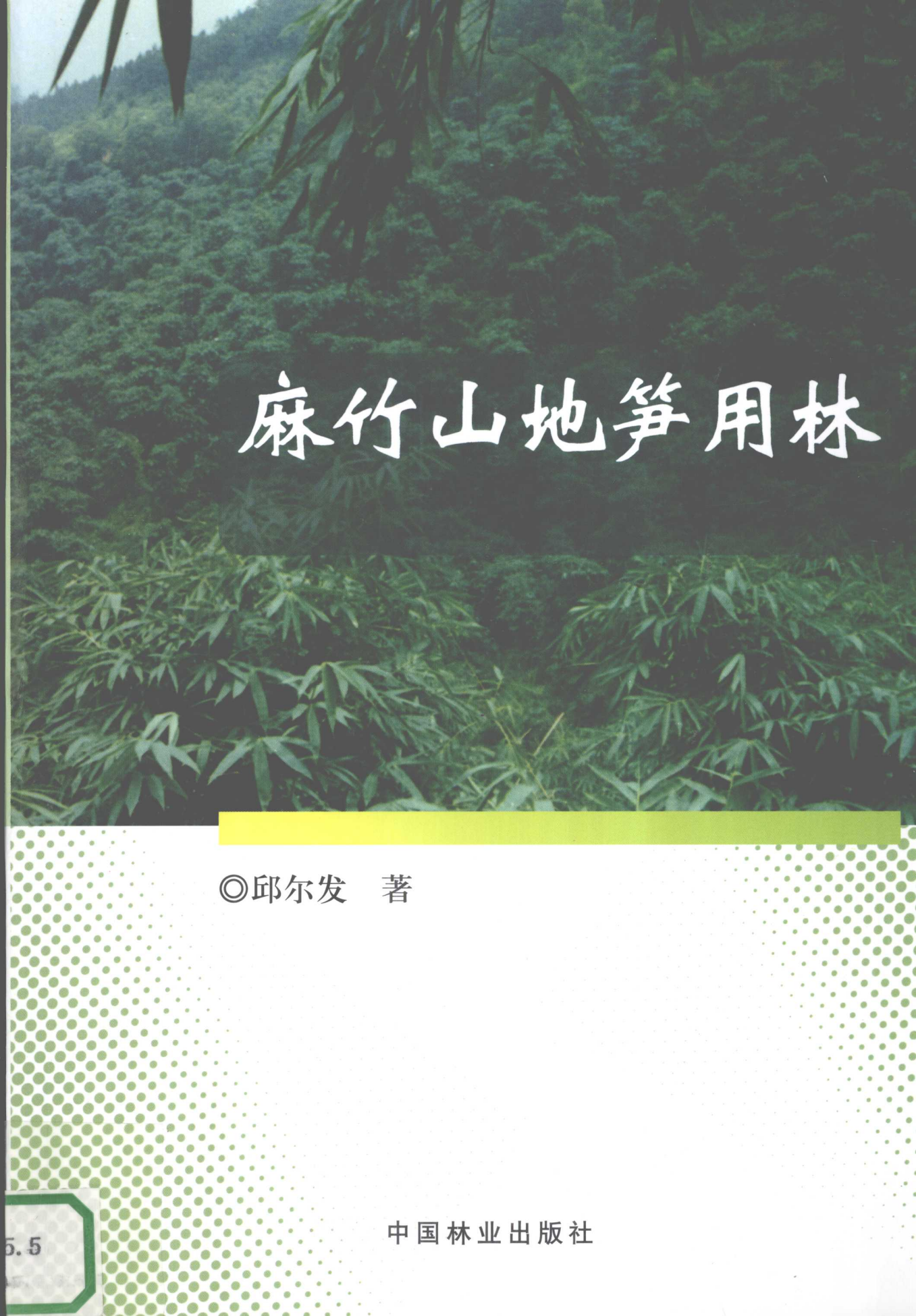




麻竹山地笋用林

◎邱尔发 著

中国林业出版社

S795.5

Q710

麻竹山地笋用林

邱尔发 著

中国林业出版社

内容简介

本书以麻竹山地笋用林为研究对象,通过生物量和生产力结构、生态系统养分和水分特征、林分生长和发笋规律及叶片代谢生理特性等方面的研究,揭示麻竹山地笋用林生态系统特性;通过竹林结构管理、土壤管理技术及竹林有机肥、无机肥及配方施肥效应的研究,探索麻竹山地笋用林优质丰产栽培措施,丰富竹林培育理论,为生产实践提供技术支撑。该书首次全面、系统、深入地研究麻竹山地笋用林生态系统特性及其丰产培育技术,对竹类研究具有重要的参考价值,可供从事竹类培育、生态等方面的研究人员及竹林生产实践的工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

麻竹山地笋用林/邱尔发著. - 北京:中国林业出版社,2007. 5
ISBN 978-7-5038-4793-6

I. 麻… II. 邱… III. 麻竹—栽培 IV. S795.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 072040 号

出版:中国林业出版社

北京市西城区德内大街刘海胡同7号,100009

E-mail:cfphz@public.bta.net.cn

电话:010-66188353

印刷:北京地质印刷厂

发行:新华书店北京发行所

版次:2007年5月第1版

印次:2007年5月第1次

字数:300千字

印张:13

开本:787mm×1092mm,1/16

定价:35.00元

前言

竹子属于禾本科竹亚科，共有 70 余属 1 000 种左右，主要分布在热带和亚热带，温带和寒温带地区有少量分布。中国是亚洲竹子分布的中心，是竹子种类最丰富、分布最广的国家，除引种栽培外，已知的自然分布竹子有 37 属 500 余种，占世界竹子种类的 50% 以上，自然分布限于长江流域及其以南各地区，少数种还可向北延伸至秦岭、汉水及黄河流域，许多竹种还是我国特有种。

