

## 桉树工业人工林的生态问题与可持续经营\*

**The Ecological Problems and Sustainable Management of *Eucalyptus* Industrial Plantation**温远光<sup>1,2</sup>,刘世荣<sup>3</sup>,陈放<sup>1</sup>Wen Yuanguang<sup>1,2</sup>,Liu Shirong<sup>3</sup>,Chen Fang<sup>1</sup>(1. 四川大学生命科学学院,四川成都 610064;2. 广西大学林学院,广西南宁 530005;  
3. 中国林业科学研究院,北京 100091)

(1. College of Life Science, Sichuan University, Chengdu, Sichuan, 610064, China; 2. Forestry College, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530005, China; 3. Chinese Academy of Forestry, Beijing, 100091, China)

**摘要:**在阐述工业人工林的概念和特征的基础上,分析桉树工业人工林发展中出现的主要生态问题及原因,认为可以通过提高桉树工业人工林林分的稳定性,减少林地养分流失,保持和提高林分土壤肥力,保护和恢复林地植被,提高工业人工林的生物多样性,以及强化桉树工业人工林的管理法规和产品认证制度等措施,实现桉树工业人工林的可持续经营与发展。

**关键词:**工业人工林 生态问题 可持续经营 桉树

中图法分类号:S759.31 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2005)01-0013-06

**Abstract:** The concept and characteristics of industrial plantations are described. The main ecological problems and causes in the development of *Eucalyptus* industrial forests are discussed. For the sustainable management and development of *Eucalyptus* industrial plantations, some approaches need to be considered, such as improving stability of stands, decreasing the loss of soil nutrient, maintaining and improving soil fertility of stands, protecting and recovering undergrowth vegetation, increasing biodiversity of industrial plantation, strengthening management laws and regulations as well as qualification of wood products

**Key words:** industrial plantations, ecological problems, sustainable management, *Eucalyptus*

以木材为主要代表的林产品是人类社会经济和人民生活的重要物资。面对木材需求量的迅速增长与全球天然林资源大幅减少、森林资源总量急剧下降的严峻现实,世界各国都在大力发展工业人工林,以缓解木材和林产品的供需矛盾,保持经济和社会的持续健康发展。我国是世界上人工林最多的国家,近 20a 来桉树 (*Eucalyptus* sp.) 工业人工林的发展十分迅猛,发展规模不断扩大。桉树已成为我国林业史上引种最为成功的树种,获得了巨大的经济效益

和社会效益<sup>[1~3]</sup>。随着桉树工业人工林的大发展和研究的不断深入,一些负面效应开始凸现,从而引起了社会的广泛关注和学术界的许多争论<sup>[4~13]</sup>。争论的焦点是桉树工业人工林的生态环境问题。在我国大力推进南方速生丰产林、工业人工林发展的新形势下,这是我们亟待深入研究、积极探索并做出科学回答的重大问题。

## 1 工业人工林的概念及特征

### 1.1 工业人工林的概念

工业人工林,又称工业用材林、工业原料林等,目前对其概念的理解,存在颇多分歧。有人认为工业人工林是继一般人工林、速生丰产林之后人工林发展的第三阶段,是区别于一般人工林、速生丰产林的一个概念<sup>[14]</sup>。而另一些人认为,工业人工林是人工

收稿日期:2004-05-31

作者简介:温远光(1957-),男,广西北流人,博士生,研究员,主要从事森林生态学、恢复生态学、生物多样性和森林培育学等研究。

\*“973”国家重点基础研究发展规划项目(2002CB111504)、国家教育部留学回国人员科研启动基金资助项目(1997~2000)。

林发展的必然产物,是具有特定的产业关联方式,并采用定向培育技术的速生丰产林<sup>[15,16]</sup>。由于全球现有人工林的90%左右是为工业用材而营建的,因此,亦有学者将人工林与工业人工林等同看待<sup>[16]</sup>。然而,大多数学者认为,工业人工林是与速生丰产林紧密联系的,是速生丰产林的重要组成部分,是专门为特定工业部门提供工业原料而经营的林分<sup>[17]</sup>。作者认为:工业人工林是人工林和速生丰产林的一个分支或一个更高的发展阶段,是现代林业适应工业化、原料基地化和生态化发展要求而产生的、专为特定工业部门提供工业原料的一种新的人工林经营方式。

