

BIODIVERSITY FOR SUSTAINABLE CROP DISEASES MANAGEMENT THEORY AND TECHNOLOGY

生物多样性持续控制作物病害

理论与技术

◆ 主编 朱有勇



云南科技出版社

生物多样性持续控制作物病害

理论与技术

朱有勇 主编

云南科技出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物多样性持续控制作物病害理论与技术/朱有勇主
编. —昆明:云南科技出版社, 2004. 3

ISBN 7 - 5416 - 1954 - X

I. 生 ... II. 朱 ... III. 生物多样性—控制—作物
—病害—文集 IV. S435 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 018505 号

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码:650034)

云南地质矿产局印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:880mm × 1230mm 1/16 印张:38.75 字数:850 千字

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

印数:1 ~ 1000 定价:60.00 元

《生物多样性持续控制作物病害理论与技术》

编辑委员会

主 编 朱有勇

副主编 何霞红 周江鸿 王云月

编 委 陈海如 范静华 汤克仁 周金玉
周开联 赵学谦 涂建华 牟锦毅
毛建辉 房 辉 杨 静 李 炎
李作森 王崇德 曹 青 朱明雨
李 霞 杨黎华

BIODIVERSITY FOR SUSTAINABLE CROP DISEASES MANAGEMENT

THEORY AND TECHNOLOGY

Chief editor Zhu Youyong

Yunnan Science and Technology Press



EDITORIAL COMMITTEE

Chief editor: **Zhu Youyong**

Vice editors: **He Xiahong Zhou Jianghong Wang Yunyue**

Editorial members:

Chen Hairu	Fan Jinghua	Tang Keren
Zhou Jinyu	Zhou Kailian	Zhao Xueqian
Tu Jianhua	Mou Jinyi	Mao Jianhui
Fang Hui	Yang Jing	Li Yan
Li Zuosen	Wang Chongde	Cao Qing
Zhu Mingyu	Li Xia	Yang Lihua

主要作者及工作单位

(以姓氏拼音字母为序)

陈海如	云南农业大学, 农业生物多样性应用技术国家工程研究中心
程兆榜	江苏省农业科学院植物保护研究所
范静华	云南农业大学, 云南省植物病理重点实验室
范金祥	云南省红河州植保站
房辉	云南农业大学, 云南省植物病理重点实验室
何霞红	云南农业大学, 农业生物多样性应用技术国家工程研究中心
何月秋	云南农业大学, 农业生物多样性应用技术国家工程研究中心
刘二明	湖南农业大学植保学院
卢宝荣	复旦大学生物多样性与生物工程教育部重点实验室
卢代华	四川省农业科学院植保所
马辉刚	江西省农业科学院植保所
聂艳丽	云南省林业技术推广总站
余丽娜	云南农业大学资源与环境学院
孙雁	云南农业大学, 农业生物多样性应用技术国家工程研究中心
汤利	云南农业大学资源与环境学院
唐文华	中国农业大学植物病理系
汪安云	云南省烟草研究院农业研究所
王云月	云南农业大学, 农业生物多样性应用技术国家工程研究中心
王中华	福建农林大学
肖崇刚	西南农业大学植保系
熊俊芬	云南农业大学资源与环境学院
杨静	云南农业大学, 农业生物多样性应用技术国家工程研究中心
杨进成	云南省玉溪市农业科学研究所
杨黎华	云南农业大学, 云南省植物病理重点实验室
杨庆华	云南省玉溪市农业科学研究所
杨水英	西南农业大学植保系
杨秀梅	云南农业大学, 云南省植物病理重点实验室
叶慧丽	四川省农业科学院植保所
曾千春	云南农业大学, 云南省植物病理重点实验室

张福锁	中国农业大学资源与环境学院
张德刚	云南农业大学资源与环境学院
张学堂	云南农业大学，云南省植物病理重点实验室
张志飞	湖南省农业科学院植保所
张重权	云南农业大学，云南省植物病理重点实验室
赵平	云南农业大学资源与环境学院
郑毅	云南农业大学资源与环境学院
周惠萍	云南农业大学，农业生物多样性应用技术国家工程研究中心
周江鸿	云南农业大学，农业生物多样性应用技术国家工程研究中心
周开联	云南省农业厅农技推广总站
周益军	江苏省农业科学院植物保护研究所
朱明雨	云南农业大学，云南省植物病理重点实验室
朱有勇	云南农业大学，农业生物多样性应用技术国家工程研究中心

