

与昆虫学相关的“973”计划项目简介^{*}

罗 晨 张芝利^{**}

(北京市农林科学院植保环保所 北京 100097)

An introduction to “973” program related to entomology. LUO Chen, ZHANG Zhi-Li^{**} (*Institute of Plant and Environment Protection, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Science, Beijing 100097, China*)

Abstract The National Basic Research Program (also called “973” program) is China’s on-going national keystone basic research program, which was approved by the Chinese government in June 1997 and is organized and implemented by the Ministry of Science and Technology. Stipulation and implementation of the “973” program is an important decision of our country to carry out the two development strategies of “rejuvenating the country through science and technology” and “sustainable development”, as well as to further reinforce basic research and science and technology work. It is an important measure of our country to achieve the great objectives of China’s economic, scientific & technology, and social development by 2010 ~ 2050. The “973” program involving entomology was introduced in this paper, which included Studies on mechanisms and control of destructive diseases and pests of major crops; biosafety of genetically modified organisms (GMOs) in agriculture; invasion biology and control strategy of alien species in agriculture and forestry; the exploitation of novel microbial genes and their molecular mechanism for pest biocontrol; leading structures and action targets for green chemical pesticide; study of the functional genomes for the main economic traits of domesticated silkworm (*Bombyx mori*) and their molecular improvement; principle and method of agro-biodiversity for pest control and germplasm conservation; and basic research on outbreak mechanism and sustainable management for agricultural pest insects.

Key words insect pests, biosafety, alien species, biocontrol, green chemical pesticide, *Bombyx mori*, agro-biodiversity, “973” program

摘 要 1997年6月4日,原国家科技领导小组第三次会议决定要制定和实施《国家重点基础研究发展规划》,随后科技部组织实施了国家重点基础研究发展计划,亦称“973”计划。制定和实施“973”计划是党中央、国务院为实施“科教兴国”和“可持续发展战略”,加强基础研究和科技工作做出的重要决策,是提高科技持续创新能力的重要举措。文章简要介绍与昆虫学相关的8个“973”计划项目的研究概况,这8个项目分别是:农作物重大病虫害成灾机理及调控基础的研究、农业重要转基因生物安全研究、农林危险生物入侵机理与控制基础研究、农业微生物杀虫防病功能基因的发掘和分子机理研究、绿色化学农药先导结构及作用靶标的发现与研究、家蚕主要经济性状功能基因组与分子改良研究、农业生物多样性控制病虫害和保护种质资源的原理与方法、重大农业害虫猖獗危害的机制及可持续控制的研究。

关键词 害虫,生物安全,外来种,生物防治,绿色化学农药,家蚕,农田生物多样性,“973”计划

1997年6月4日,原国家科技领导小组第三次会议决定要制定和实施《国家重点基础研究发展规划》,随后科技部组织实施了国家重点基础研究发展计划,亦称“973”计划。制定和实施“973”计划是党中央、国务院为实施“科教兴

国”和“可持续发展战略”,加强基础研究和科技

^{*} 本文为《昆虫知识》编委会特邀稿。
^{**} 通讯作者, E-mail: zhangzhil@public.bta.net.cn
收稿日期: 2007-07-31, 修回日期: 2007-08-13

工作做出的重要决策,是提高科技持续创新能力的重要举措。

“973”计划将国家重点基础研究分为 7 个方面的内容,即:农业、信息、能源、资源环境、人口与健康、材料、综合前沿,其立项的原则是:

(1)围绕我国社会、经济和科技自身发展的重大需要,解决国家中长期发展中面临的重大关键问题的基础性研究;(2)瞄准科学前沿重大问题,体现学科交叉、综合,探索科学基本规律的基础性研究;(3)发挥我国的优势与特色,体现我国自然、地理与人文资源特点,能在国际科学前沿占有一席之地的基础性研究^[1]。

在科技部提出的农业领域基础研究的工作重点中,“农业主要病虫害可持续控制”是一项重要内容。自 1998 年“973”计划正式立项以来,农业领域已先后立项 37 项,近几年每项经费为 3 000 万元左右,研究期限为 5 年。截止 2006 年底,农业领域已结题验收 14 项,在研项目 23 项,其中与昆虫学相关的分别为 2 项和 6 项。张芝利先生于 2001 年受聘于科技部咨询专家组,先后为下述 8 个有关昆虫学项目的责任专家。为使更多的致力于昆虫学事业的科研工作者了解昆虫学领域的研究动向和最新进展,现将这 8 个项目的材料汇总整理,以立项时间为序简要介绍如下。

