

(第七集)

红树林研究论文集

(2005—2009)

主编 / 林光辉 林 鹏



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

(第七集)

红树林研究论文集

(2005—2009)

主编 / 林光辉 林 鹏

编 委 (姓氏笔画为序)

王文卿 张宜辉 李振基

陈小麟 陈鹭真 杨盛昌

林益明 高亚辉 郑文教

周涵韬



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

红树林研究论文集. 第7集(2005—2009)/林光辉,林鹏主编. —厦门:厦门大学出版社, 2010.10
ISBN 978-7-5615-3098-6

I. ①红… II. ①林…②林… III. ①红树林-文集 IV. ①S796-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 206753 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

<http://www.xmupress.com>

xmup@public.xm.fj.cn

厦门集大印刷厂印刷

2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷

开本:889×1194 1/16 印张:27 插页:4

字数:750 千字 印数:1~1 000 册

定价:58.00 元

如有印装质量问题请与承印厂调换



林光辉教授 (1962-), 福建省莆田市人, 1983 年 7 月毕业于厦门大学生物学系, 1986 年 6 月获得厦门大学生物学系硕士学位, 1992 年 12 月获得美国迈阿密大学博士学位, 1992-1994 年在犹他大学从事博士后研究。先后担任过美国生物圈研究所研究员、哥伦比亚大学地球研究院副研究员、中国科学院植物研究所首席研究员 (入选“百人计划”) 和中国科学院研究生院教授、博士生导师。现为厦门大学“闽江学者”特聘教授、博士生导师和生命科学学院副院长, 兼任滨

海湿地生态系统教育部重点实验室主任、Journal of Plant Ecology-UK 共同主编、中国生态学会红树林学组执委会主席、湿地科学专业委员会副主任委员、海洋生态学专业委员会常务委员和中国自然资源学会湿地资源保护专业委员会副主任委员。

林光辉教授长期从事红树林生态学、稳定同位素生态学、全球变化生态学和环境科学的研究及教学工作, 先后主持过美国自然科学基金会、环保署和中国科学院、科技部、农业部、自然科学基金会以及深港科技创新圈资助的课题多项; 已发表 90 多篇学术论文, 其中 SCI 论文 50 多篇; 参加编写的专著 4 部。



林鹏教授 (1931-2007), 福建省龙岩市人, 1955 年毕业于厦门大学生物系植物学专业, 先后任助教、讲师、副教授、教授、博士生导师, 湿地与生态研究中心主任、中国工程院院士。兼任中国生态学会顾问、福建省生态学会名誉理事长、福建省科学技术协会第二、三、四届委员和国家教委首届环境科学教学指导委员会委员、第二届副主任, 国际红树林生态系统学会 (ISME) 理事。

林鹏教授主要从事植物生态学和群落学, 环境生物学和红树林生态学研究, 曾在国内外发表论文 400 多篇, 专著有《植物群落学》(1986)、《福建植被》(1990)、《武夷山研究—森林生态系统 (I)》(1998)、《南药栽培》(1980)、《红树林》(1984, 中文版; 1988, 英文版)、《红树林研究论文集 (第一集) (1980-1989)》(1990)、《红树林研究论文集 (第二集) (1990-1992)》(1993)、《红树林研究论文集 (第三集) (1993-1996)》(1999)、《红树林研究论文集 (第四集) (1997-1999)》(2000)、《红树林研究论文集 (第五集) (2000-2001)》(2002)、《红树林研究论文集 (第六集) (2002-2004)》(2005)、《中国红树林环境生态和经济利用》(1995, 中文版; 2000, 英文版) 和《中国红树林生态系》(1997, 中文版; 1999, 英文版)。

