

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: 21620101152469

UDC _____

廈門大學

硕士学位论文

华南滨海耐盐植物资源筛选与应用

Application and Screening of Salt-tolerant Plant Resources
in the Coastal Areas of South China

陈琼

指导教师姓名: 王文卿 教授

专业名称: 植物学

论文提交日期: 20 年 月 日

论文答辩时间: 20 年 月 日

学位授予日期: 20 年 月 日

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

20 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

目录

摘要.....	I
Abstract.....	III
第一章 绪论	1
1.1 华南滨海区概况.....	1
1.1.1 区域地理与气候.....	1
1.1.2 华南滨海区生境特点.....	1
1.2 国内外研究现状.....	5
1.3 华南滨海区盐渍化现状.....	7
1.4 研究背景.....	8
1.4.1 浪花飞溅区.....	8
1.4.2 海煞.....	11
1.4.3 海煞的预防.....	14
1.5 耐盐植物资源的筛选.....	17
1.5.1 耐盐植物和盐生植物.....	17
1.5.2 植物盐害诊断.....	19
1.5.3 植物耐盐能力等级划分.....	23
1.5.4 国内外耐盐植物资源筛选.....	26
第二章 研究工作	30
2.1 野外调查.....	30
2.1.1 调查时间及地点.....	30
2.1.2 调查内容.....	32
2.2 耐盐植物资源数据库的构建.....	33
第三章 研究结果	34
3.1 耐盐植物资源.....	34
3.1.1 园林绿化植物.....	40
3.1.2 防护林植物.....	49
3.1.3 沙生植物.....	54
3.1.4 生物能源植物.....	59
3.1.5 耐盐蔬菜.....	62
3.2 耐盐植物资源数据库.....	65
第四章 展望	71
4.1 加强华南滨海耐盐植物资源的调查、研究、筛选和保护工作.....	71
4.2 加强国内外耐盐植物资源与盐碱地环境改良研究机构的交流与合作....	71
4.3 建立耐盐植物资源引种驯化示范园.....	72
4.4 数据库的应用.....	72
4.5 耐盐植物工厂化育苗.....	72

参考文献73

致谢.....77

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Content

Abstract(in Chinese)	I
Abstract(in English)	III
Chapter 1 Introduction	1
1.1 General situation of the coastal area of South China	1
1.1.1 Regional geography and climate.....	1
1.1.2 Habitat characteristics in the coastal area of South China.....	1
1.2 Research overview at home and abroad	5
1.3 Salinization situation in the coastal area of South China	7
1.4 Research background	8
1.4.1 Splash zone.....	8
1.4.2 Salt fog damage.....	11
1.4.3 Prevention of the sea fog damage.....	14
1.5 Screening of salt tolerant plant resources	17
1.5.1 Salt tolerant plant and halophyte.....	17
1.5.2 Diagnosis of plant salt damage.....	19
1.5.3 Plant salt tolerance ability of hierarchies.....	23
1.5.4 Screening salt tolerant plant resources at home and abroad.....	26
Chapter 2 Research work	30
2.1 Field investigation	30
2.1.1 Investigation time and place.....	30
2.1.2 Investigation content.....	32
2.2 Construction of salt tolerant plant resources database	33
Chapter 3 Research results	34
3.1 Salt tolerant plant resources	34
3.1.1 Landscaping plants.....	40
3.1.2 Shelter forest plants.....	49
3.1.3 Psammophytes.....	54

3.1.4 Bioenergy plants.....	59
3.1.5 Salt tolerant vegetables.....	62
3.2 Database of salt tolerant plant resources.....	65
Chapter 4 Outlook.....	71
4.1 Strengthen the work of investigation, research, selection and protection of salt tolerant plant resources in the coastal of South China.....	71
4.2 Strengthen exchanges and cooperation of salt tolerant plant resources and Saline Environment Research Institute at home and abroad	71
4.3 Set up salt tolerant plant resources domesticated demonstration garden.....	72
4.4 Application of the database.....	72
4.5 Industrial seedling rearing of salt-tolerant plants.....	72
Reference.....	73
Acknowledgement.....	77

摘要

近年来,随着海平面上升,海水倒灌频发,加之工业污染问题加重,土壤盐渍化已成为危害人类生存的全球性重大资源与环境问题。华南滨海地区盐渍土面积不断扩大,植物盐害问题日益凸显,已引起了人们的广泛关注。