人们在长期的生活过程中，竹子的用途逐渐被开发出来，尤其是中国，已成为世界闻名的竹子王国，在生产生活的各个角落都留下竹子的烙印。我国古代劳动人民充分发挥聪明才智，竹子得到广泛利用，遍及衣、食、住、行、用等方方面面，它与人们结下深厚的感情，真可谓“不可一日无此君也”！进入新时代，竹子利用向深加工方向发展，已走上工业化、产业化发展的道路，产品也进一步开发，广泛用于制造各种高档竹质胶合板、纤维板、竹丝板、竹材复合板、工艺品、纸张、竹炭等等；同时，竹子内含物的提取也逐渐引起人们的重视，陆续研发出了一系列具有高附加价值的药品、保健品、饮料和生活用品；在人类日益关注生态环境的今天，竹林生态环境的利用也逐渐为人们所重视，城市、园林绿化经常有竹子的影子。竹子不仅为人们提供丰富的物质产品，同时还形成了内涵丰富、灿烂多彩的竹文化，丰富了人们的精神生活。随着社会的发展，竹子的价值将被进一步发掘利用，也必将为人们生活质量的提高做出更大贡献！

在竹子所有用途中，竹笋的食用与人们的关系最为密切。竹笋是健康的纤维素食品，有健胃、消食、塑身的功效，自古为人们所喜爱，特别是东南亚地区的人们历来有食用竹笋的习惯。随着社会的发展和科学技术的进步，人类生活水平不断提高，竹笋的利用价值进一步被开发，竹笋作为“山珍”和绿色食品，鲜笋和笋干被制成各种风味佳肴，深受国内外群众的喜爱。目前，竹笋加工已形成工业化生产，加工工艺也得到了较大的改善，制成各种精美的系列产品，鲜笋被加工成各种笋罐头，如清水笋、玉兰片、油焖笋等，畅销国内外市场。

麻竹是我国南方夏秋著名的笋用竹种，其笋期长，产量高。笋肉厚实、细嫩、清脆，味道鲜美，富含人类所必需的氨基酸，营养丰富，有“素食第一”之美称。麻竹笋可鲜食，亦可制成笋干或罐头，做成各种精美菜肴。近几年，伴随加工业的发展，麻竹笋被加工成各种笋罐头食品，远销东南亚、欧美等地，成为世界各国人民喜爱的食品。麻竹除笋的利用外，竹材可用于造纸，竹叶可用于包装食品，其产品在东南亚也具有良好的市场前景。同时，我国正在进行社会主义新农村建设，村民富裕是其重要内容，而我国南方麻竹适宜区山地资源丰富，发展麻竹山地林可提高农村经济效益，减缓农村就业压力，丰富林农产品，增加农民的经济收入。因此，山地麻竹栽培具有重要的经济效益和社会效益。

我对麻竹真正的认识始于1996年，当时对福建省漳州地区的麻竹进行考察和研究，惊叹于麻竹产业的发展和经济效益，福建省部分县市已把麻竹作为致富的重要途径之一，许多农村、企业和林场已在山地进行栽培和推广，麻竹规模化培育初见端倪。但是由于山地立地条件与四旁具有很大差异，山地麻竹栽培尚很少有成熟配套的技术，尤其是竹林的水肥管理、造林密度、每丛的留竹度等方面的技术莫衷一是，许多技术只是简单的套用其它竹种培育的技术，山地麻竹的栽培尚处于探索阶段，实践中渴望山地麻竹林优质、丰产栽培技术，但当时麻竹山地笋用林生态系统特性研究尚未引起人们足够的重视，优质丰产栽培机理也很少有人涉及，麻竹山地笋用林亟待开展研究。1999年，我开始在南京林业大学攻读博士学位，欣然把山地麻竹作为学位论文选题，试图对麻竹山地笋用林生长规律，生态系统养分、水分，生理特性，优质丰产培育技术等方面进行较系统的研究。经过几年辛勤的探索，克服重重困难，完成我的博士论文“麻竹山地笋用林生态特性及丰产栽培技术研究”。由于博士论文成文过程时间较仓促，部分研究内容来不及整理，本书是在博士学位论文的基础上，经过近年来的研究、整理和完善，并补充相关的内容整理而成，旨在为麻竹生产和研究提供一些帮助，为竹林培育教学提供参考。

由于受当时试验条件的局限和时间的限制，同时也由于水平有限，书中错误在所难免，敬请大家批评指正。

邱尔发

2006年12月

于北京

目 录

前 言

第一章 概 论	(1)
第一节 国内外笋用竹林培育研究现状	(1)
一、国内笋用竹林研究现状	(1)
二、国外笋用竹林研究现状	(6)
三、探讨及展望	(6)
第二节 麻竹概述	(7)
一、中国竹子分区	(7)
二、麻竹的形态与分布	(7)
三、麻竹的产区区划及研究现状	(9)
第三节 麻竹山地笋用林研究的基本方法	(10)
一、麻竹生长测定	(11)
二、麻竹组织切片	(12)
三、林分水文研究方法	(12)
四、元素浓度的测定	(13)
五、麻竹笋营养成分测定	(13)
六、麻竹叶片光合作用测定	(14)
七、麻竹山地笋用林施肥效应研究	(14)
八、麻竹山地笋用林培育技术研究	(19)
第二章 山地麻竹特性	(20)
第一节 麻竹解剖构造	(20)
一、叶片解剖构造	(20)
二、枝条节部解剖构造	(23)
第二节 山地笋用麻竹生长特性	(28)
一、笋—幼竹高生长	(28)
二、竹林生长年动态规律	(32)
第三节 麻竹山地笋用林生态系统结构	(37)
一、林下植被生长	(37)
二、麻竹生物量结构	(39)
三、麻竹林生态系统生产力利用结构	(44)

