

猴樟、鹅掌楸对马尾松苗木生理活性的他感效应

何佩云^{1,2}, 丁贵杰¹

(1. 贵州大学 造林生态研究所, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州师范大学 地理与生物科学学院, 贵州 贵阳 550001)

摘要: 用凋落物浸提液生物鉴定的方法, 研究了猴樟 *Cinnamomum bodinieri* 和鹅掌楸 *Liriodendron chinense* 对马尾松 *Pinus massoniana* 幼苗生理活性的他感作用。结果表明, 两供体植物对受体光合色素质量分数和质膜相对透性的影响, 总体表现为促进作用; 对受体光合速率和蒸腾速率的影响, 基本表现为抑制效应。对氮、磷吸收的影响两供体表现出低促高抑的作用趋势, 而对受体钾元素的吸收, 均表现出一定的促进效应。从对受体光合速率的影响看, 鹅掌楸可初步作为马尾松伴生树种的选择。图 1 表 3 参 18

关键词: 植物学; 马尾松; 猴樟; 鹅掌楸; 生理活性; 他感作用; 凋落物

中图分类号: S718.43; Q945 文献标志码: A 文章编号: 1000-5692(2008)05-0604-05

Effects of aqueous extracts of *Cinnamomum bodinieri* and *Liriodendron chinense* litter fall on physiological activities of *Pinus massoniana* seedlings

HE Pei-yun^{1,2}, DING Gui-jie¹

(1. Institute of Planting and Ecology, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China; 2. College of Geographical and Biological Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, Guizhou, China)

Abstract: The allelopathic effects of litter fall of *Cinnamomum bodinieri* and *Liriodendron chinense* on the physiological activities of *Pinus massoniana* seedling were studied by using the biological identification method with litter extract solution. The results indicated that the aqueous extracts of the two broad-leaved tree species promoted the chlorophyll content and cell membrane permeability of the receptor plant but inhibited its photosynthetic rate and transpiration rate. The nitrogen and phosphorus absorption of donor *C. bodinieri* and *L. chinense* presented a trend of promotion in low concentration and an inhibition in high concentration; and they both promoted the absorption of the potassium. As far as the photosynthetic rate of *P. massoniana* seedling is concerned, the *L. chinense* can be selected as a companioned species for *P. massoniana*. [Ch, 1 fig, 3 tab, 18 ref.]

Key words: botany; *Pinus massoniana*; *Cinnamomum bodinieri*; *Liriodendron chinense*; physiological activity; allelopathy; litter

他感作用(allelopathy)是指植物通过释放化学物质到环境中而产生对其他植物直接或间接的有害或有利作用, 从而对植物生长产生不同程度的影响。他感作用作为植物间的一种相互关系, 早已受到人们的重视, 也成为植物学科的研究热点和难点, 许多学者都开展了这方面的研究^[1,2], 但在乔木方面研究的较少, 尤其研究其他树种对马尾松 *Pinus massoniana* 幼苗生理活性的他感影响, 尚未见报道。马尾松是我国松属 *Pinus* 树种中分布最广的乡土树种, 耐干旱瘠薄, 适应性强, 速生丰产优质, 全树综合利用程度高, 是我国南方最主要工业用材树种^[3]。我国马尾松人工林面积已达 5 300 万 hm^2 ,

收稿日期: 2007-09-17; 修回日期: 2008-01-28

基金项目: “十一五”国家科技支撑项目(2006BAD24B0301); 国家农业科技成果转化重大项目(2007GB2F200286)

作者简介: 何佩云, 讲师, 博士研究生, 从事植物生理生态等研究。E-mail: peiyunh@163.com。通信作者: 丁贵杰, 教授, 博士生导师, 从事森林培育和恢复生态等研究。E-mail: guijieding@yahoo.com.cn

