

学校编码: 10384

分类号____密级____

学 号: 21620080150392

UDC____

厦 门 大 学

博 士 学 位 论 文

植物一氧化氮释放及一氧化氮对红树
植物白骨壤泌盐的影响

Nitric Oxide Emission from the Plants and the Effects
of Nitric Oxide on Salt Secretion from a Mangrove Plant,
Avicennia marina

陈 娟

指导教师姓名: 郑海雷 教授

裴真明 教授

专 业 名 称: 植 物 学

论文提交日期: 2012 年 04 月

论文答辩时间: 2012 年 06 月

学位授予日期: 2012 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2012年06月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目录

缩略词	I
摘要.....	I
Abstract.....	IV
第一章 绪论	1
1.1 一氧化氮 (NO) 在植物体内的生理功能及其信号转导机制.....	2
1.1.1 NO 的理化性质.....	2
1.1.2 植物体内 NO 的产生	3
1.1.3 植物体内 NO 的转化.....	9
1.1.4 植物 NO 的测定方法.....	10
1.1.5 NO 在植物中的生理作用.....	13
1.1.6 植物细胞内 NO 的信号转导.....	22
1.1.7 NO 与植物激素间的相互关系.....	27
1.2 生态系统 NO 释放研究进展.....	30
1.3 红树植物耐盐机理及 NO 对红树植物耐盐性的调控.....	32
1.3.1 形态适应性.....	33
1.3.2 离子平衡机制	33
1.3.3 渗透调节机制.....	35
1.3.4 活性氧的清除.....	35
1.3.5 红树植物耐盐的分子机制.....	36
1.3.6 NO 对红树植物耐盐性的调控.....	37
1.4 本文的立题依据及研究意义.....	37
第二章 大麦 NO 释放规律及影响因素研究.....	39
2.1 引言	39
2.2 材料和方法.....	40
2.2.1 植物材料培养及生长条件.....	40
2.2.2 大麦幼苗处理方法.....	41

2.2.3 大麦幼苗 NO 释放量测定	42
2.2.4 愈伤组织内源 NO 含量及释放量的测定	45
2.2.5 数据统计分析	45
2.3 结果与分析	46
2.3.1 不同氮源对大麦幼苗离体叶片 NO 释放速率的影响	46
2.3.2 不同氮源对大麦幼苗离体根 NO 释放速率的影响	47
2.3.3 光照-黑暗交替对大麦幼苗 NO 释放速率的影响	48
2.3.4 有氧-无氧交替对大麦幼苗 NO 释放速率的影响	50
2.3.5 大麦幼苗离体叶片、根与整体植株 NO 释放速率的比较	51
2.3.6 非生物胁迫对大麦幼苗及愈伤组织 NO 释放量的影响	52
2.4 讨论	58
2.4.1 不同 N 素对 NO 释放的影响	59
2.4.2 光照对 NO 释放的影响	60
2.4.3 缺氧对 NO 释放的影响	60
2.4.4 非生物胁迫对 NO 释放的影响	61
2.5 小结	63
第三章 79 种植物 NO 释放差异及模拟氮沉降对 79 种植物 NO 释放速率的影响	65
3.1 引言	65
3.2 材料与方法	66
3.2.1 植物材料与生长条件	67
3.2.2 处理方法	67
3.2.3 气态 NO 释放测定方法	71
3.2.4 净光合速率 (Pn) 测定	72
3.2.5 叶片元素含量、比叶面积 (SLA) 及光合 N 利用效率 (PNUE) 的测定	72
3.2.6 统计分析	72

3.3	结果与分析	73
3.3.1	植物叶片性状与 NO 释放速率的关系	73
3.3.2	模拟 N 沉降对 79 种植物 NO 释放的影响	83
3.4	讨论	87
3.4.1	不同物种的 NO 释放差异	87
3.4.2	模拟 N 沉降对植物光合能力的影响	88
3.4.3	模拟 N 沉降处理显著提高植物 NO 释放量	89
3.5	小结	90
第四章 中国福建漳江口红树林湿地 NO 释放规律及影响因素研究		93
4.1	引言	93
4.2	材料与方法	94
4.2.1	样地概况	94
4.2.2	环境因子测定	96
4.2.3	气体释放通量测定	97
4.2.4	土壤样品分析	98
4.2.5	数据分析	99
4.3	结果与分析	99
4.3.1	红树林湿地环境因子日变化规律	99
4.3.2	红树林湿地 NO 释放通量日变化	100
4.3.3	模拟潮汐和光暗对红树林土壤 NO 释放通量的影响	102
4.3.4	红树林湿地 NO 释放通量与 CO ₂ 释放的关系	103
4.3.5	红树林湿地 NO 释放通量与土壤有效氮及硝化速率的关系	104
4.3.6	补氮对 NO 释放通量的影响	106
4.4	讨论	107
4.4.1	夜间潮汐对红树林湿地 NO 释放的影响	107
4.4.2	红树林湿地日间 NO 释放规律	108
4.4.3	秋茄白骨壤两样地 NO 释放量的比较	109

