



本书获厦门市优秀人才专项资金资助

竹类植物耐盐性研究与园林应用

Studies on Bamboo Salt Tolerance
and Garden Applications

陈松河 著

中国建筑工业出版社

本书获厦门市优秀人才专项资金资助

竹类植物耐盐性研究与园林应用

陈松河 著



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

竹类植物耐盐性研究与园林应用 / 陈松河著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2013.12
ISBN 978-7-112-16008-2

I. ①竹… II. ①陈… III. ①竹亚科—耐盐性—研究
②竹亚科—应用—园林—工程—研究 IV. ①Q949.710.8
②TU986.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第250529号

责任编辑: 吴宇江
责任校对: 张颖 关 键

竹类植物耐盐性研究与园林应用

陈松河 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京锋尚制版有限公司制版

北京顺诚彩色印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 17½ 字数: 370千字

2014年3月第一版 2014年3月第一次印刷

定价: 126.00元

ISBN 978-7-112-16008-2

(24789)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

内容简介

本书是作者针对我国滨海盐碱地土壤含盐量高，影响植物生长，造成严重损失，且相关研究较为缺乏这一问题，在对滨海地区竹类植物生物学、生态学和园林应用特性进行系统研究的基础上，通过广泛调研我国福建、广东、海南、台湾以及日本、美国滨海地区等地竹类耐盐性情况，通过盐度梯度试验系统研究了竹子的耐盐机理，筛选应用适合滨海地区生长的耐盐性较好的竹种。本书是作者对这些成果的总结，在滨海地区竹类生物学、生态学和园林应用特性，以及竹类耐盐性研究关键技术等方面体现了诸多创新性，具有较强的理论性和实践性，应用前景广阔，不仅将对我国滨海盐碱地竹类的研究和应用起巨大促进作用，对其他植物的耐盐性研究和开发也具有很好的指导借鉴意义。

本书内容全面丰富，图片资料翔实，重点突出，集学术性、科学性、实用性于一体，可读性强，可作为广大园林工作者，植物学教学、研究人员，以及观赏园艺、园林、建筑、农林业、景观设计等有关院校师生、花农（林农）和广大竹类植物爱好者参考用书。

序言(一)

竹类植物在分类学上隶属于单子叶植物(Monocotyledoneae)中的禾本科(Graminales)禾本科(Gramineae互用名Poaceae),是竹亚科(Bambusoideae)植物的泛称。据统计,全世界约有竹子80余属,1300余种。我国是世界竹类植物的分布中心,现有木本竹类43属(其中4个属为外国引种)700余种,被誉为“世界竹子之乡”。竹类植物与人类的生活密切相关,竹子可笋用、材用,随着人们生活水平的提高,其园林观赏、石漠化治理和生态保护价值也越来越受到重视,应用的广度和深度得到了前所未有的拓展。

然而,竹类植物在我国滨海(沿海)地区应用碰到的一个严重问题是,滨海土壤盐渍化严重影响了竹类植物的生长。据不完全统计,全世界的盐渍土面积有 $9.5 \times 10^8 \text{hm}^2$,中国约有 $2.7 \times 10^7 \text{hm}^2$ 。在中国 $0.67 \times 10^8 \text{hm}^2$ 耕地中就有10%为盐渍化土壤,并且过量的施肥及降雨的缺乏加剧了盐渍化程度,使土壤盐渍化面积逐年增加,土壤盐渍化能影响作物的生长与生存,是农业、林业的主要限制因素之一。

目前,国内外有关竹类耐盐性与园林应用的相关研究文献非常少见,本专著是作者陈松河研究员带领的研究团队,历经多年完成的。陈松河研究员在该专著中通过大量的试验研究、测试分析,系统介绍了滨海地区竹类植物生物学、生态学和园林应用特性,在此基础上,通过广泛调研我国以及日本、美国滨海地区竹类耐盐性情况,并且通过田间盐度梯度试验系统研究了竹类植物的耐盐机理;筛选应用适合滨海地区生长的耐盐性较好的竹种等,在竹类植物耐盐性研究关键技术等方面取得了许多重要的创新性成果。本书是作者系列研究成果的总结,具有较强的理论性和实践性,应用前景广阔,不仅将对我国滨海盐碱地竹类的研究和应用起巨大促进作用,对其他植物的耐盐研究和开发 also 具有很好的指导借鉴意义。

