



丛生竹 生理生化特性与遗传改良

胡尚连 陈其兵 孙 霞 曹 颖 贾举庆 等 著



科学出版社

丛生竹生理生化特性与遗传改良

胡尚连 陈其兵
孙霞 曹颖 贾举庆 等著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从丛生竹生理生化特性和遗传改良角度,较全面地总结了近年来作者在大型丛生竹类遗传资源,木质素和纤维素的形成和调控,耐寒机理及其相关功能基因克隆与表达,离体愈伤组织诱导与植株再生和遗传转化体系建立,体细胞无性系再生植株变异等方面的研究成果。全书共分八章。

本书可为林学和园林等相关领域的专家、学者、林业科技工作者以及学生提供理论参考。

图书在版编目(CIP)数据

丛生竹生理生化特性与遗传改良/胡尚连,陈其兵,孙霞,曹颖,贾举庆等著. —北京:科学出版社,2012

ISBN 978-7-03-033254-7

I. ①丛… II. ①胡… ②陈… ③孙… ④曹… ⑤贾… III. ①竹亚科-生理生化特性 ②竹亚科-遗传改良 IV. ①Q949.711

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第007296号

责任编辑:罗静 王好/ 责任校对:彭立军

责任印制:钱玉芬/ 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年1月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012年1月第一次印刷 印张:17 1/4 插页:8

字数:480 000

定价:78.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

纤维原料资源是造纸行业生产和发展的基础。近五十年来，我国造纸企业大都以麦草和废纸为主要原料，这导致我国造纸企业产品档次低、竞争力弱，高档纸品高度依赖进口，同时在制浆造纸过程中，木质素和半纤维素作为主要废液（约占造纸工业污染的80%）排放到外界环境，严重污染环境，并造成大量资源浪费。纤维原料结构不合理是制约我国造纸工业发展的瓶颈。我国森林资源匮乏，森林覆盖率比世界平均水平低10个百分点。日前，我国生态现实不允许纸浆原料过度依靠木浆，纸浆造纸用材短缺和价高的矛盾日益突出。

我国是世界上竹类资源最丰富的国家，有500多种，栽培面积700多万公顷，蓄积及年产量居世界前列。竹成材期短，单产高，再生能力强，易繁殖，是速生型植物资源和永续利用资源，对自然资源和生态环境有保护作用。更重要的是竹属于中长纤维原料，介于针叶木和草类之间，比阔叶木纤维长，纤维细长交织力好，是造纸的良好原料。世界上较多利用竹子制浆造纸的国家有中国、孟加拉国、泰国和印度等。近年来，国家在西部地区实施的退耕还林和天然林保护工程，为纸浆产业发展竹资源提供了条件，四川省已形成以竹浆造纸工业为龙头的产业链。四川一些本土大型丛生竹如慈竹、梁山慈竹、硬头黄竹等含有丰富的纤维素，适合作造纸原料。而且，这些竹种还具有适应性广、易栽培、栽培面积大、成活率高、轮伐期短、生物量大等特点，对进一步推动我国竹资源的有效利用和造纸业的可持续发展、生态环境的改善和农民增收，都具有十分重要的意义。

应用基础研究是林业科技工作的源头和根本。由于竹子很难开花的特殊生物学特性，采用传统育种方法很难进行遗传改良，这限制了竹子遗传改良进程。随着生物技术手段的长足发展，通过生物技术手段拓宽竹子遗传资源，改良和培育竹子新品种是当前研究重点。

改善品质和提高耐寒性是竹子遗传改良的重要目标之一。因此，开展竹类遗传资源、木质素和纤维素合成和调控、不同竹种耐寒机理等方面的基础研究，在此基础上，开展与品质形成和调控以及耐寒性相关基因克隆方面的研究，为通过生物技术手段创制竹子新种质资源奠定基础。目前，竹类木质素、纤维素生物合成和调控以及耐寒分子方面的研究尚处起步和探索阶段。尽管竹木质素和纤维素相关合成酶基因相继在慈竹、绿竹、毛竹上得以克隆，耐寒基因在慈竹上得以克隆，但未见在工业纸浆用竹中成功进行遗传转化的研究报道。原因之一在于还未建立大型工业纸浆用竹的离体愈伤组织诱导与植株再生体系和高效遗传转化体系，制约了相关基因表达与调控的研究及其在竹遗传改良方面的应用。

