

学校编码: 10384  
学号: 200226001

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_  
UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

\_\_\_\_ 硕士 \_\_\_\_ 学 位 论 文

用流式细胞仪研究盐度对红树植物叶  
细胞大小及叶绿素含量的影响

Study on the Effect to Cell Volume and  
Chlorophyll Content of Leaves of Mangrove Caused  
by Salinity

指导教师姓名: 教授

专业名称: 植物形态学

论文提交日期: 2005年7月

论文答辩时间: 2005年 月

学位授予日期: 2005年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2005年07月

## 厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，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的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

# 目 录

摘要	1
ABSTRACT	4
第一章 前言	7
1. 红树林概况	7
1.1 红树林的分布	7
1.2 红树林的经济学意义及其生态作用	8
1.3 红树林研究的重要意义	10
2. 流式细胞技术的应用与发展	10
2.1 流式细胞仪的工作原理	11
2.2 用于流式细胞仪检测的标本的采集	12
2.3 流式细胞仪的特点	13
2.4 流式细胞仪的功能开发及应用	13
3. 植物抗盐机理的研究	16
3.1 盐胁迫的作用途径及表现	16
3.2 盐胁迫下植物的适应	17
4. 本课题研究的目的及意义	18
第二章 材料与方法	20
1. 主要实验器材	20
2. 试剂的配制	20

3. 实验方法·····	20
<b>第三章 结果与讨论·····</b>	<b>25</b>
1. 秋茄叶肉细胞在不同盐度下体积和叶绿素的变化·····	25
1.1 实验结果·····	25
1.2 讨论·····	27
2. 秋茄叶柄薄壁细胞在不同盐度下体积和叶绿素的变化·····	30
2.1 实验结果·····	30
2.2 讨论·····	32
3. 桐花树叶肉细胞在不同盐度下体积和叶绿素的变化·····	34
3.1 实验结果·····	34
3.2 讨论·····	36
4. 桐花树叶柄薄壁细胞在不同盐度下体积和叶绿素的变化·····	38
4.1 实验结果·····	38
4.2 讨论·····	40
5. 秋茄叶片生长过程中不同叶片叶绿素及细胞大小的变化趋势	42
5.1 实验结果·····	42
5.2 讨论·····	44
<b>第四章 总结·····</b>	<b>47</b>
<b>参考文献·····</b>	<b>50</b>
<b>致谢·····</b>	<b>57</b>

## CONTENTS

<b>Abstract(In Chinese)</b> .....	1
<b>Abstract(in English)</b> .....	4
<b>Chapter 1 Prolegomenon</b> .....	7
<b>1. General situation of mangrove</b> .....	7
1.1 Distribution of mangrove.....	7
1.2 Mangrove's economical meaning and zoology function.....	8
1.3 Importance of the study on mangrove.....	10
<b>2. Application and development of FCM</b> .....	10
2.1 Working principle of FCM.....	11
2.2 Samples collection for FCM examination.....	12
2.3 Characteristic of FCM.....	13
2.4 Function exploitation and application of FCM.....	13
<b>3. Reviews of study on the mechanism of plant enduring salinity</b> .....	16
3.1 Salinity threatening approach and representation.....	16
3.2 Adaption of salinity enduring plant.....	17
<b>4. The meaning and purpose of this article</b> .....	18
<b>Chapter 2 Materials and methods</b> .....	20
<b>1. apparatus</b> .....	20
<b>2. Materials</b> .....	20

3. methods.....	20
<b>Chapter 3 Result and argument.....</b>	<b>25</b>
<b>1. Change of volume and chlorophyll content of mesophyll cell of <i>Kandelia candel</i> in different salinity.....</b>	<b>25</b>
1.1 results.....	25
1.2 discussion .....	27
<b>2. Change of volume and chlorophyll content of petiolar parenchyma cell of <i>Kandelia candel</i> in different salinity.....</b>	<b>30</b>
2.1 results.....	30
2.2 discussion .....	32
<b>3. Change of volume and chlorophyll content of mesophyll cell of <i>Aegiceras corniculatum</i> in different salinity.....</b>	<b>34</b>
3.1 results.....	34
3.2 discussion .....	36
<b>4. Change of volume and chlorophyll content of petiolar parenchyma cell of <i>Aegiceras corniculatum</i> in different salinity.....</b>	<b>38</b>
4.1 results.....	38
4.2 discussion .....	40
<b>1. Change of volume and chlorophyll content of mesophyll cell of <i>Kandelia candel</i> of different leaf age.....</b>	<b>42</b>
5.1 results.....	42
5.2 discussion .....	44
<b>Chapter 4 Conclusion.....</b>	<b>47</b>
<b>References.....</b>	<b>50</b>
<b>Acknowledgements.....</b>	<b>57</b>