鉴于此,本人乐为之序。

易同培

2013年5月21日于四川农业大学寓斋

易同培为《竹类研究》、《竹子研究汇刊》、《四川植物志》编委,《中国植物志》、《四川竹类植物志》、《四川植物志》、《云南树木图志》、《云南植物志》、《西藏植物志》、《中国竹类图志》、《中国竹亚科属种检索表》和《中国观赏竹》等著作竹亚科编著者或编著者之一,四川农业大学教授。

序言(二)

竹类植物属于禾本科竹亚科植物。《中国植物志》第九卷第一分册记载的我国竹类植物有39属, 500余种(含种以下分类单位), 全世界木本竹子有88属, 1300余种。竹类植物用途极为广泛, 其笋可食用, 是绿色有机食品; 其竿可材用, 在建筑、农业等方面用途极广; 其根可制作根雕等工艺品……可谓与人类的日常生活息息相关。更难能可贵的是, 竹子种植后3~5年即可投产, 且可永续利用, 对园林景观绿化和生态环境保护等方面的独特价值已经越来越受到关注。

然而, 因竹类植物是非盐生植物, 在我国滨海(沿海)地区的应用因土壤含盐量较高, 其应用受到一定的限制。受到盐害的竹子, 轻则叶片枯焦, 影响景观; 重则整株(丛)死亡, 造成严重损失。随着我国社会经济的快速发展, 土地资源趋紧, 滨海地区填(围)海造地的现象越来越常见, 加上耕作施肥等原因, 我国滨海地区土壤盐渍化面积逐年增加, 土壤盐渍化对竹类等植物的生长与生存影响越来越严重。

国内外对竹类植物耐盐性的研究与其他植物相比相对落后, 相关研究文献非常少见。厦门市园林植物园陈松河研究员带领的研究团队在此方面作了非常有意义的探索。作者在该专著中对滨海地区竹类的生物学、生态学和园林应用特性等进行了系统研究, 对滨海地区竹类生长与土壤盐度之间的关系进行广泛调研, 通过田间盐度梯度试验系统研究了竹类植物的耐盐机理, 筛选应用适合滨海地区生长的耐盐性较好的竹种等。这些研究成果不仅理论性强, 也具有很强的实践性, 对充实和完善我国竹类耐盐性研究及应用意义重大。付梓在即, 乐以为序。

马乃训

2013年5月27日

马乃训为《中国竹类植物图志》、《竹林丰产栽培技术》、《竹林培育实用技术》主编, 《竹子研究汇刊》副主编, 中国林业科学研究院亚热带林业研究所研究员。

前 言

盐渍化是一个全球性的影响农业生产及生态环境的重大问题。据不完全统计,全世界的盐渍土面积有 $9.5 \times 10^8 \text{hm}^2$,中国约有 $2.7 \times 10^7 \text{hm}^2$ 。在中国 $0.67 \times 10^8 \text{hm}^2$ 耕地中就有10%为盐渍化土壤(朱晓军等, 2004; 林栖凤等, 2000),并且过量的施肥及降雨的缺乏加剧了盐渍化程度,使土壤盐渍化面积逐年增加,土壤盐渍化影响作物的生长与生存,是农业生产的主要限制因素之一。

在我国,从滨海(亦即靠近海边、沿海)地区到内陆地区,从低地到高原都分布着不同类型的盐碱土壤,由于气候变化、灌溉方法不当、过度放牧等原因,土地次生盐渍化现象日益加重。福建省海岸线长(厦门本岛更是四面环海),随着城市人口的增加和各项事业的迅猛发展,土地资源日益紧张,寸土寸金,沿海地区围垦造地现象越来越普遍。海岸地带土壤结构差,肥力低,含盐量高,并受海风影响,空气中有较高的盐分,一般植物难以生长,严重影响了园林绿化及农林业的生产与发展。

