

学校编码: 10384

密级_____

学号: 22620071152367

廈門大學

碩 士 學 位 論 文

虾池换塘外排废水和清塘直排污泥对秋茄
幼苗的影响

Effects of exchanging wastewater and sludge from shrimp
ponds on *Kandelia candel* seedlings

唐飞龙

指导教师姓名: 叶 勇 教授

专业名称: 环 境 工 程

论文提交日期: 2010 年 5 月

论文答辩时间: 2010 年 6 月

2010 年 6 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

图索引.....	VII
表索引.....	X
摘 要.....	XII
1 前言	1
1.1 围塘养殖的危害	1
1.2 水产养殖的污染	2
1.2.1 营养物的污染.....	2
1.2.2 药物的使用污染.....	3
1.2.3 底泥的富集污染.....	4
1.3 红树林污染生态学研究进展	5
1.3.1 重金属污染物对红树林的影响.....	6
1.3.2 石油污染对红树林的影响.....	6
1.3.3 有机氯农药对红树林的影响.....	7
1.3.4 各类污水对红树林的影响.....	7
1.4 本研究的内容与意义	9
2 材料与方法	10
2.1 虾池换塘外排废水对秋茄幼苗影响的实验	10
2.1.1 实验设计.....	10
2.1.2 实验用虾池换塘外排废水理化特性.....	10
2.1.3 幼苗生长指标测定.....	11
2.1.4 统计方法.....	11
2.2 清塘直排污泥对秋茄幼苗影响的实验	11
2.2.1 实验设计.....	11
2.2.2 实验用培养基理化特性.....	13

2.2.3 测定方法.....	14
2.2.4 统计方法.....	17
3 虾池换塘外排废水对秋茄幼苗生长的影响	18
3.1 虾池换塘外排废水对秋茄幼苗茎高和基径的影响	18
3.2 虾池换塘外排废水对秋茄幼苗叶片的影响	19
3.3 讨论.....	21
4 清塘直排污泥对秋茄繁殖体萌发的影响	23
4.1 清塘直排污泥对秋茄繁殖体萌芽时间的影响	23
4.2 清塘直排污泥对秋茄繁殖体展叶时间的影响	23
4.3 清塘直排污泥对秋茄繁殖体萌发率的影响	24
4.4 讨论.....	25
5 清塘直排污泥对秋茄幼苗生长和生理的影响	27
5.1 清塘直排污泥对秋茄幼苗生长的影响	27
5.1.1 清塘直排污泥对秋茄幼苗茎高、基径和分枝数的影响.....	27
5.1.2 清塘直排污泥对秋茄幼苗叶片生长的影响.....	29
5.1.3 清塘直排污泥对秋茄幼苗生物量的影响.....	30
5.1.4 清塘直排污泥对秋茄叶片肉质化程度和含水量的影响.....	32
5.1.5 讨论.....	33
5.2 清塘直排污对秋茄幼苗生理的影响	37
5.2.1 清塘直排污泥对秋茄叶片叶绿素的影响.....	37
5.2.2 清塘直排污泥对秋茄叶片光合特性的影响.....	37
5.2.3 清塘直排污泥对秋茄叶片丙二醛含量的影响.....	40
5.2.4 清塘直排污泥对秋茄叶片抗氧化酶活性的影响.....	40
5.2.5 清塘直排污泥对秋茄叶片游离脯氨酸、可溶性蛋白和可溶性糖含量的影响.....	42
5.2.6 清塘直排污泥对秋茄幼苗根系活力的影响.....	43

5.2.7 讨论.....	44
6 秋茄幼苗体内营养盐分布及其对系统营养盐的吸收率.....	48
6.1 秋茄幼苗总氮、总磷的含量变化.....	48
6.2 秋茄幼苗对系统营养盐的吸收率.....	49
6.3 讨论.....	51
6.3.1 秋茄幼苗总氮、总磷含量变化的讨论.....	51
6.3.2 秋茄幼苗对系统营养盐吸收率的讨论.....	52
7 结论.....	53
参考文献.....	55
附录.....	67
致谢.....	68

