



中国科协学科发展研究系列报告
中国科学技术协会 主编

2016—2017

植物保护学 学科发展报告

中国植物保护学会 | 编著

REPORT ON ADVANCES IN
PLANT PROTECTION



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS



中国科协学科发展研究系列报告
中国科学技术协会主编



2016—2017

植物保护学 学科发展报告

中国植物保护学会 | 编著

REPORT ON ADVANCES IN
PLANT PROTECTION

中国科学技术出版社
· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

2016—2017 植物保护学学科发展报告 / 中国科学技术
协会主编; 中国植物保护学会编著. —北京: 中国科学技
术出版社, 2018.3

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-7896-6

I. ①2… II. ①中… ②中… III. ①植物保护—学科发展
—研究报告—中国—2016—2017 IV. ①S4-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 047483 号

策划编辑 吕建华 许 慧
责任编辑 余 君
装帧设计 中文天地
责任校对 杨京华
责任印制 马宇晨

出 版 中国科学技术出版社
发 行 中国科学技术出版社发行部
地 址 北京市海淀区中关村南大街16号
邮 编 100081
发行电话 010-62173865
传 真 010-62179148
网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 787mm × 1092mm 1/16
字 数 620千字
印 张 26.75
版 次 2018年3月第1版
印 次 2018年3月第1次印刷
印 刷 北京盛通印刷股份有限公司
书 号 ISBN 978-7-5046-7896-6 / S · 718
定 价 98.00元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)



2016—2017

植物保护学 学科发展报告

首席科学家 吴孔明 陈剑平 宋宝安

专 家 组

组 长 陈万权 周雪平

副组长 王振营 郑传临 倪汉祥

成 员 (按姓氏笔画排序)

王 勇 王锡锋 方方浩 方继朝 孔垂华

刘晓辉 李向阳 杨光富 张礼生 张朝贤

陆宴辉 陈学新 柏连阳 娄永根 郭建洋

袁会珠 曹坳程 蔺瑞明

学术秘书 文丽萍



党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央把科技创新摆在国家发展全局的核心位置，高度重视科技事业发展，我国科技事业取得举世瞩目的成就，科技创新水平加速迈向国际第一方阵。我国科技创新正在由跟跑为主转向更多领域并跑、领跑，成为全球瞩目的创新创业热土，新时代新征程对科技创新的战略需求前所未有。掌握学科发展态势和规律，明确学科发展的重点领域和方向，进一步优化科技资源配置，培育具有竞争新优势的战略支点和突破口，筹划学科布局，对我国创新体系建设具有重要意义。

2016年，中国科协组织了化学、昆虫学、心理学等30个全国学会，分别就其学科或领域的发展现状、国内外发展趋势、最新动态等进行了系统梳理，编写了30卷《学科发展报告（2016—2017）》，以及1卷《学科发展报告综合卷（2016—2017）》。从本次出版的学科发展报告可以看出，近两年来我国学科发展取得了长足的进步：我国在量子通信、天文学、超级计算机等领域处于并跑甚至领跑态势，生命科学、脑科学、物理学、数学、先进核能等诸多学科领域研究取得了丰硕成果，面向深海、深地、深空、深蓝领域的重大研究以“顶天立地”之态服务国家重大需求，医学、农业、计算机、电子信息、材料等诸多学科领域也取得长足的进步。

在这些喜人成绩的背后，仍然存在一些制约科技发展的问題，如学科发展前瞻性不强，学科在区域、机构、学科之间发展不平衡，学科平台建设重复、缺少统筹规划与监管，科技创新仍然面临体制机制障碍，学术和人才评价体系不够完善等。因此，迫切需要破除体制机制障碍、突出重大需求和问题导向、完善学科发展布局、加强人才队伍建设，以推动学科持续良性发展。

