

广西红树林的病原真菌及其生态学特点

周志权, 黄泽余

(广西科学院生物研究所, 广西南宁 530003)

摘要: 报道了广西沿海的山口、钦州、北仑河口 3 个主要红树林分布区的病原真菌及其生态学特点: 共鉴定红树林病原真菌 14 属 26 个种(菌株), 其中主要是炭疽菌、拟盘多毛孢菌、交链孢菌和叶点霉菌。3 个分布区红树林病原真菌的物种丰富度指数 D_{MA} 在 2.826 5~4.700 4 之间, 多样性指数 H' 为 0.971 8~1.276 8, 均匀度指数 J_{sw} 为 0.900 5~0.915 8; 其中山口病原真菌的种数(12)最少, 物种丰富度指数(2.826 5)和物种多样性指数(0.971 8)最小。红树林病原真菌分布的主要特点是: 高潮地带的较低潮地带的为多, 尤以河口最多。侵染寄主的部位主要集中在树冠上部, 叶斑病最常见, 枝梢病害次之, 根茎部的病害很少。桐花和海漆的病害种类最多, 红海榄和老鼠筋最少。

关键词: 红树林; 病原真菌; 生态学特点

中图分类号: Q948.15+8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2001)01-0157-06

Study on the species and ecological character of mangrove pathogenic fungi in Guangxi

ZHOU Zhi-quan, HUANG Ze-yu

(Institute of Biology, Guangxi Academy of Sciences, Nanning 530003, China)

Abstract: The species and ecological character of mangrove pathogenic fungi in three areas (Shankou, Qinzhou and the estuary of Beilun in Guangxi) are reported. Among fourteen genus twenty-six species (isolates) of mangrove pathogenic fungi that are mainly *Colletotrichum*, *Pestalotiopsis*, *Alternaria* and *Phyllosticta* were identified. And the richness index (D_{MA}), species diversity index (H') and evenness index (J_{sw}) of the identified pathogenic fungi species in three areas are 2.826 5~4.700 4, 0.971 8~1.276 8 and 0.900 5~0.915 8 respectively. In Shankou, there are only twelve species, less than other two areas, so the D_{MA} and H' are the minimum accordingly. Meanwhile, the most important character in the distribution of the mangrove pathogenic fungi is that the variety in high-tide land is more than that in low-tide land, and the most variety is found in the area round estuary. The pathogenic fungi infect chiefly the top of the mangrove plant. Diseases occur mostly on leaves, then on the tip of branch, and rarely on the root and stem. Most diseases occur on *Aegicera corniculatum* and *Excoecaria agallocha*, however, few diseases occur on *Rhizophora stylosa* and *Acanthus ilicifolius*.

Key words: Mangrove; pathogenic fungi; ecological character

红树林是分布于热带、亚热带海岸和河口潮间带唯一的森林植被, 是海洋与陆地交接地带的一种特殊生态系统。有关红树林生态系统中的动物、植物已有较多的研究^[1-3], 而对微生物的研究相对较少。微生

收稿日期: 2000-04-16

作者简介: 周志权(1962-), 男, 副研究员, 从事植物病理学和植物保护的研究。

基金项目: 广西青年科学基金资助项目(桂科青 9518007)

物是红树林自然生态系统有机物的分解者,其中有不少的种类是红树植物的病原真菌^[4~6],但由于缺乏研究,人们对红树林的病原真菌了解甚少。探讨红树林的病原真菌及其生态学特点,对红树林的病害防治和指导红树林自然保护区的管理工作有重要的现实意义。作者于1996~1998年间在广西沿海的山口、钦州、北仑河口3个红树林分布区作病原真菌的调查研究,现将结果报道如下。

