

林木和果树 生物技术

[印度]Y. P. S. 贝奇 等著

张培杲 等译 张培杲 审校

中国林业出版社

林木和果树生物技术

〔印度〕 Y.P.S. · 贝奇 等著

张培果 等译

张培果 审校

中国林业出版社

BIOTECHNOLOGY IN AGRICULTURE AND FORESTRY 1
TREES I

Edited by Y.P.S. Bajaj

Springer-Verlag, Berlin • Heidelberg, 1986

林木和果树生物技术

〔印度〕Y.P.S. 贝奇等著

张培果 等译

张培果 审校

中国林业出版社出版(北京西城区刘海胡同7号)
新华书店北京发行所发行 昌黎印刷厂印刷

850×1168毫米32开本 14印张 34千字

1991年6月第一版 1991年6月第一次印刷

印数 1—1,500册 定价: 9.00元

ISBN 7-5038-0586-2/S·0264

译 序

本书原名为《农业和林业中的生物技术》，是Y. P. S. Bajaj 主编的丛书第一卷，第一分册，树木部分。译文全书共包括总论8章和果树与林木12个树种的各论，都是各国专家撰写的卓越论文，详细地阐述了当代生物技术涉及的各个方面。第一章是印度Y. P. S. Bajaj对木本植物生物技术各方面的概述；第二章是比利时P. Boxus和P. Druart论述的通过组织培养获取无病毒的树木；第三章是法国R. Jonard利用离体与活体微型嫁接使老树复壮，消除病毒，早期鉴别嫁接成员的亲和性以及研究了嫁接的生理、细胞、组织方面的问题；第四章是匈牙利G. Németh有关树木繁殖体不定根诱导的论述，分析了离体培养时影响繁殖体生根的因素：无机盐、维生素、酚类化合物、赤霉素、脱落酸、遗传背景、生理状态以及光、温度等环境条件的作用；第五章是南斯拉夫L. Radojevic和法国A. Kovoov的树木单倍体的诱导；第六章是加拿大F. M. Tremblay, P. Perrinet和M. Lalonde利用组织培养研究菌根与树木共生的问题，首先以赤杨等树种进行微型繁殖，再用纯系菌种接种，观察无外源污染下微型繁殖的小植株与费兰克氏菌形成根瘤的能力与适宜真菌形成外生菌根的能力；第七章是日本T. Akihama和M. Cmura对花粉储藏的研究；第八章是日本A. Sakai的树木种质资源的低温保存，研究了木本植物在液态氮（-196℃）低温下冰冻存活的机制，并试验了树木的枝条、细胞、顶端分生组织等的

冰冻保存。最后由美国F. A. Hammerschlag对桃；法国R. M. Skirvin对苹果；澳大利亚M. Barlass等对柑桔；美国S. S. Cronauer等对香蕉；意大利E. Rugini对油橄榄以及新西兰D. R. Smith对辐射松；瑞典S. von Arnold对欧洲云杉；日本H. Isikawa对日本柳杉；美国D. F. Karnosky等对榆树；澳大利亚J. A. McComb对桉树；日本S. Oka和K. Ohyama对桑树；西班牙A. M. Vieitez等对栗子，根据树种特点分别介绍了它们的生物技术的方法，并列举了当前国际上的卓越成就。

原文各论部分果树有10个树种，林木有13个树种，因有些树种在我国尚未引进，或者栽培还局限在少数地区，所以没有译出，其中果树有洋李（*Prunus domestica*），欧洲甜樱桃（*Prunus avium* L.），西洋梨（*Pyrus communis*），番木瓜（*Carica papaya* L.），芒果（*Mangifera indica* L.）；林木有南洋杉（*Araucaria* spp.），多果桧柏（*Juniperus polycarpus* C. Koch），檀香（*Santalum album* L.），夏威夷金合欢（*Acacia koa* Gray），巴旦杏（*Prunus dulcis*）和椰子（*Cocos nucifera* L.）。

这是一本叙述详细，材料新颖的好书。正如主编在序言中所说的：该书可作为一本内容丰富的最新参考书，也可作为研究工作者，大专高年级学生，教师和植物生物技术实践者生物技术方面的信息资源。