内容简介

本书是利用生物多样性持续控制农作物病害的研究论文集。全书分 5 个部分，共收集了 77 篇论文，主要是作者多年来在生物多样性持续控制农作物病害领域的研究成果和发表的论文。内容以水稻、玉米、小麦等粮食作物的主要病害为例，较为系统地介绍了遗传多样性和物种多样性控制作物病害的理论和技術，主要包括生物多样性控制农作物病害的研究背景，研究进展，机理研究，田间试验和示范应用等内容。

本书可供从事植物病理学、植物保护学、生物多样性、作物栽培学、作物育种学和生物技术的科研工作者、高等院校的师生和农业技术指导人员参考。

Summary: This is a symposium on the bio-diversity for sustainable crop diseases management and collected from the authors' original research and published papers over many years. It contains 77 articles in 5 chapters. With the main diseases of rice, maize, wheat and other food crops as example, the theory and technology of the genetic diversity and specie diversity for sustainable crop diseases was introduced systematically in this symposium, including research background, research progress, mechanism research, field experiment, demonstration *etc.* in this area. This book will be a useful reference work for research staff, university teachers and agricultural technicians in plant pathology, plant protection, bio-diversity, crop cultivation, crop breeding and biotechnology.

目 录

绪 论

农业生物多样性保护利用与植物病害的可持续控制朱有勇 周江鸿(3)

第一部分 生物多样性持续控制作物病害研究概述

Crop Strength through DiversityM. S Wolfe (19)

Using Genetic Diversity to Achieve Sustainable Rice Disease Management
.....Hei Leung Youyong Zhu *et al.* (22)

利用遗传多样性持续控制水稻病害的应用研究 朱有勇 梁旭 等(48)

水稻遗传多样性控制稻瘟病理论和技术朱有勇 陈海如 等(64)

农作物遗传多样性农家保护的现状及前景卢宝荣 朱有勇 等(68)

第二部分 生物多样性持续控制作物病害机理研究

Genetic Diversity and Disease Control in RiceYouyong Zhu Hairu Chen *et al.* (79)

Conserving Traditional Rice Varieties through Management for Crop Diversity
.....Youyong Zhu Yunyue Wang *et al.* (89)

Cultivating Biodiversity for Disease Control, A Case Study in China
..... Zhu Youyong Chen Hairu *et al.* (98)

Analysis of Resistance Gene Analogue for Rice Cultivars in Yunnan Province
..... Sun Yan Wang Yunyue *et al.* (107)

The Use of Rice Varietal Diversity for Rice Blast ControlZhu Youyong Chen Hairu *et al.* (116)

Asymmetric Gene Flow between Traditional and Hybrid Rice Varieties (*Oryza sativa*) Estimated by
Nuclear SSRs and Its Implication in Germplasm Conservation Jun Rong Hui Xia *et al.* (127)

Genetic Diversity of Rice Landraces from Yunnan Revealed by SSR Analysis and Its Implication for
ConservationMingyu Zhu YunyueWang *et al.* (137)

Relative Humidity and Rice Surface Area with Dewdrop for Rice Blast Control in Variety Mixture
Field Youyong Zhu Hui Fang *et al.* (148)