2002 年 12 月 18 日林鹏院士生日
和部分学生的合影



2006 年 4 月至九龙江口红树林调研



2006 年 5 月闽港两地就漳江口红树林保护
与利用开展系列研讨



2006 年 6 月至翔安山亭红树林人工林调研



漳江口红树林生态系统定位站通量塔



湛江红树林生态系统定位研究站



NR01 辐射仪



三维超声风速仪和红外气体分析仪



湛江红树林生态系统定位研究站



2009年4月2日科技部办公厅一行至漳江口红树林生态定位站调研



2008年9月27日美国托莱多大学陈吉泉教授至漳江口红树林定位站考察



2008年12月21日谢联辉院士、唐崇惕院士漳江口红树林定位站考察



2010年1月华东师范大学陆健健教授至漳江口红树林定位站考察



2010年1月台湾“中央研究院”周昌弘院士至漳江口红树林定位站考察



2010年1月17日海洋公益性项目“新兴经济区滨海湿地生态系统修复技术与工程示范”项目启动会



2010年1月国家自然科学基金重点项目采样



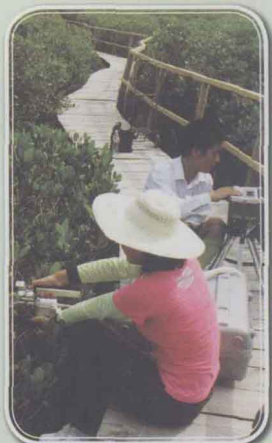
2010年7月美国俄勒冈州立大学研究生 Julie Dombia 和中国地质大学李海龙教授至漳口红树林定位站参加 973 前期专项研究



林光辉教授指导学生野外工作



2008年11月香港城市大学谭凤仪教授至湛江高桥红树林定位站考察



红树植物光合测定

序 言

红树林是热带海岸潮间带的木本植物群落。由于温暖洋流的影响,有的可以分布到亚热带;由于受潮汐影响,有的也可分布于河口海岸和水陆交叠的地方。因此,红树植物包括了具有每日浸润的潮间带生长的真红树和只有高洪潮方可浸润的高潮带以上的两栖性的半红树植物。红树林具有以下 6 个方面生态系统服务功能:(1)促进土壤的形成、抵抗潮汐和洪水的冲击;(2)过滤陆地径流和内陆排放的有机物质和污染物;(3)为许多海洋动物(包括渔业、水产生物)提供栖息和觅食的理想生境;(4)为滨海湿地和近海海洋生态系统次级生产力提供有机碎屑;(5)提供木材、薪炭、食物、药材和其他化工原料等产品;(6)为环境科普教育和生态旅游提供自然和人文景观。开展红树林研究不仅具有重要的理论意义,还有现实的经济意义。

本书是继林鹏院士的《红树林研究论文集》(1980—1989)和第二集(1990—1992)、第三集(1993—1996)、第四集(1997—1999)、第五集(2000—2001)、第六集(2002—2004)之后的续集。林鹏院士因车祸于 2007 年 5 月逝世,为了纪念他对红树林科研事业所做出的毕生贡献,我和其他同仁认真整理了 2005 年以来所有林鹏院士署名的红树林相关论文以及我们课题组 2005—2009 年发表的其他相关论文,编辑《红树林研究论文集》(第七辑,2005—2009)。全书共分七个部分:前言部分收录纪念林鹏院士的论文 1 篇:《情系红树、献身中国生态事业——记“中国红树林之父”林鹏院士》,概括了林鹏院士研究红树林、献身中国生态事业的一生;第一部分收录论文 22 篇,论述红树植物生态生理学特性,如抗盐特性、淹水胁迫响应等;第二部分收录论文 18 篇,论述了红树林中的鸟类、底栖动物、微生物和藻类等类群的生物多样性;第三部分收录论文 8 篇,论述了红树林植物的活性物质的特性、丹宁代谢以及植物激素作用等;第四部分收录论文 4 篇,论述红树植物形态学特性;第五部分收录论文 4 篇,论述了红树植物种群遗传变异和分化;第六部分收录论文 6 篇,论述了红树林的保护和生态恢复。

