉

中图分类号 S 948.122.1

柠檬桉 (*Eucalyptus citriodor* Hook.) 是热带、亚热带地区的工艺用材和芳香油树种, 它具有耐干旱、适应力强、生长快等特点, 在土层深厚的贫瘠土壤均能生长, 因此是华南地区重要的人工林树种。在自然界中, 常常发现一些茂密的桉树林下灌草难生现象, 造成林下水土流失, 通常人们把这种现象归结为柠檬桉对水、肥、光竞争的结果。Delmoral 等 (1970) 报道, 从赤桉 (*Eucalyptus camaldensis*) 叶片滴下的雾滴是引起赤桉树下草本植物硬雀麦 (*Bromus rigidus*) 生长困难的主要原因; 据报道, 蓝桉 (*Eucalyptus globulus*) 能产生对黄瓜有抑制作用的物质 (Backer, 1966)。本研究用萝卜作受体通过实验弄清柠檬桉是否有他感作用, 并进一步研究柠檬桉他感作效果, 不同植物种类对他感物质的敏感性以及他感作用受环境因素影响的程度, 试图从化学生态学角度解释不同环境条件引起桉树群落的结构差异现象, 为合理设计柠檬桉人工林提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供体 柠檬桉材料取于华南农业大学校园内约 10 年树龄柠檬桉树。

1.1.2 受体 大田作物种子来源于广东省种子公司, 杂草种子采集于华南农业大学校园。

1.2 方法

1.2.1 水抽提物的制备 取新鲜、健康、干净的柠檬桉树叶, 剪碎后加入相当于材料鲜重 5 倍的清水浸提 24 h, 然后用滤纸过滤, 滤液作供试液。

1.2.2 根系分泌物的收集 把柠檬桉树苗栽种于一直径 25 cm, 高 35 cm, 底孔接一引液玻璃开关, 盛满干净沙粒的花钵中。用培养液培养约 1 年后开始收集根系分泌物, 用水淋洗沙层中根系, 收集液用 $(60 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 减压浓缩后作供试液。

1995-05-30 收稿

1.2.3 桉树油试验液的配制 用 1% 的 Tween 80 乳化剂水溶液;把桉树油配制成 0.5% 的乳状液作供试液。

1.2.4 pH 值、渗透压的调节 供试液用稀酸和稀碱液把 pH 值调节在 6.5 ~ 7.0 之间;用美国 Wescor 公司生产的 HR-33T 型露点微伏计测定供试液的渗透压,用相同渗透压浓度的 NaCl 溶液作对照。

1.2.5 挥发性物质的提取 用水蒸汽蒸馏法从柠檬桉叶中蒸馏分离出桉树油。

1.2.6 生物测定 在直径 10 cm 的培养皿中垫一张滤纸,从饱满的受体种子中随机抽取 10 粒,置于皿中滤纸上,加入供试液 7.5 mL,盖上培养皿盖,并设对照,置于 28 ℃ 的培养箱中培养,(挥发性物质的测定则加入 7.5 mL 清水,置于下层放有 500 g 鲜柠檬桉叶的直径为 35 cm 的干燥器中,盖上干燥器盖),3 次重复,5 d 后记录种子发芽率,胚根长度,胚芽长度。

1.3 试验数据的统计方法

利用 Super/AT286 计算机进行数据处理。

相对抑制率 = [(对照值 - 处理值) / 对照值] × 100

综合抑制率指同一处理的种子萌发、胚根和胚芽伸长抑制率的平均值。

2 结果分析

2.1 柠檬桉中不同物质抑制萝卜种子萌发的试验

用皮和叶片水抽提液、根系分泌液的供试液及鲜叶中挥发性气体测试对萝卜种子萌发的影响,统计结果表明,各种处理与对照测验差异显著,证实脱皮和叶水抽提液、根系分泌液、挥发性气体对萝卜种子的萌发、胚根和胚芽生长均有明显的抑制作用(见表 1)。

表 1 柠檬桉中不同物质对萝卜种子萌发的影响⁽¹⁾

测 试 项 目	供 试 液 来 源				
	叶水抽提液	脱皮水抽提液	根系分泌液	挥发性气体	对照
平均萌发粒数	3.67	10.00	7.33	53.30	10.00
萌发抑制率/%	63.30**	0.00	26.70**	46.70**	0.00
平均胚根长/cm	1.40	5.72	3.13	2.12	8.61
胚根抑制率/%	83.60**	33.60**	63.10**	75.40**	0.00
平均胚芽长/cm	0.28	3.16	0.86	0.50	5.20
胚芽抑制率/%	94.30**	40.30**	83.70**	90.40**	0.00

(1) ** 处理与对照进行 *t* 测验达 1% 极显著水平(表 2, 3, 4 同)。

柠檬桉的水抽提液、根系分泌液、挥发性气体均含有抑制物质,脱皮抽提液对萌发无影响可能是抑制物浓度低的原因。受体植物的不同部位对抑制物质的敏感性不同,其对 4 种供试液敏感性顺序均为:胚芽 > 胚根 > 萌发。

