

# 引种地桉树化感对生物多样性的影响<sup>1</sup>

汪金刚, 张健, 李贤伟, 荣丽

四川农业大学生态林业工程重点实验室 (625014)

Email: [wangjg2006@yahoo.com.cn](mailto:wangjg2006@yahoo.com.cn)

**摘要:** 桉树人工林生物多样性减少引起广泛的讨论, 本文就桉树的化感作用对生物多样性的影响进行了深入广泛的介绍, 从引种地桉树人工林的生物多样性问题, 桉树化感对生物多样性影响的表现, 影响桉树化感作用的因素, 桉树化感作用与协同进化及其生物多样性的改善, 有助于桉树人工林生物多样性的营林措施等几个方面全面系统的介绍了国内外在桉树化感作用对生物多样性影响方面的研究。并进一步的指出了当前在桉树化感作用对生物多样性影响方面的研究不足和以后研究发展的方向。

**关键词:** 桉树 化感 生物多样

## 1. 引言

桉树是桃金娘科(*Myrtaceae*)桉树属(*Eucalyptus*)植物, 天然分布于澳大利亚大陆及华莱士线以东岛屿, 其纯种、变种和天然杂交种多达945种<sup>[1~3]</sup>。桉树由于速生、丰产、优质、适应性强、用途广泛等特点, 目前桉树已成为世界三大造林树种(松、桉、杨)之一, 共植人工林800多万hm<sup>2</sup>。我国引种桉树已有100多年的历史, 现已成为仅次于巴西的第二大桉树栽培大国, 种植面积约为155hm<sup>2</sup>木材蓄积量达6000万m<sup>3</sup>, 近年来随着林纸一体化的发展, 很多大型纸浆企业纷纷大力营造以桉树为主的工业原料林基地, 使桉树的种植面积进一步的扩大。同时大面积的种植桉树人工林所引发的生态安全讨论, 特别是对当地生物多样性影响, 已关乎到桉树人工林的发展和桉树人工林可持续经营的关键。

## 2. 引种地桉树人工林的生物多样性问题

随着桉树人工林的不断发展, 桉树人工林的生态问题已成为争论的焦点, 更有人喻称桉树林为“林下不见草, 林上不见鸟”、“远看绿油油, 近看光溜溜”的绿色沙漠, 造成这种现象不仅仅是桉树在水、肥上有较强的竞争, 桉树的化感作用也是其中一个重要的原因, 桉树会释放某些化学物质以抑制林内其它植物的生长, 从而导致林内群落结构简单, 林下灌木和草本植物稀少<sup>[4~7]</sup>, 在最近的研究中, Callaway和Aschehoud (2000)发现外来种的化感作用在入侵地对本地种发挥了比在原产地对原共生种更大的作用, 是外来种对当地生物多样性降低的重要因素<sup>[8]</sup>。但也有学者持不同态度认为桉树人工林具有良好的社会、经济和生态效益。而所谓的桉树生态问题是由于桉树人工林多属“掠夺”式的经营方式, 造成了“桉树底下不长草”的假象。包括不合理的整地和耕作方式(机耕全垦整地、炼山等)、没有做到“适地适树”、枯枝落叶层被破坏、造林密度过大等等这些不科学的种植方法, 都会破坏原有的植被结构<sup>[9]</sup>。

桉树人工林, 不管是纯林还是混交林, 其林内动植物也较其它林型少<sup>[10]</sup>。广东省电白县小良人工混交林、纯桉树林和光板地的观察结果是, 桉树林林下地面植物极少, 由于植物种类单调, 昆虫的发展受到很大限制, 仅15目23科, 而混交林则有21目123科: 桉树林的昆虫仅比光板地略多一些。由于林中植物单纯, 昆虫数量和种类都很少, 因此, 相应地脊椎动物的种类和数量也不多, 仅为混交林的七分之一左右, 甚至是光板地的五分之一。土壤动物也呈类似情况。混交林共有31个类群, 天然次生林有27个类群, 光板地有15个类群, 开放桉