全书收录了 62 篇(2005—2009)正式发表的论文,是林鹏院士及其领导下的厦门大学红树林科研组的集体成果之一。本书可供国内外有关学者参阅,并作为进一步开展此项研究的参考资料。本书汇编过程中得到王新丽、杨志伟等的帮助,谨此感谢。本论文集出版以及涉及的部分研究得到国家自然科学基金重点项目(30930017)、国家自然科学基金面上项目(40776046、30700092、30600077、30972334)、科技部 973 预演研究专项(2009CB426306)、国家海洋局海洋公益性科研专项(200905009)科技支撑计划项目(2009BADB2B0605)以及近海海洋与环境国家重点实验室自主课题经费等资助。

由于编写匆促,书中错漏或不足之处,敬请同行专家和读者批评指正。

林光辉

2010 年 2 月 23 日于厦门

Preface

Mangroves are woody plants in the intertidal zones of tropical coasts. They can occur in some subtropical areas because of ocean warm currents, and others may grow into the inland areas of river estuaries or land-sea ecotones due to tidal effects. Mangroves are divided into true mangroves that subject to daily tidal inundations and semi-mangroves that occur in high tide zones and are flooded occasionally only by high tides. Mangroves in general can offer the following six categories of ecosystem services: (1) facilitating sedimentation and reducing erosions of tidal currents and floods; (2) filtering organic matter and pollutants derived from surface runoffs and river discharges; (3) providing ideal feeding habitats for many marine animals including some important fishery species; (4) supplying organic detritus for secondary producers in coastal wetlands and near-shore oceans; (5) producing woods, charcoals, foods, medicines and other chemicals; and (6) providing natural and cultural landscapes for scientific outreach and eco-tourism. Thus, mangroves are very important study materials not only in theoretical research but also in application research.

This book is a continuation of Mangrove Research Papers Series edited by Academician Peng Lin, which included “Mangrove Research Papers (1980—1989)”, “Mangrove Research Papers II (1990—1992)”, “Mangrove Research Papers III (1993—1996)”, “Mangrove Research Papers IV (1997—1999)”, “Mangrove Research Papers V (2000—2001)” and “Mangrove Research Papers VI (2002—2004)”. Unfortunately, Prof. Peng Lin passed away in May 2007 due to a car accident. In recognizing his whole-life contributions to mangrove research, my colleagues and I decided to continue publishing Mangrove Research Papers series. The resulted “Mangrove Research Papers VII” included all mangrove papers co-authored by Prof. Peng Lin since 2005. Also included in this book are other mangrove papers authored by me and my colleagues in Xiamen University between 2005 and 2009.

The book has seven sections in total. Introduction includes a eulogy article titled “Fond with mangroves and devotion to China ecological research; in memory of ‘Father of China Mangroves’ Prof. Peng Lin”, which praised his life-long contributions to mangrove and ecological research in China. Section I consists of 22 papers on mangrove ecophysiological characteristics such as salt tolerance, waterlogging resistance, etc. In Section II, total of 17 papers described the biodiversity of birds, benthos, microorganisms and algae in mangrove wetlands. Section III is composed of 8 papers on bio-active compounds, tannin metabolisms and plant hormone functions. The 4 papers in Section IV focused on morphological characteristics of selected mangrove species. Section V included 4 papers on polygenetic variations and differentiation of mangroves. Section VI had 6 papers on mangrove conservation and ecological restoration.

In total, the book contains 62 mangrove papers published previously in scientific journals between 2005 and 2009, which resulted from the research efforts of Prof. Peng Lin and his co-workers at Xiamen

University. It can serve as a reference for professionals who are in the field of mangrove and other coastal wetland research. We acknowledged help from Ms. Xinli Wang and Mr. Zhiwei Yang in editing this book. The financial supports for publishing this book and for part of research reported here came from Chinese National Natural Science Foundation (30930017, 40776046, 30700092, 30600077, 30972334), National Basic Research Program (2009CB426306), State Administration of Oceanography (200905009), State Administration of Forestry (2009BADB2B0605) and State Key Laboratory of Marine Environment.