## 摘要

本文采用快速离析法，应用流式细胞技术分别研究了秋茄 (*Kandelia candel*)和桐花树(*Aegiceras corniculatum*)的成熟叶片的叶肉及叶柄薄壁细胞细胞体积和叶绿素含量随盐度变化和它们发育过程的变化而变化的趋势。

通过对不同叶龄的秋茄叶肉细胞的研究，得出如下结果：生长于低盐度(18)以下的不同叶龄的叶肉细胞体积波动明显，而在盐度为 20 及以上的的条件下生长的叶肉细胞则表现为变化幅度小，同一盐度下不同叶龄中叶肉细胞的相对体积相近，这可能是因为在高盐度胁迫下，植物生长缓慢的关系。叶龄相同的叶片叶绿素含量在盐度为 18 和 20 时出现最大值；芽细胞单位体积叶绿素含量在盐度 18 时出现最大，从所测的几个盐度来说，表现为单峰曲线，与叶片所测得的结果存在明显差异，第四对叶和第三对叶间的叶绿素相对含量，单位体积叶绿素相对含量的变化幅度都不大。由此可以说明只有用充分发育的叶片来测定叶绿素含量的变化，用来对营养合成和生长情况的判断才是准确可靠的。

对秋茄第三对叶片叶肉细胞的研究结果：秋茄叶肉细胞的体积大小和细胞的叶绿素含量与基质盐度的关系大体上呈倒 " Z " 字形，单位体积叶肉组织叶绿素含量与基质盐度的关系呈 " N " 字形。盐度为 8~10 时，随着盐度的升高，虽然单个细胞内叶绿素含量有所减少，但由于细胞体积也跟着减少，单位体积叶肉细胞叶绿素含量增加；当盐度在 10~18 时，随着盐度的升高，随着盐度的升高单位体积内叶绿素含量下降；当盐度高于 18 时，细胞体积变小，细胞内叶绿素含量也减少，单位体积内叶绿素含量有所增加。

对秋茄叶柄薄壁细胞的研究：当盐度在 8~10 时，单位体积叶

柄薄壁细胞内叶绿素含量随盐度的升高而增加，盐度 10 时单位体积细胞叶绿素含量达到最大值；盐度在 10~20 时，随盐度升高，单位体积叶绿素含量逐渐减少，盐度为 20 时达到最小值；超过 20 后又逐渐上升，到 23 时，达到次大值，然后随着盐度的升高，单位体积细胞内叶绿素含量逐渐降低。

以桐花树枝条的第三片叶片为研究对象，结果表明：桐花树叶单位体积叶肉组织叶绿素含量与盐度大体上呈抛物线关系，基质盐度在 8 至 10 时，随着盐度上升细胞体积增大，单位体积叶肉组织叶绿素含量则减少；基质盐度为 10~13 时，随着盐度升高，叶肉细胞体积缩小，细胞内叶绿素含量逐渐上升，单位体积叶绿素含量增加；基质盐度为 13~23 时，随着盐度升高，虽然细胞内叶绿素含量逐渐增加，但由于细胞体积增大，单位体积叶肉组织叶绿素总量反而减少，当基质盐度超过 23 时，虽然盐度升高使细胞逐渐变小，但细胞内叶绿素含量急剧减少，所以单位体积叶肉组织叶绿素含量也是减少的。

对桐花树叶柄薄壁细胞的研究：当盐度从 8 升到 13 时，单位体积叶柄薄壁细胞内叶绿素含量随盐度的升高而增加，13 时单位体积叶绿素含量达到较高值；盐度在 13~23 时，随盐度升高，单位体积叶绿素含量逐渐减少，盐度 23 时达到最小值；超 23 后又逐渐上升。