参加翻译工作的还有夏德安，张士波，赵茂林，刘炳辰，詹亚光，支济伟，鲍务立和杨传平，他们都是东北林业大学树木遗传育种教研室的研究生。

本书译完后南京林业大学张幼华老师校阅了部分章节，特此表示衷心的感谢。

由于我们翻译水平有限，错误和不妥之处在所难免，恳切希望读者批评指正。

译 者

1987年8月，哈尔滨

原 序

生物技术已进入可以替代某些古老的育种实践的时代了，它能生产更好为人类服务和更符合人们要求的新的和改良了的植物和动物。细胞和亚细胞工程技术，例如基因拼接、重组DNA、分子克隆、杂种瘤(hybridomas)以及单克隆抗体、人工胰岛素的生产和蛋白质工程、工业发酵、人工受精、低温保存种质和卵子移植、植物组织培养与体细胞杂交、固氮、用作生物燃料的植物生物量(phytomass)的生产等等，在过去的10年里，由于精良设备的有效利用和知识的综合渗透，得到了巨大的发展。产品的方向把生物技术从纯学术兴趣转移到了一切行动受制于最终产品的领域。实业界已开始把经费倾注到这些事业上，这就大大有助于改进设备、交流信息、唤醒大众的兴趣和创新的想象力。科学的、工业的和大众的共同目标为生物技术开创了广泛的前景，并给予了巨大的希望。生物技术事业本身正引导向工厂化农业，技术转让，合资经营，特殊论题的国际间合作以及成套鉴定设备的生产等迈进。工业主要关心诸如制药微生物生物技术，其盈利回收率可自然增长的领域。商业上的兴趣，则已转向了更好地经营管理和系统化组织。

植物生物技术正按几何比率向前猛进，它与动物生物技术不同，植物很少引起社会上的、伦理道德上的和法律上的问题。组织培养是生物技术中最重要的组成部分。当农业和林业的研究还处于起始阶段时，已有大量组织培养产生的植株作商品出售了，

并且这已经是数百万美元的实业。应用组织培养最重要的一些方面是：（1）应用于生物能源生产的微型繁殖；（2）无病和抗病植株的生产；（3）抗病虫、恶劣土壤条件、旱灾、气温和除草剂等突变体的诱导和选择；（4）通过花药培养进行单倍体的诱导；（5）通过对胚的挽救来实现远缘杂交；（6）通过原生质体的融合获取体细胞杂种和胞质杂种；（7）通过吸收外来的染色体组而诱发遗传转化；（8）固氮；（9）种质的低温保存。此外，对于林木和园艺树木的改良，生物技术能用微型繁殖迅速将无病害的精选树和稀有的原株增殖。调整森林经营，以借助组织培养来改进植物生物量的生产是可以导致更迅速地能源生产的。老年树木的复壮，可通过在年幼砧木上的微型嫁接而实现。预期在未来的10年中，农业和林业的生物技术将会补充常规育种和产生遗传变异的方法，从而开辟新的远景，使许多作物和林木能生产改良了的产品。

我置身生物技术领域始于1960年，当时于试管中的合成培养基上，成功地在没有寄主植物存在的情况下，长出了寄生性的木本槲寄生。接着在加拿大（1965—1967），美国（1967—1970），德国（1970—1972），英国（1972—1973），荷兰（1973—1974）以及西柏林（1974—1976）的许多实验室中又继续进行了农作物的研究。当我在美国、苏联、加拿大、法国、英国、德国、西班牙、意大利、巴基斯坦、孟加拉国、菲律宾、澳大利亚、比利时、匈牙利、捷克斯洛伐克、日本、古巴和中国的许多大学和研究所访问时，我的观点通过与著名科学家和专家们的讨论而巩固和确立了。这些体验在和弗赖大学教授 J.Reinert 联合编辑、1977年由Springer-Verlag 出版社出版的《植物细胞、组织和器官培养的基础和应用》一书中达到了最高潮。该书受到的热忱接纳也表示它对沟通基础研究和应用研究之间的鸿沟是有用的。该

书使农林科学家们产生了应用离体方法深化他们工作的愿望和要求。近8年来生物技术的进展要求我们收集文献，并综合这个科学领域中科学家们的观点。为此，多卷的丛书《农业和林业中的生物技术（1）》打算审核和介绍该技术的现状，并希望能满足植物科学不同领域中研究者们常涉及的研究题目的需要。该书可作一本内容丰富的最新参考书，也可作为研究工作者，大学高年级学生、教师和植物生物技术实践者的信息来源。

这个分册正是这方面努力的成果，论述了果树和林木改良的生物技术现状。本书由31章或31篇文章组成，包括树木改良方面的生物技术有：快速繁殖和生物能的生产，通过组织培养获取无病毒的树木，微型嫁接以及在树木改良中的应用，诱发生根，单倍体的诱导，固氮，花粉保存，种质资源的低温保存，以及23种重要果树和林木的各论。