针对以上提出的问题，本课题组自2003年以来，在国家科技支撑计划课题（2008BADC2B02）、四川省“十一五”重点攻关资助项目（2006YZGG-10-07）、四川

省应用基础研究基金资助项目（05JY029-101）、四川省青年基金资助项目（041100）、西南科技大学重点项目（2006031030 和 10zx1102）等的资助下，开展了四川不同地区本土丛生竹——慈竹、梁山慈竹和硬头黄竹的遗传资源、纤维含量与形态、木质素含量和各组分比例和耐低温机理，植物激素和施肥对慈竹木质素和纤维素合成调控效应，慈竹木质素和纤维素生物合成酶基因克隆、组织表达和生物信息学分析，梁山慈竹种子成熟胚离体诱导愈伤组织和植株再生以及农杆菌介导的遗传转化体系建立，梁山慈竹体细胞无性系再生植株变异等方面研究，取得了一定进展，并将相关研究结果总结在本书中。本书的出版得到了生物质材料教育部工程研究中心开放基金资助项目（11ZXbk01）的资助。

全书共分八章。胡尚连负责全书的统稿，并撰写前言和内容简介。陈其兵撰写第一章，曹颖、蒋瑶撰写第二章，胡尚连、贾举庆、孙霞、任鹏、李益撰写第三章，胡尚连、贾举庆撰写第四章，胡尚连、张丽、黄胜雄、孙霞、李晓瑞、周美娟、吴晓宇、郭晓艺撰写第五章，胡尚连、邓小波、孙霞撰写第六章，胡尚连、周建英、卢学琴撰写第七章，胡尚连、郭鹏飞撰写第八章，张丽撰写缩略语。张丽和史世京负责全书的编辑工作。

本课题组的研究仍处于起步阶段，尚待深入系统地开展大型丛生竹生理生化特性与遗传改良方面的研究。由于作者水平有限和经验不足，书中不妥之处，敬请有关专家、学者、科技和生产工作者以及广大读者批评指正。

在本书出版之际，谨向所有关心、支持本书出版的单位、领导、专家、朋友、同学表示衷心的感谢！

胡尚连

2011 年 10 月

目 录

前言

第一章 丛生竹生物学特性与资源分布及用途	1
第一节 丛生竹的生物学特性与资源分布	1
1 丛生竹的概念	1
2 丛生竹的生物学特性	1
3 丛生竹的资源分布	6
第二节 丛生竹的用途	7
1 丛生竹的材用功能	7
2 丛生竹的炭用功能	9
3 丛生竹的食用功能	11
4 丛生竹的生态功能	11
第三节 存在的问题与展望	12
第二章 分子遗传标记在丛生竹类研究中的应用	14
第一节 研究背景	14
第二节 RAPD 技术在四川不同地区慈竹和硬头黄竹分类研究上的应用	15
1 材料和方法	15
2 RAPD 的应用	17
3 讨论	19
第三节 四川不同地区竹种的 RAPD 和 ISSR 遗传多样性研究	20
1 材料与方法	21
2 结果	23
第三章 丛生竹耐寒生理生化特性及其分子机制	31
第一节 研究背景	31
第二节 四川蜀南竹海慈竹和毛竹耐寒能力分析	32
1 材料与方法	32
2 结果与分析	33
3 小结	34
第三节 四川雅安地区慈竹和撑绿杂交竹大型丛生竹耐低温能力分析	35
1 材料与方法	35
2 结果与分析	36
3 讨论与结论	37
第四节 不同类型竹种耐寒性的灰色关联与聚类分析	38
1 材料与方法	39