综合可见，相同的红树植物不同的组织及不同的红树植物之间在盐胁迫下所表现出来的适应机理存在一定的差异。本文旨在通过应用流式细胞仪研究植物器官组织内活细胞的形态和内含物与环境的关系，使人们能更好地理解植物的抗盐机理及其发生过程，可以扩大红树植物的研究范围，推动形态解剖学的发展，使植物生理



生态研究向细胞水平更深入一步，从细胞角度为形态结构与环境相适应的理论提供更多、更充分的证据，也为抗盐植物的栽培、引种驯化和遗传优选提供理论依据，开辟了研究高等植物器官组织内活细胞的环境形态和生理形态的新途径，同时扩大了流式细胞仪在植物学研究领域中的应用范围。

关键词：叶细胞；基质盐度；叶龄；叶绿素；体积

厦门大学博硕士论文摘要库

## Abstract

This article studied the mesophyll cell size and chlorophyll content in the leaves of *Kandelia candel* and *Aegiceras corniculatum* which were planted under different substrate salinity by using flow cytometry(FCM) and fast isolation method.

First, we study on the mesophyll cell size and chlorophyll content of the leaves of *Kandelia candel* with different leaf age, the result show that: when substrate salinity is lower than 18, the cell sizes of the leaves with different leaf age fluctuate markedly; when salinity is 20~25, the fluctuant range is much smaller, cell size of leaves with different leaf age is close to each other. It may be the reason that plants grow slower in higher salinity. The chlorophyll content of leaves with same leaf age gets maximal when the substrate salinity is 18~20; chlorophyll content in unit volume of bud gets maximal when the substrate salinity is 18. Within the 7 salinities we study, the curve of chlorophyll content in unit volume of bud turn out to be odd apex, it is obviously different with the curve of chlorophyll content in leaves. Chlorophyll content in unit volume of the third pair of leaves is similar to it of the forth pair. It can only be chlorophyll content of the fully growth leaves that we mensurate to judge the growth situation of a plant exactly.

The result of the study on the mesophyll cell of *Kandelia candel* shows that: the curve shape of the relationship mesophyll cell size and chlorophyll content in different substrate salinity is like the reversed shape of "Z", and the curve shape of chlorophyll content in unit volume in different salinity of seawater is "N". When substrate salinity is 8~10, the value of chlorophyll content in unit volume is higher with salinity going high. When substrate

salinity is 10~18, the value of chlorophyll content in unit volume is lower with salinity going high. When substrate salinity is higher than 18, cell size and the value of chlorophyll content are reduced, but the value of chlorophyll content in unit volume become higher.

The result of the study on the petiolar parenchyma of *Kandelia candel* shows that: When substrate salinity is 8~10, the value of chlorophyll content in unit volume is higher while there's a higher salinity. When substrate salinity is 10, it is the maximal. When substrate salinity is 10~20, it is lower with salinity going high and gets minimal in salinity 20. It turns higher when substrate salinity is 20~23. When substrate salinity is higher than 23, it becomes smaller again.

The result of the research on mesophyll cell of *Aegiceras corniculatum* shows that: the curve shape of chlorophyll content in unit volume in different substrate salinity is a parabola. When substrate salinity is 8~10, there's a higher value of chlorophyll content in unit volume in a higher salinity. When substrate salinity is 10~13, the cell size become smaller and the value of chlorophyll content and it in unit volume are higher. When substrate salinity is higher than 13, the chlorophyll content in unit volume becomes lower with salinity going high.

The result of the research on petiolar parenchyma cell of *Aegiceras corniculatum* shows that: When substrate salinity is 8~13, the value of chlorophyll content in unit volume is higher with salinity going high and gets maximal in salinity 13. When substrate salinity is 13~23, it become lower with salinity going high and gets minimal in salinity 23. When substrate salinity is higher than 23, it becomes higher when there's a higher salinity.

All the above shows that: There is a bit difference in their adaptive mechanism between different tissues of same mangrove and different mangroves. This article is about the study on the relationship between environment and the conformations and inclusion of live cells in different tissue and apparatus of mangrove. We try to make people clearer with how mangrove to resist salt and the approach how it occurs, extend the range of the research on mangroves and promote the development of anatomy. The study can provide more adequate evidence for the theory of the adaption of conformation and environment and theory basis about the growth, domestication and genetic selection of salinity enduring plant. Our purpose is to inaugurate a new method to research the conformation of live cell in different tissue and apparatus of altitude plant and extend the application of FCM in the field of botany research.