2.2 不同受体植物对柠檬桉他感物质的敏感性试验

以马唐等 9 种植物作受体,测定它们对叶水抽提液、挥发性气体作用的敏感性,结果表明,这 9 种植物对测试的两类物质均有不同的敏感性,其敏感程度顺序对水抽提液为:马唐 > 三叶鬼针草 > 大画眉草 > 玉米 > 桂花草 > 狗尾草 > 水稻 > 黄瓜 > 豆角;对挥发性气体

为: 三叶鬼针草 > 马唐 > 大画眉草 > 柱花草 > 玉米 > 狗尾草 > 水稻 > 黄瓜 > 豆角 (见表 2)。

表 2 柠檬桉他感物质对不同受体植物的作用效果⁽¹⁾

供试液	马唐		三叶鬼针草		大画眉草		玉米		柱花草	
	P	CK	P	CK	P	CK	P	CK	P	CK
水 萌发数	5.3	10	6.0	10	7.3	10	8.7	10	9	10
抽 胚根长/cm	0.2	1.5	0.3	1.0	0.9	2.7	2.5	5.8	0.9	2.0
提 胚芽长/cm	0.1	0.5	0.4	2.0	0.1	0.6	0.6	2.7	0.5	1.8
液 综合抑制率/%	71.3**		68.8**		61.7**		52.8**		45.8**	
挥 萌发数	4.7	10	5.3	10	5.7	10	9	10	8.3	10
发 胚根长/cm	0.2	1.5	0.2	1.0	1.1	2.8	1.7	6.0	0.5	2.1
性 胚芽长/cm	0.1	0.5	0.1	2.1	0.1	0.8	0.3	3.0	0.2	1.8
物 综合抑制率/%	73.4**		74.7**		66.7**		57.9**		59.4**	

供试液	狗尾草		水稻		黄瓜		豆角	
	P	CK	P	CK	P	CK	P	CK
水 萌发数	9.0	10	10	10	10	10	10	10
抽 胚根长/cm	0.2	0.4	1.5	3.5	2.9	3.8	2.0	2.6
提 胚芽长/cm	0.5	0.9	1.2	1.5	2.8	3.8	1.4	1.7
液 综合抑制率/%	35.1**		24.3**		13.6**		13.5**	
挥 萌发数	8	10	9.3	10	10	10	10	10
发 胚根长/cm	0.2	0.4	1.0	3.6	2.2	3.8	1.5	2.7
性 胚芽长/cm	0.1	1.0	1.1	1.4	1.5	3.7	0.8	1.6
物 综合抑制率/%	45.6**		37.7**		33.9**		31.5**	

(1)P 为处理,CK 为对照。

受体植物与水抽提液、挥发性气体中的他感物质接触方式不同,但其敏感性顺序基本一致,只是三叶鬼针草和柱花草对柠檬桉挥发性他感物质更为敏感。

2.3 他感作用的效果试验

把经叶水抽提液、挥发性气体处理 3 d 后不萌发的种子,用水清洗干净,然后用清水再一次作种子的萌发试验,结果表明:水抽提液处理过的种子能顺利萌发,而挥发性气体处理过的种子仍不能萌发(见表 3)。

表3 他感物质作用后对种子萌发的影响 %

供试液	水抽提液	挥发性气体
相对抑制率	6.67	100**

水抽提液中的他感物质对受体的作用只是暂时的表面抑制作用;而挥发性物质对受体的作用是致死的。

2.4 环境因素对柠檬桉他感作用的影响

2.4.1 柠檬桉他感作用的季节性变化 在年周期中各个月份分别测定柠檬桉叶片水抽提液对萝卜他感作用综合抑制率,结果表明,旱季抽提液的抑制力比雨季的强,水抽提液的抑制作用(Y)与降雨量(X)有明显的负相关(见表 4)。

表4 柠檬桉他感作用的季节性变化⁽¹⁾(1990年)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
降雨量(X)/mm	92.3	187.1	32.0	183.3	108.1	194.1	142.7	47.0	132.7	26.0	92.5	9.4
综合抑制率(Y)/%	60.4**	51.4**	68.6**	52*	57.7**	50.7**	53.2**	66.4**	56.7**	69.1**	61.2**	70.9**

(1) 回归方程: $Y = 71.238 - 0.110103X$, $r = -0.9796$, $F = 471.4092$.