衷心地感谢柏林弗赖大学J. Reinert教授对头两个分册的最初计划提出了非常宝贵的建议。感谢我的妻子Satinder Bajaj博士、教授，卢迪纳旁遮普农业大学院长的热忱帮助和在生物技术的各个方面意见的交换。我还得感谢我过去的研究生和访问学者，特别是S.S.Gosal博士，Manjeet Singh Gill博士，D. Mahapatra博士和Tony Marak先生（梅加拉亚的林业副管理员），他们在原稿的订正上帮了很多忙。我还得感谢Dieter Czeschlik博士及其同事，在Springer-Verlag出版社为本书的按时出版给予了真诚的帮助。最后，但并非最不重要，我愿向有贡献的科学工作者致以谢意，他们专心地和博学地从事生物技术工作是有功于本学科的发展的。

丛书主编 Y. P. S. 贝奇

新德里 1985.9

目 录

译序	(1)
原序	(1)
第一章 用于快速繁殖和生物能生产的树木改良生物技术	(1)
第二章 通过组织培养获取无病毒的树木	(28)
第三章 微型嫁接及其在树木改良中的应用	(36)
第四章 根的诱导	(53)
第五章 单倍体的诱导	(75)
第六章 关于赤杨属共生的组织培养	(100)
第七章 果树花粉的贮藏	(118)
第八章 树木种质的低温保存	(129)
第九章 果树各论	(152)
1. 桃 (<i>Prunus persica</i> L. Batsch)	(152)
2. 杂种苹果 (<i>Malus × domestica</i> Borkh.)	(168)
3. 柑桔 (<i>Citrus</i> spp.)	(185)
4. 香蕉 (<i>Musa</i> spp.)	(202)
5. 油橄榄 (<i>Olea europaea</i> L.)	(226)
第十章 林木和坚果树木各论	(247)
1. 辐射松 (<i>Pinus radiata</i> D. Don)	(247)
2. 欧洲云杉 (<i>Picea abies</i> L.)	(266)
3. 日本柳杉 (<i>Cryptomeria japonica</i> Don.)	(288)
4. 榆树 (<i>Ulmus</i> spp.)	(293)

5. 桉树 (<i>Eucalyptus</i> spp.)	(311)
6. 桑树 (<i>Morus alba</i> L.)	(341)
7. 栗 (<i>Castanea</i> spp.)	(351)
附录 本书常用名词缩写	(378)
参考文献	(379)

第一章 用于快速繁殖和生物能生产的树木改良 生物技术

〔印度〕 Y. P. S. BAJAJ

1. 引言

果树和林木的生物技术作为手段并不仅仅是为了快速和大量繁殖现有的种质资源，以用于木本生物能的生产，而且也是为了保存重要的、优质的和濒临绝灭的珍贵稀有树种。由于森林的迅速破坏以及遗传资源的枯竭，必须通力合作以推出解决大量繁殖、生产具有生物量转换快且周期短的树木，以及诱发遗传变异产生产量高、抗虫、抗病和高光效的新果树和林木的方法。

再则，由于能量危机，人们正在努力寻找传统能源的替代之道。转变太阳能以增加生物量的生产，尤其是薪炭材的生产将成为一种很有前途的生物能源。世界上每年约有15%的燃料来源于生物能，而木材则是燃料能源中最大的生物资源（Anon, 1980）。预计到本世纪末世界对木材的需要量将会增加1倍（Wayman, 1973），而伴随着对纸张无限制增加的需求，为生产的快速周转而发展速生的纸浆材迫在眉睫。为增加作为燃料的酒精生产，果树也受到了重视。通过增加光合作用，以及为以大量积累纤维素、木质素和半纤维素的形式生物能（biomass energy）生产，而进行的树木产物的生物合成，来收集太阳能是很有生命力的建议。要满足这些需求就必须发展革新的方法，而这

也就需要巧妙的遗传操纵，以开发能大量繁殖、生长旺盛和速生，且繁殖周期短的树木。可以设想，组织培养技术是能够接受这一挑战的。

离体培养方法曾精确地指出：无病的树木可从离体的细胞和组织经大量快速繁殖，再移植到果园和森林中来得到（参阅Reinert和Bajaj, 1977a; Bonga, 1977; Winton, 1978; Karnosky, 1981; Brown, 1981; Farnum等, 1983）。纵观近10年组织培养领域所取得的成就可以说，在不久的将来它是能够达到预期的目标的。

以下是组织培养中最引人注目的一些领域，它们所具备的生物技术潜力，不仅来自基础的和重要的研究观点，而且为树木目前的改良和生物量的增产直接提供了应用的可能性：

1. 生物能的生产——微型繁殖
2. 获得无病和抗病的植株
3. 诱导和选择突变体
4. 通过花药培养创造单倍体
5. 通过胚和子房培养进行远缘杂交
6. 通过原生质体融合获取体细胞杂种和胞质杂种
7. 吸收外来染色体组实现转化
8. 固氮
9. 光合效率的提高
10. 遗传变异的低温保存

