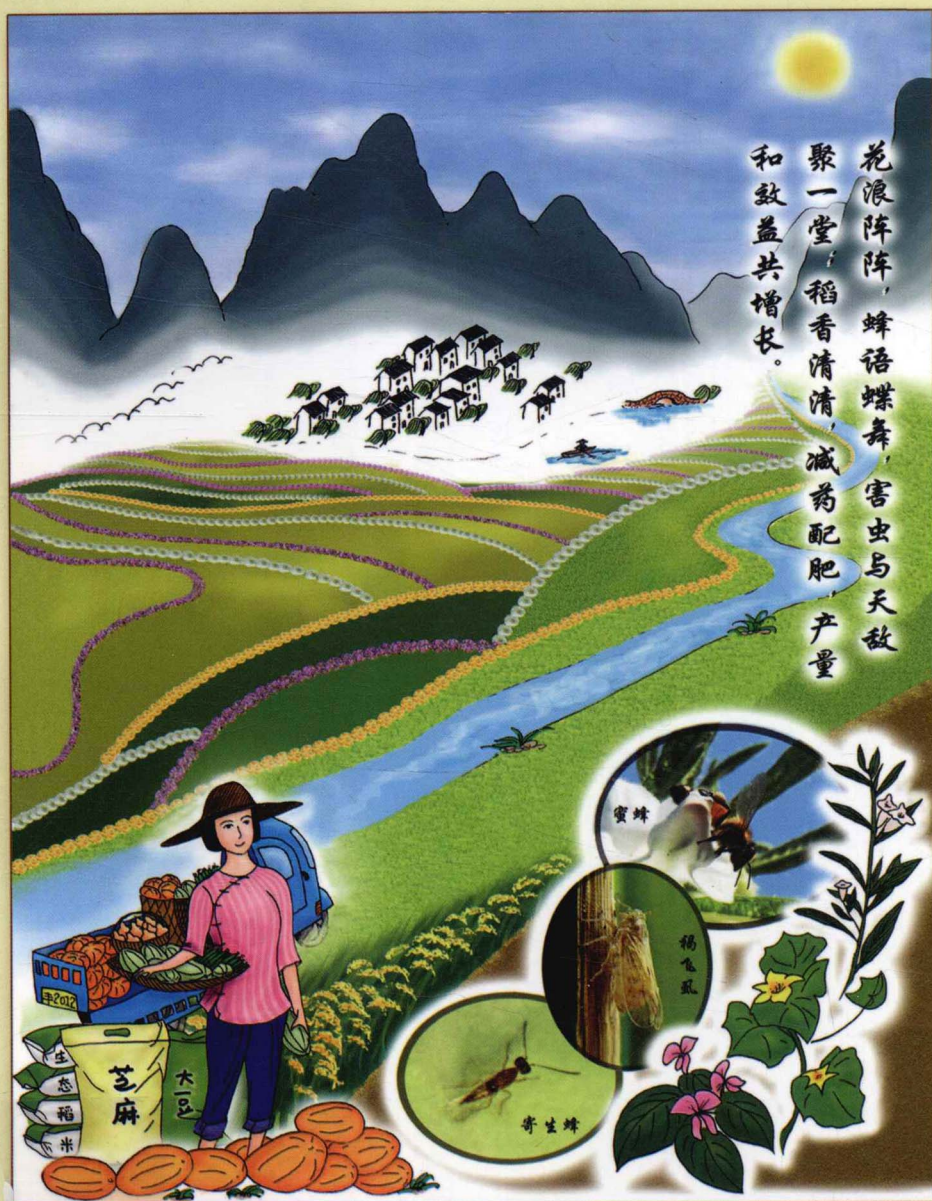


生态工程治理水稻有害生物

Ecological Engineering for Pest Management in Rice

祝增荣◎主编

吕仲贤 俞明全 郭荣 任典东 程家安◎副主编



生态工程治理水稻有害生物

Ecological Engineering for Pest Management in Rice

祝增荣 主编

吕仲贤 俞明全 郭荣 任典东 程家安 副主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生态工程治理水稻有害生物 / 祝增荣主编. —北京
: 中国农业出版社, 2012. 9
ISBN 978-7-109-17169-5