2 结果与分析	40
3 小结	46
第五节 七种竹耐寒相关生理特性的灰色关联和聚类分析研究	46
1 材料与方法	46
2 结果与分析	46
第六节 低温处理后不同竹种在 cDNA 分子水平上的变化和聚类分析	52
1 材料与方法	53
2 结果与分析	54
3 小结	56
第四章 植物激素和施肥对竹纤维素与木质素合成调控的研究	57
第一节 研究背景	57
第二节 GA ₃ 和 IAA 对慈竹纤维素和木质素生物合成调控	58
1 材料与方法	58
2 结果与分析	61
3 小结	74
第三节 氮钾肥对慈竹纤维和木质素生物合成的调控效应	74
1 材料与方法	75
2 结果与分析	76
3 讨论与结论	80
第五章 丛生竹木质素研究与遗传改良	82
第一节 研究背景	82
第二节 四川工业用丛生竹木质素研究	83
1 慈竹和硬头黄竹木质素含量及 G 与 S 比值的研究	84
2 慈竹和梁山慈竹木质素含量	87
3 慈竹与撑绿杂交竹木质素含量	89
第三节 植物木质素生物合成酶 4CL 基因的遗传进化分析	91
1 材料和方法	91
2 结果与分析	93
3 展望	97
第四节 慈竹木质素关键酶基因克隆、表达与生物信息学研究	97
1 慈竹木质素关键酶 4CL 基因克隆与生物信息学分析	98
2 慈竹 C3H 基因克隆及其生物信息学分析	104
3 慈竹 CCoAOMT 基因克隆及其生物信息学分析	112
4 慈竹 C4H 基因克隆及其生物信息学分析	122
5 慈竹木质素关键酶基因组织表达分析	130
第五节 慈竹木质素关键酶 4CL 基因功能验证	133
1 慈竹 4CL 基因 RNAi 表达载体的构建	133
2 pBI-4CL-RNAi 转化烟草的研究	139

第六节 慈竹 4CL 基因农杆菌遗传转化梁山慈竹的研究	147
1 材料与方法	148
2 结果与分析	151
3 讨论与结论	154
第六章 丛生竹纤维素研究与遗传改良	156
第一节 研究背景	156
第二节 四川工业用丛生竹纤维素研究	157
1 慈竹和硬头黄竹纤维含量的研究	157
2 慈竹、梁山慈竹和硬头黄竹综纤维和纤维素含量分析	160
3 慈竹、梁山慈竹和硬头黄竹纤维形态和维管束形态分析	164
第三节 绿竹与毛竹纤维素合成酶的生物信息学分析	172
1 材料与方法	173
2 结果与分析	174
3 讨论与结论	179
第四节 慈竹纤维素合成酶基因克隆、表达与生物信息学研究	179
1 材料	180
2 方法	180
3 结果与结论	186
第七章 竹离体培养体系的研究	207
第一节 研究背景	207
第二节 梁山慈竹愈伤组织诱导和再生体系建立	207
1 材料与试剂	208
2 方法	208
3 结果与分析	208
4 讨论	213
5 结论	215
第八章 梁山慈竹离体诱导的体细胞无性系变异研究	216
第一节 研究背景	216
第二节 梁山慈竹体细胞无性系再生植株经济性状变异的研究	216
1 材料	217
2 方法	218
3 结果与分析	218
4 小结	226
第三节 梁山慈竹体细胞无性系再生植株耐低温能力研究	226
1 材料	226
2 方法	226
3 结果与分析	228
4 小结	236

第四节 梁山慈竹再生植株茎秆化学成分变化	238
1 材料与方法	238
2 结果与分析	239
3 小结	246
第五节 梁山慈竹体细胞无性系再生植株遗传变异研究	247
1 材料	247
2 方法	247
3 结果与分析	248
4 小结	250
第六节 存在的问题与展望	251
1 存在的问题	251
2 展望	251
参考文献	252
附录:缩略语	264

第一章 丛生竹生物学特性与资源分布及用途

第一节 丛生竹的生物学特性与资源分布

1 丛生竹的概念

竹类植物由地下茎、竹笋、竹秆、枝条、竹叶 5 部分组成，其中地下茎部分由于分生特点和形态特征不同，可分为单轴、合轴、复轴 3 大类型。

合轴型地下茎没有横走于土壤中的竹鞭，只有粗大短缩、节密根多、形似“烟斗”的秆基。秆基两侧有大型芽数对，它们大都能先后生长发育出土成竹。而由此造成这些竹子只能靠着“母竹”的秆基而生，形成“竹生竹”的无性繁殖特点。这种“竹生竹”的繁殖方式与散生竹的“鞭生竹”的繁殖方式截然不同。

除少数竹种外（如梨竹、泡竹的地下茎可以在土中横生 1 米左右），合轴型地下茎一般不能在地下作长距离的蔓延生长，秆基笋目出笋成竹多靠近老秆，形成密集丛生的竹丛，秆基堆集状若推轮，通常将具有这样繁殖特性的竹类植物称为丛生竹。