<sup>1</sup>本课题得到国家“十五”科技攻关重点项目(2001BA606A-06)资助。

树林最少, 仅有11个类群, 不过受保护的桉树林情况好一些。廖崇惠等的研究表明, 小良裸地土壤动物多样性指数为0.99, 桉树林土壤动物多样性指数为1.29, 而混交林土壤动物多样性指数为1.80<sup>[11~13]</sup>。土壤微生物群体, 不管是在纯桉树林中还是桉树与其它树种混交的人工生态系统中, 其种类和种内数量都相对较少<sup>[20]</sup>。但也有的研究表明桉树人工林在没有明显的降低当地生物多样性。在桉树广为栽植的华南地区, 降雨量一般都在1000以上, 因此, 应该不存在这个问题。事实上, 在我国广大桉树种植区, 包括广东省的山区和丘陵区、广西、湖南、云南等地的桉树人工林里都是杂草丛生<sup>[14~16]</sup>。Mathur等人将赤桉和巨桉人工林与沙罗双林作过比较。桉树人工林在品种和覆盖物数目方面都是最大的; 在枯枝落叶、地上植物量和地下植物量方面也是大的, 这表明桉树下的植被生长比较旺盛<sup>[17]</sup>。在四川陈礼清和冯健对巨桉林植物和微生物多样性的研究中发现, 巨桉林的生物多样性也不低于代表当地植物类群的青冈次生林<sup>[18,19]</sup>。

### 3. 桉树化感对引种地生物多样性的影响

#### 3.1 桉树化感对生物多样影响的表现

桉树对其它植物等的化感作用不同于直接竞争矿物养分、水分和阳光的另一影响, 主要是指桉树的化感物质对其它植物, 包括混交树种、间作作物以及林下植被甚至土壤中的生物的抑制作用<sup>[21,22]</sup>。桉树的枝叶、枯落物及其林下表土含有的水溶性物质, 如酚类化合物、巨桉酚、没食子酸、季豆酸、绿原酸、咖啡酸以及挥发性物质如蒎烯、均烯和桉树脑等, 能抑制其它植物, 动物以及微生物的生长<sup>[23~26]</sup>。桉树林中的非水溶性挥发化感物质比水溶性挥发物质所起的抑制作用更为重要, 因为后者在土壤中很容易分解和被雨水淋溶, 难以在土壤中积累, 而前者在土壤中分解较慢, 不易被水淋洗而为土壤所吸附<sup>[27]</sup>。

许多研究和生产实践表明, 桉树属的某些树种与其它树种混交或间作作物时难以和谐共生。Demoral等(1970)报道, 从赤桉(*Eucalyptus camafaldensis*)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<sup>[28]</sup>; 在广东惠州, 发现柠檬桉(*Ecitriodora*)和荔枝(*Litchi chinensis*)间种, 造林2 a后, 荔枝开始枯萎; 3 a后, 荔枝大量死亡<sup>[29]</sup>。如尾叶桉(*Europhylla*)叶片的提取液, 能强烈地抑制绿豆(*Phaseolus aureus Roxb.*)和豌豆(*Pisum sativum Linn.*)插条的生根<sup>[30]</sup>; 巨尾桉枝叶的水浸提物, 能不同程度地影响水稻、蕹菜(*Lpomoea aquatica*)和菜苔(*Brassica parachinensis*)的种子萌芽<sup>[31]</sup>; 巨尾桉叶片的水抽提物, 能显著地影响小麦的种子萌发和幼苗生长<sup>[32]</sup>。窿缘桉(*E.exserta*)和尾叶桉叶片的水抽提物, 对萝卜(*Raphanus sativa*)、莴苣(*Lactuca sativa*)幼苗的生长具有显著的抑制作用; 窿缘桉叶片的水提物, 对马占相思(*Acacia mangium*)的苗高有显著的抑制作用; 尾叶桉叶片的水提物, 对新银合欢(*Leucaena leucocephala*)幼苗的生长有显著抑制作用<sup>[33]</sup>。曹潘荣, 骆世明研究表明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, 柠檬桉脱落皮和叶片水抽提物、根系分泌物、叶片挥发物都含有抑制物质; 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<sup>[34]</sup>。M. L. Bolte等发现, 从良叶山桉(*Epulverulenta Sims*)中分离出来的巨桉酚, 不但对独行菜(*Lepidium fatifolium*)种子的萌发有强烈抑制作用, 还能抑制其叶片的光合作用, 并影响其气孔的开放, 从而调节其水分散失强度<sup>[35]</sup>。桉树叶的化感物质可以有效的抑制*Sclerotium cepivorum*病菌<sup>[27]</sup>, 桉树中提取的桉叶油及其它成分对4种细菌及7种真菌具有明显的抑制作用<sup>[36]</sup>。洪青标、周晓农等(2001)报道, 从赤桉树叶中提取的水提剂、乙醇提取物和桉油对钉螺具有较强的杀灭作用<sup>[37]</sup>。