## 1.2 工业人工林的基本特征

工业人工林除了具有与人工林和速生丰产林相似的一般特点外,还具有以下五大特征:(1)时代特征。20世纪中后期是工业人工林大发展的时期,此时正是工业化加速发展,人口过快增长,而天然林资源急剧减少,木材及林产品的需求剧增,生态环境急剧恶化,社会的生态化趋势日益明显的时代;另一方面,社会对林产品的质量要求不断提高,以木材为原料的工业企业的设备对原料的同质性要求也越来越高,企业为了追求规模经济效益,其规模也越来越大,为了给企业提供快速、稳定、高产、优质的木材原料,工业人工林出现了很大的发展。因此,工业人工林是20世纪70年代以来工业化、原料基地化和生态化发展的产物,具有明显的时代特征。(2)资源比较优势和利益最大化特征。工业人工林具有明显的资源比较优势<sup>[17]</sup>,它不仅能满足原料生产者的效益目标要求,也能满足木材加工企业的效益要求,实现利益的最大化。(3)良种化、集约化特征。工业人工林是建立在良种化和集约化经营基础之上的,以选择优质林地和优良树种、种源、无性系,采取集约化经营、短周期、高投入、高产出为其经营方略,因此,它又具有良种化和集约化经营特征。(4)专门化、定向化培育特征。工业人工林从规划造林起就具有了明确的经营目标,即是培育木浆造纸用材林,还是人造板用材林、大径级(实木)用材林、能源林,根据不同的培育目标在立地、树种选取、种植密度、管理和轮伐期上都有很大的不同。(5)具有极强的生态、经济的单一性和不稳定性特征。为了满足专门化和定向化经营目标,工业人工林一般采取单一纯林作业,因此,其生态结构单一、稳定性差。

由此可见,工业人工林具有其自身显著的特征,而与传统的一般人工林和目前的速生丰产林都存在

着较大的区别。我国的工业人工林尚处在发展的初级阶段,与速生丰产林仍然存在着千丝万缕的联系,所以两者有时难以截然分开。

## 2 桉树工业人工林可持续经营面临的生态问题

早在100多年前,澳大利亚、巴西以及其他一些南美国家,就开始营造速生桉树人工林,大规模的工业人工林始于20世纪60年代<sup>[18]</sup>。全球现有桉树天然林约 $0.4 \times 10^8 \sim 1.0 \times 10^8 \text{hm}^2$ ,世界工业人工林面积已超过 $5 \times 10^7 \text{hm}^2$ ,其中在世界热带亚热带地区引种栽培的桉树人工林面积接近 $1.4 \times 10^7 \text{hm}^2$ ,桉树工业人工林面积已经超过 $1 \times 10^7 \text{hm}^2$ <sup>[19~21]</sup>。印度的桉树工业人工林面积最大,为 $4.8 \times 10^6 \text{hm}^2$ ,巴西为 $3.6 \times 10^6 \text{hm}^2$ <sup>[22]</sup>。近十年来,中国桉树工业人工林的发展也很迅速,面积达 $1.55 \times 10^6 \text{hm}^2$ ,占世界人工林面积的12%,居世界第三位<sup>[18]</sup>。桉树在全球的广泛种植,产生了巨大的经济和社会效益,但对其生态效应问题国内外都有颇多争议<sup>[4~13]</sup>。争论的焦点是:(1)桉树工业人工林的稳定性问题;(2)减少生物多样性问题;(3)过度消耗养分和水分问题;(4)病虫害问题;(5)林地长期生产力维持问题;(6)引起土地的沙漠化问题等等。自1981年Shive V等<sup>[4]</sup>研究了印度Karnataka地区的桉树人工林后,提出桉树在该地区的种植,并没有带来良好的社会效益,对该地区的生态亦有不良影响的报道以来,世界各国提出反对发展桉树的意见不断,近年来反对的呼声更为激烈。致使过去将发展桉树工业人工林作为重点的一些发达国家,发展速度开始减缓<sup>[23]</sup>,并把原料基地转移到发展中国家。这些生态问题已经严重地制约了桉树工业人工林在这些国家的可持续经营。