Genetic Lineage and Physiological Race of <i>Magnaporthe Grisea</i> in the Different Rice Mixture Fields	Wang Yunyue Yang Jing <i>et al.</i> (157)
Iron Availability as Affected by Soil Moisture in Intercropped Peanut and Maize	Zheng Yi, Zhang Fusuo (165)
水稻品种多样性种植与植株硅含量变化	杨黎华 房辉 等(175)
云南稻种抗病基因同源序列类似性分析	孙雁 王云月 等(184)
候选抗病基因在水稻品种多样性研究中的应用	孙雁 王云月 等(191)
水稻抗病基因同源序列多态性与品种鉴定	孙雁 王云月 等(197)
黑龙江水稻品种抗病基因同源序列聚类分析	孙雁 王云月 等(202)
水稻品种多样性遗传分析与稻瘟病控制	朱有勇 孙雁 等(207)
Pot2 在稻瘟病菌群体结构分析中的应用研究	何月秋 唐文华 等(218)
稻瘟病菌变异菌株的 AFLP 分析	何月秋 Leung,H 等(226)
稻瘟病菌突变菌株的分子鉴定	何月秋 Leung,H 等(233)
利用 PCR 标记对水稻稻瘟病菌适合度的测定	何月秋 唐文华 等(240)
水稻品种多样性田间稻瘟病群体遗传结构分析	何霞红 杨静 等(249)
稻瘟病诱导抗性研究初报	范静华 周惠萍 等(256)
水稻品种与稻瘟病菌分子指纹聚类互作分析初探	范静华 汪安云 等(260)
稻瘟病菌 rep-PCR 分子指纹聚类分析	王云月 范静华 等(267)
稻瘟病菌遗传宗群致病性鉴定研究	范静华 周惠萍 等(270)
稻瘟菌遗传宗亲群与寄主品种、地理分布相关性分析	王云月 范静华 等(277)
稻瘟病菌病组织与单孢菌株的分子指纹分析比较研究	汪安云 (284)
云南粳稻区水稻品种多样性田间稻瘟病菌群体遗传结构研究	张重权 何霞红 等(288)
水稻遗传多样性田间稻瘟病菌遗传宗群和生理小种研究	杨静 何霞红 等(295)
湖南稻瘟病菌群体遗传多样性研究	刘二明 张志飞 等(305)
重庆稻瘟病菌不同菌株 DNA 指纹图谱分析	杨水英 韩海波 等(311)
重庆稻瘟病菌遗传谱系与生理小种的关系研究	杨水英 肖崇刚 等(316)
滇中稻瘟病菌多样性及分布	曾千春 范静华 等(322)
1999 年江苏省稻瘟病菌群体遗传结构分析	程兆榜 周益军 等(327)
江西稻瘟病菌 DNA 指纹分析及遗传宗谱结构	马辉刚 朱有勇 等(332)
四川部分稻瘟病菌 DNA 指纹分析	卢代华 叶惠丽 等(338)
云南稻瘟病菌生理小种鉴定及分布	张学堂 杨静 等(343)

蚕豆小麦间栽对结瘤效应研究初探	汤东生 朱有勇 等(349)
蚕豆锈病菌诱导苗期小麦抗锈性木质化相关酶活性研究初探	杨秀梅 朱有勇 等(354)
小麦蚕豆间作中作物对氮的吸收利用	余丽娜 郑毅 等(361)
玉米辣椒间混作条件下钾素养分吸收利用研究	赵平 范茂攀 等(366)
玉米辣椒间混作条件下磷素养分吸收利用研究	赵平 范茂攀 等(371)
小麦蚕豆间作体系施用麦根酸对红壤中磷的活化	聂艳丽 汤 利 等(377)
玉米大豆间作施用麦根酸对红壤中磷的活化	聂艳丽 郑 毅 等(383)
玉米大豆间作体系中氮、磷、钾养分的利用状况研究	熊俊芬 张德刚 等(391)

第三部分 生物多样性持续控制作物病害田间试验研究

Diversifying Variety for the Control of Rice Blast in China	Zhu Youyong Chen Hairu <i>et al.</i> (401)
Prospects of a Marker-aided Varietal Diversification Strategy for Disease Control	Borromeo E. Wang Zhonghua <i>et al.</i> (409)
Adoption of Mixture Planting for Biodiversity in China: its Impact on Pest Management and Farmers' Income	Revilla I M Fan Jinxiang <i>et al.</i> (420)
Crop Diversification for Pest Control Spreads In China	Youyong Zhu Yunyue wang <i>et al.</i> (440)
Plot Experiment of Mixture Variety Inter-cropping for Sustainable Rice Blast Management	Zhu Youyong Chen Hairu <i>et al.</i> (443)
Large Scale Expansion of Mixture Planting for Rice Blast Control in China	
.....	Zhu Youyong Chen Hairu <i>et al.</i> (451)
Crop Diversity and Disease Control in Wheat and Fababean ...	Youyong Zhu Yunyue Wang <i>et al.</i> (461)
Studies on the Efficacy of Fababean and Barley Intercrops for Disease Management	Youyong Zhu Kailian Zhou <i>et al.</i> (471)
Exploiting Crop Genetic Diversity for Disease control: A Large-Scale Field Test	Zhu Youyong Chen Hairu <i>et al.</i> (477)
利用水稻品种多样性控制稻瘟病的研究	朱有勇 陈海如 等(482)
水稻品种布局 and 替换对稻瘟病流行控制示范试验	王云月 范金祥 等(491)
品种多样性混栽对稻瘟病持续控制示范试验	朱有勇 范金祥 等(496)
水稻品种多样性持续控制稻瘟病田间试验	朱有勇 陈海如 等(503)
品种多样性混合同栽田间种植模式研究	房辉 朱有勇 等(512)