I. ①生… II. ①祝… III. ①水稻-病虫害防治-生态工程 IV. ①S435.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 214661 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 阎莎莎 张洪光

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 7.75 插页: 4

字数: 166 千字

定价: 28.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编写人员名单

浙江大学：祝增荣 程家安 周 瀛 付丙鲜 周文武
陈 玮 原 鑫 刘 苏 黄元杰 张春红
焦文娟

浙江省农业科学院：吕仲贤

浙江省三门县农业局：俞明全 任典东 叶雄成 姜齐胜 陈坚平
何贤超 马加瑜 郑建余

全国农业技术推广服务中心：郭 荣

浙江省植物保护检疫局：施 德 许渭根

浙江省金华市植保站：陈桂华

浙江省台州市植物保护检疫站：谢宝玉 钟列权

浙江省温岭市农业局：林贤文

浙江省湖州市植保站：吕 进

南京农业大学：翟保平

Kong Luen Heong (International Rice Research
Institute, Los Baños, Laguna, Philippines, Prin-
cipal Scientist)

Monina Escalada (Visayas State University, Bay-
bay, Leyte, Philippines)

Geoff M. Gurr (EH Graham Centre for Agricul-
tural Innovation, Charles Sturt University, PO
Box 883, Orange, NSW 2800 Australia & Zhe-
jiang University)

序

——以生态工程实现对有害生物的持续治理

Preface

——Ecological engineering for sustainable pest management

“民以食为天”，随着世界人口的不断增长和人们对食品质量需求的不断提高，人类对粮食产量的增长提出了越来越高的要求。1960年，世界人口达到了30亿，而到1998年世界人口已翻了一番，达到了60亿。然而，世界耕地面积却仅从13.8亿公顷增至15.4亿公顷，也就是说在世界人口翻了一番的同时，耕种的面积只增加了约10%，因而近半个世纪以来世界人均耕地面积实际下降了近1/2。2010年，世界人口已上升到了70亿，到21世纪中期，世界人口将达到90亿。如何利用有限的耕地资源，持续生产出足够的粮食以满足不断增长的人口需求就成为发展世界农业的重要任务。亚洲人口占世界总人口的60%以上，亚洲人民以水稻为主要粮食，确保水稻生产持续发展更成为发展亚洲农业的重中之重。

农业机械、农业化学和遗传育种三个领域的科技发展推动了第一次农业技术革命，即自20世纪60年代初出现的，主要依托于高产育种和农用化学品等领域研究成就而实现的绿色革命。正如小麦和高粱的绿色革命是从矮秆品种开始的一样，水稻生产的绿色革命也是从矮秆品种的出现而开始的。尽管在20世纪50年代我国台湾农业改良试验场利用当地地方品种低脚乌尖为亲本杂交培育了世界第一个矮秆水稻品种台中1号，广东潮阳县农民从农家品种南特号中选育出自然突变体矮脚南特号，印度也利用温带矮秆粳稻和热带高秆籼稻品种杂交培育出了ADT-27和Mahsuri，但人们常把20世纪60年代在菲律宾国际水稻研究所成功将我国台湾低脚乌尖品种的矮秆基因导入高产的印度尼西亚品种皮泰(Peta)，培育出矮秆、高产、耐肥、抗倒伏、穗大、粒多的国际稻8号(IR 8)品种作为水稻绿色革命的开始。在矮秆品种大面积应用的亚洲国家，20世纪80年代末水稻单产比20世纪70年代初提高了约2/3。20世纪70年代杂交水稻在我国的育成和推广，使水稻生产又出现了一次飞跃，至90年代，杂交稻种植面积已经占我国稻田总面积的60%以上，并在越南北方大量种植。

矮秆和杂交高产品种对肥、水的高需求量特性及其生长期对病虫害敏感性的变化，加上人们追求高产和高效的集约化生产模式，导致水稻种植制度改变、灌溉面积扩大、大面积单一种植、化肥和化学农药用量持续上升。这些在促进了水稻产量显著上升的同时，也极大地改变了稻田生态系统的特性。围绕以高产性状为目标的人为育种导致水稻抗逆性状的削弱，加剧了水稻遗传多样性的下降；大面积单一种植和大量化学农药的使用，导致稻田生态系统物种和生境多样性的下降；经济全球化促进了地区和国家间的品种和农药流通，