由许多竹丛按一定丛间距集中生长在一定面积的土地上，当具备了森林的特征时，就形成了丛生竹林。丛生竹林又称合轴丛生竹林，合轴是其地下茎的形态特征，地上竹丛生是其林貌的特征。

2 丛生竹的生物学特性

2.1 丛生竹的形态结构特征

按形态结构特征可将竹分为地下茎、竹秆、枝、叶和箨、花、果六大部分。丛生竹是按地下茎形态特征的不同来划分的。

2.1.1 地下茎

地下茎是竹类植物在地下土壤中横向生长的茎。茎上有节，节上生根，节侧有芽，芽可萌发为新的地下茎或笋。基部一小段为秆柄，细小无根，一般较短，是母竹与子竹的联系部分。秆柄之上竹蔸为秆基，肥大多根，有分蘖节 4~12 节。同一节间一侧狭小、一侧宽阔，宽狭镶嵌排列，每节在宽阔一侧着生 1 枚圆形而中部隆起的芽眼，如图 1-1。

按照竹类植物地下茎的形态特征可将其划分为 3 种不同的类型，即单轴型、合轴型、复轴型，分别形成散生竹、丛生竹和混生竹。

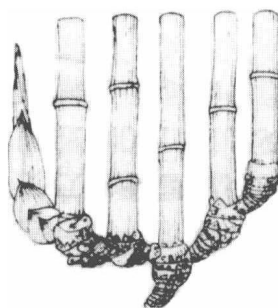


图 1-1 丛生竹地下茎类型

2.1.2 竹秆

竹的地上茎圆而空并有节，称为秆。竹秆是竹子的主体，它分为秆柄、秆基和秆茎 3 部分，如图 1-2。

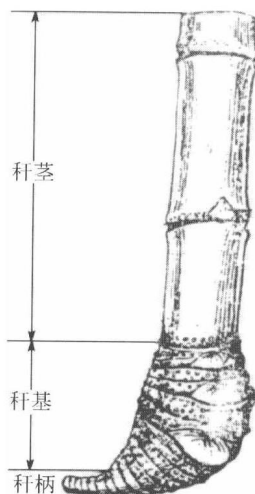


图 1-2 丛生竹的秆柄、秆基、秆茎

2.1.2.1 秆柄

秆柄是竹秆的最下部分，是与球茎相连的输导枢纽，细小，短缩，不生根，由数节至数十节组成。形状如螺丝钉，因此老百姓俗称“螺丝钉”或“龙眼鸡头”，它是竹子地上与地下部分的连接枢纽。

2.1.2.2 秆基

秆基为连接秆柄和秆茎中间的人土部分，由数节至数十节组成，节间缩短而粗大。秆基各节密集生根，称为竹根，形成竹株的独立体系。丛生竹的秆基上具有芽，可以萌笋长竹。秆基、秆柄和竹根合称为竹蔸。

2.1.2.3 秆茎

竹秆的地上部分端正直通，圆形而中空，上有节，上部分枝着叶。每节有 2 环，下

环为箨环，是竹箨脱落后留下的环痕；上环为秆环，是居间分生组织停止生长后留下的环痕。两环之间称为节内，两节之间称为节间。相邻两节间有一木质横隔，称为节隔，着生于节内部位。竹秆的寿命一般为5~10年，竹秆的节数、粗细、节间空或实、竹壁的薄厚等是鉴别竹种的特征。

2.1.3 枝

从竹秆节上的芽发育成的枝称为竹枝。竹枝中空有节，枝节由箨环和枝环组成。秆的下部多无枝，主枝的节可再生枝，形成次生枝。按正常分枝情况，可分为四种类型：一枝型、二枝型、三枝型和多枝型。

2.1.4 叶和箨

叶着生于枝节上，每节长一叶，交错排列于两行。叶分为叶鞘和叶片两部分。叶鞘包裹在小枝节间，叶鞘连接处的内侧有膜质片或纤毛，称为叶舌。两侧的耳状突起，称叶耳。新叶未展放时裹卷呈针状，展放后叶片呈椭圆型至披针形，中脉突起，两边有侧脉数条，叶缘一端有小锯齿，另一边则近于平滑。叶片下方常有短柄。