水稻品种多样性混栽持续控制稻瘟病研究刘二明 朱有勇 等(518)

丘陵区水稻品种多样性混合间栽控制稻瘟病研究刘二明 朱有勇 等(526)

不同水稻品种间栽控制稻瘟病的田间试验吕亮 陈其志 等(532)

小春作物多样性控制病虫害试验研究初探杨进成 杨庆华 等(536)

小麦蚕豆多样性间作与病害控制田间试验孙雁 朱有勇 等(543)

大麦蚕豆多样性间作与病害控制田间试验孙雁 朱有勇 等(552)

玉米与马铃薯多样性种植与玉米病害控制研究何霞红 陈建斌 等(561)

玉米马铃薯多样性种植与玉米病害控制研究姜开梅 孙雁 等(567)

玉米魔芋多样性间作控制魔芋软腐病病害研究彭磊 孙雁 等(574)

第四部分 生物多样性持续控制作物病害示范推广

四川省利用水稻生物多样性控防稻瘟病技术推广总结(583)

云南省水稻遗传多样性控制稻瘟病技术推广总结 (593)

云南省小春作物多样性种植控制病害示范应用总结 (604)

绪 论

农业生物多样性保护利用与植物病害的可持续控制

朱有勇 周江鸿

人类的生存与植物的关系密不可分，植物健康地生长与发育能够为人类提供充足的粮食、蔬菜及各种农副产品，但是植物在自然界的生长会遇到各种不良因素的影响，包括物理、化学环境及有害微生物等。当植物受到不良环境和有害微生物的影响超过它的忍耐限度时，就会发生“病害”，影响人类对它的利用价值，从而给农业生产造成严重损失。人们为了防治植物病害，每年使用大量的化学农药，既增加了成本投入，又污染了环境，而且使病原菌变异加速，植物病害发生更加频繁。当前植物病理学家的任务就是采取有效措施，既能持久有效地控制植物病害的发生与流行，达到高产、稳产和增收的目的，又能确保对农业生态环境最大程度的保护，为农业的可持续发展创造必要的条件。生物多样性是大自然赋予人类的宝贵财富，是植物病害流行的天然屏障，必将在现代农业生产中发挥越来越重要的作用。

1 农业的可持续发展与农作物病害的持续控制

1.1 农业的可持续发展

二十世纪初，随着西方国家工业化的发展，传统农业开始了向现代农业的转变，到了第二次世界大战之后，现代农业得到了快速的发展，许多国家先后实现了现代农业。现代农业是一种依靠高投入实现高产出的农业生产模式，在注重高产、矮秆、耐肥良种大面积推广的同时，主要依赖石油及其制品的大量投入，所以有人将其称之为“石油农业”^[1]。毋庸置疑，这种高投入高产出的生产模式，为促进农业生产力的解放，满足不断增加的食物需求，做出了巨大的贡献。然而，随着农业现代化进程的推进，这种生产模式逐渐暴露出了许多严重的弊端。现代农业大量消耗能源，从 1950 年到 1985 年的 35 年间，全世界农业耗能增加了 6.9 倍，其主要依赖的石油及其制品是不可再生资源，因此现代农业正在耗竭地球上的石油资源，一旦石油短缺或枯竭，将给现代农业带来无法想象的灾难^[1]；大量化肥、农药的使用引起了严重的环境污染，1960~1985 年的 25 年间，全世界化肥用量由 194 万吨增加到 12867.2 万吨，增加了 66 倍，过量地施用化肥不仅破坏了土壤结构，使本来松软的土壤变得板结，保水保肥能力降低，土壤持续利用受到严重威胁；农药的污染也日趋严重，含有铅、砷、汞的农药和有机氯杀虫剂等化学性质稳定，不易分解，在环境中或在农作物产品中残留期长，脂溶性高，污染严重，破坏生态平衡和危害人畜健康；少数高产品种的长期大面积种植，造成了农作物品种严重的“基因流失”（genetic erosion），极大地降低了农作物的遗传多样性，很多品种已陷于濒危灭绝的境地^[2,3]。