### 3.2 影响桉树化感作用的因素

植物生长在生态系统中,其生长受到环境的影响,化感作用往往是多种化学成分同时起作用的,化感作用的有无和强度都与生长环境条件有着紧密的联系。环境因子对化感作用的影响是非常复杂的,影响的结果取决于植物种类和所处的环境条件,往往是多个环境因子的影响共同结果<sup>[38~40]</sup>。植物的生长周期、生长阶段、生长的土壤结构和理化条件、气候、季节、天然和人工化学品,以及微生物、动物的侵袭等各类生物和非生物因素对植物化感物质的产生和释放产生影响,研究表明化感作用在逆境中表现得更为强烈<sup>[41,42]</sup>。在陆生生态系统中植物向环境释放的化感物质,少部分能够通过挥发、淋溶与枝叶和根的直接接触而传递,大部分化感物质是经过土壤为媒介而传递的,往往经过滞留、传化和迁移然后到达受体植物。在这一过程中化感物质在土壤矿物质、有机质、pH值、离子交换性能以及在微生物的分解和转化下,其活性被加强或减弱,有的甚至在到达受体植物时已失去活性,不再发生化感作用<sup>[43]</sup>。当化感物质到达受体植物时还受到受体植物的生长环境和受体植物本身等各类生物和非生物因素影响,从而才能显现其化感作用<sup>[27]</sup>。

桉树的化感作用的发生与环境有一定的关系。据观察,化感作用的发生与降雨间隔期和降雨量有关<sup>[34,44]</sup>。降雨间隔期长,即无雨天数的增加,桉树对水分的竞争加强,产生更多的化感物质积累于体内,尤其是叶片。降雨时,若雨量少,则滞留于土壤中的化感物质的浓度增大,抑制其它植物和生长,以减少其它植物对水分和养分的竞争;若雨量大,化感物质被雨水稀释或随地面径流流走,因此对其它植物的抑制作用小,此时水分已能满足桉树的要求,生存竞争压力较小<sup>[34]</sup>。在干旱地区或干旱季节,各种植物对水分的竞争十分激烈,桉树对其它植物的抑制主要是通过根毛分泌物的挥发性物质进行。随着土壤表层水分的蒸发,深层根系分泌物与水分一起通过土壤毛细管运移到表层,并不断浓缩而对其它植物起抵制作用,而且干旱土壤比湿润土壤吸收挥发性物质更多、更牢固。在高温季节,叶片释放挥发性物质增加,抑制作用加强;而在低温季节,桉树主要以增加落叶的形式增加土壤中水溶性与挥发性物质抑制其它植物的生长<sup>[45]</sup>。因此,即使在澳大利亚,人工桉树林生态系统中化感作用的影响在低雨量区(小于400mm)也很显著,在中雨量区(400~1200mm)的地区,通过调节植株密度等经营措施可以缓解化感作用的影响,在雨量高于1200mm的地区,化感作用的影响很小,间作其它作物是安全的,不需要特别的预防措施<sup>[46]</sup>。