近年来，中国科协组织所属全国学会发挥各自优势，聚集全国高质量学术资源和优秀人才队伍，持续开展学科发展研究。从2006年开始，通过每两年对不同的学科（领域）分批次地开展学科发展研究，形成了具有重要学术价值和持久学术影响力的《中国科协学科发展研究系列报告》。截至2015年，中国科协已经先后组织110个全国学会，开展了220次学科发展研究，编辑出版系列学科发展报告220卷，有600余位中国科学院和中国工程院院士、约2万位专家学者参与学科发展研讨，8000余位专家执笔撰写学科发展报告，通过对学科整体发展态势、学术影响、国际合作、人才队伍建设、成果与动态等方面最新进展的梳理和分析，以及子学科领域国内外研究进展、子学科发展趋势与展望等的综述，提出了学科发展趋势和发展策略。因涉及学科众多、内容丰富、信息权威，不仅吸引了国内外科学界的广泛关注，更得到了国家有关决策部门的高度重视，为国家规划科技创新战略布局、制定学科发展路线图提供了重要参考。

十余年来，中国科协学科发展研究及发布已形成规模和特色，逐步形成了稳定的研究、编撰和服务管理团队。2016—2017学科发展报告凝聚了2000位专家的潜心研究成果。在此我衷心感谢各相关学会的大力支持！衷心感谢各学科专家的积极参与！衷心感谢编写组、出版社、秘书处等全体人员的努力与付出！同时希望中国科协及其所属全国学会进一步加强学科发展研究，建立我国学科发展研究支撑体系，为我国科技创新提供有效的决策依据与智力支持！

当今全球科技环境正处于发展、变革和调整的关键时期，科学技术事业从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会使命，科学家也从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会责任。我们要准确把握世界科技发展新趋势，树立创新自信，把握世界新一轮科技革命和产业变革大势，深入实施创新驱动发展战略，不断增强经济创新力和竞争力，加快建设创新型国家，为实现中华民族伟大复兴的中国梦提供强有力的科技支撑，为建成全面小康社会和创新型国家做出更大的贡献，交出一份无愧于新时代新使命、无愧于党和广大科技工作者的合格答卷！



2018年3月



当前是我国全面建成小康社会和进入创新型国家行列的决胜阶段，是深入实施创新驱动发展战略、全面深化科技体制改革的关键时期。植物保护学科在农作物生物灾害连续呈重发态势的严峻形势下，牢固树立创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，以推进农业供给侧结构性改革为主线，以保障国家粮食安全、重要农产品有效供给和增加农民收入为主要任务，以提升质量效益和竞争力为中心，以节本增效、优质安全、绿色发展为重点，不断提升植保科技自主创新能力、协同创新水平和转化应用速度，产生了一批重要科技创新成果。在基础与前沿技术研究、有害生物关键防控技术、科技成果转化和产业化、科技创新基地和平台建设、创新型科技人才培养造就等方面都取得了长足的进步，显著提升了我国植物保护科技的总体水平，防控生物灾害支撑能力明显增强。

本报告是在 2007—2008 年、2010—2011 年和 2012—2013 年植物保护学学科发展研究的基础上，对 2014 年以来植物保护学科几个主要分支学科，即植物病理学、农业昆虫学、生物防治学、入侵生物学、植物化感作用学、农药学、农药应用工艺学、杂草科学、鼠害防治学的新进展、新成果、新理念、新策略、新方法、新技术进行回顾和总结（部分分支学科研究时间跨度适当延长至“十二五”），在总结我国植物保护学科研究现状的基础上，对照国内外植物保护学科发展现状与趋势，认真分析国内外研究热点和难点，展望今后三至五年植物保护学科研究方向，并对我国植保科技创新发展提出具有战略性、前瞻性的指导意见和对策。

坚持开展学科发展研究，促进植物保护科技事业繁荣是中国植物保护学会长期开展的一项主要工作。为进一步提高学科发展研究报告质量，学会在 2016 年 4 月 13 日召开的第十一届九次常务理事会上，研究通过了组织编写《2016—2017 植物保护学学科发展报告》的计划。2016 年 8 月 30 日召开了《2016—