进一步加速了区域间稻田生态系统的趋同,致使大范围稻田生态系统空间多样性的下降。这样一种依赖于高产品种和化肥、农药投入的高产集约生态系统不仅为稻田系统中一些具有高生殖能力、高迁移能力的 r -对策生物(体型小、每年发生代数多、繁殖力较强、迁移力较强的生物)提供了极为有利的营养条件,而且显著削弱了稻田生态系统中天敌等自然控制作用,从而为这些物种的暴发成灾创造了有利条件,以致在绿色革命开始不久,这些物种的数量就很快地上升并替代了那些以往的主要有害生物种类,成为威胁水稻生产的重要有害生物种类,灰飞虱、褐飞虱和白背飞虱的陆续出现和持续灾变就是最为突出的实例。

近年来,依赖于高产品种,并通过大量使用化学肥料和农药以实现高产的集约高产模式所带来的环境污染、农产品质量安全事件、生物多样性下降、有害生物抗药性发展和频繁暴发的事实,使人们意识到单纯追求高产、优质和高效,忽略持续发展的稻田生态系统往往是脆弱的,并不利于持续发展,而且长此下去必然会导致更为严重的环境安全、食品安全、粮食安全和健康安全等问题。人们认识到人类生活在自然生态系统中,自然生态系统为人类生存提供了各种必需的服务功能,包括不断产生人类生存所必需的食物和水等物质资源;维护和调节了人类生存所必需的气候环境;维持系统中生命活动和物质交流所必需的能量和物质循环;提供人类社会发展所必需的精神和文化源泉。然而,传统的追求短期效益的集约生产模式在掠夺性地获取自然生态系统所提供资源的同时,又在一定程度上破坏了系统的维护和调节功能,这样的集约生产模式是不可能持续的。于是,科学家们提出了可持续集约农业(Sustainable Intensification)的概念,要求在维护环境、保护自然资源、保持和促进作物遗传和系统生物多样性的基础上,实现持续高产。

生态工程(Ecological Engineering)是根据对农田系统中各组成成分及其之间关系的整体认识,科学地利用自然资源,调控环境,以实现人类社会和自然环境协调发展的技术和理论体系,也是可持续集约生产的一条有效途径。鉴于农田生态系统中各生物物种种群的发展均依赖于其所在的生存环境,而人类的生产活动也必然会通过改变其生存环境而影响到这些物种种群的发展。绿色革命所推行的单纯以高产和高效为目标的农业技术导致农田生态系统生物多样性下降,在为 r -对策生物提供了极为有利发展条件的同时,显著削弱了系统原有的自然调控功能,从而使农田生态系统变得更为脆弱,有害生物频繁暴发,生产成本增加,农产品质量安全下降,制约了农业的可持续发展。因而,国际上已在包括水稻在内的各种农田系统中,开展了通过生态工程实现有害生物持续治理的研究和应用。

水稻是我国最重要的粮食作物,过度追求高产而忽视抗性的育种方针以及长期依赖于大量化肥和农药投入的传统技术使稻田生态系统越来越脆弱,也加大了现有高产农业生态系统不可持续性的风险。为了确保我国水稻生产的持续发展,有必要加强探索实现可持续集约生产的途径,应用生态工程治理水稻有害生物就是一个极为重要的方面。本书重点介绍了生态工程的一些基本概念和理论,并在调查和实践的基础上,对在水稻生态系统中运用生态工程实现有害生物治理的技术开发、技术传播和技术实施等作了较为全面的介绍,为发展水稻可持续集约生产体系建设提供了一些可贵的例证和思路,对于确保我国水稻生

产的持续发展具有重要意义。

生态工程是涉及生物学、经济学、管理学和社会学等多学科和多层次的系统工程，生态工程的实施需要多学科和多部门的协调和合作，相信本书的出版可为大家提供一些有用的例证和经验，从而进一步促进各学科和部门在该领域的合作研究和探索，推动我国水稻可持续集约生产体系的建设和发展，确保粮食安全、食品安全、环境安全、人类健康安全和国家安全。