4.5 小结	109
第五章 NO 通过提高 H⁺-ATPase 和 Na⁺/H⁺ 逆向转运蛋白的表达促进红树植物白骨壤泌盐及 Na⁺ 区域化	111
5.1 前言	111
5.2 材料与方法	113
5.2.1 植物材料和生长条件	113
5.2.2 实验处理	113
5.2.3 离子测定	114
5.2.4 X-ray 微区分析	114
5.2.5 Na ⁺ 流的非损伤测定	114
5.2.6 SDS-PAGE 和 western-blot 分析	115
5.2.7 RNA 提取及基因克隆	116
5.2.8 实时荧光定量 PCR 分析	117
5.2.9 数据统计与分析	117
5.3 结果与分析	118
5.3.1 不同浓度 NaCl 对白骨壤泌盐的影响	118
5.3.2 NO 对白骨壤叶片泌盐和叶片中 Na ⁺ 含量的影响	122
5.3.3 NO 对白骨壤叶片元素比例和分布的影响	126
5.3.4 NO 和抑制剂对白骨壤叶片上表皮盐腺 Na ⁺ 流的影响	128
5.3.5 NaCl 及 SNP 对 H ⁺ -ATPase 及 Na ⁺ /H ⁺ 逆向转运蛋白表达的影响 ..	130
5.3.6 <i>HAI</i> , <i>VHA-c1</i> 及 <i>SOS1</i> 基因克隆及实时荧光定量 PCR 条件确定 .	135
5.3.7 NaCl 对 <i>HAI</i> , <i>VHA-c1</i> , <i>SOS1</i> 及 <i>NHX1</i> 基因表达的影响	149
5.3.8 NO 对 NaCl 刺激下白骨壤叶片 <i>HAI</i> , <i>VHA-c1</i> , <i>SOS1</i> 及 <i>NHX1</i> 基因表达的影响	152
5.4 讨论	153
5.5 小结	157
第六章 结论与展望	159

参考文献	163
博士期间发表的文章	185
致谢.....	187

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Content

Abbreviations	I
Chinese abstract	I
English abstract	IV
Chapter 1. Introduction.....	1
1.1 Physiological function of nitric oxide (NO) in the plants and NO signal transduction	2
1.1.1 Physical and chemical properties of NO	2
1.1.2 NO biosynthesis in the plants	3
1.1.3 NO transformation in the plants.....	9
1.1.4 Measurement and quantitation of NO.....	10
1.1.5 NO function in the plants.....	13
1.1.6 NO signal transduction	22
1.1.7 Relationships between NO and plant hormone	27
1.2 NO emission from ecosystem.....	30
1.3 Salt-tolerance in mangrove plants and regulation of NO to salt tolerance of mangrove plants.....	32
1.3.1 Morphological acclimation in mangrove plants	33
1.3.2 Ion homeostasis	33
1.3.3 Osmotic adjustment.....	35
1.3.4 ROS clearance.....	35
1.3.5 Salt tolerance in molecular level in mangrove plants.....	36
1.3.6 Regulation of NO to salt tolerance of mangrove plants	37
1.4 Purpose and significance of present study	37
Chapter 2. Effects of environmental factors on NO emission rate of barley.....	39
2.1 Introduction	39
2.2 Materials and methods.....	40
2.2.1 Plant materials and growth conditions.....	40