2017 植物保护学学科发展研究》课题组第一次会议，组建了课题组，聘请中国工程院院士吴孔明、陈剑平和宋宝安为首席科学家，中国植物保护学会理事长、中国农业科学院麻类研究所所长陈万权和学会支撑单位中国农业科学院植物保护研究所所长周雪平担任专家组组长，会议研究制订了实施方案、编写提纲、计划和规范。2017 年 7 月 30 日召开课题组第二次会议，审议学科发展研究报告初稿，提出修改完善意见和建议。2017 年 8 月 31 日召开“2016—2017 年植物保护学学科发展研讨会”，审议了学科发展报告修改稿，组织专家进一步提出修改意见。在多次会议研讨中，首席科学家指出，学科发展研究报告首先要明确总体定位，报告不仅要面向科技工作者，还要考虑面向科技管理人员，为科技管理部门提供决策参考；研究报告要体现学科发展全貌，突出重点，全面反映理论、技术、工程、产品等多方面的创新进展，要有导向性；报告内容要归纳总结、高度提炼，避免简单拼凑；研究报告结构要强化国内外研究进展比较和发展趋势与对策部分，既要反映学科发展前沿，也要体现国家战略，采取定性和定量相结合，从学科、人才、平台、机制、政策等进行全面比较；分支学科之间内容可以有交叉，但不要重复，提倡学科之间交叉、融合与渗透；要注意科学性与科普性相结合，但以科学性为主。同时提出学科发展报告要力求达到以下几点：一是报告站位起点要高，既要有全球视野，也要体现中国特色，要转变思维方式，体现价值思维，从难度、高度、深度、宽度、力度五方面综合考虑；二是要处理好点与面的关系，面上要从新颖性、先进性和实用性方面考虑，体现源头保障、过程保护和产品保证全产业链拓展与延伸以及跨学科、跨行业和跨界领域，点上要注意反映重点突破、重点布局和标志性成果；三是要避免传统思维、碎片化、资料堆砌，既不要有严重缺失，也不要唯我独尊。首席科学家们的建议和意见为我们组织编写学科发展报告奠定了良好的基础。

《2016—2017 植物保护学学科发展报告》凝聚了来自中国农业科学院植物保护研究所、江苏省农业科学研究院植物保护研究所、浙江大学、中山大学、北京市农林科学院植物保护环境保护研究所、重庆大学、中国科学院武汉病毒研究所、华中农业大学、云南农业大学、中国科学院动物研究所、南京农业大学、环境保护部南京环境科学研究所、中国科学院生态环境研究中心、西南大学、中国检验检疫科学研究院、中国热带农业科学院环境与植物保护研究所、华南农业大学、中国农业大学、中国医学科学院药用植物研究所、辽宁工程技术大学、中国科学院兰州化学物理研究所、贵州大学、华中师范大学、华东理工大学、农业部南京农业机械化研究所、中国科学院昆明植物研究所、湖南省农业科学院、山东农业大学、山东省农业科学院植物保护研究所、中国科学院亚热带农业生态研究所、四川省林业科学研究院等单位（按专题报告顺序）的七十多位专家学者的心血，他们在完成本身业务工作同时，加班加点，付出了辛勤劳动，并有更多的专家提供编写素材，给予大力支持和帮助，在此一并表示衷心感谢。由于受篇幅、时间以及撰稿人水平所限，难以概全近几年植物保护学科取得的所有研究进展，若有遗漏和不妥之处，敬请读者不吝赐教。



序 / 韩启德

前言 / 中国植物保护学会

综合报告

植物保护学学科发展研究 / 003

一、引言 / 003

二、2014—2017 年植物保护学学科研究进展 / 004

三、植物保护学学科国内外研究进展比较 / 032

四、植物保护学学科发展趋势及展望 / 038

参考文献 / 044

专题报告

植物病理学学科发展研究 / 053

农业昆虫学学科发展研究 / 092

生物防治学学科发展研究 / 121

入侵生物学学科发展研究 / 183

植物化感作用学学科发展研究 / 219

农药学学科发展研究 / 245

农药应用工艺学学科发展研究 / 291

杂草科学学科发展研究 / 335

鼠害防治学学科发展研究 / 366

ABSTRACTS

Comprehensive Report

Report on Advances in Plant Protection / 393

Reports on Special Topics

Report on Advances in the Plant Pathology / 397

Report on Advances in the Agricultural Entomology / 398

Report on Advances in Biological Control / 399

Report on Advances in Invasive Biology / 401

Report on Advances in Allelopathy / 402

Report on Advances in Pesticide Sciences / 403

Report on Advances in Pesticide application technology / 404

Report on Advances in Weed Science / 405

Report on Advances in Rodent Pests Management / 408

索引 / 411

综合报告

植物保护学学科发展研究

一、引言

我国是一个农业生物灾害频发、农业生态环境脆弱的农业大国。植物保护是保护国家农业生产安全，保障粮食安全、农产品质量安全、生态安全、人民健康，促进农业可持续发展的重要科学支撑。在全球气候变化和种植业结构不断调整背景下，毁灭性农作物病虫害频繁暴发，危险性外来生物不断入侵，导致农业经济损失与生态环境破坏，加重和突出了农业生物灾害问题。