1996 年在德国莱比锡召开的国际农业植物遗传资源会议上，各国提交的报告表明作物种质资源已大量丧失，在过去 100 年间，美国的玉米品种丧失了 91%，番茄品种丧失了 81%，

苹果品种丧失了 86%；韩国的 14 种作物品种丧失了 74%；马来西亚、菲律宾、泰国等国的稻谷、玉米，非洲的地方硬质小麦，拉丁美洲的玉米、菜豆、苋菜、西瓜、番茄等地方品种都已大量丧失；另一方面，为满足不断增长粮食需求，长期追求单一的高产育种目标，使改良品种的遗传背景日益狭窄化，这些改良品种的大面积种植和集约化生产，取代了很多地方农家品种，造成大量农作物品种遗传资源的丧失。农业生物资源的丧失严重地威胁着农业的可持续发展和世界的粮食安全^[4,5,6,7]。高投入高产出的“石油农业”，大量地消耗石油、森林、淡水、土地、动植物物种等人类赖以生存和发展的重要资源，使人类不得不面临着森林面积逐步减少、水资源枯竭、生物资源濒危、环境污染严重、土地沙漠化、表土流失等一系列严峻的挑战。

可持续农业是在总结了人与自然相互关系正反两方面经验和教训的基础上提出来的，其目的是为了系统地解决人类所面临的生存与发展的课题；其基本特征是在强调农业发展的同时，重视自然资源的合理开发利用和环境保护；其目标是保持持续增长的农业生产率，保持健康协调的生态环境和资源与环境的永续利用，因此可持续农业将是 21 世纪世界农业生产的主要模式。

1.2 农作物病害的持续控制

农作物病害是农业生产上重要的生物灾害，是制约农业可持续发展的主要因素之一。据联合国粮农组织估计，世界粮食生产因植物病害造成的年损失约为总产量的 10%。近年来，由于全球性气候反常，加之，在人口数量增加，而耕地面积逐年递减和水资源有限的情况下，为满足人类的粮食需求，少数高产、高抗品种的大面积单一化种植，导致了农业生物多样性的严重降低；同时，野生近缘种的遗传资源也随着改良品种的大面积种植和农业生产模式的改变而逐渐丧失，农业生态系统变得更加脆弱，病害爆发的周期缩短，加大了农药的使用量，使得农业生态环境进一步恶化；同时加大了对病原菌群体的定向选择压力，使得稀有小种迅速上升为优势小种，导致了品种抗性“丧失”，主要病害流行周期越来越短，次要病害纷纷上升为主要病害，造成更加严重的经济损失。如美国大面积推广 T 型胞质雄性不育系配制的杂交种，造成了 1970 年玉米小斑病的大流行，产量损失百分之十五，造成数亿美元的损失；欧洲大面积推广种植 Plugs Intensive 大麦品种，导致含 Vg 毒性基因的小种迅速上升为优势小种，造成大麦白粉病的流行；澳大利亚推广小麦品种 Eureka，造成小麦秆锈病的大面积流行，因此农业生物多样性的过度丧失已经成为可持续农业所面临主要的矛盾和难题。

面对农作物病害发生危害的严峻形势，回首审视我国减灾的关键措施，虽然综合防治取得十分可喜的成就，但是仍然存在诸多问题，主要表现在基础研究薄弱；监测手段落后，设备简陋，部分地区病害测报实为气象资料单因子预报；抗病品种选育及其应用严重滞后；生防技术没有重大突破^[8]；我国大部分地区病害的防治主要依赖于化学农药，但是长期使用农药，不仅使许多病原菌抗药性增强，导致病害再度猖獗，而且由于含有铅、砷、汞和有机氯的杀菌剂等化学性质稳定，脂溶性高，不易分解，可以在环境中和在农产品中长期残留，除了直接污染土壤外，对大气、水体都有不同程度的污染。其中土壤是农药的贮藏库和集散地，大气和水是传递、扩大农药污染范围的媒介，农作物是直接受污染者，动物是间接受污染者，动物的富集能力强，受污染程度最严重。环境中的农药通过各种渠道进入人体，如果人体摄入量超过允许的限度，则会诱发癌症，严重威胁人类的生命安全。

分子生物学和分子遗传学的快速发展，已经为农业科学研究提供了重要技术手段，基因克隆和转基因技术已经在农业科学研究中得到广泛地应用。在植物病理学领域，自 1993 年成