竹子主秆所生的叶称为竹箨，笋期为笋箨，如图1-3。箨着生于箨环上，对节间生长有保护作用。当节间停止生长后，竹箨一般都形成离层而脱落，也有些竹种只脱不落，宿存在竹秆多年。箨鞘相当于叶鞘，纸质或革质，包裹竹秆节间。箨顶两侧又称箨肩，着生有箨耳。箨顶中央着生一发育不全的叶片，称为箨叶或缩小叶。箨叶无中脉，脱落或宿存。箨叶和箨鞘连接处的内侧着生有箨舌。

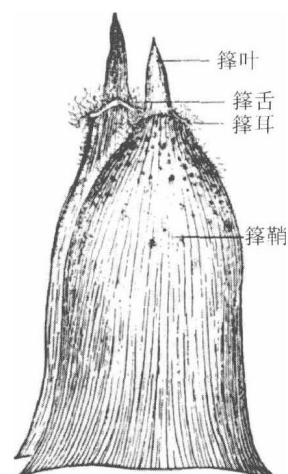


图1-3 丛生竹的竹箨

2.1.5 花

竹子的花与一般的禾本科植物的花相似，每一花有外稃和内稃各一枚。花由鳞被、雄蕊、雌蕊组成。鳞被3片，小而透明，位于花的基础部，是变形的花被；雄蕊常3枚或6枚，花丝细长，花药2室；雌蕊1枚，花柱1~3枚，柱头2裂或3裂，子房1室，有1胚珠。

2.1.6 果

竹果通常为颖果，也有坚果或浆果类型。颖果干燥不开裂，果皮与种皮紧密相连，子粒较小。少数竹如梨竹为浆果，头惠竹为坚果。坚果一般果实大，果皮较厚硬，可与种子剥离。

2.2 丛生竹的生长特性

丛生竹类是竹类植物系统发育进程中最原始的形态。它们适合生长于热带和亚热带地区，在这些地区各种丛生竹形成的竹林都能成为稳定的森林植物群落。它们的年生长

发育规律大多是夏秋出笋，笋竹越冬，来年春季展枝放叶。因此，丛生竹从笋到竹的生长时间比散生竹从笋到竹的生长时间长得多。

2.2.1 地下茎的生长

丛生竹的地下茎为合轴型。地下无横走的竹鞭，新秆由秆柄和母竹相连，节间缩短，无鞭根，一般由10节左右组成，秆基粗大生根。秆基两侧交互着生多对大型芽，可萌笋成竹。芽眼的大小和萌发能力与其着生位置有关，一般分布在秆基中下部的芽眼充实饱满、生命力强、萌发早、出笋质量好，着生在基干上部的芽眼较小，由于露出地面，抽笋数量和质量都较差。一年内，每竹母竹秆基上的芽眼只有1或2个能萌发成笋，其余则不能萌发或萌发后因营养不足而枯死，称为“虚目”。三四年以上的秆基芽眼则完全失去萌发能力。

丛生竹的抽“鞭”发笋由同一器官来完成。秆基的大型芽一般在春末夏初开始萌发，初为向地生长，后为紧贴地面作不同距离的横向生长，然后梢端弯曲向上，膨大形成竹笋。

丛生竹从芽到鞭，从鞭到笋，再从笋到竹的整个生长过程是通过芽的顶端分生组织分裂分化，形成节和居间分生组织，然后由居间分生组织的细胞继续分化、生长、成熟、老化来完成的，其生长活动规律与散生竹基本相同。

2.2.2 竹笋出土

丛生竹萌发抽笋的时间较长，先后经历3~4个月。一般在夏初6~7月份发笋，如慈竹、黄竹和绵竹。也有一些竹类发笋较早，在5月上中旬就有竹笋出土，如麻竹、青皮竹、绿竹等。按照出笋旺发程度，笋期可划分为初期、盛期、末期3个出笋阶段。初期和盛期出土的竹笋肥大粗壮，生长旺盛，退笋率低，长成的新竹一般较母竹高大或等同于母竹；末期出土的竹笋一般都在秆基上部，由于营养不足萌发较迟，笋体较小，大部分萎缩败退，即使能形成新竹，竹秆也矮小，木质化程度差，到了冬季，大多梢端枯萎或死亡。

2.2.3 竹笋—幼竹的生长

丛生竹的竹笋出土后，竹笋至幼竹的生长规律与散生竹有共同的特点，即分为初期、上升期、盛期和末期。初期高生长很慢，每天不过几毫米，一般需要10~20天完成初期生长。上升期高生长逐渐加快，一般只需10~15天完成该过程。到了生长盛期，高生长达到最快，几乎成直线上升，有些竹种一夜能生长50cm，接近全高的3.3%左右。在接近全高之时，生长速度开始迅速下降，进入生长末期，最后逐渐停止生长。