近年来,通过对滨海盐碱地的耐盐植物进行改良开发,筛选出很多种适合在盐碱地区开发种植的优良地被植物。张永宏等在宁夏滩涂进行的植物对盐碱地的脱盐试验,结果证明了种植耐盐植物具有明显的脱盐作用,能有效抑制土壤盐分的增加,从而达到改良土壤的目的,但不同耐盐植物的脱盐效果差异较大(章文华, 1997; LUDLOW, et al, 1990)。通过对耐盐植物种质资源的发掘与利用,并采用现代生物技术手段,引进、筛选、驯化、培育新的耐盐植物,并提高植物的耐盐能力,以适应不断恶化的土壤环境,使生物适应土壤环境并达到改良利用盐渍土的目的。

目前对盐渍土壤的开发利用,主要是采取两种措施:一是通过工程措施来改良盐碱土壤,如淡水压盐、挖沟排盐、引黄放淤等,但这些工程措施投资巨大,不仅不能解决根本问题,工程一旦停止,土地马上泛盐,而且在洗盐的同时也洗走了土壤中大量元素包括微量元素,因此这些方法不能大面积地推广;二是生物改良,主要是通过传统杂交育种、海水灌溉筛选育种、组织培养及细胞培养筛选耐盐品种,并通过现代生物技术手段,克隆植物耐盐基因,培育耐盐植物品种或开发利用有经济价值的盐生植物资源以改良土壤,并最终达到改良利用盐碱土地的目的。

竹类植物在分类学上隶属于单子叶植物(Monocotyle-doneae)中的禾本目(Graminales)禾本科(Gramineae),是竹亚科(Bambusoideae)植物的泛称。据统计,全世界约有竹子80余

属, 1300余种 (耿伯介等, 1996; Wu Zhengyi et al, 2007)。我国位于世界竹类植物分布的中心, 现有木本竹类43属 (其中4个属为外国引种), 850余种 (含种以下分类单位, 下同) (易同培等, 2008; 易同培等, 2009), 被誉为“世界竹子之乡”。中华民族对竹类植物有着深切的情感, 千百年来, 除了笋用、材用, 竹类植物在园林观赏和生态保护等众多领域也有着不可替代的作用, 并形成独特的竹文化, 倍受人们推崇 (陈松河, 2009)。

我国森林生态系统的重要组成部分——种质资源丰富, 生态类型多, 集经济、生态和社会效益于一体的竹子, 是适应目前滨海地区园林绿化及防护林建设中所提出的既有经济效益又有生态效益的良好树种。我国竹子耐盐性研究与其他植物相比, 起步较晚, 虽然在盐胁迫生理、耐盐性鉴定和耐盐品种筛选等方面取得了一些成果, 如万贤崇 (1995)、郑容妹 (2003)、李善春 (2005)、洪有为 (2005) 等从生理生化的角度对几种竹的抗盐抗旱机理进行了研究, 李善春 (2005)、郑容妹 (2003) 等研究筛选了一些耐盐碱性较好的竹种。但与其他植物相比, 竹类耐盐性相关研究总体水平较低, 缺乏系统性, 研究的竹种也不多, 尤其是在耐盐机理、鉴定指标确定、耐盐竹种选育等方面几乎是空白。特别是针对福建 (厦门) 等滨海地区适生的耐盐竹子的相关研究更少, 由此在盐碱地绿化或造林过程中竹种选择与培育方法不当, 造成巨大的经济损失, 严重影响环境。