21 世纪以来，我国农作物病虫害呈多发、频发、重发态势。这除气候异常、耕作制度变革等主要因素外，过度依赖化学农药，导致病虫抗药性增强、防治效果下降也是一个重要原因。据初步统计，2016—2017 年，我国农作物重大病虫害偏重发生，病虫草鼠害发生面积 4.2 亿 ~4.3 亿公顷次，每年累计防治面积 5.1 亿 ~5.2 亿公顷次。受超强厄尔尼诺现象影响，南方大部地区汛期提前、极端天气增多，导致小麦赤霉病、条锈病和穗期蚜虫发生较重；稻飞虱、稻纵卷叶螟、稻瘟病发生早、繁殖快、扩散范围广，对小麦、水稻生产构成严重威胁。玉米病虫害总体偏重发生，棉铃虫、黏虫、玉米蚜虫在部分玉米产区发生较重。棉花病虫害总体中等发生，新疆棉蜘蛛、黄河流域棉盲蝽发生较重。农田草害总体偏重发生，长江中下游直播稻区及东北稻区抗药性稗草发生较重。农区鼠害总体中等偏重发生，东北和华南大部及西北部分地区呈偏重至大发生态势。

为有效控制农作物有害生物，国家一直高度重视植物保护防灾减灾工作。为遏制病虫加重发生的势头，减轻农业面源污染，保护农田生态环境，提倡树立绿色、低碳、循环的现代生态农业发展理念，坚持走产出高效、产品安全、资源节约、环境友好的现代生态农业产业化发展道路。实施农药零增长行动，将促进农药产品向高效低毒低残留、环境友好、人畜安全的方向转变，以价格优势主导的低效农药将逐步淡出市场；同时生物农药使

用率明显增加,迅速扭转了过度依赖化学农药的局面,并更加重视保护和利用天敌,实施物理防治、生物防治、生态调控等非化学防控技术的绿色防控措施,绿色防控技术模式不断创新,在我国农作物有害生物防控实践中发挥了关键的科技支撑作用,逐步实现了病虫害可持续治理,维护生态系统多样性,促进生产生态协调发展。同时,在国家重点基础研究发展计划、国家高技术研究发展计划、国家科技支撑计划、国家公益性行业科研专项、国家自然科学基金等计划项目的支持下,植物保护学科在国家经济社会发展中的地位和作用不断得到提高,植物保护学科体系日臻完善。随着生物技术、信息技术等现代科学技术不断发展及其在植物保护研究领域的广泛应用,我国植物保护学科基础理论研究、高新技术研究与应用以及关键技术创新及应用等方面均取得了一批重大研究成果和突破性研究进展,提升了我国的自主创新能力,有效控制了农作物主要有害生物为害,为保障我国生态安全、生物安全、粮食安全和农产品质量安全提供了理论和技术保障,为促进农业增效和农民增收,实现全面建设小康社会的宏伟目标做出了切实的贡献。

二、2014—2017 年植物保护学学科研究进展

(一) 基础研究水平进一步提高

1. 植物病理学科

(1) 植物新病原物鉴定与传播。病原物种类鉴定及传播流行病学是植物病理学科的基础性研究内容。利用下一代测序技术(NGS)开展新病毒种类鉴定,如中国科学技术大学吴清发团队与中国农业科学院植物保护研究所李世访团队合作发现了属于马铃薯纺锤块茎类病毒科的环状 RNA(GLVd)新类病毒。大多数植物病毒主要依赖媒介昆虫进行传播,揭示介体昆虫传播病毒的机制对研究病害流行与防控具有重要意义。中国农业科学院植物保护研究所王锡锋团队发现水稻条纹病毒(RSV)逃避寄主免疫作用的机制,与方荣祥等团队合作揭示了 RSV 卵传途径。福建农林大学魏太云团队和浙江大学王晓伟团队分别发现水稻矮缩病毒(RDV)和番茄黄曲叶病毒(TYLCV)突破介体昆虫经卵传播屏障的途径。