### 3.3 桉树化感作用与协同进化及其生物多样性的改善

在生物群落协同进化过程中,通过次生化合物形成各种联系,参与物种形成和分化的过程,形成当今丰富多彩的生物世界。植物面对逆境不能回避,只能采取相应措施抵抗,而通过产生和释放次生物质的抵抗方法是最重要和方面,所以化感作用是植物竞争的手段之一,也是植物在漫长岁月中对其生境适应和不断进化的结果<sup>[47]</sup>。大多数植物的化感作用是不明显的,甚至有时是忽略的,只有在特定的情况下和环境因子的共同作用下,化感作用才可能成为一个限制因子。Lovett J V认为和桉树原生地澳大利亚桉树和伴生植物共生的情况不同,引种的桉树林下很少有其它植物生长,特别是在人工种植初期,桉树在原生地与伴生植物经过千百年的的相互作用,已形成想相互适应的平衡和关系,桉树对其他植物的化感作用已不再明显表达,桉树只有在新的外来种侵入条件下才显著地表达化感作用<sup>[48]</sup>。当前我们讨论的桉树的化感作用也主要是在桉树的引种区,特别是桉树人工林由于桉树的一些次生物质对其它生物产生的抑制作用。桉树的化感作用广泛存在于桉树人工林群落中,造成了桉树人工林群落结构简单,生物多样性降低,对桉树人工林生态系统产生显著影响。其原因可能与本地种



和桉树之间没有经历相互适应的过程,本地种对桉树没有形成有效的防御机制,使得外来种在新地区形成了比原生地更有优势的种群,但随着时间的迁移一些种会首先适应桉树的化感,并建立健全有效的防御机制,从而改善其生物多样性,进而改变林内小环境,适生物种进一步增加,生物多样性增加,生态系统朝着良性发展。据曾觉民等(2001)研究报道,在2年生的直干桉(*E. maidenii*)人工林中,植物的组成种类就由原先的22种增至40种<sup>[49]</sup>。据欧阳权等(1989)报道,东门林场桉树人工林林下主要植被由原来的桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、香茅(*Cymbopogon citratus*)、纤毛鸭嘴草(*Ischaemum indicum*)、余甘果(*Phyllanthus emblica*)、野古草(*Arundinella sp.*)等干旱群落转变为铁芒箕、乌毛蕨(*Blechnaceae*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)等半干旱、较湿润群落。林内山雀(*Parus*)、杜鹃(*Cuculidae*)、穿山甲(*Manis pentadactyla*)、箭猪(*Hystrix hodgesoni*)以及林地的蚯蚓(*Oligochaeta*)等鸟兽虫增多<sup>[50]</sup>。据陈礼清(2003)研究发现在四川不同地区的巨桉(*E. grandis*)人工林中,林下植被的多样性与毗邻其他人工林相比,并无显著差异,而且就草本层而言,还有一定程度的增加,而且在草本层上十年生巨桉林的Shannon-wiener指数高于其它五年生的巨桉林<sup>[18]</sup>;据冯健(2005)研究发现四川洪雅八年巨桉人工林下土壤微生物多样性高于毗邻青冈次生林<sup>[19]</sup>。

#### 4. 有助于桉树人工林生物多样性的营林措施

桉树化感作用的强弱因种类不同差异较大,一些桉树品种的化感作用较弱甚至没有,利用实验室化感的测定,筛选品质优良化感作用弱的品种造林,可以减少由于化感效应导致的生物多样性减少。化感作用仅是生态因子之一,改良其它生态因子,可以改善由于化感作用而使本地生物多样性减少的局面。如:加强桉树林的水肥管理,减少桉树和其它植物在水分和养分的竞争,有利于减小桉树的化感作用;造林时选择适当的初植密度,并在林分生长过程中适时调节林分密度,可以减少桉树化感作用的影响<sup>[35]</sup>。