针对以上问题, 笔者在系统研究滨海地区竹类植物生物学、生态学和园林应用特性的基础上, 通过实地调查研究滨海地区福建省 (重点是厦门)、台湾省、海南省以及日本等地竹类盐害情况, 研究并提出了滨海地区竹类生长与土壤盐度之间的关系; 对厦门园博苑、莆田赤港和湄洲岛3个滨海地段竹类叶片和土壤养分状况进行分析研究及叶片、根系切片电镜扫描观察, 阐明了滨海不同区域竹类叶片和土壤养分的动态变化, 以及叶片和根系受盐害后内部结构形态的变化; 通过盐度梯度试验首次从形态适应性、生理生化指标、养分利用效率、种子发芽率等方面系统研究了竹子的耐盐机理, 建立了竹类盐害等级和耐盐等级标准; 研究、筛选、推广应用了滨海地区适生的耐盐性较好的竹种; 提出了福建 (厦门) 滨海盐碱地栽培竹类的主要技术措施并在实践中应用。本书的出版还得到了中共厦门市委组织部“厦门市优秀人才专项资金”的资助。

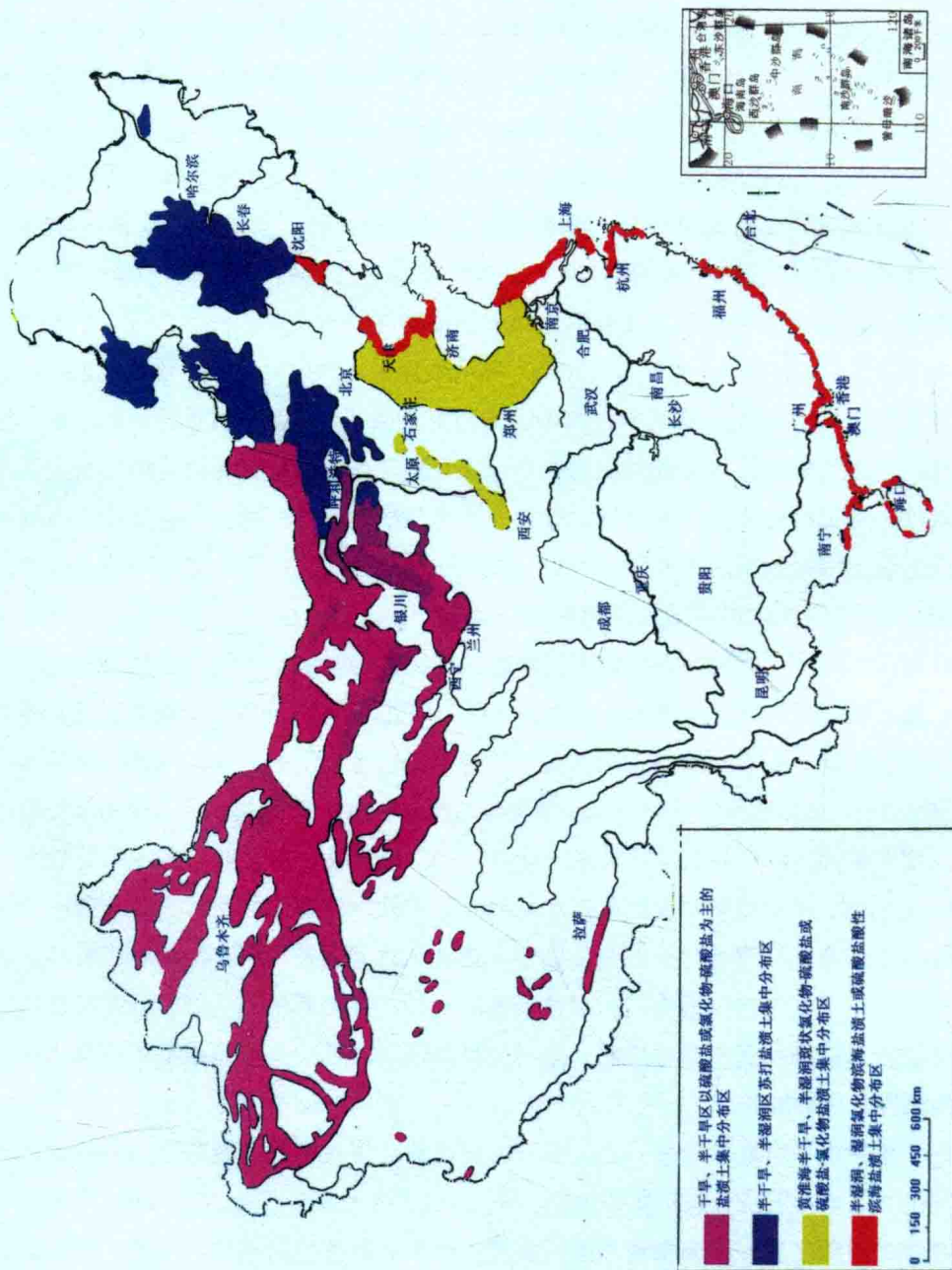
由于笔者水平有限和经验不足, 编写时间比较仓促, 掌握的资料也不尽全面, 书中难免遗漏和不当之处, 敬请有关专家、学者、科技和生产工作者以及广大读者批评指正。