丛生竹竹笋至幼竹的生长包括秆形的生长和枝叶的生长。在此生长过程中，居间分生组织的分裂和伸长活动，关系到日后形成的竹秆秆形。若节间组织伸长均等对称，则秆形圆满通直，如慈竹、粉单竹等；相反，如节间伸长两侧不对称，则节环交互歪斜，竹竿呈“之”字形，如吊丝竹、青竿竹等。丛生竹的竹秆除基秆几节外，其余都有侧芽。侧芽由1个主芽和若干副芽组成，主芽肥大，发育完全，萌发生长成主枝；副芽较弱小，分布在主芽两侧，为枝箨所包被。由于受顶端优势的影响，在高生长停止之前侧

芽处于修眠状态很少抽枝发叶，因此当年新生长的幼竹几乎是光秃的。到来年春季雨水来临之际，侧芽才从幼竹顶端开始，由上而下，先抽枝后放叶，到立夏小满时期才基本结束，成为一株能独立生活的植株。

2.2.4 成竹的生长

成竹的生长划分为幼龄林、中龄林和老龄林三个阶段。1 年的新竹处于幼龄阶段，其高度、粗度、体积均不再明显变化，其细胞组织内的水分多，干物质少，枝叶根系也没有完全发育起来。随着年龄的增长，1 年生新竹的各种生理代谢将逐渐增强，营养物质积累增加，根系也将庞大起来。2 年生竹秆的发笋能力最强，3 年生次之，4 年生基本不发笋。随着年龄的增加，竹秆组织也相应地老化，此时竹秆干物质积累最大，材质良好。当开始出现枯竹、站秆现象时，表明竹生长进入老龄阶段，此时根系逐渐稀疏，代谢活动减弱，材质下降。竹的生长过程中，中幼龄期所占的比重越大，发笋力越强，成竹质量越高。幼龄竹多分布在竹丛外缘，而壮、老龄竹则多分布在竹内部，呈离心辐射状分布。子竹的秆柄总是高于母竹的秆基，新竹位置逐年抬高，芽眼裸露地面。因此，在竹林培育上，砍伐老龄竹、挖除老竹蔸、覆土施肥培笋、留养幼壮龄竹，是保证竹丛旺盛生长的根本措施。

2.3 丛生竹的生态学特性

2.3.1 地形

丛生竹大多自然分布在热带和部分亚热带地区，相当于北纬 25°以南的地区。在我国，主要是在华南、西南等地，包括台湾、福建、广东、广西和云南南部。丛生竹生长地的海拔不高，一般都在地势较为平坦，海拔 800m 以下的平原丘陵地带和河谷冲积地带。

2.3.2 土壤

土壤是一切生命活动的基础，是植物生长发育所需营养物质的提供者，也是竹林生态系统中物质与能量交换的重要场所。丛生竹的根系盘根错节，有很多细小的须根，对土壤条件的要求比较高。① 要求土壤的物理结构较好，水分条件合适。土壤中硬石砾含量少、质地疏松、透气性强，便于根的伸长和生长。土壤过于黏重、土壤的地下水位过高或含盐量在 0.1% 的盐渍化土都不利于丛生竹的生长。② 要求土壤层深厚，含有较多的有机质和矿质元素，肥力较高。丛生竹大多生长在平原、谷地和溪流沿岸，这里的冲积土有较高含量的有机质和矿质元素，适合青皮竹、麻竹等丛生竹的生长，并使其产生较高的经济价值。③ 丛生竹是热带竹种，从它自然分布地区的土壤酸碱度来看，它要求土壤呈酸性（pH4.5~7.0）。

2.3.3 温度

温度是影响丛生竹分布以及生长发育的主导因子。不同的竹种，对温度的要求不一样。由于丛生竹地下茎入土浅，部分秆基和芽眼经常露在土外，再加之丛生竹有夏秋季

出笋的特点,当竹秆木质化程度较低时,容易受冻害。因此,丛生竹对温度的要求较高,一般要求年平均温在 18℃以上,1 月份平均温度在 8℃以上,极端最低温不低于 -5℃。