程家安

2012年5月9日于杭州

前 言

Introduction

有害生物是农作物生产的重要限制因素，其发生和防治对农业的可持续发展，对人类健康和生态环境有巨大的影响。寻求针对有害生物的高效治理技术，使得农业在高效、生态、健康、和谐状态下可持续发展，以期生产出数量足够、质量优秀、安全健康的农产品，实现中国农业和社会整体的科学发展，是农业科学工作者的不懈追求。化学农药的不合理使用甚至滥用使得农田生物多样性功能下降、主要害虫频繁暴发成灾、农业生态环境恶化、农民和消费者健康受到了威胁。

生态工程 (Ecological Engineering) 是一种根据所在的自然环境，将人类社会系统设计成对社会和自然环境双方均有利的状态 [the design of human society with its natural environment for the benefit of both (Mitsch et al., 1989)]。广义而言，生态工程是模拟生态系统原理而建成的复合生产工艺体系 (马世骏, 1983)，通常包括若干生物工艺、物理工艺或化学工艺，彼此相互结合为多级工艺流程，构成完整的物质再生产系统；它是道法自然哲学 (design with nature's philosophy) 的智慧体现。农业上以治理有害生物为主要目标的生态工程是一种在农田景观上重建或强化植物和动物物种等生物多样性的重要技术途径，可以显著增加天敌的栖息地和食物资源，提高对病虫草害的生态调控能力，减少化学农药的不合理使用。

近十多年以来，国内外在多种作物生态系统中对有害生物生态工程治理的原理、技术开发、技术传播等方面进行了一系列研究，取得了显著的成果。国际水稻研究所资深科学家、昆虫生态学家、发展中国家科学院院士 Kong Luen Heong (香广伦) 为总协调人的亚洲开发银行项目“稻飞虱项目”于 2008 年启动，有中国、越南、泰国等国家参加，致力于通过生态工程的技术途径解决稻飞虱连年成灾的区域性问题。在科技部“973”“稻飞虱项目”(2010CB126206)、国家自然科学基金项目(30921140407, 30971908)、公益性行业(农业)科研专项“稻纵卷叶螟和白背飞虱预测与综合防控项目”(200903051)、国家支撑计划课题“农作物重大病虫害防控关键共性技术研发”(2012BAD19B01)、浙江省“三农五方”项目(SN200804)等资助下，作为水稻生物学国家重点实验室的任务之一，我们在中国多个地点开展了生态工程治理水稻有害生物的试验和示范，取得了令人鼓舞的成效。

本书在前期合作研究的基础上，简要反思了害虫、化学文明、生态文明、生态工程及其关系(第一章，祝增荣)，系统阐述了国际上生态工程治理作物有害生物的生态学原理(第二章，Gurr)，从生物多样性、生态系统服务功能和害虫治理角度提出实施生态工程是必然选择(第三章，Heong)，以及生态工程在基地县农业发展大环境中的必要性(第四章，叶雄成)和水稻有害生物发生现状(第五章，任典东等)、生态学实证(第六章，俞

明全、祝增荣等)、农业合作社组织保证(第七章,林贤文、俞明全、祝增荣)、社会学背景(第八章,俞明全、祝增荣等)、市场需求与推手(第九章,俞明全、祝增荣等)、传播技术(第十章, Escalada、Heong)、推广升级的内容设计和媒介运用(第十一章,祝增荣等)、大范围实施的成功实例(第十二章,陈桂华、吕仲贤、Heong),再从基地所在的地区级市(第十三章,谢宝玉、钟列权)到省级(第十四章,施德、许渭根)直至全国的升级推广进行了展望(第十五章,郭荣),最后为跋,简述了实施生态工程治理水稻有害生物的过程。本书试图比较系统全面地展示生态工程治理有害生物这一技术体系的内涵,涵盖应有的进展,通过基地县农业发展的客观选择、实证分析和理论整理、提炼和升华,将这些原理、技术要点归纳成可操作的简要规程,通过合适的传播方式将生态工程的技术传播给广大农业技术推广人员和农户。