四、不同林龄麻竹林生态系统能量结构	(45)
五、不同竹苑类型竹笋产量结构	(46)
第四节 山地麻竹代谢生理特性	(51)
一、不同竹冠部位叶片光合及呼吸笋期动态	(51)
二、开花麻竹不同部位叶片光合和呼吸性状比较	(55)
三、不同受光面叶片光合及呼吸性状	(57)
第三章 麻竹山地笋用林水文和养分特征	(61)
第一节 竹林水分动态	(61)
一、降雨在麻竹林冠层的分配	(62)
二、麻竹林水源涵养功能评价	(64)
三、不同土壤垦复措施麻竹林地表径流的比较	(64)
第二节 竹林生态系统养分循环	(69)
一、凋落物动态规律	(70)
二、养分的淋溶归还动态	(74)
三、不同垦复措施麻竹林地表径流的养分浓度及含量月动态	(78)
四、笋用竹林生态系统养分的输入与输出	(82)
第三节 山地麻竹营养特征	(82)
一、麻竹笋内含物分析	(83)
二、麻竹叶片养分浓度特征	(87)
三、麻竹营养元素浓度垂直分布	(90)
四、麻竹单株养分含量的垂直分布	(94)
五、麻竹林生态系统养分的现存量	(95)
第四章 麻竹山地笋用林培育技术	(97)
第一节 麻竹繁育技术	(97)
一、良种选育	(97)
二、麻竹苗木繁育技术	(99)
第二节 麻竹山地造林技术	(101)
一、麻竹山地造林	(101)
二、幼林抚育技术	(103)
三、新竹留养技术	(103)
四、麻竹更新技术	(104)
第三节 林分结构与土壤管理技术	(104)
一、不同留竹结构麻竹林竹笋产量	(104)
二、麻竹山地笋用林密度效应分析	(106)
三、不同土壤垦复措施对麻竹笋产量指标的影响	(109)
第五章 麻竹山地笋用林施肥效应	(112)
第一节 有机肥施用技术及其效应	(112)
一、竹笋产量效应	(112)
二、竹笋营养成分效应	(120)

三、叶片生理代谢效应分析	(125)
四、叶片元素浓度分析	(138)
第二节 无机肥施用技术及其效应	(148)
一、产量效应	(148)
二、竹笋品质效应	(153)
三、光合及呼吸效应	(157)
三、叶片养分动态	(163)
第三节 麻竹山地笋用林配方施肥效应	(170)
一、竹笋产量指标分析	(170)
二、经济效益分析	(180)
三、讨论	(184)
参考文献	(185)
后记	(197)

第一章

概 论

第一节 国内外笋用竹林培育研究现状

随着经济的发展和人民生活水平的提高,健康成为人们关注的焦点。竹笋作为天然的保健食品,它含有糖、蛋白质、纤维素、多种矿质营养元素及维生素,能够促进消化和排泄,避免有害物质积累,减少中毒症和肠癌的发生,因此竹笋已日益受到人们的青睐,被誉为“山珍”。而作为笋用竹林的丰产培育也因为其显著的经济效益而备受重视。目前,竹笋作为商品生产主要集中在东南亚国家,如中国每年生产竹笋 100 万 t 左右,日本年产竹笋 12 万~15 万 t。人均消耗竹笋量逐年提高,1955~1960 年为 1.2kg/人,1971~1980 年为 2.47kg/人,1981~1991 年上升为 3.08kg/人(周芳纯,1999)。

竹林是森林资源的重要组成部分,同时竹子又是一个有别于林木的特殊群体。其繁殖或造林主要以无性繁殖的方式进行,有“独木成林”之说,并且竹子生长速度快,经营周期短,个体一旦长成,其直径和竹高将几乎不增加。正是由于竹子的特殊性,竹林的培育也有别于一般林木培育。然而作为笋用丰产竹林,其经营目的是获得最大产量的优质竹笋,在经营过程中,每年由于大量的竹笋被移出利用,消耗的养分远远大于材用竹林。因此,笋用丰产林的经营又与一般竹林的经营有所不同,探讨其研究现状有重要的现实意义和理论意义。

一、国内笋用竹林研究现状

(一) 优良笋用竹种选育及繁殖的研究

竹子主要进行无性繁殖,没有常年开花,竹子的有性杂交育种较为困难,报道相对较少。目前主要是在 20 世纪 70~80 年代,张光楚等(1976,1979,1986)对毛竹、青皮竹、撑篙竹、车筒竹、吊丝竹、麻竹等竹种的开花特性及花粉形态进行观察和研究,并进行人工授粉,培育种子。根据杂种后代所表现的竹笋可食性及材用指标,筛选出 4 个优良品种,即撑篙×麻竹(青皮)1 号、撑篙×麻竹 25 号,青皮×麻竹 4 号、吊丝×麻竹 5 号等品种,开创了竹类杂交育种的先锋;其后,付懋毅、邢新亭等(2003)对麻竹控制授粉开展研究,取得重要进展。

在良种的引种选择上,我国各地主要进行大量优良笋用竹种的引种和筛选,选出近 20 个优良笋用竹种(唐开山,1987;丁振才等,1995;恭映壁,1995;张光楚,1993;胡明芳,1997;王永锡,1997;黄伯惠,1995)。另外,陈存及、邱尔发等(1999,2001,2002)率先开展毛竹种源试验,从全国各地收集种源,以无性繁殖方式建立试验林,对不

同种源竹笋营养成分进行测定,评价和筛选优良笋用毛竹种源。

在良种繁殖方面研究,技术和手段相对落后,20世纪90年代以前,我国普遍采用母竹移栽、竹鞭繁殖、枝条扦插和埋秆等无性繁殖方法,只有到20世纪90年代后,随着科技的发展,生物技术在我国逐渐受到重视,开始对竹子进行离体培养,以种子、种胚茎段、顶叶等组织或器官作为培养材料,成功地进行培养,并分析离体培养的难易程度(马艳梅,1993;张光楚,1993;阙国宁等,1994;龚樟正,1996;谭宏超等,1998)。

(二) 笋用丰产林结构控制

竹林的结构是竹材丰产的重要因子,它包括水平、垂直和年龄结构三个要素,但是在丰产笋用林中,一般进行集约化纯林经营,所以水平和垂直结构主要体现在密度控制。

1. 笋用林密度

密度的控制分造林密度和经营密度。由于竹子种类较多,形态变化较大,依竹子在地上分布的状态散生竹、混生竹和丛生竹三种类型。不同类型的竹子,地下茎生长方式不同,其密度也必然不同。依据竹子的特性、经营集约程度和立地条件等因素,认为丛生竹种由于地下茎节间短缩,不能在土中作长距离蔓延生长,为了充分利用地力及加快成林速度,栽植密度要比散生竹大些(徐昌棠,1993)。一般地,散、混生竹母竹移栽林密度在 $370 \sim 1\,350$ 株/hm²,丛生竹为 $500 \sim 900$ 株/hm²,具体依据竹种个体的大小、特性及培育目标而定(周芳纯,1998)。

