

文章编号: 1000-5692(2003)04-0424-05

# 竹子生物技术育种研究进展

卓仁英

(中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

**摘要:** 竹子组培是竹子育种的一个重要途径。研究人员对20余属70多个竹种开展了组织培养研究, 阐明了外植体不同基因型、激素种类和浓度以及不同培养基成分对竹子组培中愈伤组织诱导形成和植株再生以及诱导生根效率的影响, 并建立成熟的组织培养技术体系, 为竹子育种工作奠定了坚实的基础。利用分子标记技术对竹子遗传分化开展研究是竹子育种研究的一个热点, 近年来进展迅速。通过研究初步阐明了竹子的遗传变异, 为竹种的育种和分类提供了理论依据。参44

**关键词:** 竹子育种; 生物技术; 综述; 染色体; 组织培养; 分子标记

**中图分类号:** S722.3      **文献标识码:** A

竹类植物是地球陆地生态系统的重要组成部分, 生长快, 用途广。不仅具有重要的经济价值, 而且具有良好的水源涵养和水土保持功能。竹林是经济效益和生态效益良好结合于一体的林种, 利用价值极高, 被公认为21世纪世界上最重要的植物资源之一。目前竹种繁殖主要靠种子、竹鞭和竹秆, 由于多数重要竹种开花结实周期长, 普遍以无性繁殖方式繁衍, 采用常规方法进行遗传变异研究和育种改良有较大的难度, 故而竹子的遗传改良的基础和应用研究一直未有实质性的进展。近年来随着生物技术的发展, 各种新技术不断运用到竹子育种研究中, 促进了竹子生物技术育种。本文总结了竹子生物技术育种的一些概况。

## 1 竹子组织培养研究概况

生物技术对竹子育种有独特的重要意义, 其应用不仅仅局限于通过组培进行快速繁殖, 更在于通过基因转化和细胞系筛选等途径, 培育出符合需求的新品种, 缩短育种周期。

### 1.1 竹子组织培养技术研究概况

20世纪80年代以来, 不少国家或地区已开始把组织培养技术应用于竹子育种中, 印度、我国台湾、新加坡、马来西亚、泰国等国家或地区先后对刚竹属 *Phyllostachys*、牡竹属 *Dendrocalamus*、麻竹亚属 Subgen. *Sinocalamus*、赤竹属 *Sasa*、泰竹属 *Thysostachys* 和刺竹属 *Bambusa* 等20余属70多个竹种开展了组织培养研究。

Alexander和Rao<sup>[1]</sup>首次开展竹子胚的组织培养。Rao等<sup>[2]</sup>以牡竹 *Dendrocalamus tritus* 成熟种子诱导形成再生植株。Mehta等<sup>[3]</sup>首先报道了印度刺竹 *Bambusa arundinacea* 种子成熟胚诱导出愈伤组织和再生植株。Yeh和Chang<sup>[4,5]</sup>以白绿竹 *B. oldhamii* 的花序通过体细胞胚胎发生诱导形成再生植株; 他们

收稿日期: 2002-12-07; 修回日期: 2003-09-29

基金项目: 浙江省自然科学基金重点资助项目(ZA0204)

作者简介: 卓仁英(1969-), 男, 福建莆田人, 博士后, 从事林业生物技术研究。E-mail: zrying@263.net

又以吊丝球竹 *Bambusa beecheyana* 花序和花序衍生的组织进行培养并获得成功。Yeh 和 Chang 以 *Sinocalamus latiflora* 种子诱导了愈伤组织和再生植株。Huang 和 Murashige<sup>[6]</sup> 从刚竹属、赤竹属、刺竹属的叶片和嫩茎尖诱导出愈伤组织。Huang 等<sup>[7]</sup> 以培养细胞和减少渗透压调节物质方法, 促进原生质体细胞分裂, 再生了愈伤组织, 对白绿竹、凤凰竹 *Bambusa multiplex*、人面竹 *Phyllostachy aurea* 和赤竹 *Sasa logiligulata*。Tsay 和 Yeh<sup>[8]</sup> 报道了 *Sinocalamus latiflora* 的花药组织培养, 形成了愈伤组织和再生植株。Woody 等<sup>[9]</sup> 以墨西哥 *Oatea acuminata* 合子胚诱导了愈伤组织和再生植株。Chang 和 Lan<sup>[10]</sup> 报道了组织培养再生的吊丝球竹植株, 经无激素培养 1 个月, 取其根组织, 成堆培养可诱导愈伤组织和再生植株。