本书可供各级农业技术推广人员、基层农业技术员、种粮大户、农民等阅读参考,也可供专业院校师生、农业科研院所科技工作者学习、研究参考。

由于作者的理论水平有限、实践经验不足,加上时间仓促,书中难免有许多不妥之处。在此,殷切希望各位读者不吝批评指教,可以通过邮件、博客、微博等联系,以便及时改正。

谨此拙作出版之际,对德高望重的程遐年教授、陈琇教授、程家安教授、张孝羲教授等我本科、硕士和博士期间的导师及巫国瑞、胡国文、黄次伟、张志涛等水稻有害生物综合治理的前辈们表示由衷的敬意,是他们在人生的不同阶段传道授业解惑,引领我一次次解决问题并使我从中受益终生。对从事水稻有害生物综合治理研究和技术开发的长期合作者(其中有的是本书各章节的编写者)Kong Luen Heong、Monina Escalada、Geoff M. Gurr、Michael Cohen、Yolanda Chen、Finnbar Horgan以及Arnold Dyck、Marc Vreysen、Andrew Parker、Jorge Henrichs、Udo Feldmann等国际友人,翟保平、周雪平、夏敬源、陈生斗、张跃进、杨普云、郭荣、吕仲贤、傅强、袁潜华、蔡笃诚等老师、学长或同仁深表感谢,我们每年聚首多次,足迹遍及东南亚、东亚各地,为的就是一个共同的理想和事业:探寻害虫灾因、生态途径治虫、生产安全食品、优化生存环境。对生态工程治理水稻有害生物基地浙江三门县、金华市、湖州市、嘉兴市,广西桂林市等市(县)的各位同仁为了共同的目标,一起爬山设点、下田查虫、弯腰流汗,深表谢忱。本实验室的各级研究生、同事、博士后、实习生跟随我一起“披星戴月走田头,日复一日跑电泳;九州二虫囊中入,生态分子两从容”,尤其参与本书写作、翻译、校对的各位,对他们的辛勤和无怨无悔甚为感激。昆虫科学研究所的各位同仁历来相互理解支持、和谐共处、遇事好商量的传统,为我们开展生态工程治理水稻有害生物的研究和实践创造了良好的学术氛围、空间条件,我们奉行“昆虫科学,以致其道,以善民生”的宗旨,理当继续努力做好“生态工程治虫”这一“致道善人”事业。

祝增荣

2012年5月5日于浙江大学紫金港校区



图2-1 大面积单一栽培、有效控制杂草、非作物生境示意图



图2-2 一个试图利用生物多样性的失败例子
英国农田边种植了多种开花植物，虽然在美学上花卉鲜丽，但却有利于一些害虫的繁衍



图2-4 通过生态工程来实现害虫控制的例子
澳大利亚葡萄园通过种植荞麦来提高对鳞翅目害虫的生物控制
(Simpson提供)



图6-1 三门县亭旁镇何家村稻田



图9-1 何家稻米的布袋包装

图9-1 何家稻米的纸袋小包装



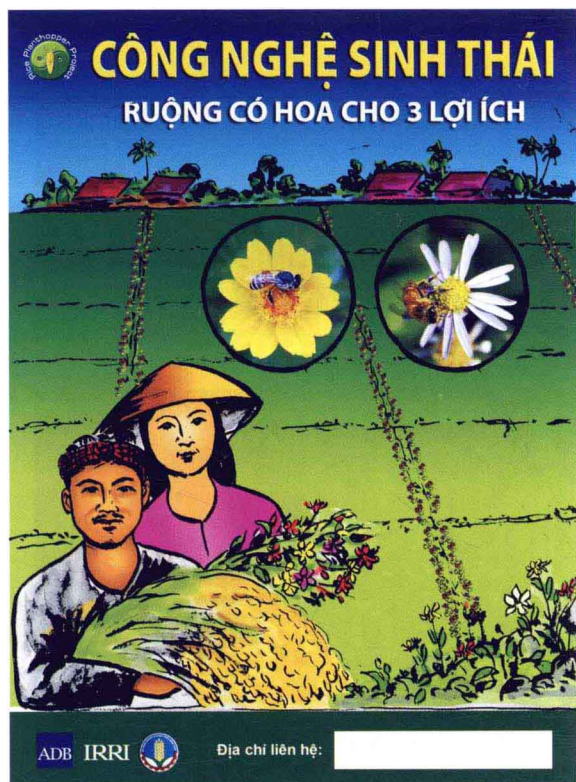
图6-2 何家村稻田横纹金蛛捕食中华稻蝗
图为被蜘蛛网捕获的中华稻蝗(左)及横纹金蛛(右)