依靠离体培养技术，一株根据其过去表现选得的目的树，通过无性繁殖能以极快的速度形成无性系，而这些无性系如果采用扦插、嫁接和其他林业或园艺实践中的常规方法，可能要花费几年才能完成。这种较快的繁殖率使迅速生产植物能源成为可能。这种技术曾经在许多果树和林木，如松树、桉树、苹果和李等上

成功地应用过（参阅第九章和第十章）。可以预期，在今后的10年中，微型繁殖以及通过原生质体、花粉、细胞和组织培养的树木遗传操作将占据重要的地位，尤其是在改良和产生新颖树木的林业生物技术上。现将树木改良的各种生物技术列于图 I—1，并在本章内加以讨论。

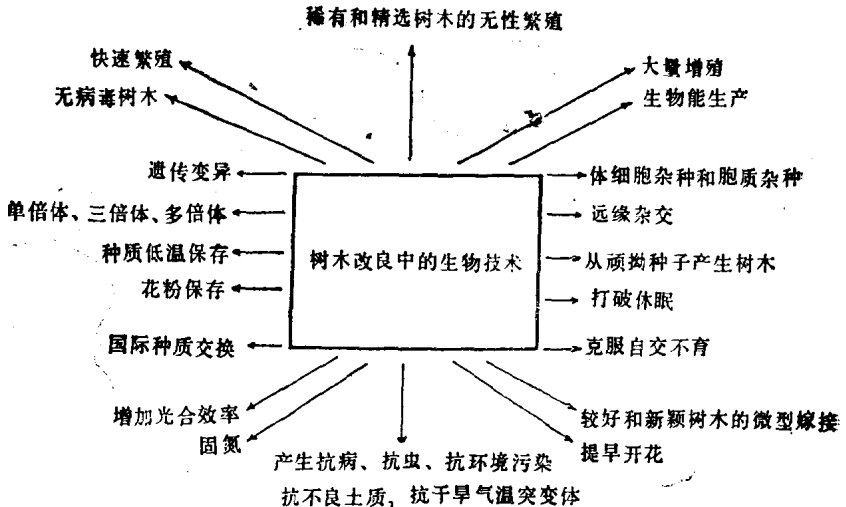


图 I—1 可用于树木改良的原生质体、细胞、组织和器官培养技术的各个方面

2. 微型繁殖和增加生物量生产

与1970年的1.3亿吨相比，1985年世界对木材的需求量为2.6亿吨（Wayman, 1973）。这种猛烈的增长，主要是由于木材作为燃料而用量增加了。加之森林的严重破坏和工业化结果又造成了可怕的土壤流失和土地的贫瘠化。因此，为迎接这场挑战，必须寻找方法与手段来加速繁殖周期短、生物量产量高的速生树种。用各种离体培养技术来加速繁殖是可能性之一，而且这种可

表 1—1 曾经获得完整植株的若干被子植物 (果树和林木)

树 种 名 称	培养材料	参 考 资 料
夏威夷金合欢 (<i>Acacia koa</i>)	茎尖	Skolmen和Mapes(1976)
红花槭 (<i>Acer rubrum</i>)	茎尖愈伤组织	Brown(1981)
欧洲七叶树	花药	Radojevic(1978)
阔荚合欢 (<i>Albizzia lebbek</i>)	下胚轴	Gharyal和Maheshwari(1983)
胶桤木 (<i>Alnus glutinosa</i>)	下胚轴	Perinet和Lalonde(1983a)
红枝桤木	茎尖	Brown和Sommer(1980)
凤梨	腋芽	Wakasa等(1979)
欧洲桦	茎	Huhtinen和Yahyaoglu(1974)
	花药	Huhtinen(1978)
小构树 (<i>Broussonetia kazinoki</i>)	下胚轴	Oka和Ohya(1972)
番木瓜	茎尖	Litz和Conover(1978a)
欧洲栗	胚轴	Vieitez和E. Vieitez(1980a)
	茎尖	Vieitez等(1983)
大柑 (<i>Citrus maxima</i>)	茎愈伤组织	Chaturvedi和Mitra(1974)
甜橙	茎愈伤组织	Chaturvedi和Mitra(1974)
小果咖啡 (<i>Coffea arabica</i>)	愈伤组织	Sharp等(1973)
欧洲榛	胚轴	Jarvis等(1978)
油棕	愈伤组织	Jones(1974)
帝汶岛白桉 (<i>Eucalyptus alba</i>)	下胚轴	Kithara和Caldas(1975)
柠檬桉	木块茎	Aneja和Atal(1969)
巨桉	腋芽	Cresswell和Nitsch(1975)
橡胶树	花药	Chen等(1979)
胶皮枫香树	下胚轴	Sommer和Brown(1980)
苹果	茎尖	Abbott和Whitely(1976), Lane(1978)
桑树	茎尖	Ohya和Oka(1976)
芭蕉	茎尖	Ma和Shii(1972)
油橄榄	茎	Rugini和Fontanazza(1981)
台湾泡桐 (<i>Paulownia taiwaniana</i>)	茎	Fu(1978)
毛泡桐 (<i>P. tomentosa</i>)	胚	Radojevic(1979)
加拿大白杨	茎尖	Berbee等(1972)
灰杨	茎尖	Chalupa(1974b)
欧美杨	茎尖	Chalupa(1974b)