华南滨海地区耐盐植物资源丰富,部分植物其相关的经济、社会、药用等价值虽已被开发利用,但绝大多数植物的抗风耐盐能力尚不清楚,其应用价值更是知之甚少。台风、海啸等极端气候的频发,每年对我国乃至全球的沿海城市、村庄或农田都造成巨大的人员伤亡和经济损失,因此,我们急需组织力量加快对华南滨海地区耐盐植物资源的筛选工作。在盐碱地上直接对耐盐植物进行调查,筛选出具开发利用前景的耐盐植物资源是耐盐植物筛选最有效、最经济的手段。再对耐盐植物进行引种、驯化、栽培和繁殖,使解决土壤盐渍化具有一定成效,对于保护生态环境,创造经济价值,维持生物多样性,保持人类的可持续发展均具有重大意义。

本文通过对华南滨海耐盐植物的野外调查,详细记录植物种类名称、生长状况、滨海生长位置、生境及周边植物种类等,并拍摄其形态、生境及应用等各方面的照片,通过研究其特点、用途、抗风、抗旱、耐盐及耐盐雾能力等,为进一步开展华南滨海耐盐植物资源应用打下基础。

本文主要进行的研究工作及获得的主要成果如下:

本文的调查研究工作历时近三年,调查地点包括海南全岛海岸线,福建及浙江沿海海岸线及沿海岛屿等。本研究以野外调查为主,结合文献资料的查询和室内实验。详细记录了植物种类名称、生长状况、受盐害程度、生境特征及周边植物种类,采用电导率法测定土壤含盐量,并参照美国佛罗里达大学 Black 提出的植物耐盐雾能力等级划分标准为植物的耐盐雾能力评级。

本文共筛选了 209 种生长于华南滨海地区的耐盐植物,其中草本 84 种,藤本 12 种,灌木 55 种,乔木 58 种。上述耐盐植物按植物资源应用可分为:园林绿化植物 165 种,防护林植物 51 种,沙生植物 50 种,耐盐蔬菜 14 种,生物能源植物 5 种。

在读研三年期间,我们建立了国内首个耐盐植物资源数据库——“华南滨海耐盐植物资源数据库”,库中包括了每个种的学名、别名、英文名、形态特征、分

布、生境与耐盐能力、特点与用途等，配合图片做了详细说明，并针对这些植物的耐盐、耐盐雾、抗风及抗旱能力进行评级。

关键词：华南滨海；耐盐植物资源；筛选；应用

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

In recent years, with the rise of sea level, frequent sea water encroachment and aggravated industrial pollution, soil salinization has become a significant resource and environment issue worldwide, which is threatening the survival of human. Areas of salty soil in the coastal areas of south China are expanding unceasingly. Plant salt injury problems have become increasingly prominent. These problems have attracted widespread attention.

The coastal areas of South China are rich in salt-tolerant plant resources. but we still don't understand the tolerance of vast majority of plants to salt and the value of its application except few plants of which economic and social values are exploited. The coastal areas all over the world suffer many casualties and huge economic losses, owing to frequent extreme events like typhoon, tsunami and so on. Hence, it is time to focus on the screening of salt-tolerant plant resources in the coastal areas of South China. The direct investigation of salt-tolerant plants in salty soil are the most economic and effective way to screen salt-tolerant plant resources that have values of development and application. Then the introduction of salt-tolerant plants, domestication, cultivation and breeding will be able to effectively solve the problem of soil salinization. The measure above would be of great significance to the protection of the ecological environment, creation of economic value, maintenance of biodiversity, and sustainable development of human beings.

In this paper, we record the types of plant, growth condition, growth location, habitat and the surrounding coastal plant species in detail by field-investigating the salt-tolerant plants in the coastal areas of South China, take pictures of plant morphology, habitat and applications, and research plants' characteristics, uses, wind resistance, drought resistance, salt resistance, salt fog resistance and so forth. All these studies will provide the basis for the further development and application of salt-tolerant plants in the coastal areas of South China.

Research work of the thesis and the main results are summarized as follows:

The investigation and study lasted for nearly three years, and the survey

locations include Hainan island coastline, Fujian and Zhejiang coastal shoreline and the coastal islands etc. Our work based on field investigation, combined with the literature search and indoor experiment. We make detailed records of the species name of plant, the growth condition, the degree of salt damage, the habitat characteristics and the surrounding plant species, and we determine the soil salinity using the electrical conductivity method. Through referring to the grade division standard of plant salt fog resistance ability proposed by Black of the United States University of Florida, we rate the salt fog resistant capacity of each species.