2. 年龄结构

笋用林竹的留养主要是为以后竹林的发笋提供母竹及养分,所以,应保留发笋能力强的壮龄竹,总体上竹林群体年龄结构比材用林小。另外,笋用林年龄结构的控制因竹种而异,但概括地说,丛生竹的母竹年龄要小于散、混生竹年龄,丛生竹留竹年龄为1~3年生,一般其比例为2:2:1(耿养会,1995;肖贤坦等,1996;李建江,1997),散、混生竹的年龄结构研究认为,毛竹留I~IV度竹,比例为3:3:3:1或1:1:1:1,或者留I~III度,比例为3.5:3.5:3(湖州市笋用林高产技术推广协作组,1989;陈存及等,1994;周芳纯,1998);早竹、雷竹等小经竹留1~5年生,比例为2.5:2.5:2.5:2.0:0.5(周芳纯,1998)。

(三) 笋用丰产林生境控制

生境包括竹林生长的理化环境和生物环境,其控制途径主要通过适地适竹、深翻垦复及施肥等措施实现。

1. 适地适竹

丰产笋用林孕育竹笋消耗的养分量较大,其所要求的立地条件较严格,造林时普遍选择土壤疏松、深厚、微酸性的低山缓坡或山谷平地的林地较适宜(薛贵山,1989)。但是,不同竹种间对立地条件的要求有所不同,如高节竹、角竹、红哺鸡竹等竹种耐旱、耐瘠薄的性能较早竹、雷竹、乌哺鸡竹、黄甜竹等竹种好(胡明芳,1997)。所以在笋用林培育时,可实行多竹种搭配,实现适地适竹经营。

2. 垦复、除杂草

垦复一方面可清除杂灌草,减少无益的竞争;另一方面,影响散、混生竹林地下系统,促进竹鞭的生长发育,改善土壤物理状况,从而显著地促进胸径增粗和竹壁增厚(李启良

等, 1995)。对不同垦复措施研究认为, 毛竹林垦复深度以 20cm 为好, 但在山脚缓坡等土层深厚, 生长较好的竹林, 以 25cm 深度为好, 时间以 7 月最佳, 8 月次之, 9 月最差 (陶明芳, 1994); 周文伟 (1996) 对毛竹鞭研究认为: 垦复深度 45cm 时, 林地鞭段数最多, 而垦复深度为 15cm 时, 影响竹鞭分布的深度, 易产生浮鞭, 不同深度垦复对鞭径粗度影响不大, 能使竹鞭节间长度和单条鞭长度明显增加, 减少跳鞭。当前, 垦复、清除杂灌等措施, 在散、混生竹林中已广泛采用, 特别是在低产林改造中, 取得显著的效益 (郑庆衍等, 1992; 钟承广, 1996; 胡世荣, 1996)。

3. 覆盖技术

笋用林的覆盖技术自 20 世纪 90 年代以来, 作为一种丰产措施已在雷竹、早竹等竹种上进行了试验研究, 覆盖地明显增加地温, 增强土壤微生物的活力, 改变竹林内循环, 从而促进笋芽的萌动, 提前出笋开始期, 并且能延长笋期, 增加笋的产量 (方伟等, 1994; 潘志强, 1995; 何月祥, 1996)。在覆盖材料上, 胡超宗等 (1994; 1996) 以竹叶、谷糠、竹叶加谷糠、竹刨花、稻草、麦秆等对早竹进行覆盖。研究结果表明各种材料都能提早发笋、延长笋期, 但以竹叶和谷糠增温效果较好。

然而, 由于覆盖提高地温, 提早竹林发笋, 改变竹子内源激素的含量和分布, 打破竹子本来的生长节律, 从而出现了负面效应, 导致林地衰退, 笋产量下降, 并产生开花现象。试验结果表明, 覆盖时间越长, 开花越严重, 覆盖 3 年或 3 年以上的竹林, 11% 的立竹出现开花 (周国模等, 1998)。

(四) 竹林施肥

林木施肥始于 20 世纪 30 年代开始在北美、澳大利亚及日本等地开展试验研究 (Baule, 1970)。后来, 随着世界人口剧增, 工业发展, 森林资源遭到严重破坏, 引发了森林资源及环境的危机, 木材需求急剧增加, 森林资源短缺的矛盾日益突出, 于是出现短伐期林分的集约经营, 林木的施肥自然就成为速生丰产林培育的一种必不可少的基础技术措施 (李贻铨, 1991)。目前, 杨树、桉树、杉木、北美黄杉、云杉、马尾松等树种已普遍采用施肥技术。

竹林的施肥在生产实践的应用早于一般林木, 20 世纪 50 年代, 人们已开始凭借经验施肥, 只是很少做系统的研究。直到 80 年代, 竹、笋产品的迅猛开发利用, 竹子分布中心的国家, 开始普遍关注竹类资源的培育, 于是世界竹林面积迅速扩大。目前, 我国有竹林面积 484.26 万 hm^2 , 据我第六次全国森林资源清查统计, 比第五次清查的 421.2 万 hm^2 增加 63.06 万 hm^2 , 年均增加 12.61 万 hm^2 。竹种结构进一步优化, 一批优良、高效竹种得到大面积培育和开发利用, 形成了散生竹、丛生竹, 大型竹、中小型竹, 乡土竹种、引进竹种, 生态竹林、经济竹林综合发展的新格局 (程良, 2007)。

竹林的施肥是竹林丰产培育最重要的措施之一。因此, 近十几年来, 竹子资源丰富的国家十分重视竹林施肥, 80 年代以来, 对竹林施肥开展了广泛的研究, 进行了不少有益的探索, 为生产实践提供施肥技术及依据。

1. 竹林施肥的生物学理论

植物生长量是叶片中营养元素的浓度和它们之间的平衡这两个变数的函数 (陈国峻等, 1998)。养分供给是林木生长发育的物质基础, 树体营养元素浓度与林木生长量、产量有密切的关系, 要使植物达到高产, 树体营养元素浓度必须保持一定的水平与适当的比例。如果