1 调查样地的自然概况和红树群落

山口、钦州、北仑河口3个红树林分布区分别位于广西沿海的东、中、西部,该地区属南亚季风海洋性气候,高温多雨,年均温为22~23℃,年降雨量为2000mm,相对湿度80%。采样地点山口是指英罗港和丹兜湾(21°28' N, 109°43' E),红树林面积约800hm²,主要分布有红海榄(*Rhizophora stylosa*)群落,混生有白骨壤(*Avicennia marina*)、桐花(*Aegicera corniculatum*)和秋茄(*Kandelia candel*)等。英罗港的红海榄高大浓密,与其他红树构成双层林相,成为我国大陆海岸红树结构典型且保护得较好的红树林区;丹兜湾的红树种类与英罗港的相同,但长势却不如英罗港。

采样地钦州是指钦州港和东场河口(21°35'~21°50' N, 108°31'~108°45' E),红树林面积约1000hm²,该区的红树以桐花群落为主,混生有白骨壤,秋茄等;港湾和东场河岸缘还生长着大小不一的海漆(*Excoecaria agallocha*)。

采样地北仑河口(21°28'~23°32' N, 108°02'~108°10' E)是指东兴的北仑河口和珍珠港(如江平的斑埃、贵明一带),红树林面积约1260hm²。这里形成的河口三角洲和海漫潮滩平缓而宽阔,其中以木榄(*Bruguiera gymnorrhiza*)群落为主,混生有桐花、秋茄、白骨壤等。

2 材料与方法

2.1 病原真菌的调查和采集

1996~1998年间,首先在每年的4个季节都分别进入山口、钦州、北仑河口红树林分布区进行系统调查和随机采样,采样地点如图1所示。一是根据潮线将林区分成向陆林带(内滩)、中间林带(中滩)和向海林带(外滩),然后在各个林带分别选择有代表性的红树群落,设置10m²×10m²样方3个采取病害标本;二是在样方外,如遇到红树林病害也随机地采集

病害标本。其次,将寄主种类和症状相同的病害标本份数看作病原真菌物种分布数量的代表值,进行分类统计。

2.2 病原真菌的分离鉴定

首先,对采回的病害标样,用直接挑取法或PDA培养基组织分离法,取得纯病原真菌;然后用Koch's法进行病原菌的致病性测定^[7];最后根据病原菌的形态特征、生物学特点和侵染寄主的特性,综合确定病原菌的种属^[8~12]。

2.3 数据分析方法

根据病原真菌分布的特点及取样数据,选择以下公式^[13,14]进行数据分析。采用Margalef指数 D_{MA} 对不同红树林分布区病原真菌的物种丰富度进行测度: $D_{MA}=(S-1)/\ln N$ 式中S为物种数,N为物种所致病害标本份数之和。采用Shannon-wiener信息多样性指数 H' 对红树林病原真菌的多样性进行分析:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

式中 $p_i = N_i/N$, N_i = 种 i 的个体数, N = 病害标本总份数。

采用Pielou均匀度指数 J_{sw} ,对不同红树林分布区的病原真菌物种的均匀度分析:

$$J_{sw} = H'/H'_{max}$$

$$\text{即 } J_{sw} = (-\sum p_i \log p_i) / \log S$$

式中 J 为均匀度指数; H' 为群落的实测多样性; $H'_{max} = \log S$,为最大多样性。

3 结果与分析

3.1 红树林病原真菌的种类组成

将病害标本采集份数和病原菌分离鉴定的结果统计于表1,共分离到红树林病原真菌14属26个种(菌株)。从各病原真菌出现的频度看,红树林植物病原真菌的优势种类是胶孢炭疽菌、拟盘多毛孢菌、交链孢菌和叶点霉菌;但绝大多数病原菌都是零星为害,一般不严重。另外,从病菌的寄生性来看,绝大多数病原真菌的寄生性较弱,如拟盘多毛孢菌、交链孢菌等。若树势旺盛,更不利于这类病菌的侵染;况且红树植物叶片几乎都有一层较厚的腊质层。

3.2 病原真菌的生态学特点

3.2.1 多样性分析 根据表1和数据分析的计算结果,广西3个红树林分布区病原真菌物种的丰富度指数 D_{MA} 、多样性指数 H' 和均匀度指数 J_{sw} ,汇总如表2。