(2) 病原物致病性。植物病原物致病因子是植物病理学科中非常活跃的研究领域之一。通过研究明确病原致病机理,能为研发病害防控策略和技术提供重要信息。

1) 真菌和卵菌的效应蛋白。大豆疫霉菌(*Phytophthora sojae*)是研究病原菌效应蛋白的重要模式微生物。在侵入早期,寄主能识别 *Phytophthora sojae* 分泌的 PsXEG1,并利用 GmGIP1 抑制其活性。南京农业大学王源超团队发现了 *Phytophthora sojae* 逃避寄主抗性反应的新策略,即 *Phytophthora sojae* 利用效应蛋白的失活突变体 PsXLP1 作为诱饵干扰 GmGIP1,突破大豆抗性反应。由于糖基水解酶 XEG1 在真菌、卵菌和细菌中广泛存在,该研究结果为研发诱导植物广谱抗病性的生物农药提供了重要的理论依据。王源超团队与合作单位研究的“植物疫病菌生长发育与致病机理的研究”项目,于 2014 年获得高等学

校科学研究优秀成果奖一等奖。西北农林科技大学康振生团队发现小麦条锈菌基因组中存在大量分泌蛋白基因，高度杂合性、高频率遗传变异和局部遗传重组对调控病原菌毒性变异具有重要作用。另外，中国农业大学彭友良团队发现稻瘟菌效应蛋白 Slp1 的 N-糖基化作用有利于逃避寄主的基础免疫反应，中国农业科学院植物保护研究所王国梁团队揭示了寄主抑制效应蛋白介导的细胞坏死的新机制。

2) 细菌效应蛋白。在 AvrB-RPM1 互作中，中国科学院周俭民团队发现 AvrB 诱导增强茉莉素信号通路而调控气孔开放，有利于细菌侵入；该团队还发现黄单胞杆菌效应蛋白 AvrAC 对 BIK1 的同源蛋白 PBL2 修饰后，发挥“诱饵”功能，激活其介导的免疫反应。上海交通大学陈功友团队发现非典型结构 TALE（即 iTALEs）能抑制了 Xa1 介导的寄主广谱抗性，证明了细菌效应蛋白从激发寄主抗病性进化到干扰植物抗病过程，为进一步利用 Xa1 抗病基因培育广谱抗病水稻奠定了理论基础。

3) 病毒功能基因。针对重要植物病毒的功能基因及其致病性的研究已取得了显著进展。中国农业科学院植物保护研究所周雪平团队揭示了棉花卷叶木尔坦病毒（CLCuMuV）可以利用其卫星编码的 β C1 蛋白调节植物的泛素化途径，促进病毒的积累和症状表现。南京农业大学陶小荣团队揭示了负链 RNA 病毒可利用植物所特有的内质网网络系统进行胞间转运和系统侵染的运输新机制。浙江大学李正和团队实现苦苣菜黄网病毒（SYNV）全长 cDNA 侵染性克隆的技术突破。中国农业大学王献兵团队研究发现黄瓜花叶病毒（CMV）清除对寄主顶端分生组织侵染的机制。李大伟团队首次揭示了磷酸化在大麦条纹花叶病毒（BSMV）的侵染和移动中的作用机理，还首次明确了 BSMV 在叶绿体上复制。

4) 线虫的效应蛋白。效应蛋白是了解植物病原线虫寄生性和致病机制的关键。中国农业科学院植物保护研究所彭德良团队发现三个内切葡聚糖酶基因和一个酸性磷酸酶基因在线虫寄生初期起着关键作用。华南农业大学廖金玲团队揭示了根结线虫可利用植物翻译后修饰途径对其效应子同时进行糖基化和水解，从而激活效应因子，还发现爪哇根结线虫 MJ-TTL5 效应蛋白通过激活寄主植物活性氧清除系统来抑制植物基础免疫反应及提高其寄生能力。

(3) 植物抗病性。解析寄主植物防卫识别机制和信号传导途径，尤其是关于识别病原菌无毒效应因子的植物受体蛋白功能及作用机制研究，依然是当前植物病理学科非常重要的研究领域。