对桉树适生伴生树种、灌木和草的品种筛选,特别是本土品种的筛选有利于建立与本地生态环境相适应的人工林群落结构,建立桉树复合生态系统,有利于改善桉树人工林的群落结构简单、生物多样性降低的状况<sup>[51,52]</sup>。特别是桉树幼林期间林下草本和灌木稀少是造成水土流失和生物多样性降低的重要因素,在幼林期的合理的间作草本和灌木有助于提高桉树林的生物多样性。在桉树造林时与乡土树种的混交或镶嵌种植,形成复杂稳定的群落结构,比纯林有益于野生动植物的存活。建立桉树复合生态系统有利于桉树人工林生态和经济多重发挥,更有利于高效、可持续的经营桉树人工林。

#### 5. 展望

近年来对于桉树的化感作用尽管也有一定的研究,但目前桉树化感作用对生物多样性影响的研究中现象研究多、机理研究少,定性研究多、定量研究少,研究的深度和广度都不够,研究的系统性不强。有关桉树的化感作用的研究主要集中于在选择不同的桉树,用各种溶剂提取,然后试验提取物的生物活性,进一步的工作也主要是分离鉴定出一些化合物,特别是在引种地桉树化感作用对生物多样性的研究方面可以说刚刚起步,缺乏从微观到宏观的系统研究,缺乏与野外实验和自然状态的结合。

桉树在木产品供给日益紧张,土地资源有限的今天,桉树的速生、优质和它所带来的生物多样性降低、地力衰退等生态安全问题也越来越受到专家学者和人民的关心,目前对于桉树化感作用对生物多样性影响的研究应加强以下几方面:

(1)加强对桉树化感作用对生物多样影响机理的研究,只有在机理清楚的基础上,才有

可能因势利导,提出因地制宜的人工顺向干预措施,使桉树人工林成为名副其实的“林”,即林中物种丰富、林下植被茂密、土壤生物种类繁多的健康人工林生态系统。

(2)加强桉树种化感强弱的筛选,筛选出化感作用弱、速生、丰产、质优、抗逆性强的桉树品种进行推广造林。

(3)对桉树适生伴生树种、灌木和草的品种筛选,特别是本土品种的筛选有利于建立与本地生态环境相适应的人工林群落结构,对于建立桉树复合生态系统,改善桉树人工林的群落结构简单,林下灌木和草本植物稀少,等负效应有着迫切和现实的需要。