表 1 广西红树林分布区病原真菌种类和病害标本份数
Table 1 The species composition and diseased sample numbers of mangrove pathogenic fungi in Guangxi

物种(菌株) Species(Isolates)	寄主植物 Host plant	病害标本份数 Numbers of diseased sample(branches)		
		山口 Sbankou	钦州 Qinzhou	北仑河口 Beilun estuary
炭疽菌属 <i>Colletotrichum</i> Corda				
胶孢炭疽菌 <i>C. gloeosporioides</i>	木榄 <i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0	0	21
胶孢炭疽菌 <i>C. gloeosporioides</i>	秋茄 <i>Kaudelle candell</i>	1	2	2
胶孢炭疽菌 <i>C. gloeosporioides</i>	榄李 <i>Lumnitzera racemosa</i>	0	2	0
胶孢炭疽菌 <i>C. gloeosporioides</i>	白骨壤 <i>Aricennia marina</i>	2	3	7
胶孢炭疽菌 <i>C. gloeosporioides</i>	海漆 <i>Excoecaria agallocha</i>	8	16	12
胶孢炭疽菌 <i>C. gloeosporioides</i>	桐花 <i>Aegicera corniculatum</i>	3	8	6
小丛壳属 <i>Golmerella</i> Shchrenk et Spauld				
围小丛壳菌 <i>G. cingulata</i>	秋茄 <i>Kaudelle candell</i>	0	2	0
拟盘多毛孢属 <i>Pestalotiopsis</i> Stey				
土杉拟盘多毛孢菌 <i>P. zahlbruckneriana</i>	木榄 <i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0	1	6
土杉拟盘多毛孢菌 <i>P. zahlbruckneriana</i>	秋茄 <i>Kaudelle candell</i>	0	0	7
紫金牛拟盘多毛孢菌 <i>P. canangae</i>	桐花 <i>Aegicera corniculata</i>	12	25	22
拟盘多毛孢菌 <i>Pestalotiopsis</i> sp.	海漆 <i>Excoecaria agallocha</i>	3	4	5
拟盘多毛孢菌 <i>Pestalotiopsis</i> sp.	榄李 <i>Lumnitzera racemosa</i>	0	2	0
拟盘多毛孢菌 <i>Pestalotiopsis</i> sp.	白骨壤 <i>Aricennia marina</i>	0	2	3
交链孢属 <i>Alternaria</i> Stey				
交链孢菌 <i>Alternaria</i> sp.	木榄 <i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0	0	4
交链孢菌 <i>Alternaria</i> sp.	桐花 <i>Aegicera corniculata</i>	2	6	5
交链孢菌 <i>Alternaria</i> sp.	白骨壤 <i>Aricennia marina</i>	3	5	9
交链孢菌 <i>Alternaria</i> sp.	老鼠筋 <i>Acanthus ilicifolius</i>	0	7	0
叶点霉属 <i>Phyllosticta</i> Pers.				
叶点霉 <i>Phyllosticta</i> sp.	木榄 <i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0	0	5
叶点霉 <i>Phyllosticta</i> sp.	红海榄 <i>Rhizophora stylosa</i>	7	0	0
叶点霉 <i>Phyllosticta</i> sp.	榄李 <i>Lumnitzera racemosa</i>	0	3	0
叶点霉 <i>Phyllosticta</i> sp.	海漆 <i>Excoecaria agallocha</i>	0	8	4
叶点霉 <i>Phyllosticta</i> sp.	秋茄 <i>Kaudelle candell</i>	0	0	1
煤炱属 <i>Capnodium</i> Moue				
番荔枝煤炱菌 <i>C. anona</i>	桐花 <i>Aegicera corniculatum</i>	0	14	7
小箭壳孢属 <i>Microxyphum</i> Auct				
狭籽小箭壳孢 <i>M. leptospermi</i>	桐花 <i>Aegicera corniculatum</i>	0	13	0
星盾炱属 <i>Asterina</i> Lev.				
杜茎山星盾炱 <i>A. maesae</i>	桐花 <i>Aegicera corniculatum</i>	0	8	2
盾壳霉属 <i>Coniothyrium</i> Corda				
盾壳霉 <i>Coniothyrium</i> sp.	桐花 <i>Aegicera corniculatum</i>	0	8	3
表丝联球霉属 <i>Fumago</i> Pers. ex Sacc				
撒播烟霉 <i>F. vagans</i>	桐花 <i>Aegicera corniculatum</i>	0	6	0
多孢疔座属 <i>Telimeia</i>				
多孢疔座霉 <i>Telimeia</i> sp.	海漆 <i>Excoecaria agallocha</i>	0	8	0
多孢疔座霉 <i>Telimeia</i> sp.	榄李 <i>Lumnitzera racemosa</i>	0	0	3
镰刀菌属 <i>Fusarium</i> Link				
尖孢镰刀菌 <i>F. oxysporum</i>	海漆 <i>Excoecaria agallocha</i>	2	0	0
尖孢镰刀菌 <i>F. oxysporum</i>	白骨壤 <i>Aricennia marina</i>	0	5	0
丝核菌属 <i>Rhizoctonia</i> De Candollo				
立枯丝核菌 <i>R. solani</i>	榄李 <i>Lumnitzera racemosa</i>	2	4	0
立枯丝核菌 <i>R. solani</i>	白骨壤 <i>Aricennia marina</i>	0	0	6
油壶菌属 <i>Otipidium</i> (Braun) Rahenh				
海滨油壶菌 <i>O. maritimum</i>	红海榄 <i>Rhizophora stylosa</i>	4	0	0
海滨油壶菌 <i>O. maritimum</i>	海漆 <i>Excoecaria agallocha</i>	0	3	0
海滨油壶菌 <i>O. maritimum</i>	秋茄 <i>Kaudelle candell</i>	0	0	4
海滨油壶菌 <i>O. maritimum</i>	木榄 <i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0	0	3