2.2.2	Treatments	41
2.2.3	Measurements of gaseous NO emission from barley seedlings	42
2.2.4	Measurements of gaseous NO emission from barley calluses tissues ..	45
2.2.5	Statistical analysis.....	45
2.3	Results and analysis.....	46
2.3.1	Effects of different N sources on NO emission from barley leaves	46
2.3.2	Effects of different N sources on NO emission from barley roots.....	47
2.3.3	NO emission from barley seedlings treated with light-dark transition	48
2.3.4	NO emission from barley seedlings under air-nitrogen transition	50
2.3.5	Difference of NO emission rate between detached tissues and whole plants.....	51
2.3.6	Effects of environmental stresses on NO emission from barley seedlings and calluses tissues.....	52
2.4	Discussion	58
2.4.1	Effects of different N sources on NO emission.....	59
2.4.2	Effects of light on NO emission	60
2.4.3	Effects of anaerobic condition on NO emission	60
2.4.4	Effects of environmental stresses on NO emission	61
2.5	Summary	63
Chapter 3. Variations in NO emission from 79 plant species and the responses of 79 plant species to simulated N deposition		65
3.1	Introduction	65
3.2	Materials and methods.....	66
3.2.1	Plant materials and growth conditions.....	67
3.2.2	Treatments	67
3.2.3	Measurements of gaseous NO emission.....	71
3.2.4	Net photosynthesis (Pn) measurements	72
3.2.5	Determination of leaf element concentrations, specific leaf area (SLA), photosynthetic N use efficiency (PNUE)	72
3.2.6	Statistical analysis.....	72
3.3	Results and analysis.....	73

3.3.1 Patterns of various leaf traits and NO emission rate across 79 plant species.....	73
3.3.2 Effects of simulated N deposition on NO emission rate from 79 plant species	83
3.4 Discussion	87
3.4.1 Variations in NO emission from different species	87
3.4.2 Responses of leaf photosynthetic capacity to simulated N deposition .	88
3.4.3 Increased NO emission from the plants induced by simulated N deposition.....	89
3.5 Summary	90
Chapter 4. Diurnal variation of NO emission flux from a mangrove wetland in Zhangjiang river estuary, China	93
4.1 Introduction	93
4.2 Materials and methods.....	94
4.2.1 Experimental sites	94
4.2.2 Determination of environmental variables	96
4.2.3 Field NO and CO ₂ fluxes measurement.....	97
4.2.4 Soil sampling and nitrification/denitrification analysis	98
4.2.5 Statistical analysis.....	99
4.3 Results and analysis.....	99
4.3.1 Environmental factors of the mangrove wetlands.....	99
4.3.2 Diurnal variations of NO emission from the mangrove wetlands.....	100
4.3.3 Effects of simulated tide and light-dark transition on NO emitted from soil samples of mangrove wetlands	102
4.3.4 Relationship between NO and CO ₂ emission from mangrove wetland soils.....	103
4.3.5 Soil available nitrogen content and net nitrification rate	104
4.3.6 The effect of nitrogen addition on NO emission flux.....	106
4.4 Discussion	107
4.4.1 Effect of nighttime high tide on NO emission	107
4.4.2 Pattern of NO emission in daytime	108

4.4.3 Difference of NO emission between the two sites	109
4.5 Summary	109
Chapter 5. NO enhances salt secretion and Na⁺ sequestration in a mangrove plant, <i>Avicennia marina</i>, through increasing the expression of H⁺-ATPase and Na⁺/H⁺ antiporter under high salinity	111
5.1 Introduction	111
5.2 Materials and Methods	113
5.2.1 Plant materials and growth conditions.....	113
5.2.2 Treatments	113
5.2.3 Ion analysis.....	114
5.2.4 X-ray microanalysis.....	114
5.2.5 Na ⁺ flux measurements.....	114
5.2.6 Sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis and western blot analysis.....	115
5.2.7 RNA extraction and gene cloning	116
5.2.8 Real-time quantitative PCR analysis	117
5.2.9 Statistical analysis.....	117
5.3 Results and analysis.....	118
5.3.1 Effect of NaCl concentration on salt secretion.....	118
5.3.2 Effect of NO on salt secretion rate and ion content in <i>Avicennia marina</i> leaves	122
5.3.3 Effects of NO on element ratios and ion distribution in <i>Avicennia marina</i> leaves	126
5.3.4 Effects of NO and inhibitors on Na ⁺ fluxes in salt glands of <i>Avicennia marina</i> upper epidermis	128
5.3.5 Western blot analysis of protein expression of H ⁺ -ATPase and Na ⁺ /H ⁺ antiporter affected by NO.....	130
5.3.6 Gene cloning of <i>HAI</i> , <i>VHA-c1</i> and <i>SOS1</i> and the condition optimization of real-time quantitative PCR.....	135
5.3.7 The transcriptional expression of <i>HAI</i> , <i>VHA-c1</i> , <i>SOS1</i> and <i>NHX1</i> genes affected by NaCl	149

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.

厦门大学博硕士论文摘要库