## 3 桉树工业人工林的可持续经营

由于桉树种植范围十分广泛,各地区生态环境的异质性极大,林分的经营强度也不同,发展桉树的良性和恶性影响常见报道<sup>[24~27]</sup>。因此,上述生态问题还存在许多不确定性。尽管如此,在桉树工业人工林经营中,迫切需要采取以下措施来避免和减轻桉树工业人工林发展中的负面效应,以实现森林的可持续经营。

### 3.1 提高林分的稳定性

目前,桉树工业人工林多是单作纯林,树种单一,结构简单。桉树工业人工林又多属无性系林分,生物多样性及遗传基因窄化,使单一树种或单一基

因型(纯度较高的品种、无性系)树木大面积成片栽植,大大削弱了控制病虫的机制,加剧了病虫害的发生。广西某林场约 100 hm<sup>2</sup> 尾叶桉 (*E. urophylla*) 幼林因遭受青枯病危害而“全军覆没,无一幸存”。海南某林场曾引种巨尾桉 (*E. grandis* × *E. urophylla*) 无性系,结果也出现类似情况<sup>[28]</sup>。广西某些新栽培区,尾叶桉幼林出现严重的枯梢现象,造林后第 2 年的枯梢率平均为 84.62%,第 3 年为 63.46%,枯梢长度分别占当年树高生长量的 21.64%和 27.15%。据巴西森林开发学会报告,仅仅几年时间,数十亿红蚁一路咀嚼了  $2.3 \times 10^5$  hm<sup>2</sup> 的桉树林<sup>[28]</sup>。类似报道在菲律宾也可见到<sup>[29]</sup>。由于桉树人工林遗传多样性和物种多样性低,对变化较大的气候及极端气候条件的适应能力较差<sup>[30]</sup>。广西沿海 30 hm<sup>2</sup> 的巨尾桉林在一次热带风暴袭来时几乎全部被拦腰截断,而窿缘桉 (*E. exserta*) 则抗性较强。在海南岛,有些桉树无性系对 8 级台风即无抵抗能力<sup>[28]</sup>。桉树人工林对低温霜冻也很敏感,引种到韶关的尾叶桉人工林,在霜冻中损失惨重,  $1.33 \times 10^4$  hm<sup>2</sup> 的桉树全被冻死<sup>[3]</sup>。桉树冻害问题在广西、湖南、浙江等省区都曾不同程度发生。另外全球气候变化也会影响着工业人工林现状与未来的变化<sup>[31]</sup>。由此可见,稳定性是桉树工业人工林可持续经营中的一个突出问题,提高其稳定性,是实现桉树工业人工林可持续经营的最基本的保证。

人工林的不稳定性多半是由于经营管理措施不当造成的。如工业人工林要求林木个体分化小,提倡无性系林业,无性系单一化,且大面积连片种植,造成人工林基因窄化;造林注重优良树种、品种、无性系,却忽视了它们所适应的区域和生态环境;片面强调比较优势、经营成本和经济效益,采用机耕全垦、皆伐作业,轮伐期短了再短等等,诸如此类,都是造成人工林不稳定的因素。诚然,既要发挥工业人工林的比较优势,实现经济利益最大化,又要保持其稳定性,这是一对矛盾。作者认为,只要各项营林措施科学合理,这对矛盾是可以缓和的。首先,应该采用多个无性系搭配、块状混交造林。有专家认为至少 10~20 个无性系搭配,才能提高林分的稳定性<sup>[32,33]</sup>。其次,在同一块林地上实行多目标混合经营。目前的桉树工业人工林采取短轮伐或超短轮伐,生产木浆造纸原料,属于单一性经营;建议选择不同用途的优良树种和无性系,采取带状混交,多目标经营,即一部分为短周期(6a)经营,生产纸浆用材,另一部分为长周期(12a)经营,培育中、大径木材,作为实木或人