表 2 广西红树林病原真菌的多样性测度
Table 2 The diversity measure of mangrove
pathogenic fungi in Guangxi

红树林区 Mangrove areas	山口 Shankou	钦州 Qinzhou	北仑河口 Beilun estuary
物种总数 Total of species	12	25	23
丰富度指数 D_{MA} Richness index (D_{MA})	2.826 5	4.700 4	4.408 5
多样性指数 H' Diversity index (H')	0.971 8	1.276 8	1.247 1
均匀度指数 J_{SW} Evenness index (J_{SW})	0.900 5	0.913 4	0.915 8

从表 2 看出,钦州和北仑河口红树林分布区的物种数比山口林分布区多,其丰富度指数和多样性指数也较大,体现了物种的丰富度和多样性指数与物种总数成正相关;而物种的均匀度指数在 3 个分布区差别不大,与我们调查中发现病害呈零星分布是相符的。

3.2.2 病原真菌为害的主要树种、部位和为害程度
在“广西红树林真菌病害调查初报”^[4]的基础上,我们继续进行了病害标本的采集和病原真菌的鉴定,现将全部结果汇总于表 3。

根据表 3 可见:①从寄主植物种类来说,感染病菌最多的是桐花,共受到 8 种病菌侵染,并且为害程度中等以上的病害就有 3 种;其次是海漆和木榄,分别受 6 种、5 种病菌侵染,为害程度中等以上的病害均有 2 种。②从为害部位来说,病原真菌主要为害叶片,引起叶斑;枝梢次之,根、茎、胚轴最少。③从为害程度来说,海漆炭疽病(*C. gloeosporioides*)和桐花褐斑病(*P. cauangae*)为害最重,木榄赤斑病(*P. zahlbruckneriana*)、木榄和桐花的炭疽病(*C. gloeosporioides*)、白骨壤黑斑病(*Alternaria* sp.)、桐花煤烟病(*C. auona*)和海漆灰斑病(*Pestalotiopsis* sp.)等 6 种病害次之;其他病害都较轻。