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、朋友表示衷心的感谢!

陈松河

2013年5月

中国盐碱土壤分布图



注：郭成源等（2013）根据王遵亲，1993年改制

内容简介

序言（一）

序言（二）

前 言

第1章

滨海地区园林竹 类植物生物学和 生态学特性

4	1.1 园林竹类植物叶绿素含量
4	1.1.1 材料与方法
5	1.1.2 结果与分析
11	1.1.3 结论与讨论
11	1.2 园林竹类植物出笋—成竹规律
11	1.2.1 材料与方法
12	1.2.2 结果与分析
15	1.2.3 结论与讨论
15	1.3 泰竹生物学特性的研究
16	1.3.1 材料与方法
16	1.3.2 结果与分析
19	1.3.3 讨论
19	1.4 黄甜竹笋期生长规律的研究
20	1.4.1 材料与方法
20	1.4.2 结果与分析
24	1.4.3 结论
25	1.5 园林竹类植物开花现象及其类型
25	1.5.1 材料与方法
25	1.5.2 结果与分析

第2章
滨海地区耐盐
竹类植物调查
与研究

44	1.6 园林观赏竹种无性繁殖试验
45	1.6.1 材料与方法
46	1.6.2 结果与分析
48	1.6.3 小结
48	1.6.4 讨论
49	1.7 园林竹类植物叶的热值和灰分含量
49	1.7.1 厦门植物园竹类植物叶的热值和灰分含量
53	1.7.2 福建华安竹园一些竹类植物叶的热值
59	1.7.3 厦门植物园与福建华安竹园竹类植物叶的热值比较
59	1.8 匍匐镰序竹种子营养成分和特性
59	1.8.1 材料与方法
60	1.8.2 结果与分析
61	1.8.3 结论与讨论
61	1.9 匍匐镰序竹和花叶唐竹生物学特性
62	1.9.1 材料与方法
62	1.9.2 结果与分析
65	1.9.3 讨论
66	1.10 园林竹类植物病虫害调查分析与防治技术措施
66	1.10.1 主要病害及其防治
68	1.10.2 主要虫害及其防治
75	2.1 研究地概况及研究竹种
75	2.1.1 研究地概况
77	2.1.2 研究竹种
77	2.2 调查研究方法
78	2.3 结果与分析
78	2.3.1 厦门滨海地区竹类植物调查
81	2.3.2 福建其他滨海公园绿地竹类植物调查研究
82	2.3.3 海南省竹类植物调查研究
82	2.3.4 台湾省竹类植物调查研究