造板用材。这样可以提高林分的生态稳定性,也可提高林分的经济稳定性。第三,严格做到适地适树、适种源、适品种、适无性系。我国林业生产上违背适地适树的教训很多,现阶段单单适地适树还不够,还要做到适种源、适品种、适无性系。虽然都是营造桉树人工林,但不同的树种、种源、品种或无性系,它们的生态生物学特性相差很大。例如,广西东门林场选出的尾巨桉无性系,属优良无性系,但在湛江推广时,存在不抗青枯病的问题;湛江地区选出的尾叶桉无性系,推广到广西等地,则生长速度偏低<sup>[3]</sup>。可见,一个优良无性系种植在不适宜它生长的环境时,也会变成劣质无性系。

### 3.2 减少林地养分流失,保持和提高林分土壤肥力

目前,关于桉树工业人工林过度消耗养分的原因有很多报道<sup>[28]</sup>:(1)认为桉树是速生树种,生长快,因此消耗的养分也多;(2)桉树林下不长草,严重的水土流失造成林地大量养分的损失;(3)轮伐期越来越短,利用率提高,养分的移走量增多;(4)林地枯枝落叶被扒走,致使养分的归还量很少,正常的养分循环被破坏;(5)大规模炼山,机耕,全垦等。

一般认为,桉树是耐瘠薄、养分消耗较少、养分利用能力较强的树种。Davidson 对桉树与农作物和其它树木的养分吸收和移出作了比较,尾叶桉(7 年生)吸收的 N、P、K 总量只是木薯、甘蔗、玉米、咖啡、茶树、油棕、椰子的 1/3~1/2,是橡胶的 1/4,而对 N、P、K 的收获移走量,若只收获干材,约是木薯、玉米、咖啡、可可的 1/3,甘蔗、茶树、油棕、椰子的 1/6,而与橡胶相当<sup>[10]</sup>。由于桉树工业人工林多为短周期经营,随着集约经营水平的不断提高,轮伐期越来越短,木材利用率提高,养分的移走量增多,损失大,加剧了地力的退化。廖观荣等对种植桉树 40a 前、后的林地化学性质进行对比研究,结果表明:长期种植桉树导致土壤酸化和养分贫瘠化,表层 pH 值下降 0.49~0.65 单位,有机质下降 60.7%~95.2%,全 N 降低 1~2.2 倍,全 P 下降 44.4%~72.7%,全 K 下降 4.5~5.2 倍<sup>[34]</sup>。凌昌发的研究发现,随着连栽代数的增加,桉树林地土壤的 pH 值降低 5%~42.8%,N 减少 14.54%~37.14%,K 为 9.09%~21.74%<sup>[35]</sup>。广东雷州桉树连栽林分的有机质含量,2、3、4 代林与 1 代林相比,分别降低了 27.4%、38.7%和 17.2%<sup>[36]</sup>。种植桉树 20a 后的采伐迹地与非林地对比,有机质下降 44.78%,全 N 下降 79.19%,速效 K 下降 38.15%<sup>[2]</sup>。许多植桉国家