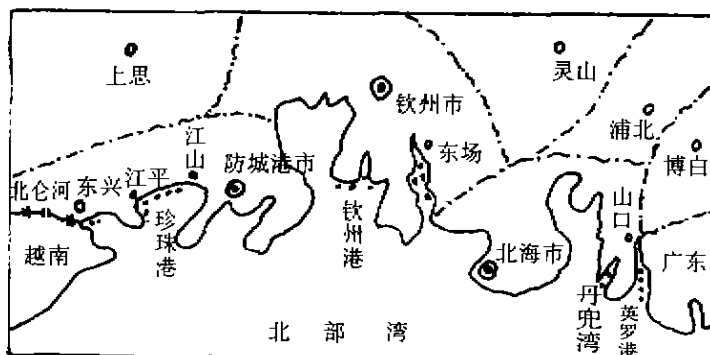


图 1 采样地点示意图

Fig. 1 The diagrammatic sketch of samphng site

“·”采样地点 Sampling site; “山口”(英罗港、丹兜湾)Shankou (Yingluo harbour, Daudou gulf); “钦州”(钦州港、东场) Qinzhou (Qinzhou port, Dongchang); “北仑河口”(北仑河口、珍珠港) Beilun estuary (Beilun estuary, Zhenzhu harbour)。

3.2.3 病原真菌在林区的分布 在调查中,我们发现在向海林带、中间林带通常只采到胶孢炭疽菌、拟盘多毛孢菌、交链孢菌等少数几种病原真菌,同时病害标本份数也少;而在向陆林带,尤其是河口和港湾所在的高潮地带,基本上可以采到红树病原真菌的所有种类,并且病害标本份数也多(一般超过中滩和外滩的病害标本数之和)。说明病原真菌种类和为害程度有愈向海林带(外滩)愈少和愈轻的趋势。

4 讨论

红树林生态系统中,红树病害虽然很早就有人开始研究^[45],但由于其不如植物、动物(昆虫)的影响

大,尤其是经济意义,因此总体来说研究和报道的还是不多。对红树真菌的研究,主要是漂浮红树木块的腐生真菌,并且分类的研究占绝大部分^[16-17],其中较典型的如 L. L. P. Vrijmoed 等人对珠江口、香港、澳门等地亚热带红树真菌的研究,发现以短梗蠕孢属等为优势的 76 种真菌^[18]。

在活体红树寄生真菌的研究方面,李云等人报道了海南琼山、广东深圳和湛江的红树林有害生物,其中有 8 种是病原真菌^[19];K. D. Hyde 等人研究了 *Nyssa fruticans* 地上部分的真菌^[20]和红树叶部病害^[11]。我们在广西沿海的 7 科 8 种真红树上,采到病原真菌 14 属 26 个种(菌株),与李云等人报道的红树病原真