1) 泛素蛋白质系统。泛素化在植物抗病信号传导途径中发挥开关的作用。周雪平团队阐明了烟草环状 E3 连接酶 NtRFP1 介导双生病毒编码的蛋白泛素化和蛋白酶体降解。中国科学院遗传与发育生物学研究所沈前华团队发现 MLA 能被泛素化，进而抑制了 MLA 激发的防卫信号传递。浙江大学梁岩团队发现 PUB13 调节几丁质识别受体 LYK5 浓度而改变抗性调控功能。中国水稻研究所曹立勇团队和王国梁团队合作发现复合型 E3 泛素连接酶 CRL3 通过降解 OsNPR1 而负调节水稻细胞死亡和抗稻瘟病性。

2) 蛋白激酶。中国科学院遗传与发育生物学研究所唐定中团队发现拟南芥抗白粉病正调控因子 BSK1 激酶是油菜素内酯受体的底物, 还揭示了 EDR1 重新定位到病原侵入位点而调控拟南芥的免疫反应, 另外发现依赖钙离子蛋白激酶 (CPK) 能作为钙离子感受分子, 参与免疫反应。拟南芥免疫受体 FLS2 可通过细胞质激酶 BIK1 感知细菌鞭毛蛋白抗原表位 flg22, 激活防御反应。清华大学柴继杰、韩志富团队与周俭民团队合作揭示了 flg22 激发植物免疫反应和 FLS2-BAK1 识别 flg22 的分子机制。

3) 活性氧。植物细胞内活性氧产生和积累是防卫反应的最终途径, 抑制病原菌侵入和扩展, 参与抗菌物质合成和引起寄主细胞死亡。中山大学姚楠团队发现拟南芥 ACD5 具有神经酰胺激酶活性, 促进神经酰胺和线粒体内活性氧积累。四川农业大学陈学伟团队还发现了水稻中编码 C2H2 类型转录因子基因 *Bsr-d1* 启动子自然变异后, 通过减弱 H₂O₂ 降解来提高水稻广谱持久抗性, 但对水稻产量性状和稻米品质没有明显影响, 这一结果对小麦、玉米等粮食作物相关新型抗病机理研究也提供了重要借鉴。

4) 抗菌物质。病原菌侵诱导抗菌物质的合成与积累, 是植物重要防卫反应途径。浙江大学张舒群团队发现 *Botrytis cinerea* 侵染拟南芥, 促进 IGS (indoleglucosinolate) 合成, 最终转化为胞外不稳定的抗菌化合物; 河北农业大学马峙英团队发现了多胺氧化酶参与棉花抗 *Verticillium dahlia* 的防卫反应中精胺和植保素 camalexin 信号传导。

5) 钙调素类似蛋白。周雪平团队发现病毒 bC1 蛋白通过上调植物钙调素类似蛋白 Nbrgs-CaM 基因表达而抑制植物 RNA 沉默通路中重要组分依赖 RNA 的 RNA 聚合酶 6 (RDR6) 的功能, 促进了双生病毒侵染, 揭示了双生病毒逃避植物 RNA 沉默防御分子机制。

6) 内源激素。拟南芥 NPR1 可以显著提高多种作物抗病性, 是 SA 信号途径的关键元件。华中农业大学王石平团队与美国杜克大学董欣年教授实验室合作, 通过在翻译水平上精准调控 NPR1 表达, 在不影响水稻农艺性状前提下, 能显著提高水稻对稻瘟病、白叶枯病和细菌性条斑病等病害的抗性, 为创建广谱抗病水稻材料提供借鉴。

7) microRNA。在调控植物抗病反应中基因沉默机制发挥重要作用。北京大学生命科学学院李毅团队研究揭示了水稻 AGO18 蛋白通过竞争性结合 miR168 来保护 AGO1, 从而增强水稻抗病毒防御反应; 与曹晓凤团队合作, 发现单子叶植物特有的 miR528 能够通过被 AGO18 竞争性结合, 促进植物体内活性氧 (ROS) 积累, 启动下游抗病毒通路。细胞质 mRNA 脱帽途径在真核生物中非常保守, 具有抑制转录后水平基因沉默 (PTGS) 功能。叶健团队发现双生病毒通过调控叶型发育干细胞决定因子 AS2 来增强细胞质 mRNA 脱帽途径, 抑制植物 PTGS 发生, 增强其致病性。