2.4.2 柠檬桉他感物质在土壤中的降解试验
把水抽提液、桉树油供试液淋入花钵盛装的土壤中,置于室内阴凉处,定期取出土壤置于100 mL烧杯中,用萝卜苗测定其他感作用综合抑制率,结果如图1所示,两种供试液的抑制作用均随时间的延长而降低。

水抽提液中的他感物质比挥发气体中他感物质在土壤中降解速度要快,6 d后基本分解完,9 d后出现生长恢复现象,这种现象可能是他感物质在低浓度下对受体生长没有作用;而桉树油21 d后仍有抑制作用。

2.4.3 柠檬桉他感物质在土壤中淋溶滞留试验
把经过水抽提液、桉树油供试液处理后的土壤用一去底玻璃瓶装成约15 cm高的土柱,分别用不同量的清水慢慢从上淋入土柱中,取出滴干水后的土壤测定其他感作用综合抑制率,结果如图2所示,两种物质在土中均能被水淋走,而水抽提液中的他感物质更不易在土中的滞留。

水抽提液中的他感物质淋水100 mL,抑制率平均下降25.65,而桉树油中的他感物质抑制率平均下降12.48。

3 讨论

本研究证实了柠檬桉皮、叶和根系分泌中含有水溶性或挥发性抑制物质。水溶性物质可通过雨水、雾滴进入土壤(Tukey,1966)而对其下植物种子萌发和根系生长起抑制作用。挥发性物质在茂密的树冠下形成一定浓度的气体直接对植物种子萌发、茎叶生长起抑制作用。这可能是造成柠檬桉树林下灌草难长原因之一。水溶性他感物质在土壤中的有效期短且易随雨水流动,其抑制作用效果只是暂时的表面抑制现象;而挥发性他感物质在土壤中滞留时间较长,容易累积,且作用效果是致死性的;这就可以进一步从水抽提液中只分离出暂时性生理活动抑制剂用于控制马铃薯、洋葱发芽或果树新梢等,还可考虑从桉树油中分离出用于除草的抑制剂。

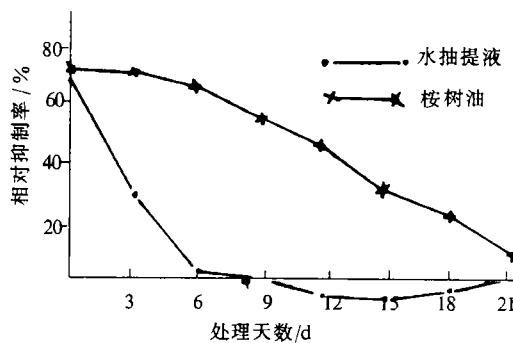


图1 他感物质在土壤中降解随时间的变化

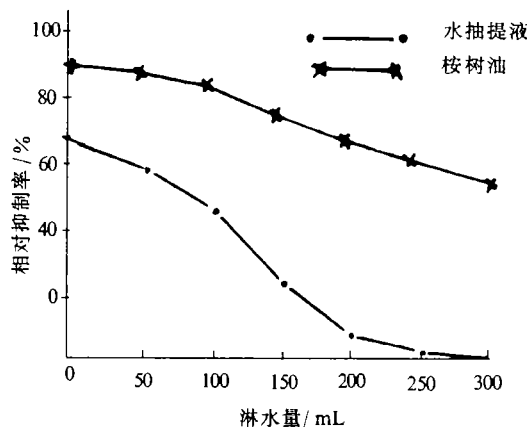


图2 他感物质在土壤中滞留量与淋水量的关系

不同的受体植物对柠檬桉他感物质有不同的敏感性,这有可能进一步筛选出对桉树他感作用敏感性较小的植物与桉树混种,防止水土流失,形成稳定的人工群落。

柠檬桉他感作用受环境因素影响较大,这是桉树适应环境变化,在竞争中形成的适应性。如雨量充足地区,水分很容易把他感物质淋走,桉树对其林下的其它植物他感作用减弱,这样桉树林下其它植物就能长得很好。

据报道,桉树叶水抽提液中含有阿魏酸、香豆酸、咖啡酸等酚酸类物质,而桉树叶挥发性气体中有蒎烯、非兰烯、桉树脑等,而且土壤能吸收挥发性萜烯类物质(Delmoral et al, 1970)。这些物质哪些在他感作用中起主导作用,其作用机理如何还有待于进一步的研究。

参 考 文 献

- Backer H G. 1966. Volatile growth inhibitor produced by *E. globulus*. *Modrono*, 18: 207 ~ 210
- Delmoral R, Muller C H, 1970. The allelopathic effect of *Eucalyptus camaldensis* Am.. *Midland Nat*, 83: 254 ~ 283
- Tukey H B Jr. 1966. Leaching of metabolites from above ground plant parts and its implications. *Bull Torrey Bot Club*, 93: 385

STUDIES ON THE ALLELOPATHY OF *Eucalyptus citriodora* HOOK.

Cao Panrong Lou Shiming

(Dept. of Agronomy, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

Eucalyptus citriodora Hook. is an important tree species of plantation in South China. The allelopathic effects of aqueous extract of bark, leaf, root exudates and leaf volatiles on the germination and seedling growth of radish were studied. The results indicated that there are allelochemicals existed in aqueous extract of bark, leaf, root exudates and volatiles. Different sensitivity to inhibitions were existed in 9 acceptor plants. The inhibitor from aqueous extracts which has reversible effect to other plants were not easy to stay in soil. Volatiles inhibitions were easy accumulated in soil, its' inhibitory effects is irreversible. The inhibitory effects were significantly negatively correlated with the monthly rainfall in a year.

Key words chemical ecology; allelopathy; inhibition; *Eucalyptus citriodora*