菌的种类大同小异。

树 (*Heritiera fomes*) 出现大量顶枯现象^[19]。但就我们

虽然曾有报道人工育苗海桑苗病害重、死亡率高^[22], 也有报道说孟加拉国主要薪材树种小叶银叶

调查结果看来, 目前红树林受到的破坏主要来自于人类的干扰; 自然状态下, 病害不太可能成为灾害。一是

表 3 广西红树林植物的病原真菌名录

Table 3 Collection of mangrove pathogenic fungi in Gangxi

寄主植物 Host plant	病原真菌 Pathogenic fungi	为害部位 infected part	为害程度 ¹⁾ infected degree
红树科 Rhizophoraceae			
红海榄 <i>Rhizophora stylosa</i>	叶点霉菌 <i>Phyllosticta</i> sp.	叶 leaves	++
	海滨油壶菌 <i>O. maritimum</i>	叶 leaves	+
木榄 <i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	胶孢炭疽菌 <i>C. gloeosporioides</i>	叶、梢, 胚轴 leaves, shoot, plumular axis	++
	土杉拟盘多毛孢菌 <i>P. zahlbruckneriana</i>	叶 leaves	++
	交链孢菌 <i>Alternaria</i> sp.	叶 leaves	+
	叶点霉菌 <i>Phyllosticta</i> sp.	叶 leaves	+
	海滨油壶菌 <i>O. maritimum</i>	叶 leaves	+
	胶孢炭疽菌 <i>C. gloeosporioides</i>	叶、梢, 胚轴 leaves, shoot, plumular axis	+
秋茄 <i>Kandelia candel</i>	土杉拟盘多毛孢菌 <i>P. zahlbruckneriana</i>	叶 leaves	+
	叶点霉菌 <i>Phyllosticta</i> sp.	叶 leaves	+
	围小丛壳菌 <i>G. cingulata</i>	叶 leaves	+
	海滨油壶菌 <i>O. maritimum</i>	叶 leaves	+
使君子科 Combretaceae			
榄李 <i>Lumnitzera racemosa</i>	胶孢炭疽菌 <i>C. gloeosporioides</i>	叶、梢 leaves, shoot	+
	拟盘多毛孢菌 <i>Pestalotiopsis</i> sp.	叶 leaves	+
	叶点霉菌 <i>Phyllosticta</i> sp.	叶 leaves	+
	多孢疔座霉菌 <i>Telimeria</i> sp.	叶 leaves	+
	立枯丝核菌 <i>R. solani</i>	根 root	+
马鞭草科 Verbenaceae			
白骨壤 <i>Avicennia marina</i>	胶孢炭疽菌 <i>C. gloeosporioides</i>	叶、梢 leaves, shoot	+
	交链孢菌 <i>Alternaria</i> sp.	叶、梢 leaves, shoot	++
	尖孢镰刀菌 <i>F. oxysporum</i>	根 root	+
	立枯丝核菌 <i>R. solani</i>	茎 stem	+
	拟盘多毛孢菌 <i>Pestalotiopsis</i> sp.	叶 leaves	+
紫金牛科 Myrsinaceae			
桐花 <i>Aegicera corniculatum</i>	胶孢炭疽菌 <i>C. gloeosporioides</i>	叶 leaves	++
	紫金牛拟盘多毛孢菌 <i>P. cauangue</i>	叶 leaves	+++
	交链孢菌 <i>Alternaria</i> sp.	叶 leaves	+
	番荔枝煤炱菌 <i>C. suona</i>	叶 leaves	++
	狭籽小箭壳孢菌 <i>M. lptospermi</i>	叶 leaves	+
	杜荖山星盾菌 <i>A. maesus</i>	叶 leaves	+
	盾壳霉菌 <i>Coniothyrium</i> sp.	叶 leaves	+
	微播烟霉菌 <i>F. vagans</i>	叶 leaves	+
大戟科 Euphorbiaceae			
海漆 <i>Excoecaria agallocha</i>	胶孢炭疽菌 <i>C. gloeosporioides</i>	叶、梢 leaves, shoot	+++
	拟盘多毛孢菌 <i>Pestalotiopsis</i> sp.	叶 leaves	++
	叶点霉菌 <i>Phyllosticta</i> sp.	叶 leaves	+
	多孢疔座霉菌 <i>Telimeria</i> sp.	叶 leaves	+
	尖孢镰刀菌 <i>F. oxysporum</i>	茎 stem	+
	海滨油壶菌 <i>O. maritimum</i>	叶 leaves	+
爵床科 Acanthaceae			
老鼠筋 <i>Acanthus ilicifolius</i>	交链孢菌 <i>Alternaria</i> sp.	叶 leaves	++

¹⁾ 为害程度为三级, “+、++、+++”分别表示病株率 10% 以下、10%~20%、20% 以上, 以及病叶率 5% 以下、5%~10%、10% 以上。

Infected degree is classified as three grades. They are signed as “+、++、+++” respectively, which indicate the percentage of diseased plants, less than 10%, 10%~20% and more than 20%; and the percentage of diseased leaves: less than 5%, 5%~10% and more than 10%.