可见胚培养具有明显的优点: 胚培养能自发形成根状茎, 不需要专门的诱导生根步骤; 体细胞胚再生十分迅速, 维持胚培养和扩繁十分容易。至今, 体细胞胚培养已在 *B. arundinacea*, *Dendrocalamus strictus* 和 *Phyllostachys viridis* 中获得了成功。

竹节的腋芽能保存多年并有活力, 在春季生长并形成完整植株, 甚至诱导形成根状茎。由于根状茎能自发形成秆和根, 从而形成完整植株, 这种方法如果能够成功, 则有活力的芽或节可以提供大量材料用于繁殖。在 *B. vulgaris* 和 *D. strictus* 的节中比较容易取出有活力的芽用于培养, 茎尖也可以作为培养材料。但培养物难以生根是一个难题, 目前仅 4%~10% 节芽能诱导生根。从种子中诱导形成丛生芽是另一种培养方法。在继代培养中, 丛生芽都能够生根或培养形成新芽, 胚培养中容易诱导形成丛生芽, 并能生根。在  $B_5 + BAP (10^{-5})$  培养基中 *B. arundinacea* 的 58.4% 种子能诱导形成再生植株。

原生质体提供了一些如分离体细胞克隆变异, 诱导体细胞胚和体细胞融合的可能<sup>[11~13]</sup>。目前竹子悬浮细胞培养也已经取得了较大进展, 使原生质体培养有可能取得突破。在印度德里大学植物系曾分离出少数体细胞克隆变异, 其中有一个是 *D. arundinacea* 的倾斜生长突变体。台湾黄丽春 1990 年报道了竹子细胞与原生质体分离培养研究结果, 中国林科院亚林所 20 世纪 90 年代初建立了黄竹 *D. membranaceus* 悬浮细胞系, 并探讨了原生质体的分离方法。

## 1.2 竹种组织培养条件的研究概况

研究人员分别采用不同竹种的种子、胚及胚状轴、嫩梢、竹枝小段、侧嫩梢顶芽、茎节间组织切段、茎休眠芽、幼竹笋叶箨基部小块、花药花序等材料作为外植体, 在添加不同激素种类和浓度的不同培养基 ( $B_5$ , MS,  $N^6$ , White, BM) 进行诱导培养, 通过培养获得了愈伤组织或芽丛, 并在多个竹种上诱导形成再生植株, 阐明了不同基因型、培养基成分、激素类型和浓度以及培养条件对植株诱导再生的影响<sup>[14~18]</sup>。

Woody 曾对各种激素、培养基成分以及外植体类型对体细胞胚的诱导再生影响情况进行了系统研究和评价, 分别用种子、胚作为外植体进行培养, 发现种子培养中杂菌污染严重, 而胚污染率较低。外植体 (根、根状茎、节和叶鞘) 都能诱导形成胚和再生植株, 说明基因型对胚培养没有明显影响, 但发芽的胚、再生植株的器官则比合子胚作为外植体效果更好。研究发现培养基对体细胞胚诱导形成有显著差异<sup>[19~21]</sup>, 认为  $MS + 2, 4-D (2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}) + BA (0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}) + \text{蔗糖} (2\%)$  是丛生竹培养的最佳培养基。BA 对愈伤组织诱导形成具有重要促进作用, 缺乏 BA 则无法有效诱导形成胚愈伤组织, 椰乳则没有明显作用, 其作用主要体现在与  $B_5$  培养基中的 BA 相互作用。蔗糖浓度对体细胞胚诱导发生也有影响, 2% 比 5% 对激发 *Oatea acuminata* ssp. *aztecorum* 的胚愈伤组织形成效果更好。在其他条件相同时, MS 培养基效果优于  $B_5$  培养基, 它更能保持胚器官发生能力。研究还发现培养条件对再生植株形态建成也有影响, 光照条件下容易形成白化苗。