Guanghui Lin
February 23, 2010

前言

情系红树 献身中国生态事业

——记“中国红树林之父”林鹏院士

撰文·供图/林光辉 陈鹭真

在中国甚至国外许多国家,只要一提起红树林研究,人们就会自然想起著名的红树林专家林鹏教授。林鹏教授出生于福建省晋江市,原籍福建省龙岩市。1955年毕业于厦门大学。林鹏长期从事河口海岸红树林和陆地植被生态学研究,率先对中国六省区(包括台湾)红树林进行了系统调查和研究,是中国红树林生物量、生产力、物流能流等生态系统研究的开拓者。专著《中国红树林生态系统》填补了中国红树林生态系统学科空白,为中国红树林的研究和生态恢复工程起到奠基作用。2001年,他因在这些方面的突出贡献当选为中国工程院院士。

弃学贩盐

鲜为人知的是,这位因红树林生态学研究享誉海内外的工程院院士早年有段当学徒、贩盐谋生的经历。

由于家庭困苦,林鹏17岁就辍学当学徒,半年后在亲友支持下才得以回校继续念书。然而报考大学时,又因家里出不起赴厦门大学的路费,他只得放弃。自此开始挑担赶集的生活,每天天没亮就和弟弟挑着百多斤盐担子,到40多公里外的镇上贩卖。1951年,挑着盐担子的林鹏在龙岩街头布告栏得知厦门大学因金门炮击将迁到龙岩,并补招30名学生的消息。他不肯放弃这宝贵的机会,在获得家人同意后参加了招生考试,并以第三名的优异成绩被厦门大学生物系录取。

艰苦的生活不但磨砺了他坚韧的性格,也使他明白在通往成功的路上,有两个代价总是形影相随:牺牲和困苦。这种坚韧的性格伴随了林鹏教授一生,也体现在他对红树林的研究过程中。

结缘红树林

其实,林鹏院士最早并不是专门研究红树林的。他在科研道路上最终与红树林结缘还有一段故事。

早在1953年,当时还是厦门大学生物系学生的林鹏在导师何景教授带领下第一次在野外见到了红树林。他曾经回忆道,当时觉得真有意思,竟然有树长在海里。

可是到了1977年,林鹏教授在翻阅《湿地海岸生态系统》时,发现这本书把中国的红树林列为空白。1980年,有美国学者说“中国红树林已经消失”。林鹏教授当然知道外国人的观点并不能反映中国红树林资源的真实情况,但要打破这种观点则需要确实的证据。于是,林鹏教授决心对中国红树林进行系统研究。



林鹏院士指导厦门市翔安区的红树林生态恢复工程。

他带领自己的科研组深入闽、浙、两广等我国沿海各省份,开展红树林实地调查,足迹遍布几乎所有的红树林区。随后,林鹏教授又带领他的科研组在中国的三大红树林基地——海南东寨港、广西英罗湾和福建九龙江口,分别进行了为期6年、5年和11年的定点生态系统研究。

红树林给人们的印象通常是美丽的,漫步于浪漫的红树林中更使人向往,但对红树林的野外考察就是另外一回事了。长期的野外工作异常艰苦,寒来暑往、风餐露宿不说,有时候为了观察海滩上一棵树木的情况,不得不在齐膝深的海泥里泡上三四天,走出来的时候,腿都泡