Key word: cell of leaves; substrate salinity; leaf age; chlorophyll; volume

# 第一章 前言

## 1 红树林概况

红树林是生长在热带、亚热带海岸潮间带,受周期性潮水浸淹,以红树植物为主体的常绿灌木或乔木组成的潮滩湿地木本生物群落<sup>[1]</sup>,因为其生长在海岸潮汐到达而干湿交迭的潮间带,所以又称为海岸盐生沼泽植被<sup>[2,3]</sup>。红树林是自然辅助的高生产率的生态系统,具有高光合率、高呼吸率、高归还率的特点,是河口海湾生态系统第一性生产量的重要贡献者,它以凋落物有机碎屑的形式输出有机物,维持海岸和近海生态系统众多消费者,是热带与亚热带海洋森林和地球湿地生态系统的重要组成部分,是多种海洋动物及鸟类栖息繁衍的重要场所,在调节全球生态平衡及维持生物多样性方面起着十分重要的作用<sup>[4]</sup>。有关红树林的生态生物学研究,特别是红树林及其生物多样性变化的监测研究,红树林的保护与管理已成为热带亚热带海洋及湿地生态学研究的重要内容<sup>[5-8]</sup>。

### 1.1 红树林的分布

红树林分布与生长状况受多种因素影响,如气温、洋流、波浪、岸坡、盐度、潮汐、底质等。影响局部分布的最重要因素是波浪掩护条件和潮汐浸淹程度。前者控制红树林沿岸分布,有人称之为控制红树林能否生长的唯一必要的环境条件。后者控制红树林在潮滩上的横向分布,即红树林只能占据平均海平面(或稍上)与回归潮平均高高潮位(或大潮高潮位)之间的潮滩面。我国红树林主要分布于一些受到良好波浪掩护的港湾或河口湾内,如海南东寨港、清澜港,广西珍珠港,广东雷州湾通明海(以上4处均属于667hm<sup>2</sup>以上连片分布区)、深圳湾,福建九龙江口、漳江口,台湾淡水河口等<sup>[9]</sup>。另外,

盐度与底质也有重要影响，通常在受淡水径流影响的淤泥质潮滩上红树林生长茂盛。

从地区分布上来看，我国红树林自然分布于海南、广西、广东、福建、台湾等省区。现有面积约1.5万 $\text{hm}^2$ ，包括26种真红树，11种半红树<sup>[4]</sup>。其天然分布北界为福建福鼎县(27° 20'N)，人工引种北界为浙江乐清县(28° 25'N)<sup>[10]</sup>。受黑潮暖流的影响，红树林沿台湾岛、琉球群岛向北可分布至日本鹿儿岛喜人町(31° 34'N，天然分布北界)或静冈县(人工引种北界，34° 38'N)<sup>[11]</sup>。根据最新海洋气候资料<sup>[12]</sup>，上述红树林(秋茄)北界的一月平均气温与平均水温分别为9.8℃，10.9℃(中国天然分布北界)；9.3℃，10.6℃(中国人工引种北界)；10.5℃，16.0℃(日本天然分布北界)。

## 1. 2 红树林的经济学意义及其生态作用

红树林的传统利用方式之一是提供建材、薪柴、食物(包括林下地面和水域的海产品)、药物、饲料、肥料、化工原料(如单宁)等森林产品<sup>[10]</sup>。我国位于红树林分布带北缘，面积小，以灌木和小乔木为主，林业产品经济价值明显偏低，通常只适宜在发展水平较低的海岸地区进行小规模自给性开发。这一点往往造成人们对红树林资源价值的过低评估。一旦海岸带开发水平提高，极易发生清除红树林改作经济价值更高的围塘养殖或城市建设用地，从而丧失了实际上极其重要的下列各种红树林环境功能。