1 农作物重大病虫害成灾机理及调控基础研究(项目编号 G2000016200,执行时间 2000~2005 年,首席科学家彭友良教授,中国农业大学)

该项目围绕农作物重大病虫害致害成灾和调控的关键环节,从农作物品种抗病性丧失和害虫种群猖獗两方面入手,在群体、个体、细胞、分子水平上,深入研究病原物致病性及其变异的分子机制、抗病基因产物的作用机理、植物抗病过程中的信号传递、防卫基因的诱导及调控机制,探讨作物持久抗病性的分子育种途径;系统研究害虫迁飞和滞育的机制、害虫种群分化和抗药性遗传变异机制、害虫与植物和天敌间互作机理,提出增强生物控害功能的有效途径、

害虫灾变的预警理论及其调控基础。

该项目 2005 年 10 月底结题验收,全面完成了预定的计划,并取得一批原创性成果,如发现引起褐飞虱抗药性改变的 2 个乙酰胆碱受体功能突变位点(N1a1 亚基中的 Y138S 和 N1a3 亚基中的 Y173S),对褐飞虱抗药性研究是一项重要突破;从水稻中克隆的稻瘟病菌感染诱导性、非小种特异性的 3 个基因启动子,其中的双向、超强诱导性基因启动子在持久或广谱性抗病基因工程中有潜在应用价值;利用与中国番茄黄化曲叶病毒(TYLCCNV)伴随的新型卫星 DNA 分子—DNA β 建立了基因沉默载体,对植物基因组功能的研究具有潜在价值等。

该项目在当年农业领域同时结题验收的 4 个项目中,排名第一,综合评价为优。根据相关政策,在翌年“973”项目申请时,可免初审,直接进入复审答辩。该项目验收后,一分为二,分别以“农作物重大病害成灾的机理与控制的基础研究”和“重大农业害虫猖獗危害的机制及可持续控制的基础研究”为题,于 2006 年申请立项,经评审,正式获得批准立项。

2 农业重要转基因生物安全研究(项目编号:2001CB109000,执行时间 2001~2006 年,首席科学家彭于发研究员,中国农业科学院植物保护研究所)

该项目紧密围绕国家农业转基因生物安全与产业发展的重大需求,选择转基因作物、生物防治工程菌和转基因鱼的安全性研究为切入点,采用宏观和微观相结合的技术路线,从分子、细胞、个体、种群、群落和生态系统不同层次上研究基因操作中常用的重要选择标记基因和报告基因的安全性,转基因植物中外源基因、表达调控序列和载体骨架插入引起的非预期性效应,转基因生物向相关生物的基因流和转基因生物对农业生态系统生物群落演变的影响等关键科学问题。

该项目于 2006 年 11 月底结题验收,探讨了转基因水稻基因漂移的基本规律和安全控制方法;阐明转基因水稻、棉花和玉米等作物农田

生态系统生物群落结构的变化规律及有害生物优势种类的演化机理, 提出害虫抗性治理的策略和综合治理技术方案; 初步建立评价基因操作引发非预期性效应的表型分析、基因组学和蛋白质组学的方法; 建立了转基因生物及其产品对人体健康影响的评价技术体系和动物模型; 设计并构建国内外首个面积 6.67 hm^2 的转基因鱼生态安全人工模拟试验湖泊, 初步明确转基因鲤在自然生态系统中的营养生态位特性。

该项目在 2006 年农业领域同时结题验收的 3 个项目中, 排名第一, 综合评价为优。2007 年继续申请“973”项目“农业转基因生物安全风险评价与控制基础研究”, 直接进入复审答辩, 并获批准正式立项。

3 农林危险生物入侵机理与控制基础研究(项目编号: 2002CB111400, 执行时间 2002 ~ 2008 年, 首席科学家万方浩和郑小波, 分别为中国农业科学院植物保护研究所研究员和南京农业大学教授)(在本期《昆虫知识》上万方浩博士对该项目有较详细介绍^[3])