多是纯林。由于树种过于单一, 在人工林生态系统中出现了生态系统脆弱、病虫害加剧等生态问题, 营造一定比例的针阔混交林已成为必然。为了正确营造马尾松针阔混交林, 首先必须正确选择伴生树种, 了解彼此间的他感作用。为此, 作者研究猴樟 *Cinnamomum bodinieri* 和鹅掌楸 *Liriodendron chinense* 对马尾松幼苗生理活性的他感效应, 以便为营造马尾松混交林, 正确选择其伴生树种提供一定的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 研究材料

试验以马尾松幼苗为受体, 以阔叶树猴樟和鹅掌楸为供体。用这两供体凋落物的浸提液处理马尾松幼苗, 观察两供体不同质量浓度的浸提液对马尾松幼苗各生理指标的他感效应。

1.2 研究方法

在秋季分别取供体的凋落物于试验室内风干, 用粉碎机打成粉末, 放于干燥器内待用。幼苗试验采用盆栽试验, 花盆中的基质用珍珠岩和黄沙, 以 1:1 的比例混合, 每盆栽 2 株生长较一致的幼苗, 用两供体不同质量浓度的浸提液培养。浸提液的提取, 按照含水率准确称取相当于 1 g 烘干质量的风干样品, 配制成质量浓度为 $0.05 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的母液^[4, 5], 然后将母液稀释成 0.004 0, 0.002 0, 0.001 0, 和 $0.000 1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$ 质量浓度的处理液, 每个处理设 3 个重复, 另设 3 个重复用蒸馏水培养(目的是为了 避免用马尾松自身凋落物浸提液作对照而影响对照实验苗木生长效应进而影响实验结果的可靠性), 作为对照。

1.3 生理指标测定方法

1.3.1 光合色素的测定 按文献[6]所提方法及公式计算: 叶绿素 a 的质量浓度($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$): $C_a = 12.72A_{663} - 2.69A_{645}$, 叶绿素 b 的质量浓度: $C_b = 22.9A_{645} - 4.68A_{663}$, 总叶绿素的质量浓度: $C_T = C_a + C_b$ 。

1.3.2 质膜相对透性的测定 采用电导仪法。质膜相对透性(P)按公式 $P = [(E_1 - E_0) / (E_2 - E_0)] \times 100\%$ 计算。膜伤害度按以下公式计算: 伤害度(%) = $(P_T - P_K) \times 100\%$, 其中 P_T 为处理的相对膜透性, P_K 为对照的相对膜透性。

1.3.3 净光合速率、蒸腾速率的测定 用 CI-301PS 便携式光合作用仪(美国)采用开路系统测定, 具体方法见文献[7]。叶面积按照文献[8]中导出的回归方程: $y = -1.111 85 + 0.529 66x$ 进行计算。y 为针叶束表面积(cm^2), x 为针叶束长度(cm)。

1.3.4 针叶矿质元素氮、磷、钾的测定 氮的测定采用凯氏定氮法, 磷的测定采用钼锑抗比色法, 钾的测定采用火焰光度计法。

1.4 数据统计分析

参照文献[9, 10]方法, 采用他感作用效应系数(I_R)对实验数据进行统计分析。当 $I_R > 0$ 为促进作用, $I_R < 0$ 为抑制作用, 绝对值的大小与作用强度一致, 一些指标进行了方差分析。

$$I_R = \begin{cases} 1 - C/T, & \text{当 } T > C \text{ 时;} \\ T/C - 1, & \text{当 } T < C \text{ 时。} \end{cases}$$

其中: C 为对照值, T 为处理值, I_R 为他感作用效应。

2 结果分析

2.1 不同处理对苗木光合色素质量分数的影响

两供体不同处理对马尾松幼苗叶绿素质量分数的影响见表 1。由表 1 可知, 两供体浸提液对幼苗叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总量均有一定影响。且随着两供体浸提液质量浓度的升高, 对各叶绿素质量分数的影响由促进作用逐渐变为抑制作用。这可能与浸提液中含有抑制叶绿素生成的化合物有关, 且浸提液质量浓度越高, 抑制物的含量越多, 因而对叶绿素的生成产生抑制作用。