或地区缺乏薪材,林地的枯枝落叶基本上被扒走,致使林地的养分归还量很少。短期或超短期工业人工林多数采用机耕全垦整地,土壤的频繁翻犁,土体变得越来越疏松,在前作为农作物的林地,桉树常常表现为“空中绿化”,在某些降雨量大的地区,水土流失造成大量土壤养分流失<sup>[24,37]</sup>。余雪标等的研究表明,“全树利用”及其短轮伐期经营是导致林地养分衰退和生产力下降的主要原因<sup>[38]</sup>。作者的研究也表明,连栽第二代的尾巨桉工业人工林,其林分生物库营养元素积累比第一代林地减少 22.97%;土壤库中,全 N 和全 K 分别下降 9.20% 和 4.10%,水解 N、有效 P 和有效 K 也分别降低了 3.28%、52.05% 和 24.59%。总的来说,桉树工业人工林养分过度消耗问题主要是不合理的营林措施和林分干扰导致的。所以,其养分过度消耗问题是可以合理的营林管理措施加以解决的。

热带亚热带地区,水土流失是土壤肥力退化的主要原因之一。我国桉树工业人工林主要种植在热带亚热带地区,这些地区热量丰富,雨量充足,雨热同期,暴雨集中,在无植被尤其是林下无植被保护的情况下,雨水的侵蚀力极强。桉树栽培区的土壤以红壤为多,这类土壤的有机质、全 N、全 P 多属中度或严重贫瘠,全 K 为轻度或中度贫瘠;土壤的速效 P 为严重贫瘠,速效 K 为中度贫瘠;土壤的物理性质恶劣,抗冲抗蚀能力差<sup>[39]</sup>。广大的种植桉树区人口密度大,薪材缺乏。这些是我国种植桉树区气候、土壤和人口的基本特征。所以,在华南地区大规模发展桉树工业人工林,必须综合考虑这些因素,才可能实现桉树的可持续经营。首先,桉树工业人工林是现代林业发展的产物,必须用现代的可持续经营思想和技术来指导经营和管理。按照传统的营林方式,人工造林都是先对林地进行全面清理,然后再造林。这种模式有利于造林施工,提高造林工效,降低造林成本,促进幼林生长;传统的可持续利用的思想也只是考虑了生长量的情况,从现在的营林情况看,通过良种技术完全可以保持林分生产力的持续增长,但这种增长方式没有考虑地力的保持和改善,反而是产量越高,轮伐期越短,带走的养分越多,林地植被和养分的退化也越快。实践表明,用旧的经营思想来指导管理和评价新的发展模式是难以做到真正的可持续发展的,必须把地力的保持作为评价林分生产力的重要依据之一。其次,保护和恢复林地良好的地被层(包括活地被物和死地被物)。广东土壤研究所与雷州林业局的试验表明,在尾叶桉幼林内间种糖密

草 (*Melinis liuntitlora*)、绢毛相思 (*Acacia holosericea*)、菠萝 (*Anana comosus*) 等作物,不仅可以增加林地覆盖,还可明显提高土壤的养分,与不间种的林地相比,N 提高 0.68~3.95 倍, $P_2O_5$  提高 1.33~2.40 倍, $K_2O$  提高 2.25~7.95 倍<sup>[40]</sup>。因此,保护和恢复林下植被是减少桉树工业人工林养分过度消耗的重要措施之一。第三,降低桉树工业人工林的养分移出强度。根据目前桉树的经营利用方式,在林地采伐更新时,基本上是实行“全树利用”,第一代林后将从林地上取走养分 664.28kg/hm<sup>2</sup> (为 N、P、K、Ca 和 Mg 的总和)<sup>[38]</sup>;地上部分全树利用的养分损失率为:N 72.6%,P 88.8%,K 95.9%,Ca 90.7%,Mg 87.8%<sup>[2]</sup>。若把林下灌木、草本及枯落物移出,系统的养分损失更大。可见连栽导致人工林地力下降是必然的。所以,只有降低利用强度,才可能有效地减缓地力的衰退。第四,种地养地,合理施肥。5000a 的农业文明史业已证明,只种地不养地的种植方式是不可能可持续经营的。华南地区乡土速生杉木人工林是如此,外来的桉树人工林也不会例外。因此,种地养地,合理施肥,对桉树工业人工林的可持续经营尤其重要。除根据林分不同年龄阶段,施用不同种类和不同配比的化肥外,还应考虑增施有机肥和补充适量的微量元素。