8) 抗病表观遗传学。华南农业大学刘耀光和张群宇团队在水稻中分离到对稻瘟病菌侵染以及抗稻瘟病药物 (BIT) 信号响应的染色质构型重塑因子基因家族 (SNF2) 成员 *BRHIS1*, 首次揭示了与植物生长发育相关的抗病表观遗传调控机制。

9) 细胞骨架。在植物表皮细胞中发现 MAMP 信号传导引起肌动蛋白组成的细胞骨架重塑, 肌动蛋白变化动态的调控是基础防卫机制的交汇点。华中农业大学卫扬斗团队证明了重塑肌动蛋白细胞骨架被认为有助于建立细胞外围有效抵抗病原真菌侵染的防卫屏障。

2. 农业昆虫学科

福建农林大学尤民生团队于 2013 年成功完成了小菜蛾基因组测序与分析。通过基因注释和比较基因组分析, 从小菜蛾基因组中预测到了 18071 个蛋白质编码基因和 1412 个小菜蛾特有的基因, 并从后者发现一些参与感知和解毒的基因家族发生了明显的扩张。利用现有昆虫基因组信息构建系统发育树, 发现小菜蛾属于鳞翅目昆虫中一个原始的类型, 这与之前细胞学的研究结果一致。结合开展小菜蛾发育和抗药性相关的转录组和表达谱测序, 从中分析了在幼虫阶段偏好表达的基因, 发现与气味感受、食物消化和解毒代谢相关的基因所构成的复杂基因网络, 其中以解毒代谢相关基因的种类最为丰富, 多数成员在昆虫消化食物最重要的器官中肠中大量表达。小菜蛾基因组的破译, 宣告世界上首个鳞翅目昆虫原始类型基因组的完成, 它同时也是第一个世界性鳞翅目害虫的基因组。

中国科学院动物研究所康乐团队于 2014 年构建出约 6.3Gb 大小的东亚飞蝗基因组图谱——这是迄今已测序最大的动物基因组, 发现飞蝗基因组中的转座因子发生了扩增并且丢失率很低, 造成了飞蝗具有如此庞大的基因组。通过分析基因组信息, 发现飞蝗能源代谢和解毒相关的基因家族发生了扩张显著, 与其具有远程飞行能力和植食性一致。同时, 还发现了几百个潜在的杀虫剂靶基因, 包括半胱氨酸环配体门控离子通道, G 蛋白偶联受体和致死基因等。甲基化和转录组分析揭示了群居型和散居型两型转化过程中的微管动态介导的突触可塑性的复杂调控机制。

浙江大学张传溪团队完成了稻飞虱基因组测序与分析。该研究使用全基因组鸟枪法测序结合 Fosmid to Fosmid 测序组装的方法, 得到了共 1.14Gb 的褐飞虱基因组序列。通过对褐飞虱和其他 14 个节肢动物基因家族的研究, 发现褐飞虱跟蝽是姊妹分类单元, 它们两者一起跟蚜虫是姊妹种系, 都属于半翅目。为了研究褐飞虱水稻专一食性的特点, 对褐飞虱化学感受相关基因家族进行了分析, 发现褐飞虱的气味受体和味觉受体基因家族收缩, 与褐飞虱只以水稻韧皮汁液为食的严格单食性特性相符。还对褐飞虱的共生真菌 YLS 和细菌 *Arsenophonus nilaparvatae* 做了组装注释, 并分析了褐飞虱-真菌-细菌的共生关系, 发现褐飞虱与真菌和细菌共生后才能形成完整的氨基酸、氮素、胆固醇和维生素 B 合成途径。褐飞虱基因组测序和研究, 揭示了褐飞虱-共生真菌 YLS-共生细菌三者的依存关系, 也研究了褐飞虱专一食性、迁飞的机理。

山东大学赵小凡团队在昆虫蜕皮与变态的功能基因和分子调控机理方面取得了重要进展。鉴定获得了棉铃虫蜕皮激素途径中的多个受体、调控因子和效应因子, 进一步阐明了昆虫蜕皮变态的分子调控机制。新发现的 Hsp90、G 蛋白偶联受体 ErGPCR、G 蛋白偶联受体激酶 2、G 蛋白偶联受体 ErGPCR、磷脂酶 C γ 1、Broad Z7、G 蛋白 α_q 、 β -Arrestin1、