Finally, we selected a total of 209 species of salt-tolerant plants that grow in the coastal of South China, including 84 kinds of herbs, 12 kinds of vines, 55 kinds of shrubs, 58 kinds of trees. According to the application classification of plant resources, the salt-tolerant plants can be divided into: 165 kinds of landscaping plants, 51 kinds of shelter forest plants, 50 kinds of psammophytes, 14 kinds of salt-tolerant vegetables, 5 kinds of bioenergy plants.

What's more, we established the first domestic salt-tolerant plant resources database for three years, the database of salt-tolerant plant resources in the coastal areas of South China. This database includes scientific name, alias, English name, morphological characteristics, distribution, habitat, salt-tolerant ability, characteristics and uses of each species. Pictures of every plant are also included in detail. In this database, we rate every plant's salt resistance, salt fog resistance, wind resistance and drought resistance.

Keyword: The coastal areas of South China; Salt-tolerant plant resources; Screening; Application

第一章 绪论

1.1 华南滨海区概况

1.1.1 区域地理与气候

华南地区通常是指福州市以南的福建东南部、台湾省、两广山地丘陵的中部和南部、海南岛和南海诸岛，本文的华南地区包括了福建省的全部及浙江省。本文所指的滨海区主要指临海的海岸线地区，包括潮上带土地和潮间带滩涂等自然保留地以及鱼塘、耕地、港口码头、滨海度假村和公园、滨海道路等人工开发区。其中潮上带土地是指位于高潮位以上延伸至陆上 10km 左右范围内的地带，涨潮时，海水不能淹及，平时只受到含盐分的海风吹拂及有时被含盐分的雾气所笼罩，只有当台风、风暴潮来临之时，海水才能暂时溅漫，故也称为浪溅带。潮上带土地主要以盐碱地为主，1m 土层的含盐量一般为 3~12mg/g。

本地区地处亚热带季风区，东风为常向风，夏季受东南季风及西南季风的影响，以东南风和西南风为主，冬季盛行西北风。亦是台风灾害的多发地区，且 95%集中在 6~11 月。多大风天气，8 级及其以上的大风日数多在 40d 以上。夏季高温多雨，冬季干旱少雨，多数地方年降雨量为 1400~2000mm。最冷月平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ ，极端最低气温 $\geq -4^{\circ}\text{C}$ ，日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数在 300 天以上。