### 参考文献

- [1] 郭国华.再论桉树与环境问题.桉树科技.2001, (1):21~24
- [2] 王豁然,郑勇奇,等.单萜盖亚科属桉树引种及其生物地理学意义.林业科学.1999,35(2):2~6
- [3] 项东云.华南地区桉树人工林生态问题的评价.广西林业科学.2000,29(2):57~86
- [4] Poore M E D. Frien C. The ecological effects of eucalyptus. Food and Agricultural Organization of the United Nation, Rome, 1995
- [5] 余雪标.桉树不同连栽代次人工林生产力及土壤性质的研究:[博士学位].南京林业大学,1998
- [6] 王震琪、段昌群、起联春 等我国桉树林发展中的生态问题探讨.生态学杂志.1998, 17(6): 64~68
- [7] Edgard Campinbos. Sustainable plantations of high-yield Eucalyptus trees for production of fiber: the Aracruz case. New Foreate, 1999, 17: 129~143
- [8] Callaway. R. M. , E. T. Asehehoud. 2000. Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. Science. 290: 521~523.
- [9] 杨民胜,陈少雄.桉树生态问题的来源与对策.桉树科技.2002,2:9~16
- [10] 陈秋波.桉树人工林生物多样性研究进展.热带作物学报.2001,22(4):82~90
- [11] 陈秋波.桉树人工林土壤生物多样性研究进展.热带农业科学.2002,22(1):66~76
- [12] 廖崇惠,陈茂乾,谢映书.小良热带人工林土壤动物初步调查.热带亚热带森林生态系统研究,1984, 2: 214-224
- [13] 廖崇惠.热带人工林生态系统的土壤动物.热带亚热带森林生态系统研究,1990, 7: 141—147
- [14] 林义辉.广东省桉树人工林生态问题评价.广东林业科技,2001, 17(4), 32—36
- [15] 杨民胜.桉树,希望之树.广东科技报.1996. 7. 17
- [16] 吴仕高.中国桉树展现诱人魅力.广东科技报.1998. 4. 18
- [17] 普尔,弗赖斯.桉树的生态作用.联合国粮食及农业组织.1985
- [18] 陈礼清,张健.巨桉人工林物种多样性研究(I)-物种多样性特征.四川农业大学学报.2003,21(4):308~312
- [19] 张健,冯健.巨桉人工林地土壤微生物类群的生态分布规律.应用生态学报,2005,16(8)
- [20] 榭风,潘超美,李幼菊,等.亚热带赤红壤不同林型对土壤微生物区系的影响.热带亚热带森林土壤科学,1996, 5(1): 20~26
- [21] 曾杰,郑海水,翁启杰,等.桉树人工林中的他感作用研究综述.见:沈国舫,翟明普主编.混交林研究—全国混交林与树种关系学术讨论会论文集.北京:中国林业出版社,1997. 285~289
- [22] 刘小香,谢龙莲,等.桉树化感作用研究进展.热带农业科学.2004,24(2):54~61
- [23] 陈秋波,彭黎旭,等.刚果12号桉树根及根际土壤中化感物质的成分分析.热带农业科学.2002, 22(4):28~34
- [24] 陈永泉,刘欣,等.利用气体吸附法研究窿缘桉挥发香气的成分.华南农业大学学报.
- [25] 刘玉明,柴逸峰,等.蓝桉果实挥发油成分GC—MS分析.中国中药杂志.2003,28(12):1160~1161
- [26] 罗嘉梁,宋永芳.三种桉叶油化学成分研究.天然产物研究与开发.1991,9(3):79~83
- [27] 孔垂华,胡飞.2001.植物化感作用及其应用.北京:中国农业出版社
- [28] Delmoral R, Muller C H. The allelopathiceffect of Eucalyptus camaldensis Am. Midland Nat, 1970, 83: 254~283
- [29] 曾杰,郑海水,翁启杰,等.桉树人工林中的他感作用研究综述.见:沈国舫,翟明普主编.混交林研究—全国混交林与树种关系学术讨论会论文集.北京:中国林业出版社,1997. 285~289
- [30] 黄卓烈,林韶湘,谭绍满,等.尾叶桉等植物叶提取液对几种植物插条生根和种子萌发的影响.林业科学研究,1997, 10(5): 546~550
- [31] 赵绍文,王凌晖,蒋欢军,等.巨尾桉枝叶水浸提液对3种作物种子萌发的影响.广西科学院学报,2000, 16(1): 14~17
- [32] 廖建良,宋冠华,曾令达.巨尾桉叶片水提液对小麦幼苗生长的影响.惠州大学学报(自然科学版), 2000, 20(4): 50~52
- [33] 曾任森,李蓬为.窿缘桉和尾叶桉的化感作用研究.华南农业大学学报,1997, 18(1): 6~9