第3章
竹类植物耐盐
机理研究

82	2.3.5	日本竹类植物调查研究
83	2.3.6	美国竹类植物种类和竹类耐盐性研究及应用情况
84	2.3.7	福建滨海地区竹类叶片及土壤养分分析
93	3.1	研究地（试验地）概况及研究竹种
93	3.1.1	研究地（试验地）概况
93	3.1.2	研究竹种
93	3.2	研究方法
94	3.2.1	试验材料处理方法
94	3.2.2	试验指标的测试方法
99	3.2.3	统计分析方法
99	3.3	结果与分析
99	3.3.1	各盐度处理土壤样本的成分分析
103	3.3.2	盐胁迫对竹类植物叶片叶绿素含量的影响
111	3.3.3	盐胁迫对竹类植物叶片丙二醛（MDA）含量的影响
114	3.3.4	盐胁迫对竹类植物叶片游离脯氨酸（Pro）含量的影响
117	3.3.5	盐胁迫对竹类植物叶片质膜相对透性（RPMP）的影响
120	3.3.6	盐胁迫对竹类植物叶片组织含水量（相对含水量RWC）的影响
122	3.3.7	盐胁迫对竹类植物叶片水分饱和和亏缺（WSD）的影响
124	3.3.8	盐胁迫对竹类植物叶片保水力的影响
127	3.3.9	盐胁迫对竹类植物叶片光合作用的影响
131	3.3.10	盐胁迫对竹类植物叶片和根系钾（K ⁺ ）、钠（Na ⁺ ）、钙（Ca ²⁺ ）含量的影响
136	3.3.11	盐胁迫对竹类植物叶片可溶性蛋白、可溶性糖、超氧化物歧化酶（SOD）、过氧化物酶（POD）、过氧化氢酶（CAT）和游离脯氨酸（Pro）含量的影响

第4章
滨海地区耐盐
竹类植物的筛
选与应用

153	3.3.12	8项指标对5种竹子耐盐能力大小的综合评价
154	3.3.13	小琴丝竹种子成分和特性的研究（种子盐度处理发芽试验）
156	3.3.14	盐胁迫对竹类植物形态和生长活力的影响
161	3.3.15	两竹类植物新分类群的耐盐性、主要内含物成分和相关特性的研究

169	4.1	研究方法
169	4.1.1	竹类植物盐害等级的确定
169	4.1.2	竹类耐盐等级的确定
169	4.1.3	土壤含盐量的确定
170	4.2	结果与讨论
173	4.3	福建（厦门）滨海盐碱地栽培竹类的主要技术措施
173	4.3.1	充分了解和掌握滨海盐碱地的分布范围、类型、危害程度
174	4.3.2	竹种选择
174	4.3.3	必要的工程措施
175	4.3.4	种植前后的养护、管理措施

第5章
滨海地区30种耐
盐性较好的竹种
及其园林应用

178	5.1	大木竹
179	5.2	大肚竹
181	5.3	小琴丝竹
182	5.4	青皮竹
183	5.5	小佛肚竹
185	5.6	麻竹
186	5.7	孝顺竹
187	5.8	石竹仔
189	5.9	吊罗坭竹
190	5.10	青丝黄竹

191	5.11	角竹
192	5.12	银丝竹
194	5.13	车筒竹
195	5.14	大眼竹
196	5.15	黄金间碧玉竹
198	5.16	籐竹
199	5.17	撑麻青竹
200	5.18	鼓节竹
201	5.19	银丝大眼竹
203	5.20	油竹
204	5.21	白哺鸡竹
205	5.22	粉单竹
207	5.23	凤尾竹
208	5.24	坭竹
210	5.25	花眉竹
211	5.26	妈竹
212	5.27	红竹
213	5.28	绿竹
215	5.29	大头典竹
216	5.30	紫竿竹
217	附录1	课题野外调查竹类植物盐害情况照片
235	附录2	竹类植物根系、叶片切片电镜扫描图
248	附录3	盐度梯度试验竹类植物叶片形态的变化
256	主要参考文献	
265	后记	

第1章

滨海地区园林竹类植物
生物学和生态学特性



竹类与禾草在分类学上同隶属于单子叶植物中的禾本科 (Gramineae)。但它的形态构造特殊,竹竿通常为多年生,富含木质纤维,质地坚韧,与一般禾草不同,放在禾本科中列为竹亚科 (Bambusoideae),是植物界中形态构造较独特的植物类群。竹类植物通常以地下茎繁殖,根据地下茎的分生繁殖特点和形态特征,可分为单轴型、合轴型、复轴型三大类型。竹类植物生长迅速,一般栽植4年左右即可采伐利用,若经营管理得当,一次造林就可永续利用。

竹子的适应范围广,但绝大多数竹种要求温暖湿润的气候条件,多分布在南北回归线之间的热带、亚热带季风气候区的平原丘陵地带。随着纬度和海拔增高,只有少数耐寒竹种才能生长。竹类植物常常组成大面积的竹林,成为森林资源的重要组成部分。