## 2 竹子试管开花诱导研究

竹子开花周期长且没有规律, 而试管培养的竹子在苗期就可以提早开花, 这种现象是 Nadgauda 等<sup>[22]</sup> 1990 年在对 *Bambusa tulda* 连续 5 代观测后首次报道的。Nadgauda 在培养籼竹 *B. arundinacea* 和苏麻竹 *D. brandisiishi* 实生苗的茎尖中, 通过多次继代培养, 一部分培养芽形成了正常复总状花序且具有正常花器, 进行杂交并获得了种子。随后张光楚等<sup>[23]</sup> 在麻竹、苏麻竹、杂种撑麻 7 号,

Chambers 等<sup>[24]</sup>在版纳甜龙竹 *Dendrocalamus hamiltonii*, Rout 等<sup>[25]</sup>在龙头竹 *Bambusa vulgaris*, 黄丽春等在麻竹中观察到竹子试管苗开花现象。目前约有 9 种竹子可以试管开花, 其中 5 种可以形成种子<sup>[26]</sup>。在 *D. strictus* 和 *B. arundinacea* 的培养中许多体细胞胚可被诱导开花。为了诱导开花, 胚发育形成结实的愈伤组织从  $B_5+2, 4-D+BAP$  培养基中转移到  $B_5+GA_3+ABA+Ethphon$  培养基中, 然后用  $B_5+2, 4-D+BAP+CM$  培养基进行亚培养, 8~10 周即可诱导开花, 并形成具有正常小穗的小花, 体细胞胚诱导开花使竹子试管育种成为可能<sup>[27]</sup>。

张光楚等认为竹子试管苗开花原因主要是: ①与基因型有关, 即细胞分裂能力强的无性系容易开花; ②与外源细胞分裂素浓度有关, 幼苗连续在含有高浓度细胞分裂素的培养基中生长容易引起花芽分化; ③与培养条件有关, 引起衰老的培养条件可以促进花芽分化, 特别是杂种撑麻 7 号在试管中多次开花, 而其取材母株却没有开花, 而在受控环境条件下通过调节培养基成分调节光照、温度等生长条件, 可以改变竹子生长发育的进程。研究花芽分化机理, 通过组培进行竹子杂交, 以获得竹子优良品种, 从而改变竹子长期以来依赖无性繁殖的局面。

### 3 竹子遗传标记研究概况

自然界中生物群体的遗传结构存在大量多态性。传统上曾沿用形态学特征、生化物质作为遗传标记来分析植物的多态性, 20 世纪 70~80 年代采用同工酶作为遗传标记<sup>[29~32]</sup>, 随着生物技术的发展, 各种基于 DNA 的分子标记迅速发展并得以广泛应用。

Chu 等<sup>[33]</sup>用过氧化物酶 (POD) 识别 *Dendrocalamus latiflorus* 的无性系, 发现 8 种特有的 POD 同工酶位点。研究人员对 *Phyllostachys* 14 个种中的 POD 和酯酶 (EST) 进行分析, 发现同工酶谱带上有明显区别, 利用过氧化物酶可以把它们分成 3 组, 各属中 POD 酶谱带结构十分稳定<sup>[34, 35]</sup>。对泰国 *D. asper* 不同种群的叶片的老同工酶分析结果表明, POD 同工酶有明显区别, 可以将不同种群区分开, 而 EST 的差别不大<sup>[36]</sup>。除 POD 和 EST 外, 谷草转氨酶 (GOT) 也可作为同工酶标记<sup>[37]</sup>。

同工酶对于识别属和种水平上的基因型来说是非常有价值的, 但在种以下水平上则无法显示出基因型的差别, 它所提供的信息是有限的。而在分子水平上, 种或品种的多态性更容易检测, 因此基于分子水平的分子标记已大量应用于竹子育种和分类学研究。

对于表型变异很大的竹子来说, 属间或属内以及种间或种内在分子水平上都有可能检测出大量多态性。Friar 等<sup>[38, 39]</sup>对 37 种竹种的基因组用 *ECORV Hind III* 消化, 并用 10 种探针 (探针是用 *Phyllostachys nigra* 制备的) 进行分析, 以及后来在用 3 种不同限制性内切酶对 20 种 *Phyllostachys* 的 DNA 研究中, 几乎每一种酶/探针组合都发现多样性, 这也是第一次应用 DNA 多样性对竹子进行研究。Watanabe 等<sup>[40]</sup>用 15 种限制性内切酶对亚洲 16 个竹种包括热带属和温带属的叶绿体 DNA 的分析中发现大多数具有多样性, 这表明叶绿体 DNA 对系统发育是有价值的。