- [34] 曹潘荣, 骆世明. 柠檬桉的他感作用研究. 华南农业大学学报, 1996, 17(2): 7~11
- [35] Bolte M L, Bowers J, Crow W D, et al. Germination inhibitor from *Eucalyptus pulvertenta*. *Agric Biol Chem*, 1984, 48(2): 373~376
- [36] 冯建. 巨桉人工林地土壤生物多样性研究. 2006届硕士学位论文
- [37] 洪青标, 周晓农, 等. 赤桉提取物杀灭钉螺效果的观察. *中国血吸虫病防治杂志*, 2001, 13(1): 18~20
- [38] 王大力, 祝心如. 豚草的化感作用研究. *生态学报*, 1996, 16(1): 11~19.
- [39] 于兴军, 于丹, 等. 不同生境条件下紫茎泽兰化感作用的变化与入侵力关系的研究. *植物生态学报* 2004, 28(6): 773~780
- [40] 曹光球, 林思祖, 等. 几个树种化感物质的初步分离与生物测定. *中国生态农业学报*, 2002, 10(2): 22~25
- [41] 孔垂华, 徐涛, 胡飞, 等. 2000. 环境胁迫下植物的化感作用及其诱导机制. *生态学报*, 20(5): 849-854.
- [42] 徐涛, 孔垂华, 胡飞. 胜红蓟化感作用研究—III挥发油对不同营养水平下植物的化感作用. *应用生态学报*, 1999, 10(6): 748~750
- [43] 孔垂华, 胡飞, 等. 外源多胺对水稻萌发和前期生长的作用及其在土壤中的滞留. *应用生态学报*. 1996(7): 377~380
- [44] Moline, A. et al. Release of Allelo-chemical agents from litter. Through fall and topsoil in plantation of *Eucalyptus*. *J. Chem. Ecol.* 1991, 17(1): 147~159
- [45] 陈秋波. 热带桉树人工林生物多样性保育研究. 博士论文. 2002
- [46] Davidson, J. Ecological aspects of *Eucalyptus* plantations. In *Proc. Regional Expert Consultation on Eucalyptus RAPA/FAO*, Bangkok, 1993
- [47] 彭少麟, 邵华. 2001. 化感作用的研究意义及发展前景. *应用生态学报*, 12(5): 780~786.
- [48] Lovett, J. V. Allelopathy research in Australia: An update. In "Phytochemical Ecology: Allelochemicals, Mycotoxins and Insect Pheromones", *Academia Sinica Monograph Series No. 9*, 49~66, 1989
- [49] 曾觉民. 滇中高原桉树人工林植被恢复功能的探讨. *云南林业科技*, 2001, 94(1): 1~10
- [50] 项东云. 华南地区桉树人工林生态问题的评价. *广西林业科技*, 2000, 29(2): 57~64
- [51] 翁启杰, 郑海水, 黄世能, 等. 桉树薪炭林混交试验-IV尾叶桉和大叶相思或肯氏相思混交试验. *林业科技通讯*, 1994(12): 13~15
- [52] 林清锦. 黑荆树巨尾桉混交造林与效益分析. *福建林业科技*, 1999, 26(2): 44~48

## The effects of allelopathy of *Eucalyptus* plantation on the biodiversity in the introduction place

Wang Jingang, Zhang Jian, Li Xianwei, Rong Li

State Key Laboratory of Ecological Forestry Engineering, Sichuan Agriculture University, Ya'an 625014, Sichuan

### Abstract

The biodiversity of *Eucalyptus* plantation decreased, which was discussed widely. In this paper, the effects of allelopathy of *Eucalyptus* on the biodiversity at home and abroad was introduced deeply, including the problems for biodiversity of *Eucalyptus* plantation in the introduction place; the phenomena of allelopathy of *Eucalyptus* for the biodiversity; the factors which affects allelopathy of *Eucalyptus*; the improvements of allelopathy of *Eucalyptus* and Co-evolution, and its biodiversity, which is beneficial for forest management measures. Finally some disadvantages and new fields are suggested for further research on the effects of allelopathy of *Eucalyptus* plantation on the biodiversity at present.

**Keywords:** *Eucalyptus* allelopathy biodiversity

**作者简介:** 汪金刚, 男, 硕士研究生, 主要研究方向是森林生态。