### 3.3 保护和恢复林地植被,提高工业人工林的生物多样性

大面积连片栽培的人工植被对当地生物多样性的影响是普遍存在的,人工林如橡胶、杉木、杨树、马尾松如此;农作物如甘蔗、玉米、香蕉也是如此。桉树人工林对生物多样性的影响也同样存在着良性与劣性效应的报道,但多数学者认为,大面积连片种植的桉树工业人工林导致生物多样性减少。余雪标等研究表明,桉树人工林的物种丰富度、Shannon-wiener 指数、Simpson 指数均随着连栽代数的增加而减少,第 1 代与第 4 代相比,物种丰富度、Shannon-wiener 指数、Simpson 指数分别下降 84.62%、73.0% 和 65.9%<sup>[41]</sup>。作者对东门林场尾巨桉连栽林分的研究结果也呈现类似的规律,第 2 代林分的 Shannon-wiener 指数比第 1 代林分下降 52.06%,第 3 代林分比附近 25a 生马尾松林减少 24.14%,从 1998~2003 年共 6a 的监测表明,第一代桉树林地出现的物种数达 77 种,而第二代林分只出现 40 种,第二代林分出现的物种数比第一代减少了 48.05%,林下植被生物量减少 62.78%。桉树工业人工林连栽导致生物多样性下降的原因主要是:替代效应,竞争效

应,化感效应和继发性人为干扰效应<sup>[42]</sup>,连带效应和历史效应。

研究表明,桉树工业人工林生物多样性降低的直接后果,是林下植被滞育、覆盖度下降、水土流失严重、养分和水分损失加剧、林分生产力下降、系统的稳定性降低等,因此,提高林分的生物多样性对工业人工林的可持续经营有重大作用。诚然,林下植被的过度发育,又会影响到经营树种的生物量和生产力,降低工业人工林的比较优势。目前,完全立足于提高桉树工业人工林生物多样性的研究和试验极少,出于防止地力衰退、环境恶化而采取的一些措施,包括营造混交林、林下间作、施肥、改机耕为人工整地、改全垦为带垦、轮作、接种固氮菌株、接种根际菌株等,对提高林分的生物多样性都具有良好的作用。

### 3.4 强化桉树工业人工林的管理法规和产品认证制度

强化桉树工业人工林的管理法规和产品认证制度是促进和保证工业人工林可持续经营的一种市场经营管理措施。近10多年来,世界自然基金会等国际组织和英国、荷兰、德国、美国、加拿大、巴西、印度尼西亚和马来西亚等国相继成立了森林和林产品认证机构,森林和林产品认证行动正在兴起,并在促进森林的可持续经营中发挥了积极的作用。根据芬兰林业协会2002年公布的资料,以林业为支柱产业、林产品出口占总出口额27%的芬兰,已有95%的森林通过了国家森林可持续经营认证<sup>[43]</sup>。

桉树工业人工林大发展中出现的生态问题虽然还存在许多不确定性,但这些问题是十分严峻的,应该引起有关部门的高度重视。不能简单地认为,只要造林,就能为改善生态环境做出贡献。我国正处在桉树工业人工林大发展时期,对大规模工业人工林基地规划、造林和营林中的生态环境保护以及森林和林产品的开发进行论证、监理和认证是非常必要的,这是桉树工业人工林可以实现可持续经营的制度保障。

#### 参考文献:

[1] 项东云. 新世纪广西桉树人工林可持续发展策略讨论[J]. 广西林业科学, 2002, 31(3): 114-121.

[2] 李志辉, 沈中瀚, 朱宁华. 中国桉树人工林的生态经济效益综述[J]. 林业资源管理, 1995, (3): 46-49.

[3] 谢耀坚. 中国桉树人工林可持续经营战略初探[J]. 世界林业研究, 2003, 16(4): 59-64.