2.3.4 水分

水分是影响丛生竹生长的关键因子。有些地方,虽然温度较高,但由于水分条件差,仍然不能适宜丛生竹的生长。水分对竹子分布,笋芽萌发、分化,竹笋出土时间、数量和生长都有重要影响。这是因为竹子的自然分布大多受季风的影响,东南亚是世界竹子的分布中心,这里除了有充足的热量供给外,很重要的一点就是该地区刚好处于太平洋季风和印度洋季风汇集地带,因此使得该地区具有充足的水分条件。这就给竹,尤其是对水分、温度条件要求较高的丛生竹带来了有利的生长条件。

丛生竹的年生长量主要集中在竹鞭生长、孕笋、出笋期及地上部分生长期,这些过程都是在短时间内完成的,此期间要求有大量的水分供应。正是由于丛生竹对年降雨量和雨季的分配要求很高,所以在北方很难正常生长。

2.3.5 其他因素

除了以上 4 个因子外,影响丛生竹生长发育的生态因子还有生物因素(包括动物因素和其他森林植被因素)、人为因素等。它们不是孤立存在、静止的,而是共同影响、相互转化、彼此制约的。

3 丛生竹的资源分布

竹子自然分布于亚洲、非洲、南美洲、北美洲、大洋洲的热带地区和太平洋中相应位置的岛屿,而又以东南亚的热带、亚热带为分布中心。我国是亚太地区,也是世界上竹子分布最广、种类最多、栽培面积最大的国家。我国的丛生竹按地带性区域分布,集中在热带和南亚热带区域。

3.1 丛生竹的种质资源

亚太地区有竹种 900 余种,其中丛生竹就占了近 3/5,可见丛生竹在竹类资源中占有举足轻重的位置。中国的丛生竹资源储量大,种类繁多,分布广泛,有簕竹属(*Bambusa*)、牡竹属(*Dendrocalamus*)、绿竹属(*Dendrocalamopsis*)、慈竹属(*Neosinocalamus*)、巨竹属(*Gigantochloa*)、箭竹属(*Fargesia*)、泰竹属(*Thyrsostachys*)、悬竹属(*Ampelocalamus*)等 22 属 201 种,栽培面积 985 万亩^①。

3.2 丛生竹的分布

丛生竹由于其对生境的特殊要求,特别是对温湿条件要求较高,所以以热带竹种为主,主要集中在我国的广东、广西、云南南部、台湾省在内的华南丛生竹区。另外,其在北纬 25°~30°的贵州、湖南、江西、四川西南部、云南北部、浙江南部、福建

^① 1 亩≈666.67 m²,后同。

西北部等地区也与散生竹一起形成点面混合状分布。在其集中分布区的南部,在溪流两岸、房前屋后、山麓缓坡地带等海拔 300 m 以下的地方,常有成片的丛生竹纯林。而在其集中分布区北部高海拔地区,则与散生竹、混生竹一起组成混合竹林。年均温在 20~22 ℃,最冷月份均温在 8 ℃ 以上,年降雨量在 1200~1800 mm 的地区是丛生竹的适生区。

西南诸省分布的丛生竹资源尤以云南、四川两地最为丰富。在云南分布的丛生竹属数和种数占全省竹属数和种数的 65.4% 和 80.9%,主要竹类型占 62.1%,面积、蓄积约占竹类总面积和蓄积的 80%。云南丛生竹的最大特点是以热性、暖热性大中型丛生竹为主,并拥有世界上最大的竹子——巨龙竹和龙竹。这些大中型丛生竹主要集中分布在滇南、滇西南两大竹区。由于地域分异的特点,四川气候明显分为盆地亚热带季风(湿润)气候区和川西高原(干湿明显)气候区。丛生竹由于喜湿热的环境条件,大多分布于四川盆地内,川西南也有少量丛生竹林区。

浙江南部地区地处中亚热带南缘,是我国丛生竹区至散生竹区分布的过渡地带,适宜多种竹子的生长繁衍,是我国东南部完整地带性丛生竹分布区的北线。但由于历史上多次地质冰川运动和物种迁徙,现实的竹种资源分布很单调,据 1976 年调查统计,丛生竹仅有 10 余种。自 1978 年来,浙江省科学院亚热带作物研究所陆续从南方丛生竹区引种有价值的经济竹种 70 多种。这里的丛生竹在植被组成上与云南、四川、贵州等西南季风丛生竹亚区截然不同。因本区受太平洋东南季风的控制,无明显的干旱和雨季之分,故竹种主要是暖温性抗风的丛生竹,如绿竹、麻竹、单竹、水竹、青皮竹、撑篙竹等。