Contents

Figure Index	VIII
Table Index	XI
Abstract	XIV
1 Preface	1
1.1 The hazards of pond culture	1
1.2 Aquaculture pollution	2
1.2.1 Nutrient pollution.....	2
1.2.2 Drug pollution.....	3
1.2.3 Enrichment of sediment pollution.....	4
1.3 Progress in pollution ecology of mangrove	5
1.3.1 Effects of heavy metal pollution on mangrove	6
1.3.2 Effects of oil pollution on mangrove	6
1.3.3 Effects of organochlorine pesticides pollution on mangrove.....	7
1.3.4 Effects of sewage pollution on mangrove.....	7
1.4 Contents and significance of this study	9
2 Materials and methods	10
2.1 Shrimp pond exchanging wastewater experiment	10
2.1.1 Experimental Design.....	10
2.1.2 Characters of shrimp pond exchanging wastewater.....	10
2.1.3 Growth Indexes	11
2.1.4 Data analysis	11
2.2 Shrimp pond sludge experiment	11
2.2.1 Experimental Design.....	11
2.2.2 Characters of different matrix	13

2.2.3 Analytical methods.....	14
2.2.4 Data analysis	17
3 Effects of shrimp pond exchanging wastewater on growth of <i>K. candel</i>.....	18
3.1 Effects of wastewater on stem height and diameter of <i>K. candel</i>	18
3.2 Effects of wastewater on leaf growth of <i>K. candel</i>.....	19
3.3 Discussion.....	21
4 Effects of shrimp pond sludge on germination of <i>K. candel</i>.....	23
4.1 Effects of sludge on propagule germination time of <i>K. candel</i>.....	23
4.2 Effects of sludge on propagule leafing time of <i>K. candel</i>	23
4.3 Effects of sludge on propagule germination percentage of <i>K. candel</i>.....	24
4.4 Discussion.....	25
5 Effects of shrimp pond sludge on growth and physiology of <i>K. candel</i>.....	27
5.1 Effects of shrimp pond sludge on growth of <i>K. candel</i>	27
5.1.1 Effects of sludge on height, diameter, branch number of <i>K. candel</i>	27
5.1.2 Effects of sludge on leaf growth of <i>K. candel</i>	29
5.1.3 Effects of sludge on biomass of <i>K. candel</i>	30
5.1.4 Effects of sludge on leaf water content and succulence of <i>K. candel</i>	32
5.1.5 Discussion	33
5.2 Effects of shrimp pond sludge on physiology of <i>K. candel</i>	37
5.2.1 Leaf chlorophyll contents	37
5.2.2 Leaf photosynthesis	37
5.2.3 Leaf MDA contents.....	40
5.2.4 Leaf enzyme activities	40
5.2.5 Leaf free proline, soluble protein and sugar contents	42
5.2.6 Root activity.....	43
5.2.7 Discussion	44

6 N, P content and their allocation in the body of <i>K. candell</i> seedlings	48
6.1 Nitrogen and phosphorus content of <i>K. candell</i> seedlings	48
6.2 Absorption for Nutrient by <i>K. candell</i> seedlings	49
6.3 Discussion	51
6.3.1 Nitrogen and phosphorus content of <i>K. candell</i> seedlings	51
6.3.2 Absorption for Nutrient by <i>K. candell</i> seedlings	52
7 Conclusions	53
References	55
Appendix	67
Acknowledgements	68