由于海洋的阻隔,世界竹子的地理分布可以分为三大竹区:亚太竹区、美洲竹区和非洲竹区。其中亚太竹区是世界上最大的竹子分布区。我国是世界竹子分布中心产区之一,是世界上竹类资源最为丰富,竹林面积最大,产量最多,栽培历史最悠久,经营管理水平较高的国家,700余万公顷的竹林约占全世界竹林总面积的33.3%。据南京大学已故教授耿伯介先生对世界竹类植物的系统整理研究,全世界共有竹类植物107属1300多种,其中木本竹类植物共79属约1200种,草本竹类植物28属180余种,我国竹类植物有39属500余种,均为木本,无草本竹类分布。我国著名的竹子分类学权威专家,四川农业大学易同培教授在其出版的《中国竹类图志》(科学出版社,2008)中记载统计的我国现有木本竹类43属(其中4个属是从外国引种的),竹种有700余种,变种、变型是150个左右。福建省有竹类植物17属141种,厦门植物园由于科研、科普和城市园林绿化推广应用的需要,自1960年建园以来,一直坚持不懈地从国内外引进新优竹类,截至2012年底,引种栽培的竹类植物达32属215种(含种以下分类单位,下同)。

我国竹类植物中的丛生竹和散生竹各占一半。丛生竹由于出笋一般较迟(7、8月出笋),严冬来临时幼竹尚未充分木质化或还在生长,抗寒性较差,分布仅限于我国南方诸省,到北纬30°以北已是罕见。散生竹和混生竹,由于对寒冷和干旱等不良环境有较强的抗性,适应性广,分布范围也就从南方的广东、广西,到北方的河南、山东等地都有它们的自然分布或引种栽培。高山竹种如箭竹 (*Fargesia spathacea*)、玉山竹 (*Yushania niitakayamensis*)、箬竹 (*Qiongzhusia tumidinoda*)等,要求高湿的环境条件,只能在高山上或深山区生长和发展。《中国植被》的“竹林”章中将我国竹类分布地区区划为4大竹区和2个亚区,分别是:华中亚热带散生竹林区、华中亚热带混生竹林区、南方热带亚热带丛生竹林区(包括华南丛生竹林亚区和西南丛生竹林亚区)、琼滇热带攀缘竹林区。

竹类植物在我国社会发展过程中为创造物质文明、精神文明和生态文明做出了巨大贡献。竹类植物中许多不同形态的竹种四季常青、婀娜多姿,具有独特的形状、色彩、姿态,具有

很高的观赏价值，加之寓意丰富，深受人们推崇，在中国园林中运用相当广泛，应用的历史悠久。园林中竹子的应用已成为中国园林的特色之一，在古典和现代园林中都是造园的主要植物材料之一，符合世界园林中崇尚自然、淳朴的发展潮流。竹子功用广泛，在中华民族的文化进程中，产生和形成了独有的竹建筑文化、竹饮食文化、竹工艺文化、竹民俗文化等。

随着人民群众生活水平的提高，竹类植物由于其独特的生长和观赏特性，越来越受到人们的喜爱。在城市园林景观绿化中应用越来越受到重视。但据了解，国内外与园林竹类植物的相关研究，特别是滨海地区园林竹类特性的研究却相对滞后，相关研究绝大部分停留在少数笋用或材用竹种，如毛竹（*Phyllostachys heterocycla* ‘Pubescens’）、绿竹（*Dendrocalamopsis oldhamii*）、麻竹（*Dendrocalamus latiflorus*）等单一竹种上，对在滨海地区土壤和空气中盐分含量较高的特殊条件下园林实践中应用的竹类植物的相关生物学特性、生态学特性和园林景观应用等方面缺乏深入系统的研究。

本章系统介绍了滨海地区园林竹类的叶绿素含量、笋期生长规律、叶的热值和灰分含量、开花习性、种子特性、繁殖栽培、病虫害防治等生物学、生态学和园林应用特性，以期为滨海地区竹类研究及应用提供科学的理论依据。