比例失调,林木将会失去生理平衡。

竹林是一个特殊群体,它有别于一般林木的经营。竹子个体寿命也相对较短,但其生长快,经营周期短,竹子个体的形成从长出地面开始只需十几天至五六十天,并且竹林种群增长只在一年中短暂的季节形成大量的个体,需要消耗大量的养分。同时,在人工林中,人们经营竹林不仅以竹材为经济产品,而且竹笋也是重要的产品,且经济价值经常远远超过竹材,这就意味着竹林经营每年要带走大量的养分。所以,竹林的丰产经营,无论从竹子本身的特性或养分平衡角度,都比一般丰产林更迫切要求施肥,补充竹林的养分,防止竹林地力衰退,以达到持续丰产经营。

2. 竹林施肥研究现状

在竹林施肥技术上,自20世纪80年代以来,做了不少试验,概括起来,主要有如下几个方面:

(1) 竹林施肥方法 施肥方法与肥料的吸收利用率及吸收速度密切相关,就一般林木而言,施肥方法主要包括基肥和追肥,其中,追肥又分撒施、条施、沟施、灌溉施肥和根外追肥等方法,但由于竹林鞭根系统及竹腔多为空心等特殊性的存在,出现了伐桩施肥、注射施肥等方法。

从目前的研究看,竹林施肥各种方法在不同程度上对竹林发笋、成竹率及直径生长等方面都有促进作用,但具体哪种方法较好,不同的研究有不同结果。洪伟、郑郁善等采用注射法施肥取得明显效果(1998)。裘福庚等(1986)用示踪原子法比较施肥方法认为,毛竹伐桩施肥吸收率是根际施肥的10~22倍;陈植誉(1991,1992)对毛竹进行伐桩内腔施肥,认为该法能有效防止肥料挥发,有利于竹鞭吸收和多萌芽、出大芽,且施肥1次,肥效持续4年;郭志伟(1987)也认为伐桩施肥省力高效;但夏小英等(1993)通过陡坡免耕施肥认为,开水平沟、竹根和竹眉沟施三种方法无显著差异;对根外施氮肥研究表明,施肥后当天,叶片全氮含量明显提高,说明竹叶吸收肥料速度快(华均健等,1989)。

从以上研究可知,无论何种方法,施肥对竹林出笋长竹普遍有效,但较多学者认为伐桩施肥效果更好。

(2) 施肥种类、配比及作用 凡是施在土壤中或植物体上,能够供给植物养分和改善土壤性质的物质,都叫肥料(刘克锋等,1995)。按肥料的性质将肥料分为无机肥、有机肥和微生物肥料。其中,无机肥一般又分氮肥、磷肥、钾肥和微量元素肥料等等。

施肥种类研究上,不同种类肥料对新造竹林新竹产量都有明显促进作用,其中以施肥总量对产量影响最大(隆学武等,1996)。在成材竹林中,陈存及等(1994)认为施用双氰胺渣对毛竹笋、竹生长有明显促进作用。在施用技术上,研究结果比较一致:有机肥与化肥相结合增产比单施有机肥或化肥效果好(俞樟福,1993);而单施尿素,比单施复合肥在出笋数量、成竹数和成竹率上均高于施复合肥(郦章顺等,1987)。孙培金(1987)认为,最佳配合施肥以氯化铵、钙镁磷肥、氯化钾、厩肥、鸡粪配合使用较理想;安黔宁等(1995)认为,无机肥对竹林发笋长竹的影响尿素>硫酸钾>过磷酸钙;顾小平等也认为,施肥对竹林有增产作用,其中作用大小为氮肥>钾肥>磷肥。楼一平等(1989)研究认为,毛竹林施用硝酶稀土比铜、锌、硼等微量元素肥料效果显著,较高浓度微量元素肥料对发笋和成竹产生不利影响;微生物肥的施用目前正在广泛地研究,日本琉球大学比嘉照夫教授等人研制的一种新型微生物制剂,即EM(effective microorganisms)肥(吴立潮,1997)。据研究,施

用 EM 肥能使贫瘠的土壤将变得疏松、肥沃，并可提高肥料的利用率。

但是，在各元素肥的配比上，研究结果大相径庭。有人认为，N:P:K:Si 的比例为 10:5:6:6 为好（郭群，1988）；徐昌棠（1989）认为 N:P:K 应为 4:3:1 最佳。汪奎宏等（1996）认为，N:P:K 为 5:2:3 增产效果最好。黄当亮（1998）认为 N:P:K 以 2:1:1 对毛竹发笋数量组最好。戴启惠（1997）对粉单竹纸源浆林研究认为：N:P:K 以 5:1:1 为好。这可能与各试验地土壤的养分状况及不同竹种需肥特性有关。

在各肥料作用上普遍认为，竹林施肥以氮肥最有效，而磷、钾肥效与土壤的氮素含量有关。当氮素含量较低时，施氮肥更有效，较高时，施磷肥效果较好，并且增施氮肥，可使竹笋出土提前，笋期较长，而增施磷肥，则推迟发笋（徐昌棠，1989）。但顾小平等人（1998）研究认为，氮钾之间有一定交互作用，而氮、磷和磷、钾交互作用不明显。

从以上研究可看出，因为各元素之间存在一定交互作用，施肥应以氮肥为主，根据林地土壤配合其它肥料进行混合施肥效果较好。

（3）施肥时间与次数、施肥量 施肥时间、次数、施肥量与竹种生物学特性及竹林培育目标、肥效等因素有关。但是由于当前竹林经营水平及财力、物力等关系，生产实践中经常忽视这一技术环节。从而使竹林施肥没有达到理想的效果。