[4] Shiva V, Bandyopadhyay J. Eucalyptus—a disastrous tree for india[J]. The Ecologist, 1983, 13(5): 184-187.

[5] Poore M E, Fries C. The ecological effect of Eucalyptus [C]. Rome: FAO Forestry Papers, 1985. 59.

[6] 项东云. 华南地区桉树人工林生态问题评价[J]. 广西林业科学, 2000, 29(2): 57-64.

[7] 余雪标. 桉树人工林长期生产力管理研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000.

[8] Richardson S D. Costing change or changing costs [J]. For Rev, 1993, (1): 13-20.

[9] Florence R G. Perceptions of the eucalyptus as an exotic: an ecological interpretation [M]. In: proc International Eucalypt Symposium, 1991.

[10] Davidson J. Ecological aspect of Eucalyptus plantation [C]. In: proc regional expert consultation on Eucalyptus, RAPA/FAO, Bangkok (in press), 1993.

[11] Bhaskar V. Ground flora in Eucalyptus plantation of different ages [M]. In: proc Eucalyptus in India, Past, Present and Future. Kerala Forest Research Institute, India, 1986. 213-224.

[12] Pamela J, John Pender. The role of trees for sustainable management of less-favored lands: the case of eucalyptus in Ethiopia [J]. Forest Policy and Economics, 2003, 5: 83-95.

[13] White K J. Silviculture of eucalyptus plantings—learning in the region [C]. In: proc Regional Expert Consultation on Eucalyptus, RAPA/FAO, Bangkok (in press), 1993.

[14] 林林. 林业处在转折点上[J]. 林业问题, 1988, (1): 18-23.

[15] 李周, 谢京湘. 国内外发展速生丰产林的比较研究[J]. 林业经济, 1992, (2): 29-33.

[16] 张守攻, 张建国. 我国工业人工林培育现状及其在林业建设中的战略意义[J]. 中国农业科技导报, 2000, 2(1): 32-35.

[17] 张三, 吴志庄, 王建武. 工业人工林经营理论与实践——进展与问题[J]. 世界林业研究, 1999, 12(2): 31-36.

[18] 殷亚方, 姜笑梅, 吕建雄, 等. 国外桉树人工林资源和木材加工利用现状[J]. 世界林业研究, 2001, 14(2): 35-41.

[19] Flynn, Shield. Eucalyptus: Progress in higher value = utilization [J]. A Global Review, 1999, 5.

[20] Peter J Kanowski. Afforestation and plantation for the 21st century [C]. In: proc The XI World Forestry Congree. Antalya, Turkey, 1997.

[21] FAO. 世界森林资源状况 [C]. Rome: FAO, 1997.

[22] 孙长忠, 沈国舫, 李吉跃, 等. 我国主要树种人工林生产力现状及潜力的调查研究: II 桉树、落叶松及樟子松人工林生产力研究[J]. 林业科学研究, 2001, 14

(6):657-667.