首先，我国沿海夏秋台风频繁，对海岸堤防威胁甚大。1979年国家林业部发文要求加强红树林保护与管理，沿海有关省市林业部门正式把红树林纳入海岸防护林加以管理。国家把红树林造林、经营、恢复与发展技术列入国家科技攻关计划，通过半定位试验站测试分析研究，认识到红树林防浪护岸功能通过衰减波浪、滞缓水流、

捕沙促淤<sup>[13-15]</sup>及红树林根系对沉积物的固结作用来实现。研究还表明,红树林生长带与潮汐水位之间存在相当严格的对应关系,红树林成为对海平面变化最敏感的生态系统之一,红树林捕沙促淤的生物地貌功能可以在一定程度上抵消海平面上升增加浸淹强度的负面影响,成为红树林生态系响应和反馈全球变化的主要机制之一<sup>[1]</sup>。

位于海洋和陆地交汇地带的红树林湿地是一种重要的海岸生态关键区<sup>[5]</sup>。我国红树林湿地生物多样性丰富,包括潮滩湿地生境专有的26种真红树乔、灌木,11种非专有的半红树乔、灌木和19种常见伴生植物<sup>[10]</sup>,以及55种大型藻类、96种浮游植物、26种浮游动物、300种底栖动物、142种昆虫、180种鸟类、10种哺乳动物、7种爬行动物等<sup>[16]</sup>,其中包括不少珍稀濒危或国家保护的动植物种类。

随着全球性海岸带居住和开发高潮的兴起,越来越多的生活污水、工业废水、陆地农田残留的农药和化肥,进入河流、海岸带和海洋。海洋污染不断加重引起越来越多的关注。红树林生态系统(包括植物、土壤、水体子系统)污染生态学研究成为目前新的重要领域之一。红树林生态系统不仅对生活污水具有某种程度的抗性或耐受力,林下土壤可沉积较多重金属,红树林植物和林下土壤都还有吸收各种污染物的能力和净化海洋环境的作用。可以设想,利用红树林生态系统对沿海城市污水进行物理—生物多级降解处理<sup>[17,18]</sup>,达到保护海洋环境的目的。但也有研究者认为,中国红树林生态系已处于濒危状态,不宜用作城市污水处理,以避免生态系统多样性下降和进一步退化<sup>[19]</sup>。

红树林区拥有海陆交汇的优越地理位置和胎生胚轴、复杂地面根系、多种鸟类等动植物观光资源,具有观赏、娱乐、知识和教育

多种价值，可以实施旅游开发和环境教育相结合，是目前中国红树林保护和利用相结合的最好形式<sup>[19]</sup>。

### 1.3 红树林研究的重要意义

福建是我国目前红树林自然分布最北的一个省份，也是我国人工营造红树林历史最悠久的一个省份；福建的红树植物均为比较耐寒的种类，包括红树科的秋茄、木榄、大戟科的海漆、紫金牛科的桐花树、马鞭草科的白骨壤、爵床科的老鼠勒、厦门老鼠勒，共计5科6属7种，分布面积为260hm<sup>2</sup>。福建原来有23个沿海县(市)有红树林分布，1965年前后面积达719hm<sup>2</sup>，1979年降至302hm<sup>2</sup>。目前保存的成林面积仅260hm<sup>2</sup>，比1979年减少14%，比1965年减少54%<sup>[10]</sup>。除了面积上较大幅度的缩减外，现有的红树林大多处于严重退化状态，资源受到严重破坏，因此如何更好的保护和恢复红树林显得尤为重要。目前主要通过建立红树林自然保护区以保护红树林资源，这是保护濒危的福建省红树林资源的一个有效途径。进行红树林的引种栽培和造林技术的研究，是扩大红树林资源、使其永续利用和持续发展的保证。人为的扰动已使相当一部分红树林资源退化和消亡，恢复性造林是必不可少的。本课题旨在为红树林的引种驯化和恢复性造林提供理论依据。

## 2 流式细胞技术的应用及发展

流式细胞技术是分析细胞学的重要研究手段之一。流式细胞仪(flow cytometer, FCM)是当代激光、流体力学、光学、电子计算机、荧光染料、细胞生物学、分子免疫学等学科技术高度发展的产物。流式细胞仪能快速、精确地测量通过检测区液流中的各种粒子,是对单细胞进行定性或定量分析和分选的重要仪器。



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](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库