外来生物的入侵对农林生产带来的巨大经济损失与对生物多样性的严重威胁已成为国际社会中的重大科技问题。加强外来危险生物的入侵机制、突变机制及控制技术的基础研究, 发展早期预警与预防、检测与控制的理论与技术, 是解决这一问题的根本途径, 也是国家的重大需求。

该项目针对我国实际情况, 以外来生物入侵的不确定性和入侵后的爆发性为切入点, 选择有代表性的已入侵和潜在入侵生物为对象, 以外来入侵过程中的遗传分化、扩张过程中的生态适应和潜在危险生物入侵早期预警三大关键问题为核心, 重点揭示松材线虫、烟粉虱、紫茎泽兰、红脂大小蠹、稻水象甲等已入侵生物的遗传分化与快速演变过程, 解析入侵过程中种群增长与扩张的分子生态与化学生态机制, 阐明入侵对生态系统结构和功能的影响及生态系统对入侵生物的抵御机制。阐明小麦矮腥黑穗

病菌、大豆疫霉、梨火疫病菌等潜在危险生物在我国定殖并形成种群的可能性, 建立快速检测的分子基础和技术体系。在此基础上, 研制出潜在危险入侵生物的早期预警系统及风险管理程式, 提出已入侵生物控制的科技支撑, 详细内容介绍参考见本刊栏目另一篇文章^[3]。

4 农业微生物杀虫防病功能基因的发掘和分子机理研究(项目编号: 2003CB114200, 执行时间 2003 ~ 2008 年, 首席科学家黄大昉研究员, 中国农业科学院生物技术研究所)

现有微生物农药多源于自然菌株直接加工应用, 在毒力水平、作用速度与防治对象的广谱性等方面尚不及化学农药, 其应用潜力还需进一步挖掘和提高。利用最新的功能基因组学研究方法, 进一步发掘我国丰富的或特有的生防微生物基因资源, 揭示生防微生物杀虫和防病的分子机理, 既是国家农业和经济可持续发展及生态环境保护的重大需求, 也是微生物农药研制中亟待解决的重要的基础科学问题。

该项目针对我国微生物农药中最具代表性的 5 类杀虫防病微生物(杀虫细菌、病毒、真菌、抗病激活蛋白产生菌、抗生素产生菌), 围绕 3 个关键科学问题开展相关研究: 杀虫防病微生物新型或特有基因资源的鉴定与分离; 重要微生物杀虫防病基因(簇)的结构与功能; 生防微生物与昆虫、植物相互作用的分子机理。最终实现发展新型微生物农药分子设计的理论和方法的科学目标, 创建新一代生防微生物农药开发的研究平台。

5 绿色化学农药先导结构及作用靶标的发现与研究(项目编号: 2003CB114400, 执行时间 2003 ~ 2008 年, 首席科学家钱旭红教授, 华东理工大学)

农药新先导结构及作用靶标的发现是创新绿色化学农药的源头, 以虚拟筛选、受体结构分析等为代表的计算机信息技术正极大地改变着农药先导结构创新途径。同时, 生物(人、昆虫、

植物)基因组测序计划以及后续功能基因组、结构基因组和蛋白质组学计划的实施,为新农药靶标发现提供前所未有的机遇。在信息科学和生物科学指导下以化学科学最新发展为基础的农药新先导结构和作用靶标的发现正成为国际农药创新的前沿方向。

该项目以严重危害我国农作物的主要病虫害以及抗性种属为背景,围绕先导结构发现及作用靶标验证这一目标,建立并应用功能齐全、技术先进的农药化学生物信息技术平台和农药先导组合—活体高效微量筛选技术平台,解决新农药发现中涉及的先导发现的高效性、靶标结构的特异性、先导靶标间的选择性等关键科学问题。

该项目将在上述2个公共技术平台的基础上,通过“从基因经靶标到先导”和“从化学经靶标到先导”2种基本策略,开展高效昆虫生长调节剂、超高效除草剂、新颖杀菌、杀病毒与免疫激活剂的先导结构及抗性变构受体靶标研究,为突破我国自主创新农药研究开发的瓶颈奠定坚实基础,为我国环境生态及工农业可持续发展奠定绿色化学农药的理论及技术基础,促使中国成为世界上继美、日、德、法、英、瑞士之后第7个具有独立新农药创制能力的国家。