红树植物树皮富含单宁, 叶面多具厚的腊质层, 有的还含酚类抗病物质; 二是目前采集到的病原菌多是腐生性较强而寄生性较弱的真菌, 寄生致病能力不强; 三是海水的来回浸泡、洗刷, 不利于病菌的侵入和定殖; 四是海水有一定的盐度 (10%~25%), 起抑菌作

用, 不利于病原菌的生长繁殖, 陆生植物病菌传播为害也还需要一个适应过程。

由于资料较缺乏, 部分病原菌只鉴定到属, 物种的数据是不够完整的, 导致分析物种多样性各指数时有偏差, 这是今后工作中必须注意克服的问题。

参考文献:

- [1] 范航清,梁士楚. 中国红树林研究与管理[M]. 北京: 科学出版社,1995. 173—178.
- [2] Macnae W. A geberak acciybt if the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West Pacific region[J]. *Adv Mar Biology*, 1968, (6): 73—270.
- [3] Tomlinson P B. The Botany of Mangrove[J]. *Cambridge University press*, 1986, 145—162.
- [4] 黄泽余,周志权,黄平明,等. 广西红树林真菌病害调查初报[J]. *广西科学院学报*, 1997, 13(4): 41—45.
- [5] 黄泽余,周志权. 广西红树林炭疽病研究[J]. *广西科学*, 1997, 4(4): 319—324.
- [6] 黄泽余,周志权. 桐花煤污病的病原菌和病害发生特点初步观察[J]. *广西科学*, 1998, 5(4): 314—317.
- [7] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京: 农业出版社, 1979.
- [8] 魏景超. 真菌鉴定手册[M]. 上海: 上海科技出版社, 1979.
- [9] 张中义,冷怀琼,张志铭,等. 植物病原真菌学[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1988.
- [10] 周茂繁. 植物病原真菌分类图索[M]. 上海: 上海科技出版社, 1989.
- [11] 朱培良,葛起新,徐同. 中国拟盘多毛孢属真菌的七个新组合[J]. *真菌学报*, 1991, 10(4): 273—274.
- [12] Sutton B C. The *coelomycetes*. CMI. Kew. Surrey [M]. England. 1980.
- [13] 钱迎倩,马克平. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994. 141—162.
- [14] 刘灿然,马克平. 生物群落多样性的测度方法 W; 与多样性测度有关的统计问题[J]. *生物多样性*, 1998, 6(3): 229—239.
- [15] Newell S Y. Mangrove fungi: the succession in the mycoflora of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) seedlings [A]. In: Jones E B G, (ed.) In recent advances in aquatic mycology[C]. 1976. 51—91.
- [16] Au D W T, Vrijmoed L L P, Jones E B G. Ultrastructure of asci and ascospores of the mangrove ascomycete *Dactylospora haliotrepha* [J]. *Mycoscience*, 1996, 37(2): 129—135.
- [17] Jones E B G, Kuthubutheen A J. Malaysian Mangrove Fungi[J]. *Sydowia*, 1989, (41): 160—169.
- [18] Vrijmoed L L P, Jones E B G, Hyde K D. Observations on Subtropical Mangrove Fungi in the Pearl River Estuary [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 1994, 33(4): 78—85.
- [19] 李云,郑德璋,廖宝文,等. 红树林主要有害生物调查初报[J]. *森林病虫通讯*, 1997, (4): 12—14.
- [20] Hyde K D, Alias S A. *Linocarpon angustatum* sp. nov., and *Neolinocarpon nypicola* sp. nov., from petioles of *Nypa fruticans*, and a list of fungi from aerial part of this host[J]. *Mycoscience*, 1999, 40(2): 145—149.
- [21] Ho W H, Hyde K D. *Pterosporidium* gen. nov. to accommodate two species of *Anthostomella* from mangrove leaves[J]. *Canadian Journal of Botany*, 1996, 74(11): 1826—1829.
- [22] 李云,郑德璋,郑松发,等. 红树林海桑苗灰霉病研究初报[J]. *森林病虫通讯*, 1996, (4): 37—38.