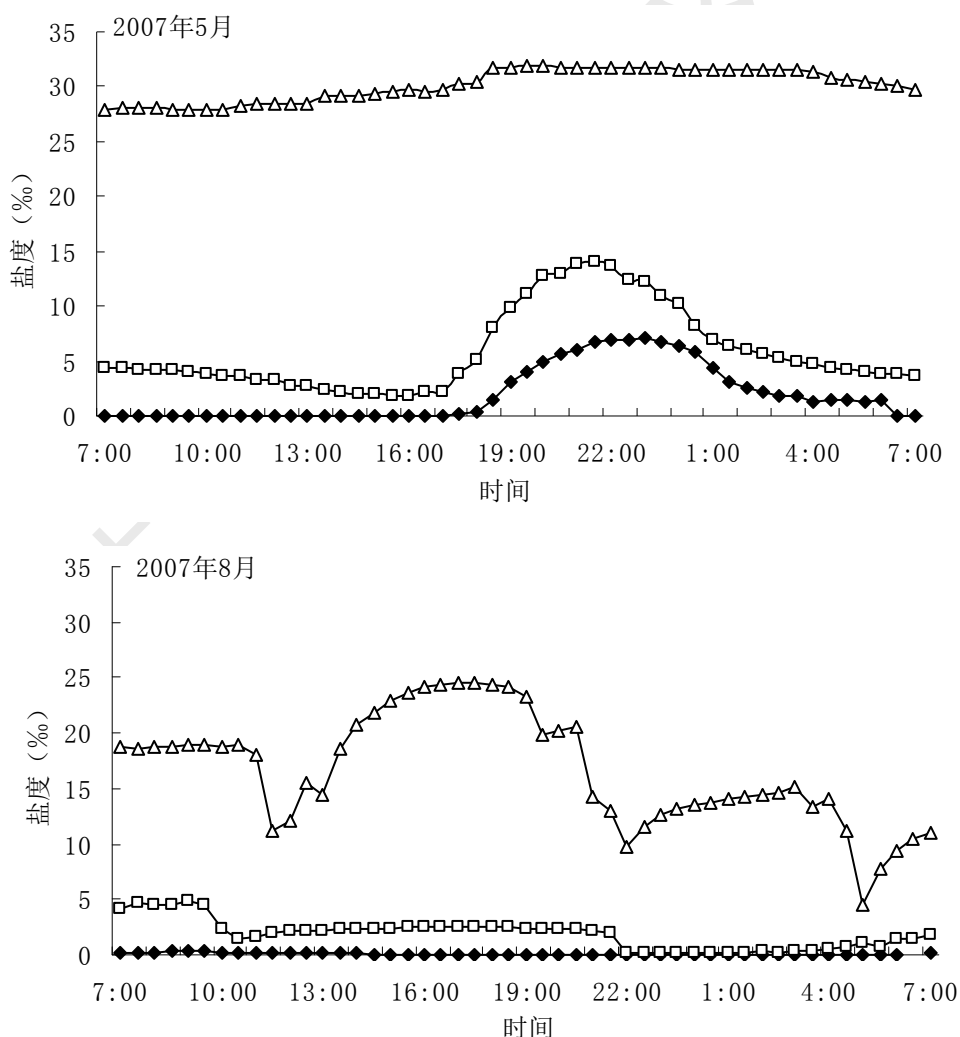
1.1.2 华南滨海区生境特点

滨海地区临近海洋，常年受海风海浪的影响，通常土壤含盐量较高，华南地区地处热带和亚热带，降雨量大且季节变化明显，土壤的淋洗作用强烈，滩地受海潮浸渍而形成盐土，通过雨水淋盐逐渐淡化为盐渍化土壤。与长江以北大面积分布的盐渍土相比，华南地区的盐渍土面积相对较小，其最大的特点是环境因子的高度时空异质性。除温度和水分因子外，这种异质性在盐分含量方面显得尤为突出。

(1) 盐度的时间异质性

盐度的时间异质性既包括了盐度的日变化，也包括了盐度的季节变化，图 1-1 是广西防城港黄竹江有红树林分布的河段不同位置不同季节河水盐度日变化情况。随着离河口的距离的增加（从下游到上游），河水盐度逐渐下降，并表现出明显的季节变化。5 月由于降水较少，河水盐度相对较高，上游、中游和下游

河水盐度的日波动范围分别是：0~7.2 mg/g、1.9~14.1 mg/g 和 27.9~31.9 mg/g。8 月降水量达到最大，黄竹江径流量也达到最大值，河水盐度达到一年中的最小值，上游、中游和下游河水盐度的日波动范围分别是：0~0.4 mg/g、0.1~4.8 mg/g 和 4.6~24.5 mg/g。第二年 1 月降水量达到最小，径流量也达到最小值，此时河水盐度升高至一年中的最高值，上游、中游和下游河水盐度的日波动范围分别是：6.1~17.0 mg/g、12.5~23.5 mg/g 和 29.9~31.2 mg/g。在红树植物桐花树分布的最上限处（距入海口约 7.8 km），旱季（1 月）潮汐可以到达这里，河水盐度最高可达 17.0 mg/g；而在湿季时（8 月），河水盐度最高只有 0.4 mg/g。这表明黄竹江河水盐度存在着明显的空间和时间变化，这种变化必然对生长在黄竹江两岸的红树植物产生影响（信长朋，2008）。



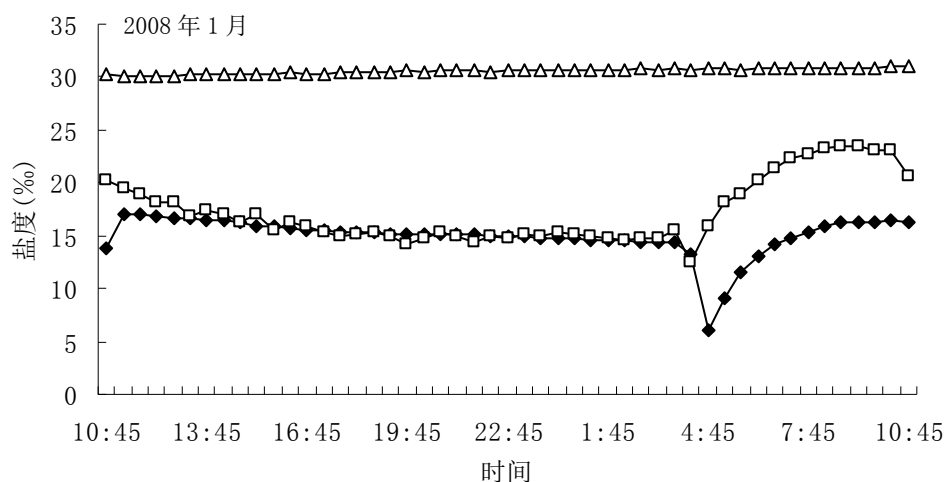


图 1-1 广西防城港黄竹江红树植物分布河段不同位置河水盐度的日变化

◆ 上游 □ 中游 △ 下游

Fig 1-1 The diurnal variation of water salinity of Huangzhu river's different sites where there existed mangrove plants in Fangchenggang,