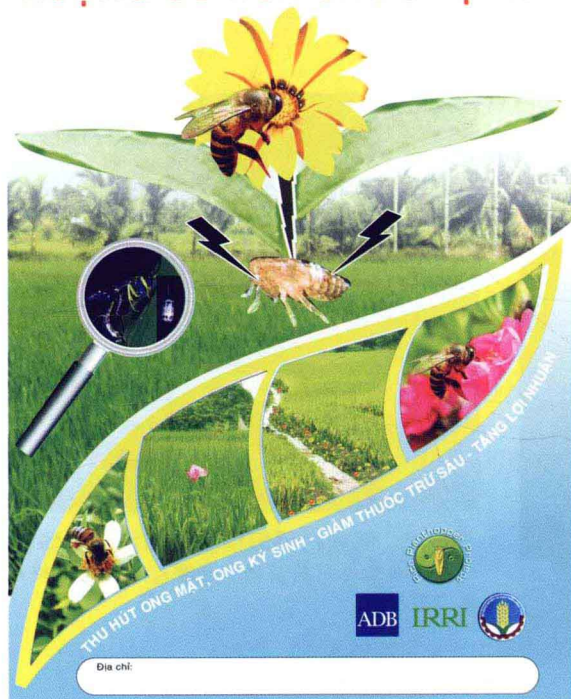
图10-3 越南丐礼区 (Cai Lay) 稻田田埂上的花卉



图10-4 在信息设计研讨会期间, 艺术家正在创作《生态工程治理水稻害虫技术挂图》



CÔNG NGHỆ SINH THÁI RUỘNG CÓ HOA CHO 3 LỢI ÍCH



CÔNG NGHỆ SINH THÁI RUỘNG CÓ HOA CHO 3 LỢI ÍCH



图10-5 越南前江, 在生态工程媒体宣传中使用的海报

试读结束: 需要上面的信息是: 田边种花带来的三个好处 ertongbook.com

图10-6 越南前江生态工程启动
越南农业和农村发展部副部长Bui Ba Bong
在启动仪式上做主题发言



图10-7 国际水稻有害生物治理的生态工程启动仪式

浙江大学农业与生物技术学院周雪平院长主持启动仪式，介绍国际水稻研究所香广伦院士 (Kong Luen Heong) 等参加启动仪式的嘉宾



图10-8 与会嘉宾按动启动球

国际水稻研究所香广伦院士 (Kong Luen Heong, 左4)、全国农业技术推广服务中心陈生斗主任 (左5)、浙江省农业厅叶新才副厅长 (左3)、浙江省农业科学院张明生副院长 (左1)、台州市农业局杨昌国书记 (左5) 和三门县陈彩明副县长 (左2)





图11-1 海南大学学生穿着印有“田埂留野花，农药钱不用花”的T恤衫做农户调查



图11-2 生态工程治理害虫对联



图11-3 生态工程书签



联系人：
 祝增荣：博士、教授，浙江大学昆虫科学研究所
 zrzu@zju.edu.cn
 吕仲贤：博士、研究员，浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所
 luzxmh2004@yahoo.com.cn
 郭 荣：推广研究员，全国农业技术推广服务中心防治处
 guorong@agri.gov.cn
 Kong Luen Heong：院士，国际水稻研究所
 kheong@cgiar.org