(续)

树 种 名 称	培养材料	参 考 资 料
欧洲黑杨	花药	Wang等(1975)
欧洲山杨	茎基	Winton(1971)
美洲山杨	茎	Mathes(1964), Winton(1970)
杂种杨	花药	Lu等(1978)
巴旦杏	愈伤组织	Mehra和Mehra(1974)
洋李	根愈伤组织	Druart(1980b)
西洋梨	茎尖	Singha(1980)
檀香	下胚轴	Rao和Bapat(1978)
	胚乳	Lakshmi Sita等(1980b)
乌柏	胚, 愈伤组织	Venketeswaran和Gandhi(1982)
柚木	下胚轴, 茎, 茎尖	Gupta等(1980)
美国榆	下胚轴	Durzan和Lopushanski(1975)
荷兰榆	愈伤组织	Chalupa(1975)

• 木块茎为桉树近地面处形成的膨胀状态的木质储藏构造——译注

表 1—2 某些裸子植物树种的微型繁殖

树 种 名 称	外植体材料	参 考 资 料
南洋杉	茎尖	Haines和de Fossard(1977)
日本柳杉	下胚轴, 茎	Isikawa(1974)
欧洲云杉	雌雄配子体, 胚	Bonga(1977), von Arnold(1982)
白云杉	下胚轴	Campbell和Durzan(1976)
西特喀云杉	胚, 针叶, 茎尖	Webb和Street(1977), von Arnold 和 Eriksson(1981)
湿地松	子叶	Sommer和Brown(1974)
长叶松	子叶, 胚	Sommer等(1975)
海岸松	子叶, 下胚轴	David等(1978)
辐射松	子叶, 下胚轴	Reilly和Washer(1977), Smith等(1982)
刚松	子叶	Brown和Sommer(1977)
加拿大子松	子叶	Brown和Sommer(1977)
北美乔松	胚	Minocha(1980)
欧洲赤松	叶	Bornman和Marston(1981)

(续)

树 种 名 称	外植体材料	参 考 资 料
火炬松	子叶	Sommer和Brown(1974)
矮松	芽叶	Brown和Sommer(1977)
花旗松	子叶	Cheng和Voqui(1977)
北美红杉	幼枝	Ball(1978)
北美香柏	子叶, 茎尖	Coleman和Thorpe(1977)
异叶铁杉	子叶	Cheng(1976)

能性目前已成为现实了。树木和果树都表现有不同程度的再生能力,而且现已由细胞、组织和器官获得了完整的植株(表I—1,表I—2)。由参考文献可以看到:大部分报导都是最近5年发表的。考虑到继续增长的兴趣以及对生物燃料能源的迫切需要,微型繁殖对大规模生产、繁殖和树木改良计划会有深远的影响。

在大规模迹地造林计划中,无性繁殖有许多超过有性繁殖的优点。Bonga(1982)已罗列如下:

- 1.利用优良树木进行无性繁殖,例如具杂种优势的杂种或在野生群体中选来的样株,其优良的遗传特性不会因繁殖而改变,也就是说无性系优异的基因组合不会通过象有性循环过程中的基因重组而消失;

- 2.因为树木的育种周期长,用有性方法对栽植材料进行改良是缓慢的,而用无性系繁殖其结果会立刻见效;

- 3.无性系的遗传一致性,一般来说是有价值的;

- 4.有些树木如杨树(Schreiner, 1939),其无性繁殖体的生长一开始就比实生苗快得多;

- 5.有时如果需要,可以越过发育的幼年期(Thulin和Faulds, 1968; Sweet, 1973);

- 6.一些有价值的树木如杂种和多倍体总不结实,只能进行无