图索引

图 3-1 虾池换塘外排废水对秋茄幼苗茎高的影响	18
图 3-2 虾池换塘外排废水对秋茄幼苗基径的影响	18
图 3-3 虾池换塘外排废水对秋茄幼苗萌生叶片数的影响	19
图 3-4 虾池换塘外排废水对秋茄幼苗着生叶片数的影响	19
图 3-5 虾池换塘外排废水对秋茄幼苗落叶百分率的影响	20
图 3-6 虾池换塘外排废水对秋茄幼苗凋落叶生物量的影响	21
图 4-1 清塘直排污泥对秋茄繁殖体萌芽时间的影响	23
图 4-2 清塘直排污泥对秋茄繁殖体展叶时间的影响	24
图 4-3 清塘直排污泥对秋茄繁殖体萌发率的影响	25
图 5-1 清塘直排污泥对秋茄茎高生长的影响	28
图 5-2 清塘直排污泥对秋茄基径生长的影响	28
图 5-3 清塘直排污泥对秋茄分枝数的影响	29
图 5-4 清塘直排污泥对秋茄叶片生长的影响	30
图 5-5 清塘直排污泥对秋茄生物量分配的影响	31
图 5-6 清塘直排污泥对秋茄平均相对生长率的影响	32
图 5-7 清塘直排污泥对秋茄叶片肉质化的影响	32
图 5-8 清塘直排污泥对秋茄叶片含水量的影响	33
图 5-9 清塘直排污泥对秋茄幼苗叶片净光合速率 (Pn)、气孔导度 (Gs)、胞间 CO ₂ 浓度 (Ci) 和蒸腾速率 (Tr) 的影响	38
图 5-10 清塘直排污泥对秋茄水分利用率的影响	39
图 5-11 清塘直排污泥对秋茄幼苗叶片丙二醛 (MDA) 含量的影响	40
图 5-12 清塘直排污泥对秋茄叶片超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化物酶 (POD) 和过氧化氢酶 (CAT) 的影响	41
图 5-13 清塘直排污泥对秋茄叶片脯氨酸、可溶性蛋白和可溶性糖含量的影响	42
图 5-14 清塘直排污泥对秋茄幼苗根系活力的影响	43

Figure Index

Fig.3-1 Effects of wastewater from shrimp pond on stem height of <i>K. candel</i>	18
Fig.3-2 Effects of wastewater from shrimp pond on stem diameter of <i>K. candel</i>	18
Fig.3-3 Effects of wastewater from shrimp pond on leaf production of <i>K. candel</i>	19
Fig.3-4 Effects of wastewater from shrimp pond on leaf remain of <i>K. candel</i>	19
Fig.3-5 Effects of wastewater from shrimp pond on leaf fall percentage of <i>K. candel</i>	20
Fig.3-6 Effects of wastewater from shrimp pond on leaf fall biomass of <i>K. candel</i> ...	21
Fig.4-1 Effects of sludge dredged from shrimp pond on propagule germinating time of <i>K. candel</i>	23
Fig.4-2 Effects of sludge dredged from shrimp pond on propagule leafing time of <i>K.</i> <i>candel</i>	24
Fig.4-3 Effects of sludge dredged from shrimp pond on propagule germination percentage of <i>K. candel</i>	25
Fig.5-1 Effects of sludge dredged from shrimp pond on height of <i>K. candel</i>	28
Fig.5-2 Effects of sludge dredged from shrimp pond and on diameter of <i>K. candel</i> ...	28
Fig.5-3 Effects of sludge dredged from shrimp pond and on branch number of <i>. candel</i>	29
Fig.5-4 Effects of sludge dredged from shrimp pond on leaf growth of <i>K. candel</i>	30
Fig.5-5 Effects of sludge dredged from shrimp pond on biomass allocation of <i>K.</i> <i>candel</i>	31
Fig.5-6 Effects of sludge dredged from shrimp pond on mean relative growth rate of <i>K.</i> <i>candel</i>	32
Fig.5-7 Effects of sludge dredged from shrimp pond on leaf succulence of <i>K. candel</i>	32
Fig.5-8 Effects of sludge dredged from shrimp pond on leaf water content of <i>K.</i>	