图11-4 生态工程活页



图12-1 位于金华市婺城区汤溪镇寺平村杨林畈的水稻生态工程技术示范区



图12-3 田间自然为害法鉴定水稻抗性品种



图12-2 田边常见野花和传粉昆虫

上左：猫爪草 (*Ranunculus ternatus* Thunb.) (毛茛科毛茛属) 和彩带蜂 (*Nomia* sp.) (蜜蜂总科隧蜂科)；上右：毛茛菜 (*Picris hieracioides* ssp. *japonica* Krylv.) (菊科) 和一种食蚜蝇；下左：硕苞蔷薇 (*Rosa bracteata* Wendl.) (蔷薇科蔷薇属) 和蜜蜂总科隧蜂科的一种；下右：山萵苣 (鸭子食) (*Lactuca indica* L.) (菊科) 和彩带蜂 (*Nomia* sp.) (蜜蜂总科隧蜂科)



图12-4 网室人工接虫鉴定水稻品种抗性



图12-5 田埂上种植的香根草



图12-6 二化螟性诱剂（左）和杀虫灯（右）



图12-7 间作茭白（左）和田边留草（右）



图12-8 田间插种芝麻、大豆（左）和田埂种植芝麻（右）



田间调查取样

俞明全和梁庆梅盘拍取样、祝梓杰和史肖肖剪取水稻植株、远景的乔飞在扫网取样节肢动物



机动吸虫器取样

王光华、乔飞和吕进在田间用机动吸虫器取样调查稻田节肢动物



郑建余和丁予昆在田间盘拍调查稻田节肢动物



原鑫在扫网取样节肢动物



陈玮、周文武和祝增荣教授就《生态工程治理水稻害虫技术挂图》征求农民朋友意见



置于浙江省三门县田间的“生态工程治虫，绿色植保要术”标语



程家安教授（左）和祝增荣教授（右）于2009年9月在浙江省三门县何家村调查稻田害虫与天敌

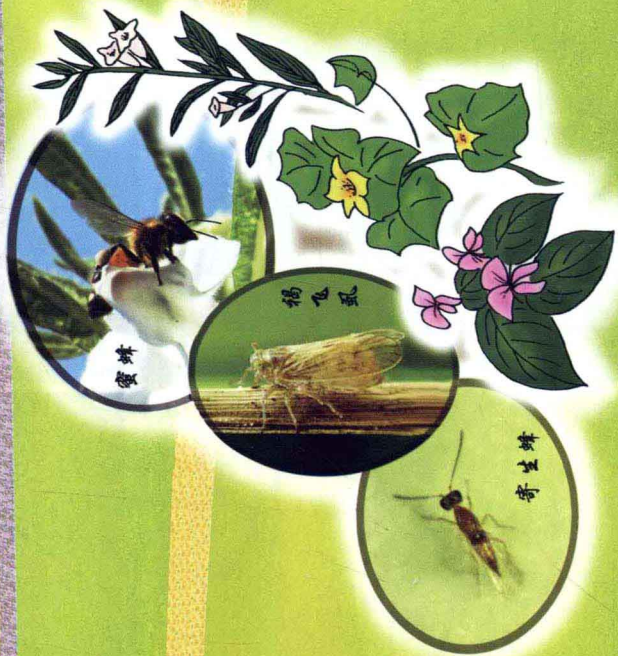


四位长期合作者香广伦院士 (Kong Luen Heong) (左2)、Monina Escalada 教授 (左3)、祝增荣教授 (左1) 和吕仲贤研究员 (右1) 在国际水稻有害生物治理的生态工程启动仪式结束后继续热烈讨论

Geoff M. Gurr教授 (右) 和祝增荣教授 (左) 于2012年9月在生态工程治理水稻害虫金华试验区检查香根草诱杀水稻螟虫效果，两侧为香根草



花浪阵阵，
蜂语蝶舞，
害虫与天敌
共一堂；
稻香清清，
减药配肥，
产量和效益
共增长。



作者：陈伟 祝增荣 K.L.Heong (香广伦) Monina Escalada (茉莉) 吕仲贤 郭荣 袁潜华 蔡笃诚 杨晋云
单位：浙江大学 国际水稻研究所 (IRRI) Vassays State University (菲樟宾) 浙江省农业科学院
全国农业技术推广服务中心 海南大学 中国植物保护学会
《生态工程治理水稻害虫技术挂图》的海南版本