竹林施肥的时间、次数及施肥量是根据竹种生物学特性及培育目标而确定的。在中国栽培面积最大的毛竹，其在 9~12 月孕笋形成冬笋，3 月底至 5 月初出笋即春笋。材用毛竹应在孕笋年 9~10 月或竹笋春季出土前 1 个月施肥，每公顷施氮 60kg，磷 20kg，钾 30kg；笋用林除每年开沟施入厩肥 6~8t/hm²或菜饼 1~2t/hm²外，还应每年 9~10 月或 2~3 月施复合肥，其中，氮 50kg/hm²，磷 30kg/hm²，钾 10kg/hm²；笋材两用林每年至少施氮 50kg/hm²、磷 60kg/hm²、钾 30kg/hm²（周芳纯，1998）。随着竹浆造纸业的扩大，纸浆丰产林的培育也日益受重视，顾小平等（1998）认为，毛竹纸浆林每年应施肥 1 次，其中，尿素 325.5~413.5kg/hm²，钙 208~295.5 kg/hm²，氯化钾 198~267 kg/hm²。何元荪等（1995）认为，毛竹春笋高产早出的施肥应 1 年 4 次，第 1 次在 6 月初施引鞭肥，每公顷施用猪粪 90 000 kg、尿素 600 kg、过磷酸钙 1 500 kg、氯化钾 450 kg、有机硅 450 kg、石灰 1 500 kg；第 2 次在 9 月施催芽肥，每公顷施用人尿 15 000 kg、尿素 600 kg；第 3 次施肥在 11 月施孕笋肥，每公顷施尿素 600 kg、过磷酸钙 450 kg、氯化钾 450 kg、硅肥 300 kg、石灰 450 kg；第 4 次在 12 月施增温肥，每公顷施猪泥 90 000 kg，过磷酸钙 300 kg。在慈竹施肥中，施肥总量对新竹产量影响很大，施用氮、磷、钾总量应为 0.75~0.93 kg/丛，每年 2~3 次（隆学武，1996）。早竹施肥应 1 年施肥 4 次，每公顷施尿素 1 500~1 800 kg、氯化钾 375~450 kg、钙镁磷 300~375kg（沈雪荣，1996）。

（4）施肥研究设计方法 过去，施肥研究主要凭借当前生产实践的经验，随意确定施肥的种类、方法及数量，没有科学的依据。随着科技的发展和研究手段的提高，科学的施肥研究设计方法逐渐受到重视。目前采用较多的为效应函数法，即根据试验结果与不同肥料的施肥量建立函数关系，从而推算出各种肥料的最佳施肥量及肥料配方（周建美，1984；陈金林等，1996）。其次，营养诊断法在竹林施肥的研究中也逐渐开展，洪顺山（1989）比较了临界值法诊断和 DRIS（diagnosis and recommendation integrated system）诊断法在毛竹营养诊断的优缺点认为，DRIS 诊断法更清楚地表达养分的需求顺序，较少受地理区域和立竹结构的影响，但在某些养分相对不足或过量时，DRIS 法可能出现误诊，所以在诊断时两种方

法并用可以提高确诊率。另外,配方施肥法目前广为采用,它综合运用现代农业科技成果,根据林木需肥规律、土壤供肥性能与肥料效应,在以有机肥为基础的条件下,提出 N、P、K 和微肥的适宜用量和比例,以及相应的施肥技术。具体又分养分平衡法、测土施肥法、立地养分效应模型法(洪顺山,1987;吴立潮等,1997)。

(5) 施肥经济效益研究 竹林施肥的主要目的是为了竹林持续丰产,获得最大经济效益。汪奎宏等(1996)施用氮、磷、钾配合施肥进行 4 年的研究,采用边际法分析认为, N:P:K 为 5:2:0 时经济效果最好,边际投入产出比达 1:16.06,但当 N:P:K 为 5:1:7 时,出现亏损,投入产出比为 9.58:1。严伍明(1997)的研究也认为,合理的氮、磷、钾比例比不施肥的竹林收益增加 107.1%。由此可知,只有科学施肥才能获得明显的经济效益,盲目施肥将可能出现亏损。

二、国外笋用竹林研究现状

世界上其它国家也有不少的竹子分布,主要集中在亚洲,但大部分竹子尚处于野生状态,没有很好地开发利用。以笋用竹为培育目标的国家,主要有日本、印度、菲律宾、韩国等(周芳纯,1998)。从目前的研究上看,主要集中在以下几个方面:

在竹子繁育上,国外研究手段较先进,除了采用传统的移栽母竹、竹鞭、枝条扦插(Kamondo B M,等,1988;Ujiani M M,等,1998;Kalpana Mishra,1995)繁育外,主要是较早采用生物技术进行离体培养,Alexander M P 等(1968)率先利用籼竹胚进行培养获得成功。以后,在籼竹属 *Bambusa*、麻竹属 *Dendrocalamus*、刚竹属 *Phyllostachys* 等笋用竹种上,利用原生质(Tseng T C 等,1975)、器官组织(Huang L C 等,1983,1988,1989;Ramanayake S M S D 等,1997;Yashodha R 等,1997)、体细胞(Mehata U 等,1982;Rao I U 等,1985)、愈伤组织(Yeh M L 等,1986,1987)、茎尖(Saxena S M 等,1990,Ravikumar R 等,1998)等材料培养获得成功。另外,Shirgurkar M V 等(1996)利用液体培养诱导竹鞭形成。从目前看,国外在竹子的离体繁育方面领先于我国。

但是,在笋用林造林及经营技术上,国外研究报道较少。在造林上,印度学者 Patil V C 等(1990)研究了不同株行距对氮吸收的影响,在干旱地区 Nonhare B P 等(1996)采用双沟种植法造林,增强保水性能;Khedkar M H 等(1996)采用炼苗方法造林,提高抗性。日本学者野中重之(1988)研究认为毛竹笋用林母竹立竹数以 1 300~2 000 株/hm² 宜,留竹时间应选在竹林出笋最盛期的前 10 天开始,母竹年龄 1~5 年生为好。

在施肥技术上,国外也进行了一定的研究。野中重之(1992)认为施肥方法应采用全面撒施为好;但角仓寿雄(1995)认为利用挖笋留下的坑施肥更合理;印度学者 Prasad G K 等(1997)利用固氮细菌、微量元素、NPK 及 VAM (vesicular arbuscular mycorrhizas) 进行施肥研究认为,所有的施肥处理对生长量都有促进作用,但不同的肥料在不同的时期作用大小不同。Suwannapinunt W (1988)研究了施肥对竹子生长和产量的影响。Lakshmana A C (1990)认为使用尿素和磷肥比用 NPK 复合肥效果好。