得肿胀了。更多的时候,为了一个群落的红树林得花上七八年乃至十几年的时间。后来,林鹏教授笑言:当时就只想着要为国争光,为民造福。

所有的辛苦终于没有白费。1980年,林鹏教授赴美参加第三届红树林学术会议。在会议上,林鹏教授以确凿的事实、精确的研究、完善的数据向世人展示了中国丰富的红树林资源,改变了国际学术届对中国大陆红树林及其研究的错误认识。随后,林鹏教授在1985年澳大利亚海洋研究所举行的一个国际红树林会议上,以报告的形式详细地介绍了中国的红树林生态系统,赢得了与会各国专家的认可。报告结束后,会议执行主席、著名的红树林专家费德尔教授拉住他的手连声赞叹。这个报告的研究成果打破了“中国除台湾外没有红树林”的偏见。

从这以后,中国的红树林研究迅速发展,很快进入国际先进行列。林鹏教授也成为了中国当代红树林湿地研究权威和学术带头人,甚至被一些人誉为“中国红树林之父”。

硕果累累

林鹏院士带领他的团队先后在我国沿海省份建立了3个红树林基地,进行了红树林生态

系统长期定位研究,揭示了海莲林、红海榄林和秋茄林的现存生物量、生产力、凋落物量和落叶半分解期。在此基础上提出了红树林的“三高”特性(高生产率、高归还率、高分解率),为发展海岸河口湿地水产渔业,选择鱼虾亲本苗饵料基地奠定了理论基础,为红树林资源的保护和可持续利用提供了科学依据。

红树林在沿海防风护堤、保护人民生命财产方面起着重要作用。20世纪80年代以来,林鹏院士开始着手建立红树林恢复生态工程体系。在海南、广西、福建各保护区应用生态恢复原理,提出生态适应条件、林地选择和育种等栽培技术规范。在厦门海沧台商投资区滨海大道外侧滩涂红树林营造工程中,建立潮滩、潮流、盐度等可行性技术指标以及抗盐、抗潮的方案。这些技术在应用上取得重大效益。

结合实践研究的同时,在林鹏院士的指导下,厦门大学的红树林研究也在向纵深发展。首先,应用分子生态学技术揭示了中国红树植物的种群遗传中心。通过对盐胁迫和红树植物器官衰老机制的研究,揭示了抗盐胁迫对抗衰老物质形成的正效应,并进一步向筛选抗盐基因的方向迈进。通过木材结构的研究发现了海生红树植物远比陆生红树植物原始,纠正了国外学者提出是陆生红树被挤入海滩的进化途径假说。

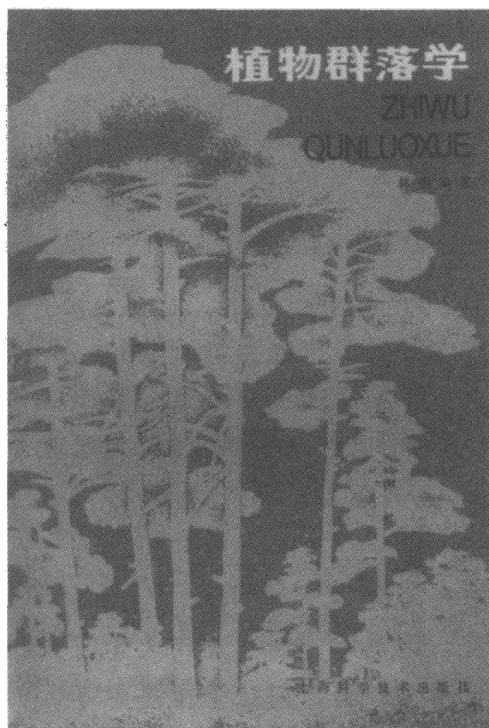
由于红树植物生长于海岸潮间带,在种类的界定上容易带来诸多不便,为此,林鹏院士在曼谷参与讨论联合国教科文组织和国际红树林生态系统学会的“红树林宪章”的基础上,结合20多次参加国际会议和长期的工作积累和论证经验,严格界定了红树种类标准,确定了“真红树”和“半红树”种类的科学界限,成为全国广大红树林研究、保护和管理人员引用的依据。他的这些研究成果,打开了中国红树林研究走向世界的通道,填补了国内在这个方面的空白,使中国红树林生态系统和保护工作进入国际先进行列并占有一席之地。