*Phyllostachys* 属是在农林中很有价值的重要温带竹属, 是欧洲和北美洲有较高价值的装饰用竹属。Gielis<sup>[41]</sup>对包括 41 个种和 30 个亚种用 60 个引物进行检测, 发现用 2 或 3 个引物就可以区别每一个 *Phyllostachys* 的种。对草本植物、竹子与 *Poaceae* 的其他族的几种植物进行比较, 发现了 2 个重要的竹种群: 温带和热带竹种群, 且热带竹种明确群又被分成古代和近代热带竹种<sup>[42]</sup>。

### 4 竹子分子育种研究的未来

我国是世界上竹类资源最为丰富、竹林面积最大的国家, 共有 39 属 600 多个竹种 (变种、变型) 竹林面积 400 万  $hm^2$ <sup>[43]</sup>, 被誉为“竹子王国”, 但竹子作为禾本科木本植物中的重要树种, 在应用生物技术育种研究起步较晚, 基础研究相对薄弱。

竹子种质资源的保存和利用及其遗传变异的研究是竹子育种的一个重要内容, 也是竹子长期可持续利用的基础。目前我国还有 40% 的种质资源未收集和异地保存, 没有建立分区的竹类种质资源基因库, 对竹子的群体分化有待于进一步研究。

目前竹子组织培养研究大多限于丛生竹, 仅有少数几种散生竹种组织培养获得成功。竹子试管开

花诱导虽然已有成功的报道, 但其机理尚不明了, 因此深入研究试管花形成机理, 改良培养基配方, 以期建立稳定的培养体系并获得种子是解决竹子杂交育种, 改良竹种的关键。

利用分子标记研究逐步开展群体间和群体内 DNA (包括核基因组 DNA 和叶绿体 DNA) 水平上遗传变异研究, 阐明竹种群体分化的生态学基础以及用于不同竹种间分类学研究, 对于进一步明确竹种分类具有重要意义。利用分子标记和特定的育种群体构建竹种的基因连锁群, 寻找与竹子特定经济性状紧密连锁的分子标记以及利用分子标记进行辅助选择育种是竹种遗传改良的未来<sup>[44]</sup>。