三、探讨及展望

全世界竹种资源丰富,共有 70 多属,1 000 多种,但真正作为笋用竹种开发利用的不足 20 种,许多优良笋用竹种尚处于野生状态,有必要对其进行统一规划,系统研究,开发和

选择优良笋用竹种以进一步利用资源；在优良笋用竹品种研究方面，应进一步加强笋用竹品种的改良、繁育方面的研究；竹林施肥上，经常存在施肥量不足，施肥不及时及没有进行充分的土壤养分诊断等问题。另外，目前有关培育措施对笋品质影响的研究较少，如竹笋形态指标、主要的营养成分指标、品味指标等方面，今后有必要进一步在笋品质提高上加强研究，引导笋用林培育向丰产、优质、高效的方向发展。

第二节 麻竹概述

一、中国竹子分区

从我国竹子的地带性分布看，大致可分为四个竹区：

北亚热带竹区：该区位于北纬 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，年平均气温 $12 \sim 17^{\circ}\text{C}$ ，降水量为 $600 \sim 1\,200\text{mm}$ ，主要有湖北、安徽、河南、山东、山西、陕西等省份，代表竹属是刚竹属 *Phyllostachys*、苦竹属 *Pleiblastus*、箭竹属 *Sinarundinaria*、青篱竹属 *Arundinaria*、赤竹属 *Sasa* 等属的竹种（周芳纯著，1998）。

中亚热带竹区：该区位于北纬 $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，年平均气温为 $15 \sim 20^{\circ}\text{C}$ ，降水量 $1\,200 \sim 2\,000\text{mm}$ ，这一竹区是大多数竹种的最适宜区，所以，竹子资源最丰富，竹林分布面积最大。主要的代表竹属有刚竹属，苦竹属，短穗竹属 *Oligostachyum*、大节竹属 *Indocalamus*（林益明等，1999）。竹子与壳斗科树种（如闽粤栲、丝栗栲、青冈等）、木兰科、茶科、金缕梅科等树种形成各种类型的混交林。代表省份有福建、浙江、江西、湖南、贵州等。

南亚热带竹区：该区位于北纬 $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，年平均气温为 $20 \sim 25^{\circ}\text{C}$ ，年降水量在 $1\,200 \sim 2\,000\text{mm}$ 。该区竹种数量较多，主要以丛生竹为主，其代表竹属有箬竹属 *Bambusa*、牡竹属 *Dendrocalamus*、酸竹属、茶秆竹属、藤竹属 *Dinodochloa*、巨竹属、单竹属 *Lingnania*、梨竹属 *Melocanna*、滇竹属 *Oxytenanthera* 等竹种。代表省份有广东、海南、福建、广西等。

西南高山竹区：该区位于华西海拔 $1\,000 \sim 3\,000\text{m}$ 的高山地带，年平均气温 $8 \sim 12^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 $800 \sim 1\,000\text{mm}$ 以上，主要有方竹属 *Chimonobambusa*、箭竹属、筴竹属、玉山竹属 *Yuskania*、慈竹属 *Neosino* 等（辉朝茂等，1999；杜凡等，1999；易同培，1997）。代表省份有四川、云南、广西、贵州等。

二、麻竹的形态与分布

麻竹 *Dendrocalamus latiflorus* 属于合轴型竹种，经济价值高、用途广泛、易栽培、周期短、且适应范围广，是南亚热带、热带及部分中亚热带的重要经济竹种。麻竹笋作为天然的绿色保健食品，味道鲜美，营养丰富，含有 20 种氨基酸和多种人体必需的微量元素，且有清凉解暑的功效，有“素食第一”之美称，受到人们广泛青睐（黄克福，1992）；其各种笋罐头、笋干及酸笋等系列产品，畅销国内及国外的日本和欧美市场；竹材及枝叶除传统的用途；还可加工成竹工艺品、造纸等，竹叶出口东南亚等国作为绿色食品的包装品；另外，麻竹根系发达，枝叶繁密，具有较强的涵养水源，防风保土的作用。

1. 麻竹的形态

麻竹属于牡竹属，地下茎合轴型。高 $20 \sim 25\text{m}$ ，直径 $15 \sim 30\text{cm}$ ，节间长 $45 \sim 60\text{cm}$ ，

幼时被白粉、无毛。竹秆幼时分枝低，达 10 ~ 20cm，后自然脱落，2 年生以上竹分枝高，2 ~ 4 m。乔木状竹类，节间圆筒形，秆壁厚 1 ~ 3cm，竹秆每节具多枝，主枝发达，箨鞘脱性，革质，箨耳不明显，箨舌高为 1 ~ 3mm，边缘微齿裂；箨片外翻，卵形至披针形，长 6 ~ 15cm，宽 3 ~ 5cm，腹面被淡色小刺毛。叶柄无毛，长 5 ~ 8mm。叶片长椭圆状披针形，长 15 ~ 50cm，宽 2.5 ~ 13cm（封 2 彩插：麻竹的形态）。

竹子的花为颖花，性器官是花小穗和小花，按花的构造和特点，可分开放型和闭合型。麻竹小花属于闭合型，麻竹小穗由 3 ~ 15 朵小花组成（刑新亭等，2005）。麻竹花发育成熟时，颖片吸水膨胀，内外稃片微张开，花药和柱头伸出花外，雌蕊花丝较长且先成熟，而雄蕊还未成熟，正常花药的发育顺序是先花药伸长，然后花丝伸长，花药下垂，成熟花药下端花药两侧开裂小口，花粉散出。果实为囊果状，卵球形，长 8 ~ 12mm，粗 4 ~ 6cm。麻竹染色体有 $2n = 64$ 、68 和 70 等 3 种类型（陈瑞阳等，2003）（图 1-1）。