6 家蚕主要经济性状功能基因组与分子改良研究(项目编号:2005CB121000,执行时间2005~2010年,首席科学家夏庆友教授,西南农业大学)

蚕业是我国传统功勋产业,是促进农村产业结构调整、推进生态环境建设、增加农民收入和解决“三农”问题的重要支柱。该项目在家蚕基因组计划完成和全基因组框架图绘制成功的基础上,针对产业发展中的重要理论问题和制约瓶颈,围绕精细图谱构建、蛋白质组学、重要经济性状功能基因鉴定和功能、转基因及素材创新等开展研究。主要研究内容为:

(1)家蚕基因组图谱整合与基因定位研究:在框架图的基础上构建家蚕全基因组精细图谱;整合家蚕主要分子连锁图谱,开展家蚕基因

定位理论和技术研究。

(2)家蚕重要经济性状功能基因研究:克隆与家蚕丝蛋白合成、性别调控、免疫和发育变态相关的功能基因,鉴定功能和探讨相互作用机制,阐明重要经济性状的遗传机理。

(3)家蚕重要功能基因的蛋白质产物分析:利用蛋白质组学手段,获取家蚕主要蛋白质动态的整体信息,探讨蛋白质与家蚕基因及其重要生物性状的关系。

(4)家蚕品质分子改良与素材创新研究:建立功能基因研究与应用的基础理论和技术体系,特别是建立拥有自主知识产权的家蚕转基因技术体系,并致力于家蚕遗传新素材的创建研究。

(5)家蚕生物工厂及基因组应用的拓展研究:利用转基因技术,探索建立以家蚕绢丝腺为载体的生物合成工厂模式,探索家蚕功能基因组基础理论和技术在鳞翅目昆虫中的拓展应用。

(6)家蚕小 mRNA、小肽功能以及病原体与宿主相互作用机理研究:研究家蚕细胞内存在的小分子 mRNA 和小肽分子结构与功能;以 NPV 等主要病原体为对象,研究探讨病原物与家蚕宿主细胞相互作用的分子机理。

7 农业生物多样性控制病虫害和保护种质资源的原理与方法(项目编号2006CB100200,执行时间2006~2010年,首席科学家朱有勇教授,云南农业大学)

该项目采用现代新技术与传统技术的结合,拟探明利用农业生物多样性控制病虫害和保护种质资源的原理,创建综合应用模式和方法,丰富和发展农业资源的原理,创建综合应用模式和方法,丰富和发展农业生物多样性学科理论,为研发农业生物多样性实用技术提供理论支撑,为探索粮食安全与农民增收及资源保护和谐发展的新途径提供科学依据。

该项目立足我国丰富的农业生物多样性优势,以重要粮食作物为对象,从微观的基因表达和次生代谢入手,结合现代新技术和传统技术,

解析农业生物多样性的宏观生态学问题。项目拟解决的关键科学问题是:(1)农业生物多样性控制病虫害的原理和方法;(2)利用生物多样性促进种质资源保护的方法和机制。

该项目由 6 个课题组组成:(1)重要粮食作物的农业生物多样性评价标准和体系;(2)不同生态条件下品种抗病虫的基因表达和次生代谢特征;(3)农业生物多样性控制病害的效应、原理和方法;(4)农业生物多样性控制害虫的效应、原理和方法;(5)农业生物多样性促进种质资源保护的作用、尺度及关联;(6)农业生物多样性综合应用模式与方法。

项目预期目标:发现农业生物多样性控制病虫害和种质资源保护的基本规律,明确基本原理,建立基本方法和评价体系,构建综合应用模式,提供成功范例;发展和丰富农业生物多样性理论,在农业生物多样性控制病虫害和农家品种资源保护的研究方面居国际前沿。

8 重大农业害虫猖獗危害的机制及可持续控制的基础研究(项目编号:2006CB102000,执行时间 2006~2011 年,首席科学家康乐研究员,中国科学院动物研究所)(在《昆虫知识》2007 年第 2 期上郝树广博士对该项目有较详细的介绍^[2]。