在成熟组织培养技术体系基础上, 利用基因工程开展竹子抗逆性品种培育, 可能是短期内竹种创新育种, 获得优良繁殖材料的一个途径。

## 参考文献:

- [1] Alexander M P, Rao T C. In vitro culture of bamboo embryos [ J ]. *Curr Sci*, 1968, 37: 415.
- [2] Rao U I, Rao I V R, Narang V. Somatic embryogenesis and regeneration of plants in the bamboo *Dendrocalamus strictus* [ J ]. *Plant Cell Rep*, 1985, 4 (4): 191—194.
- [3] Mehta U, Ramanuja Rao I V, Mohan Ram H Y. *Somatic Embryogenesis in Bamboo* [ R ]. Tokyo: Proc 5th International Congress of Plant Tissue and Cell Culture, 1982.
- [4] Yeh M L, Chang W C. Plant regeneration through somatic embryogenesis in callus culture of green bamboo (*Bambusa oldhamii* Munro) [ J ]. *Theor Appl Genet*, 1986, 73 (2): 161—163.
- [5] Yeh M L, Chang W C. Plant regeneration via somatic embryogenesis in mature embryo-derived callus culture of *Sinocalamus latiflora* (Munro) McClure [ J ]. *Plant Sci*, 1988, 51 (1): 93—96.
- [6] Huang L C, Huang B L, Cheng W L. Tissue culture investigations of bamboo. IV. Organogenesis leading to adventitious shoots and plants in excised shoot apices [ J ]. *Environ Exp Botany*, 1989, 29 (3): 307—315.
- [7] Huang L C. *Bamboo Callus, Cells in Liquid Suspension, Protoplasts and Plant Regeneration in Vitro* [ R ]. Hongkong: Proceeding 8th International Applied Biology Biotechnology, 1997.
- [8] Tasy H S, Yeh C C, Hsu J Y. Embryogenesis and plant regeneration from anther culture of bamboo [*Sinocalamus latiflora* (Munro) McClure] [ J ]. *Plant Cell Rep*, 1990, 9 (7): 349—351.
- [9] Wood S H, Phillips G C, Woods J E, et al. Somatic embryogenesis and plant regeneration from zygotic embryo explants in Mexican weeping bamboo, *Otatea acuminata aztecorum* [ J ]. *Plant Cell Rep*, 1992, 11 (5—6): 257—261.
- [10] Chang W C, Lan T H. Somatic embryogenesis and plant regeneration from root of bamboo (*Bambusa beecheyana*) [ J ]. *J Plant Physiol*, 1995, 145: 535—538.
- [11] 吴益民, 边红武. 竹子悬浮细胞系的建立和组织培养试管苗移栽观察 [ J ]. 竹子研究汇刊, 2000, 19 (1): 52—56.
- [12] 张光楚, 王裕霞. 麻竹离体快速繁殖技术的研究 [ J ]. 竹子研究汇刊, 1993, 12 (4): 7—15.
- [13] Dekkers A J, Rao A N, Loh C S. In vitro callus bamboos *Schizostachyum* and *Thyrsostachys* species [ A ]. Rao A N, Dhanarajan G, Sastry C B. *Recent Research on Bamboo* [ C ]. CAF/IDRC, 1985. 170—174.
- [14] 吴益民. 当前竹子的组织培养和植株再生研究 [ J ]. 竹子研究汇刊, 1999, 18 (1): 32—37.
- [15] 谭宏超. 竹子组织培养技术的初步研究 [ J ]. 林业科技通讯, 1998, (5): 26—26.
- [16] 张桂和, 朱靖杰. 麻竹胚的离体培养和快速繁殖 [ J ]. 植物生理学通讯, 1995, 31 (6): 434—435.
- [17] 马艳梅, 何远康, 何琼英, 等. 麻竹愈伤组织的诱导培养 [ J ]. 华南农业大学学报, 1993, 14 (3): 131—140.
- [18] Mascarenhas A F, Nadgir A L, Thengane S R, et al. Potential application of tissue culture for propagation of *Dendrocalamus strictus* [ A ]. Rao I V R, Gnanaharan R, Sastry C B. *Bamboo: Current Research* [ C ]. KFRI/IDRC, 1988. 159—166.
- [19] Hasan A A E, Debergh P. Embryogenesis and plantlet development in the bamboo *Phyllostachys viridis* (Young) McClure [ J ]. *Plant Cell, Tissue and Organ Cult*, 1987, 10: 73—77.
- [20] Sood A, Palni L M S, Shama M, et al. Micropropagation of *Dendrocalamus hamiltonii* Munro using single node cutting taken from elite seedling plants [ J ]. *FORSPA-Publication*, 1994, (6): 165—168.
- [21] 阙国宁, 诸葛强. 竹子愈伤组织培养与植株再生 [ J ]. 竹子研究汇刊, 1991, 10 (4): 79—80.
- [22] Nadganda R S, Parasharami V A, Mascarenhas A F. Precocious flowering and seeding behaviour in tissue culture bamboo [ J ]. *Nature*, 1990, 344 (22): 335—336.
- [23] 张光楚, 王裕霞. 竹子试管苗开花的初步研究 [ J ]. 竹子研究汇刊, 2001, 20 (1): 1—4.
- [24] Chambers S M, Heuch J H R, Pirrie A. Micropropagation and in vitro flowering of bamboo *Dendrocalamus hamiltonii* Munro [ J ]. *Plant Cell, Tissue and Organ Cult*, 1991, 27: 45—48.
- [25] Rout G B, Das P. Somatic and embryogenesis and in vitro flowering of 3 species of bamboo [ J ]. *Plant Cell Rep*, 1994, 13 (12): 683—686.