2.2 不同处理对苗木质膜相对透性的影响

鹅掌楸和猴樟对马尾松幼苗质膜相对透性及膜伤害度的影响见表 2。从表 2 可知, 两供体浸提

表1 不同处理光合色素质量分数

Table 1 Chlorophyll content in different treatments

供体	浸提液质量浓度/ (kg·L ⁻¹)	叶绿素 a 质量分数/ (mg·g ⁻¹)	I _R 值	叶绿素 b 质量分 数/(mg·g ⁻¹)	I _R 值	叶绿素 a+b 质量分 数/(mg·g ⁻¹)	I _R 值
猴樟	0.004 0	7.332	- 0.059	3.783	- 0.061	11.112	- 0.060
	0.002 0	8.100	0.040	4.486	0.113	12.582	0.065
	0.001 0	9.786	0.256	5.749	0.426	15.531	0.314
	0.000 1	10.660	0.369	7.201	0.786	17.857	0.511
鹅掌楸	0.004 0	7.326	- 0.059	3.939	- 0.023	11.261	- 0.047
	0.002 0	8.467	0.087	4.460	0.106	12.924	0.094
	0.001 0	9.040	0.161	5.169	0.282	14.205	0.202
	0.000 1	9.091	0.167	5.151	0.278	14.238	0.205
对照 ck		7.789		4.031		11.817	

液, 对马尾松幼苗质膜相对透性和膜伤害度均产生了一定影响。总体上看, 表现为促进作用。其中供体鹅掌楸对质膜相对透性及膜伤害度的影响, 随浸提液质量浓度的升高, 促进作用逐渐加强, 质膜相对透性逐渐增大; 而猴樟对幼苗质膜相对透性及膜伤害度的影响, 则随质量浓度的升高, 其促进作用逐渐减弱。

表2 不同处理质膜相对透性

Table 2 Permeability of cell membrane in different treatments

供体	浸提液质量浓 度/(kg·L ⁻¹)	质膜透性/%	I _R 值	膜伤害度/%	供体	浸提液质量浓 度/(kg·L ⁻¹)	质膜透性/%	I _R 值	膜伤害度/%
猴樟	0.004 0	0.304 0	0.207	0.069 7	鹅掌楸	0.004 0	0.316 6	0.257	0.086 5
	0.002 0	0.304 6	0.209	0.070 4		0.002 0	0.286 7	0.138	0.046 5
	0.001 0	0.358 9	0.425	0.143 0		0.001 0	0.275 1	0.092	0.030 9
	0.000 1	0.399 7	0.587	0.197 5		0.000 1	0.251 1	- 0.003	0.010 5
对照 ck		0.251 9			对照 ck	0.251 9			

2.3 不同处理对苗木氮、磷、钾元素吸收的影响

由图 1a 和图 1b 可以看出, 两供体对苗木氮磷元素吸收的影响, 均表现出低促高抑的作用规律, 即随供体质量浓度的增加, 对氮磷元素的吸收由促进作用逐渐变为抑制作用, 且浸提液质量浓度越高, 抑制作用逐渐增强。