执着追求

为了红树林和我国的生态事业,他曾经5次在野外工作时发生意外,全身上下遍布伤疤,大腿里至逝世时还镶着根钢条。他也曾在外出研究途中遭遇车祸昏死两个小时后转醒。1987年的一次野外考察,让林鹏教授与死神擦肩而过。考察工作接近尾声时,他在赶回学校给研究生上课的路上不幸发生了车祸,身负重伤,四肢仅剩左手完好,当时就被交警宣布死亡。两



林鹏院士视察红树林新造林的情况。



林鹏院士所著的44万字的《植物群落学》,被许多专家称之为中国第一部植物群落学著作。

林鹏院士所著的44万字的《植物群落学》,被许多专家称之为中国第一部植物群落学著作。

个小时后他竟醒了过来,之后做了5次手术、全身开了7个切口,住院长达一年半。在住院的400多天里,林鹏教授仍坚持撰写科研论文,抓紧点滴时间修改《海洋高等植物学》这部书,并做些翻译和校对工作。病情减轻时,他坐在病床上,为参加博士生入学考试的考生进行复试。出院第二天,他撑着双拐,在客厅里为研究生主持论文答辩。答辩会上林鹏教授特别兴奋,甚至忘记自己是个刚出院的病人,完全沉浸在浓郁的学术氛围中。

作为一个科研工作者,林鹏教授取得的成果之多令人称奇!多年来他独立撰写和参加编写的书有14部。除此还在国内外发表论文300多篇,获国家自然科学基金二等奖一项,国家科技进步奖三等奖一项,部(省)级二等奖四项,省部级三等奖八项。林鹏教授在红树林生态学领域取得了系统的创新性成果,使他成为国内外同仁公认的中国红树林生态系统研究的权威和学术带头人,被台湾学者推崇为中国红树林生态系统“研究大师”。

注重培养“造血型”人才

林鹏教授不仅在科研上取得丰硕成果,在教学岗位上也培养了众多优秀学生。他主张培



林鹏院士与学生在一起。

养自立自强、具创新意识的开拓型人才。他对研究生的培养,不是采取“输血型”教育,而是注重培养他们成为“造血型”人才。一有机会,他就让研究生参加学术会议和国内外专家学术讲座,增长学生独立工作的才干。他常对学生讲“一本书主义”和“尽信书不如无书”,就是说既要尊重老师认真读书,又要不怕权威敢提新观点。他说:“我真诚地希望,你们都能胜过我,长江后浪推前浪,这样科学事业才能不断发展。”数十年来,他先后指导培养了博士后研究人员8名,博士研究生28名,硕士研究生25名,桃李

满天下。学生遍布国内外,成为生态学领域的高级人才。

林鹏教授生前曾有三句座右铭:“方向明、干劲大、及时总结”、“顺境时更加谦虚、逆境时更加自强”、“有志者事竟成、有恒者业必兴”。他说过:“过去我是这样的,以后也将如此。我要工作,直到最后一息”。他的一生,就是这些座右铭的最好写照!