- [26] Jon H R, Heuch L. 竹子试管开花——前景和目标[R]. 北京: 国际竹子研究讨论会, 1992.
- [27] Mohini J, Nadgouda R S, Joshi M. Cytokinins and in vitro induction of flowering in bamboo: *Bambusa arundinacea* (Retz.) Willd [J]. *Curr Sci*, 1997, **73** (6): 523–526.
- [28] Clark L G, Davidge G, Ellis R P. Nature hybridization in bamboo: evidence from *Chusquea* sect. *Swallenobloa* (Poaceae: Bambusoideae). *Natl Geog Res*, 1989, **5**: 459–476.
- [29] Chou C H, Yang C M, Sheen S S. A biochemical aspect of phylogenetic study of Bambusaceae in Taiwan I. The genus *Phyllostachys* [J]. *Proc Natl Sci Counc ROC (B)*, 1984, **8** (2): 89–98.
- [30] Chou C H, Hwang Y H. A biochemical aspect of phylogenetic study of Bambusaceae in Taiwan I. The genera *Arthrostylidium*, *Chimonobambusa* and *Dendrocalamus* [J]. *Bot Bull Acad Sin*, 1985, **26**: 155–170.
- [31] Chou C H, Sheen S S, Hwang Y H. A biochemical aspect of phylogenetic study of Bambusaceae in Taiwan I. The genus *Bambusa* [J]. *Bot Bull Acad Sin*, 1984, **25**: 177–189.
- [32] Higuchi T, Shimada. Changes in activity in shikimate NADP-oxido reductase in relation to lignification of bamboo [J]. *Plant Cell Physio*, 1967, **8** (1): 69–74.
- [33] Chu Y E, Chou C H, Li Y S, et al. Identification of bamboo clones *Dendrocalamus latiflorus* in Taiwan [J]. *Bot Bull Acad Sin*, 1972, **13**: 11–18.
- [34] Wang C P, Yu Z H, Ye G H, et al. A taxonomical study of *Phyllostachys*, China I [J]. *Acta Phytotaxo Sin*, **18**: 15–19.
- [35] Wang C P, Yu Z H, Ye G H, et al. A taxonomical study of *Phyllostachys*, China II [J]. *Acta Phytotaxo Sin*, **18**: 168–193.
- [36] Boonsemuk S, Vongvijitra R, Suebka A. Isozyme study of *Dendrocalamus asper* [J]. *Bamboo Abstr*, 1992, (1): 2.
- [37] Huang M R, Chen D M, Xu N. Applications of isozymes in *Phyllostachys identification* [J]. *Bamboo Res*, 1983, **2** (1): 132–135.
- [38] Friar E, Kochert G. A study of genetic variation and evolution of *Phyllostachys* (Bambusoideae: Poaceae) using nuclear restriction fragment length polymorphism [J]. *Theor Appl Genet*, 1994, **89**: 265–270.
- [39] Friar E, Kochert G. Bamboo gemplasm screening with nuclear restriction fragment length polymorphism [J]. *Theor Appl Genet*, 1991, **82**: 697–703.
- [40] Watanabe M, Ito M, Kurita S. Chloroplast DNA phylogeny of Asian bamboos (Bambusoideae: Poaceae) and its systematic implication [J]. *Plant Res*, 1994, **107**: 253–261.
- [41] Gielis J. Bamboo and biotechnology [J]. *EBS J*, 1995, **6**: 27–39.
- [42] Clark L G. Bamboo systematics today [J]. *EBS J*, 1995, **6**: 40–41.
- [43] 张齐生. 我国竹材加工利用要重视科学和创新 [J]. 浙江林学院学报, 2003, **20** (1): 1–4.
- [44] 吴益民, 黄纯农. 2种竹子的 RAPD 指纹图谱的初步研究 [J]. 竹子研究汇刊, 1998, **17** (3): 10–14.

## Advances of bamboo molecular breeding

ZHUO Ren-ying

(The Research Institute of Subtropical Forest, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China)

**Abstract:** Bamboo molecular breeding was reviewed. Tissue culture cultivation is an essential way for bamboo breeding. During 80s, the research workers many countries or districts began research on bamboo tissue, and succeeded in 70 species 20 bamboo genus such as *Phyllostachys*, *Dendrocalamus* Nees, Subgen. *Sinocalamus* (McClure) Hsueh et D. Z. Li, *Sasa* Makino et Shibata, *Thysostachys* Gamble. The researches revealed the effects of explant genotype, phytohormone, media components and culture condition on its tissue cultivation and established a bamboo cultivation system. The research about genetic marker on bamboo was also reviewed. Using biochemical markers, isozymes, molecular markers can easy distinguish different bamboo species. The author also discussed bamboo molecular breeding in the future. [Ch, 44 ref.]

**Key words:** bamboo breeding; biotechnology; review; chromosomes; tissue cultures; molecular markers