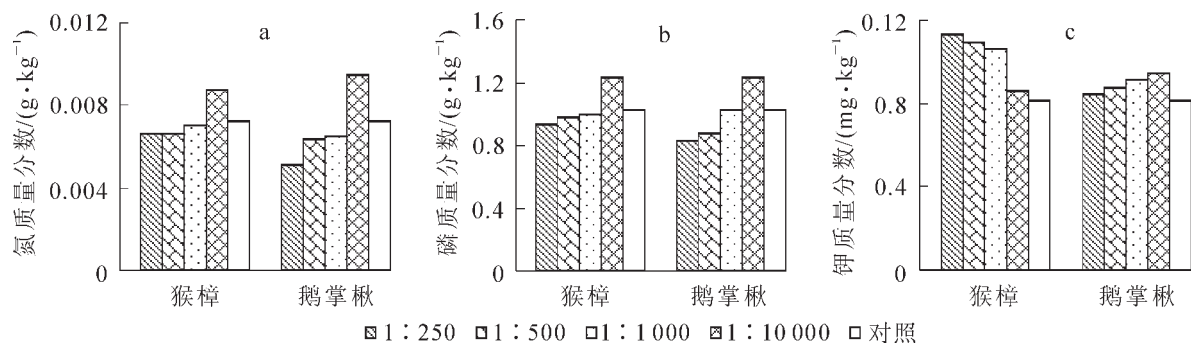


图1 各处理对苗木氮(a), 磷(b)和钾(c)吸收的影响

Figure 1 Effect of different treatments on seedling absorption of nitrogen(a), phosphorus(b) and potassium(c)

由图 1c 可知, 经两供体处理的苗木, 对钾元素吸收的量均超过了对照, 表现为促进效应, 但作用趋势不同。其中供体猴樟对马尾松幼苗钾元素吸收影响的促进作用, 随供体质量浓度的升高, 促进作用逐渐加强; 而供体鹅掌楸则随质量浓度的升高, 促进作用逐渐减弱。

2.4 不同处理对马尾松苗木净光合速率和蒸腾速率的影响

两供体对马尾松幼苗光合及蒸腾速率的影响见表 3。从表 3 可以看出, 供体猴樟浸提液处理的马尾松苗木, 其净光合速率值均小于对照, 起抑制效应。而供体鹅掌楸对光合速率的影响表现出高促低抑的作用趋势。

表 3 各处理净光合速率和蒸腾速率

Table 3 Rate of photosynthesis and transpiration in different treatments

供体及F值	浸提液质量浓度/(kg·L ⁻¹)	光合速率/(mmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	I _R 值	蒸腾速率/(mmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	I _R 值
猴樟	0.004 0	1.34	- 0.382	0.30	0.483
	0.002 0	0.88	- 0.593	0.20	0.017
	0.001 0	0.62	- 0.714	0.17	- 0.133
	0.000 1	0.42	- 0.806	0.11	- 0.467
F 值		1.55		1.31	
鹅掌楸	0.004 0	3.90	0.797	0.37	0.833
	0.002 0	1.01	- 0.533	0.28	0.400
	0.001 0	1.22	- 0.436	0.31	0.567
	0.000 1	0.62	- 0.716	0.12	- 0.417
F 值		3.40		4.85*	
	对照 ck	2.17		0.20	

说明: 符号 **, * 分别代表在 1%, 5%水平上差异显著。

两供体不同处理对马尾松幼苗蒸腾强度影响的测定结果表明, 它们对蒸腾速率的影响, 同对光合速率影响是一致的, 且供体鹅掌楸处理间达到了差异显著程度。

3 结论与讨论

通过两供体对马尾松幼苗叶绿素、质膜相对透性及膜伤害度、矿质元素吸收及光合等生理指标的影响分析, 可以看出, 两供体的不同处理对各生理指标的作用程度不一样, 作用性质也不尽相同。有些表现出促进作用, 而有些则表现出抑制作用。导致这种抑制现象的原因, 可能是这些浸提液中的他感物质通过直接或间接地抑制活性氧清除剂, 如过氧化物酶(POD)的活性, 使膜质发生过氧化或脱脂作用, 从而破坏膜结构, 使膜受到伤害, 引起叶绿素和可溶性蛋白质含量的降低, 由此对植物产生抑制作用^[11-13]。一般认为: 多数化合物的作用部位均在膜上, 如果浸提液中的他感物质使植物细胞膜透性增加, 则细胞内含物大量外溢, 从而造成植物根系生长缓慢或死亡^[14-17]。其次, 不同植物之间的他感作用, 除与供体及处理的不同有关之外, 还与受体植物及所考察的指标有关。两供体对矿质元素的吸收, 有些处理起促进作用, 而有些则起抑制作用。导致这种现象的发生, 一方面可能是由于离子间竞争性使对某些矿质元素的吸收减少, 另一方面可能是由于水杨酸等酚类物质可改变膜透性, 使大量矿质离子溢出。