作者简介

林光辉,教授,厦门大学生命科学学院副院长,主要从事红树林生态系统生态学、全球变化生态学和稳定同位素生态学等方面的研究。

目 录

序言

前言

情系红树、献身中国生态事业——记“中国红树林之父”林鹏院士

一、红树林生理生态

1. 红树植物淹水胁迫响应研究进展	3
2. 红树植物木榄幼苗的叶片解剖结构对人工潮汐淹水的响应	11
3. 淹水胁迫对秋茄(<i>Kandelia candel</i>)幼苗叶片 C、N 及单宁含量的影响 ——一个关于碳素-营养平衡假说的实验	17
4. 中国福建漳江口红树林秋茄幼苗的光合与生理过程对人工潮汐淹水时间的响应	24
5. 潮汐淹水时间对秋茄幼苗生长的影响	35
6. 福建漳江口红树林区秋茄幼苗生长动态	42
7. 深圳湾引种红树植物海桑的幼苗发生和扩散格局的生态响应	51
8. 互花米草混种密度对秋茄幼苗生理生态的影响	60
9. 红树植物的盐分平衡机制	64
10. 土壤盐度对红树植物秋茄耐寒性的影响	69
11. 不同生境下角果木木材结构变化的适应意义	75
12. 显胎生红树植物木榄(<i>Bruguiera gymnorhiza</i>)胎生胚轴发育	78
13. 深圳福田几种红树植物繁殖体与不同发育阶段叶片热值研究	85
14. 红树植物桐花树生长发育过程的元素动态与抗盐适应性	91
15. 深圳引种海桑林的凋落物动态和群落结构	96
16. 不同盐胁迫时间对白骨壤幼苗生长和生理生态的影响	102
17. 北部湾全日潮区四种红树植物水淹耐受能力的比较	109
18. 真红树和半红树植物体内盐分分布的比较研究	118
19. 能量标签技术及其在红树林生态系统能流研究中的应用	124
20. 梯度淹水胁迫下全日潮海区秋茄幼苗的生长和生理反应	135
21. 真红树和半红树植物叶片氯含量及叶性状的比较	143

22. 红树植物桐花树大小孢子发生及雌雄配子体发育的观察	151
------------------------------------	-----

二、红树林生物多样性

1. 红树林考氏白盾蚧的初步研究	159
2. 厦门东屿红树林湿地鸟类资源及其分布	164
3. 厦门东屿红树林区环境变迁对鸟类的影响	170
4. 红树林吸引幼鱼和小型鱼类? 以海南东寨港为例	175
5. 截污后深圳河落马洲段大型底栖动物群落的恢复过程	184
6. 红树林区微生物资源	188
7. 九龙江口红树林土壤微生物的时空分布	195
8. 九龙江口红树林鹧鸪菜藻体自生固氮细菌	201
9. 九龙江口红树林土壤微生物的类群及抗菌活性	206
10. 中国红树林区新纪录的四种硅藻门种	215
11. 盐度对稀释平板法研究红树林区土壤微生物数量的影响	220
12. 中国后屿湾红树林底栖硅藻的生物量、种类组成和多样性	230
13. 福建漳江口红树林保护区浮游植物群落的变化研究	240
14. 福建省福鼎市后屿湾红树林区水体浮游植物群落动态研究	247
15. 深圳福田红树林保护区浮游植物群落的变化及其生态学研究	252
16. 盐度和 pH 对底栖硅藻胞外多聚物的影响	257
17. 中国红树林湿地物种多样性及其形成	264

三、红树林植物化学

1. 中国海洋红树林药物的研究现状、民间利用及展望	279
2. 红树林单宁的研究进展	283
3. 加合物阳离子对浓缩单宁 MALDI-TOF 质谱分析的影响	288
4. 药用红树植物老鼠簕(<i>Acanthus ilicifolius</i>) 乙醇提取物的化学成分研究	292
5. 福建浮宫红海榄(<i>Rhizophora stylosa</i>)次生代谢产物研究	297
6. HPLC 测定木榄繁殖器官内源 ABA 和 GA ₃ 含量	301
7. 红树植物繁殖器官发育过程中铁铝锌元素的含量变化	306
8. 铝胁迫对海莲幼苗保护酶及脯氨酸含量的影响	310

四、红树林植物形态学

1. 中国红树植物生态解剖学研究综述	317
2. 三种红树植物叶片的比较解剖学研究	322
3. 三种红树植物叶片结构及其生态适应	328
4. 周期性潮汐淹水情况下白骨壤幼苗叶片和茎解剖结构变化	333