- [23] 沈国航. 对世界造林发展新趋势的几点看法[J]. 世界林业研究, 1988, (1): 21-27.
- [24] 赵庭香. 桉树生态环境变化[J]. 广西林业, 1988, (4): 22.
- [25] 白嘉雨. 桉树人工林的社会、经济和生态问题[J]. 世界林业研究, 1996, (2): 63-68.
- [26] Bahuguna V K. Tropical forest systems; Soil fauna in subtropics Dehra Dun[M]. Indian International Book Distributors. 1991. 103.
- [27] Sing K K S, et al. Report of a sixty month study on little production in soil chemical properties (*E. hybrid*) Interplanted with aromatic grass [J]. Agroforestry System, 1989, 9(1): 37-45.
- [28] 余雪标, 李维国. 桉树人工林的若干生态问题及其研究进展[J]. 热带农业科学, 1997, (4): 60-68.
- [29] Sofronio C Camacko, et al. Analysis of forestry policies and programmes vis-a vis the *Albizia falcata* Gall disease, Phil[J]. Lumberman, 1993, (3): 14-20.
- [30] Bruening E F. 研究森林与气候关系的新范畴和新观点. 第十届世界林业大会文献选编[M]. 北京: 林业出版社, 1991. 108-114.
- [31] Bo Larsen J. Ecological stability of forests and sustainable silviculture[J]. Forest Ecology and Management, 1995, 73: 85-96.
- [32] Libby W J, Ahuja M R. Clonal Forestry[M]. In: Clonal Forestry II. Ahuja M R Eds; Libby W J. Springer-verlag, 1993. 1-8.
- [33] Namkoong G. Plantation vs naturally regenerated forests; risks and stability in using bred, cloned, or biotech products[C]. Presented at the IUFRO Division 2 Conference on Forest Genetics and Tree Improvement, Beijing, China. 1998. 23-28.
- [34] 廖观荣, 林书蓉, 李淑仪, 等. 雷州半岛桉树人工林地力退化的成因与防治措施[J]. 土壤与环境, 2002, 11(3): 268-273.
- [35] 凌昌发. 桉树林地土壤肥力衰退问题的调查研究[J]. 桉树科技协作动态, 1982, (3): 15-19.
- [36] 奚福生. 南方速生材营林新技术与效益评价[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1997.
- [37] 蒋有绪. 海南岛热带土地的退化问题[M]. 见: 盛炜彤. 人工林地力衰退研究. 北京: 中国科技出版社, 1992. 11-14.
- [38] 余雪标, 白先权, 徐大平, 等. 不同连栽代次桉树人工林的养分循环[J]. 热带作物学报, 1999, 20(3): 60-67.
- [39] 赵其国. 中国东部红壤地区土壤退化的时空变化、机理及调控[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 1-99.
- [40] 曾天勋主编. 雷州短轮伐期桉树生态系统的研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [41] 余雪标, 钟罗生, 杨为东, 等. 桉树人工林林下植被结构的研究[J]. 热带作物学报, 1999, 20(1): 66-72.
- [42] 陈秋波. 桉树人工林生物多样性研究进展[J]. 热带作物学报, 2001, 22(4): 82-90.
- [43] 周生贤. 中国林业的历史性转变[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002. 72-72.

(责任编辑: 韦廷宗 邓大玉)

## 绿茶提取物可有效遏制癌症

美国科学家通过对膀胱癌的研究,证实了绿茶提取物能有效遏制癌肿瘤发展,同时不损害健康细胞。他们认为,绿茶提取物可能会成为一种有效的抗癌药物。

主持这项研究的加利福尼亚大学洛杉矶分校副教授饶建宇介绍说,绿茶提取物能破坏帮助癌细胞侵入健康组织导致肿瘤扩散的、被称为“肌动蛋白重塑”的细胞进程,使得癌细胞粘附在一起,其运动受到阻碍,此外它还能使癌细胞加快老化。癌细胞具有“侵略性”,而绿茶提取物打破了它“侵略”的路径,能限制癌细胞,使其“局部化”,使癌症治疗和预后工作都变得相对简单。他们的研究成果“增进了对绿茶提取物作用机理的理解”。如果人们了解绿茶提取物遏制肿瘤的机理,就能确定哪种类型的癌症患者能从绿茶提取物中受益。

此前,已经有一些研究成果揭示了绿茶提取物对包括膀胱癌在内的许多癌症具有效果,它能够引起癌细胞过早凋亡,并阻断肿瘤细胞的血液供应。饶建宇教授及其研究小组的一些成员正在验证绿茶提取物对胃癌等其他癌症的效力。

与以前类似的研究不同,他们使用的绿茶提取物,其成分和饮用的绿茶非常相似,这意味着常饮绿茶可能有某种抗癌效果,至少可以增强人体对癌症的防御能力。不过研究人员也认为,目前他们只实验了有限的几个膀胱癌细胞系,要揭示绿茶的抗癌机理还有待进一步研究。

(据《科学时报》)