光合作用是植物生长和产量形成的生理基础, 是植物进行物质积累的主要过程, Kramer^[18]认为, 光合作用及其基本生理过程受到影响, 都会影响到植物的生长和产量的形成。从两供体对马尾松苗木光合的影响看, 总体表现出抑制效应。造成光合速率降低的原因有三: 改变叶形和减少光合作用面积; 气孔关闭, 减少了通向叶绿体的二氧化碳(CO₂)供应; 叶绿体结构破坏。导致马尾松幼苗光合速率下降的原因究竟属于哪一种, 还有待于进一步研究。

综合比较两供体对马尾松幼苗各生理指标影响,可以看出,植物间的他感作用是十分复杂的,不同供体及同一供体的不同质量浓度,对同一受体的他感效应均有所不同,充分体现了植物间他感现象的可变性和多样性。从两供体对各生理指标的影响看,猴樟、鹅掌楸对马尾松幼苗的生理活动总体有利,但从对其光合速率的影响看,供体猴樟表现为抑制效应,而鹅掌楸则表现出高促低抑的作用趋势,因而鹅掌楸可考虑作为马尾松伴生树种的选择。

参考文献:

- [1] 翟明普, 贾黎明. 森林植物间的化感作用[J]. 北京林业大学学报, 1993, 15 (3): 138 - 147.
- [2] 曾任森, 李蓬为. 窿缘桉和尾叶桉的他感作用研究[J]. 华南农业大学学报, 1997, 18 (1): 6 - 10.
- [3] 丁贵杰, 周志春, 王章荣. 马尾松纸浆用材林培育与利用[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.
- [4] 贾黎明, 翟明普, 尹伟伦. 油松、辽东栎混交林中生化他感作用的研究[J]. 林业科学, 1995, 31 (6): 491 - 497.
- [5] 李香菊, 吕德滋, 李扬汉. 小麦对升马唐 *Digitaria ciliaris* 种子发芽的异株吉生作用研究[J]. 河北农业大学学报, 2000, 23 (2): 74 - 77.
- [6] 张宪政. 植物叶绿素含量测定——丙酮乙醇混合液法[J]. 辽宁农业科学, 1986 (3): 26 - 28.
- [7] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 1990.
- [8] 朱守谦, 何纪星. 马尾松叶面积测定方法[J]. 贵州农学院丛刊, 1989, 12 (13): 142 - 143.
- [9] 邓兰桂, 孔垂华, 骆世明. 木麻黄小枝提取物的分离鉴定及其对幼苗的化感作用[J]. 应用生态学报, 1996, 7 (2): 145 - 149.
- [10] 周志红, 骆世明, 牟子平. 番茄 *Lycopersicon* 的化感作用研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8 (4): 445 - 449.
- [11] 马瑞霞, 刘秀芬, 袁光林, 等. 小麦根区微生物分解小麦残体产生的化感物质及其生物活性的研究[J]. 生态学报, 1996, 16 (6): 631 - 638.
- [12] 卫春, 陈建群, 张鹏飞, 等. 复合农林系统中水杉他感作用的生物测定[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23 (4): 85 - 88.
- [13] 徐涛, 孔垂华, 胡飞. 胜红蓟化感作用研究() 挥发油对不同营养水平下植物的化感作用[J]. 应用生态学报, 1999, 10 (6): 748 - 750.
- [14] 宋君. 植物间的他感作用[J]. 生态学杂志, 1990, 9 (6): 43 - 47.
- [15] 余叔文, 孙文浩. 植物间的生化相互作用——相生相克现象[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 376 - 394.
- [16] WILLIAMSON G B, RICHARDSON D. Bioassays for allelopathy: measuring treatment responses with independent controls[J]. J Chem Ecol, 1988, 14 (1): 181 - 187.
- [17] PUTNAM R. Weed Allelopathy, Reproduction and Ecophysiology[M]. [s.l.]: CRC Press, Inc US, 1984: 131 - 150.
- [18] KRAME P J. 植物的水分关系[M]. 许旭旦, 译. 北京: 科学出版社, 1989.