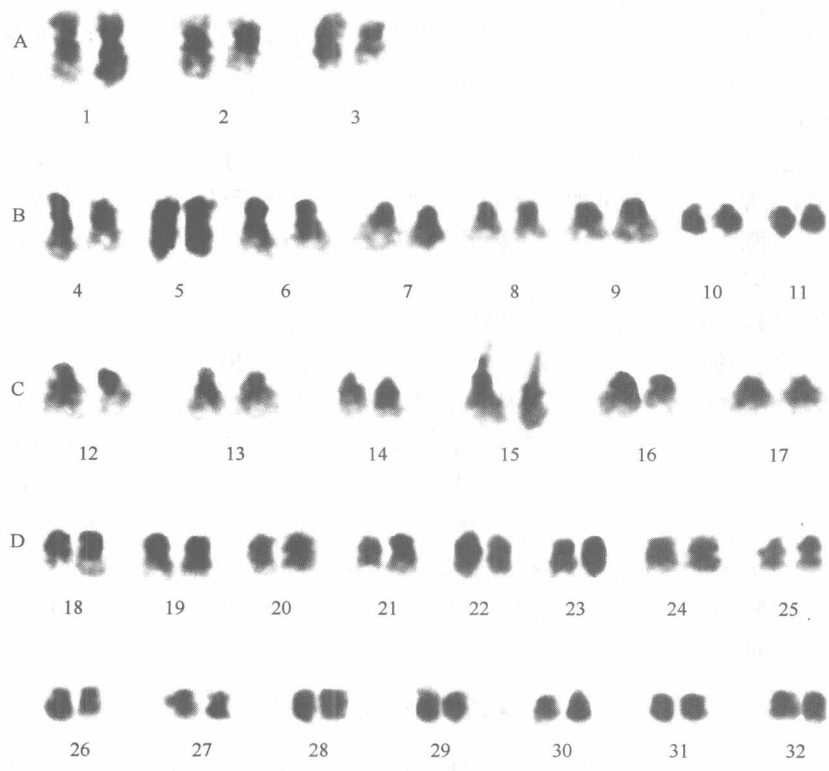


图 1-1 麻竹核型
Fig 1-1 Karyotype of *Dendrocalamus latiflorus*

根据麻竹形态不同，各地将麻竹分成不同的类型，如台湾有六月麻、美依麻竹，福建省则分为高脚麻和矮脚麻。相比较而言，具有一些差异，高脚麻竹高 15m 以上，节长 35 ~ 45cm，笋期较短，晚出早歇，竹笋个体较大且重；而矮脚麻竹高 12m 以下，节长 30cm 以下，笋期较长，早出晚歇，竹笋个体较小（王存录，2000）。

2. 麻竹的分布

麻竹是大型合轴丛生竹类,在我国华南地区分布最为广泛,越南、缅甸有分布。近年湖南、云南、贵州、重庆、四川、江西、浙江等地也开始发展种植,栽培表现良好,其病虫害少,不择土壤,具有趋热和趋水性,容易受冻害影响,适宜土壤 pH 值为 4.5~8,传统上常在江河两岸、河滩荒坡、田边地角、房前屋后种植。目前,已在山坡中下部和台地广泛种植,经济效益好。麻竹已成为我国南方栽培最广的牡竹属竹种。麻竹笋期长,夏秋出笋,出笋期为 5~10 月。麻竹鲜笋较大,一般单个竹笋重可达 5kg 以上;同时,麻竹观赏和审美价值极高,株丛高大、竹秆通直、竹叶苍翠、竹梢下弯,成片造林可形成独特景观。

三、麻竹的产区区划及研究现状

1. 麻竹的产区区划

麻竹按《中国竹林分布及区划》的归并,在我国自然分布于长江南岭竹区的南部和华南竹区的全部。南起北回归线,北止北纬 27°左右,沿海岸线平行,反映了麻竹的趋热性和水热配合同等重要(张佐玉等,1998)。麻竹喜温暖湿润,根据麻竹的分布、栽培区生长状况和水热资源分布情况,大致可将麻竹栽培区分为中心产区、一般产区和引种区。

(1) 中心产区 主要指年均温 20℃ 以上,最冷月平均气温 10℃ 以上,年降水量 1500mm 以上的地区。主要包括台湾、海南、香港、广东东南部、福建东南部、广西南部;该区的水热资源最适合麻竹的生长。尤其是在麻竹的产笋盛期,水热资源丰富,能满足发笋、长竹的需求,麻竹生长期较长,竹笋产量高,且在最冷月少有冻害现象发生,但该区土壤较为贫瘠,应加强土壤的追肥管理。

(2) 一般产区 主要指年均气温 16℃ 以上,最冷月平均气温 9℃ 以上,年降水量 1200mm 以上的地区。包括福建、广东、广西中心产区以外的其余地区,江西、贵州、云南等省南部;该区的水资源适合麻竹的生长,土壤较为肥沃。麻竹生长和产笋盛期,水热资源也较为丰富,能满足发笋、长竹的需求,但在最冷月,麻竹经常出现轻度至中度的冻梢现象,在麻竹生长末期,应利用培育措施,控制麻竹生长,做好防冻准备。

(3) 引种区 主要指年均气温 14℃ 以上,最冷月平均气温 8℃ 以上,年降水量 1000mm 以上的地区。主要区域为湖南、云南、贵州、重庆、四川、江西、浙江、湖北的部分区域。该区土壤较为肥沃,但水热是制约麻竹生长的最主要因素,麻竹生长和产笋盛期,水热资源基本能满足发笋、长竹的需求,但在冬季,麻竹经常出现中度至重度的冻害现象。因此,麻竹在这一区域引种栽培应慎重,重点做好麻竹防冻,充分利用小地形和现代技术措施,加强造林地和培育措施的选择,并应做好冻害复壮工作。

2. 麻竹的研究概况

近几年,随着人们生活水平的提高,健康意识的增强,麻竹笋作为绿色食品脱颖而出,需求不断增加,过去河滩和房前屋后零散的小面积粗放经营已远远不能满足人们对竹笋的需求,人们开始探索更广阔的栽培空间;另一方面,过去以木材利用为主的林业,经济效益不景气,为寻求出路,更换造林树种,发展高效林业已成为走出困境的必然。在这种形势下,麻竹理所当然成为山地种植的探索竹种。经过几年的摸索,山地栽培技术不断改进,尤其是竹林施肥从过去很少实施转变为基本培育措施,竹林结构也逐渐引起人们的重视,竹笋产量也逐步提高。随着麻竹山地林培育经济效益的提高,竹农栽种麻竹的热情很高,麻竹林面积