南方人工丛生竹林是我国竹林资源的一个重要组成部分,其中筋竹属、牡竹属是主要的丛生竹类。大面积人工栽培经济丛生竹林的竹种有四川盆地四周的慈竹林、硬头黄竹林,福建的麻竹林、绿竹林,广东的大头典竹林和广西的吊丝球竹林。人造板用竹以大型竹为主,巨龙竹、龙竹、马来甜龙竹、车筒竹、绿竹等均为优良材用丛生竹种。

第二节 丛生竹的用途

1 丛生竹的材用功能

丛生竹材的开发利用相对于散生竹的毛竹等起步较晚,长期以来,人们对竹的利用仅停留在劈篾编织、原竹利用或经过简单的粗加工生产初级产品上。如今,竹材的应用随着科学技术的进步有了更广阔的用途,在竹材造纸和竹胶合板方面有了重大突破,主要有车辆用竹胶合板、混凝土模板用竹胶合板、船用竹胶合板、竹材地板、集装箱用竹胶合板等,形成了人造竹板的产业化,取得了明显的经济效益。据统计,我国竹产业年产值达 170 亿元,年加工产值 90 多亿元,出口创汇近 5 亿美元。竹材除了具有明显的生态效益外,还具有其他木材不可比拟的经济效益。

1.1 原竹利用

建筑业用的脚手架、脚平板、护栏等都是原竹利用。农业使用原竹做植物攀援的藤架,篱笆等。海南省仅此两项每年就需要原竹 2×10^5 t。

1.2 日用竹制品

日用竹制品与人们日常生活息息相关,诸如竹篮、竹席、竹筐、竹帘、竹梯、竹桶等,它们的使用历史也最为悠久,至今仍具有相当的规模。目前工业化生产的日用竹制品主要有以下几类:竹凉席、竹筷、竹家具、竹签等。

1.2.1 竹凉席

竹凉席是我国日用竹制品的大宗产品,南方各省均有生产。近几年开发的机制凉席实现了机械化生产,而且还开发出多种机制凉席产品,如床席、枕席、椅垫、沙发垫、汽车坐垫等。

1.2.2 竹筷

筷子是东方人生活中不可缺少的餐具,竹筷有着广阔的市场。竹筷的规格品种较多,这类产品今后仍是国内外所需的大宗产品。

1.2.3 竹家具

竹家具的生产与使用在我国有着悠久的历史。竹制家具清雅质朴、舒适凉爽,具有浓郁而亲切的乡土气息,历来为国内外广大用户所青睐,尤其在我国江南使用十分普遍。现在多采用竹质集成材和竹材人造板生产家具,其结构和制竹工艺与木质板式家具大致相同。国家实施天然林保护后,木材短缺,由竹制成的人造板可缓解这一问题,因此竹制人造板材市场前景广阔。

1.2.4 其他日用竹制品

日用竹制品的品种很多,常用的还有竹签、竹扇、竹笠、竹伞等。另外,农民更是利用竹加工成各种农具,如背篓、竹筐等,给生活带来很多方便。

1.3 竹工艺品

竹工艺品在中国已经有数千年的历史,是中国独具特色的艺术瑰宝。根据制作工艺不同可将竹工艺品分为竹编工艺品和竹雕工艺品两大类。

1.3.1 竹编工艺

竹子材性柔韧,可将它劈成任意厚度、宽窄的篾片,用以编织各种精美的日用品及装饰品。竹编制品包括传统的篮、盘、罐、盒,以及现代的屏风、动物、人物、家具、装饰品等十几类数千种产品,这些产品是我国重要的出口商品。

我国各地竹编工艺的传统风格各不相同,竹编工艺展现着地域文化的特色。浙江省的竹编最为著名,以其编织精巧、品种繁多在全国名列前茅,如“苏武牧羊”、“双龙戏珠”等。四川盛产的慈竹富有弹性,很适合编织,梁平竹帘、自贡的“龚扇子”等可称巴蜀竹编工艺中的绝活。福建宁德的蔑丝竹枕及惠安的竹丝斗笠、安徽的舒席、湖南益阳的水竹凉席等也颇为有名。此外,湖北、江西、广西也都是我国竹编工艺品的重要产地。