<i>candel</i>	33
Fig.5-9 Effects of sludge dredged from shrimp pond on leaf net photosynthetic rate (Pn), stomata conductance (Gs), inter-cellular CO ₂ (Ci) and transpiration rate (Tr) of <i>K. candel</i>	38
Fig.5-10 Effects of sludge dredged from shrimp pond on WUE of <i>K. candel</i>	39
Fig.5-11 Effects of sludge dredged from shrimp pond on leaf MDA content of <i>K. candel</i>	40
Fig.5-12 Effects of sludge dredged from shrimp pond on leaf SOD, POD and CAT activities of <i>K. candel</i>	41
Fig.5-13 Effects of sludge dredged from shrimp pond on leaf free proline, soluble protein and sugar contents of <i>K. candel</i>	42
Fig.5-14 Effects of sludge dredged from shrimp pond on root activity of <i>K. candel</i> ..	43

表索引

表 2-1 实验用虾池换塘外排废水和盐水的理化	11
表 2-2 实验用清塘泥浆水和盐水的性质	13
表 2-3 实验用红树林土壤、虾池土和虾池表层沉积物的理化特性	13
表 3-1 盐度与外排废水对秋茄生长影响的双因素方差分析结果	21
表 5-1 实验结束时不同处理下土壤养分含量及含水量	27
表 5-2 清塘直排污泥对秋茄幼苗生物量的影响	31
表 5-3 清塘直排污泥对秋茄叶绿素含量的影响	37
表 6-1 清塘直排污泥对秋茄总氮含量的影响	48
表 6-2 清塘直排污泥对秋茄总磷含量的影响	49
表 6-3 秋茄对氮的吸收	49
表 6-4 秋茄对磷的吸收	50

Table Index

Tab.2-1 Characters of shrimp pond wastewater and artificial saline water	11
Tab.2-2 Characteristics of sludge dredged from shrimp pond and saline water	13
Tab.2-3 Characteristics of mangrove soil, shrimp pond bottom soil and shrimp pond surface sediment.....	13
Tab.3-1 Results of 2 way ANOVA for the effects of salinity and wastewater from shrimp pond on seedling growth of <i>K. candell</i>	21
Tab.5-1 Nutrient and water content of different matrix treatment in the end	27
Tab.5-2 Effects of sludge dredged from shrimp pond on biomass of <i>K. candell</i>	31
Tab.5-3 Effects of sludge dredged from shrimp pond on Chl content of <i>K. candell</i>	37
Tab.6-1 Effects of sludge dredged from shrimp pond on Total-N content of <i>K. candell</i>	48
Tab.6-2 Effects of sludge dredged from shrimp pond on Total-P content of <i>K. candell</i>	49
Tab.6-3 Absorption for nitrogen by <i>K.candell</i> .Tab.6-4 Absorption for phosphorus by <i>K. candell</i>	49
Tab.6-4 Absorption for phosphorus by <i>K. candell</i>	50

摘要

清塘表层沉积物及日常换塘水的排放是虾池主要的排污方式。通过室外盆栽试验,设置 5 个处理,培养基质分别为 5 kg 红树林土壤、4.375 kg 红树林土壤+2.4 L 泥浆水(基质表层形成 2 cm 厚的灌污层)、3.75 kg 红树林土壤+4.8 L 泥浆水(基质表层形成 3 cm 厚的灌污层)、2.5 kg 红树林土壤+9.6 L 泥浆水(基质表层形成 7 cm 厚的灌污层)、5 kg 去除表层沉积物的虾池土,均以 15 盐度的人工海水培养,分别用 MS、灌污 2 cm、灌污 3 cm、灌污 7 cm、PS 表示。实验周期 224 天,每天记录繁殖体的萌芽和展叶情况,每月测量植株茎高、基径、分枝数、叶片数、叶面积、各部分干重等指标,并测定叶片光合特性、叶绿素含量、MDA 含量、SOD 活性、POD 活性、CAT 活性、游离脯氨酸含量、可溶性蛋白含量、可溶性糖含量等及根系活力,研究清塘表层沉积物和去除表层沉积物虾池土对秋茄繁殖体的萌发状况及幼苗在生理生态上的响应,并探讨了各处理下秋茄体内 N、P 元素的含量及分布。还研究了盐度和虾池换塘外排废水对秋茄幼苗生长的影响。结果表明:

(1) 通过对秋茄幼苗茎高、基径、萌生叶片数、着生叶片数、落叶百分率及凋落叶干重指标的研究表明,低营养含量的虾池换塘废水整体上没有对秋茄幼苗的生长产生明显的影响,在盐度 15 下废水的加入对着生叶片数、落叶百分率存在一定的正作用,说明虽然换塘废水营养盐含量低,但在适宜秋茄生长的盐度下可以延缓其叶片的衰老。

(2) 从萌发指标上看,随着灌污厚度的增加,秋茄繁殖体萌芽和展叶时间逐渐缩短,萌发快慢顺序依次为灌污 7 cm>3 cm>2 cm>MS,说明清塘直排污泥的加入促进了秋茄繁殖体的萌发。去除表层沉积物的虾池土也在一定程度上促进了秋茄繁殖体的萌发。

(3) 从生长指标上看,随着沉积物厚度的增加,秋茄幼苗基径、分枝数、叶片数、叶面积及总生物量呈先上升后下降趋势,且灌污 3 cm 处理下达到最大值,分别比 MS 提高了 15%、93%、51%、29%和 11%,当灌污达到 7 cm 时,减缓了这种促进作用;在生物量分配方面,灌污 3 cm 与 MS 存在显著性差异,有最大的叶生物量比和最小的根生物量比和根冠比,说明在清塘表层沉积物带来的充足营养环境中,秋茄幼苗将更多的生物量分配到叶中。PS 处理在各项生长

指标上均接近 MS。总的来说，清塘直排污泥促进了秋茄幼苗的生长，适量灌污促进作用更加明显，去除表层沉积物虾池土对秋茄幼苗的生长影响甚微。

(4) 从生理指标上看，清塘表层沉积物显著提高了秋茄叶片的叶绿素含量和净光合速率，其中灌污 3 cm 值最大，灌污 7 cm 时，净光合速率却低于 MS；秋茄叶片的 MDA 含量随着灌污厚度的增加而增加，灌污 7 cm 显著高于灌污 3 cm，而 SOD 和 POD 活性却随着灌污厚度的增加呈先上升后下降趋势，其中灌污 7 cm 显著低于灌污 3 cm；秋茄叶片游离脯氨酸、可溶性蛋白和可溶性糖在灌污处理间呈先下降后有所上升趋势，其中灌污 3 cm 处理组含量均最低，说明其受到的渗透胁迫最小；在矿质营养吸收上，根系活力呈先上升后有所下降趋势，其中灌污 3 cm 最高且显著高于灌污 2 cm。PS 处理有较低的叶绿素含量和净光合速率，较高的 MDA、游离脯氨酸和可溶性糖含量，根系活力相差不大。总的来说，适量清塘表层沉积物最适合秋茄幼苗的生长，过量则在一定程度上形成了逆境胁迫，去除表层沉积物虾池土对秋茄幼苗造成了一定的负面影响。

(5) 在秋茄幼苗体内 N、P 含量及分布上，各器官氮含量的高低顺序为：叶>茎>根>胚轴，各器官含磷的高低顺序为：根>叶>茎>胚轴；单株含氮量上，灌污 2 cm 和灌污 3 cm 氮含量显著高于灌污 7 cm，PS 处理低于 MS 处理，灌污 2 cm 含磷量与 MS 相差不大，其他处理低于 MS。不同处理下氮磷吸收总量的基本顺序为：灌污 3 cm>灌污 2 cm>灌污 7 cm>MS>PS；吸收的氮主要积累在叶片中，吸收的磷主要积累在根系中，灌污 3 cm 和灌污 2 cm 整体吸收率大于 MS 组，灌污 7 cm 和 PS 处理吸收率小于 MS 处理。总的来说，少量清塘表层沉积物有利于秋茄幼苗吸收污泥中的营养物质加以利用促进植物的生长，过量沉积物和去除表层沉积物虾池土降低了秋茄幼苗对环境中的营养的利用率。

关键词：秋茄；虾池清塘直排污泥；虾池换塘外排废水；萌发；生态生理

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.

厦门大学博硕士学位论文摘要库