Guangxi

◆ Upstream □ Midstream △ Downstream

(2) 土壤含盐量的空间异质性

土壤含盐量的空间异质性包括离岸距离及不同高程土壤含盐量的差异。2006年我们在对福建厦门南湖公园紫薇盐害诊断时发现,即便距离很短,土壤含盐量差别也会很大。离岸 0.2 m 处表层土壤含盐量高达 2.8 mg/g, 离岸 1.2 m 处紫薇盐害严重, 表层土壤含盐量为 0.79 mg/g, 而在离岸 6.2 m 处紫薇生长完全正常, 土壤含盐量仅为 0.23 mg/g。离岸 0.2 m 处和离岸 6.2 m 处, 仅相距 6.0 m, 土壤含盐量相差 11.2 倍 (图 1-2)。

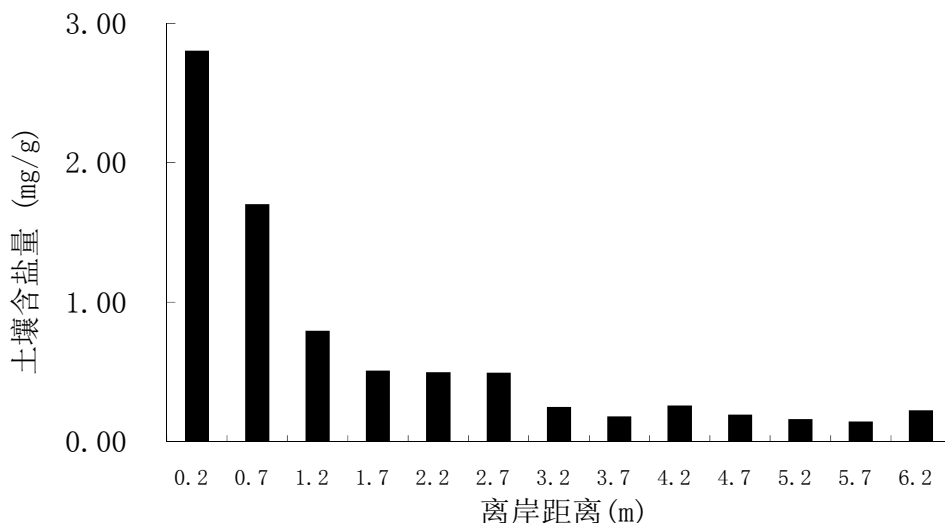


图 1-2 福建厦门南湖公园表层土壤(0~10 cm)含盐量与离岸距离的关系

Fig 1-2 Relationship between surface soil salinity(0~10cm) and offshore distance in South Lake Park of Xiamen, Fujian Province

这种空间异质性在福建厦门翔安一水沟边的榕树表现得尤为突出。在福建厦门市翔安区刘五店村，有一榕树生长于与海相通的引水渠边，高潮时海水可以淹没榕树根部。该树高约 8 m，胸径 0.8 m，涨潮时部分根系可被海水淹没。我们测定了不同高程处表层土壤的含盐量及其各高程处根系生长情况（表 1-1）。结果表明，同一棵树不同部位根系周边土壤含盐量存在显著差别，高程仅相差 1.4 m，但土壤含盐量相差 80 多倍。与此相对应，根系生长也表现出很大的区别。水体和土壤含盐量的时空变异，不仅影响植物的生长、发育和繁殖，也给盐害的诊断和耐盐植物的筛选带来了诸多困难。

表 1-1 鱼塘引水渠边榕树根部土壤含盐量变化及根系生长情况（地点：厦门翔安刘五店）

Table 1-1 Root soil salinity changes and root growth of Banyan tree on the diversion canal side of fishpond(site: Liuwudian, Xiang'an, Xiamen)

相对高程(m)	表层土壤含盐量(mg/g)	根系生长状况
140	0.17	根系多且旺盛

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

廈門大學博碩士論文摘要庫