该项目基于国家重大需求和学科前沿,以水稻、小麦、棉花和蔬菜及其重要害虫为研究对象,以全系统管理思想为指导,采用以生物技术和信息技术为核心的技术体系,在基因、个体、种群、系统等不同层次的学科水平上,对昆虫生长发育的遗传调控、环境适应进化的分子机制、食物网内的信息传递与能量流动、生态系统演化机理等进行研究,以达到下述总体目标:阐明害虫生长发育、种群分化的分子基础,揭示害虫种群调节的内在机制;解析作物、害虫及天敌间的互作机制,丰富和发展植物—害虫—天敌协同进化理论;阐明主要害虫区域性灾变机理,发展害虫预警新技术;发展与环境相容、增强自然控害功能的新技术,提出重大农业害虫可持续控制的新途径和新方法;丰富和发展我国害虫

管理的科学理论和实践,提升我国有害生物防控的原始创新和集成创新能力,达到减少化学农药使用、提高农产品产量和品质、增加农民收入的目的,同时为我国农业减灾和可持续发展创造良好的生态环境奠定科学理论基础。以上简要介绍了 8 个项目的主要研究内容,下面简要介绍相关的申报程序及管理模式等。

“973”计划每年年底或翌年初由科技部“973”网站发布当年申报指南,申报结束期一般为 3 月份,每年会在网站上发布申报指南的同时,提出申报的具体截止日期。项目指南是由中国科学院、各部委及有关方面根据各领域科学家自下而上提交推荐表,报科技部。由“973”计划专家顾问组讨论,提出建议,提交科技部核准,上网公布。每年上报科技部的“973”计划年度资助重点方向推荐表的内容包括 4 个部分:(1)重点方向(或项目)名称;(2)重要性和必要性:该方向所针对的国家重大需求或科学意义;(3)预期目标和任务:预期今后 5~10 年的阶段目标;(4)申报要求:申报单位范围、要求、经费配置及项目组织形式等,并由 2 名专家作为推荐人推荐。

科技部组建“973”计划专家顾问组,对“973”计划进行学术咨询,其主要职责是:开展“973”计划发展战略研究,对“973”计划组织实施中的重大问题提出咨询意见和建议;对“973”计划年度申报指南提出咨询意见和建议;受科技部委托主持立项综合评审和咨询工作;承担科技部委托的其他相关工作。

与“973”计划项目组织实施的过程管理,其主要职责是:跟踪了解项目执行情况,定期向科技部提出咨询工作报告;对项目实施中存在的问题向科技部提出咨询意见和建议;受科技部委托主持项目中期评估工作;承担科技部委托的其他相关工作。

“973”计划项目实行首席科学家领导下的项目专家组负责制,首席科学家对项目的执行全面负责。项目依托单位负责项目的日常管理,提供项目执行的相关条件保障。在执行过程中,实行“2+3”的管理模式,即项目执行 2 年

后, 进行中期评估, 重点评估项目的“工作状态”和“研究前景”, 围绕项目总体目标, 根据“集中目标、突出重点、精干队伍、择优支持”的原则, 调整和确定后 3 年的研究计划; 并根据中期评估情况, 对有突破前景的重点课题, 根据课题的实际需要进行强化支持, 从而保证重点工作得到重点支持。

“973”计划实施 9 年来, 立足国家需求, 面向科学前沿, 坚持“择需、择重、择优”和“公平、公正、公开”的原则, 坚持创新, 着力解决国家经济、社会和科技发展中的重大科学问题, 大力促进了基础研究与国家目标的结合, 推动了基础

研究的发展, 得到了科技界的广泛认可。实践证明, 实施“973”计划为国家培养了一批年富力强的科研队伍, 是一项具有战略意义的重大举措, 是国家重大战略需求与科学前沿相结合的成功范例。前述 8 个项目的实施和完成, 必将极大地促进我国昆虫科学基础研究, 产生一批重大的创新性成果。

参 考 文 献

- 1 <http://www.973.gov.cn>
- 2 郝树广. 昆虫知识, 2007, 44(2): 158~163.
- 3 万方浩. 昆虫知识, 2007, 44(6): 790~797.

“973”项目“农林危险生物入侵机理与控制基础研究”简介^{*}

万方浩^{**}

(中国农业科学院植物保护研究所 植物病虫害生物学国家重点实验室 北京 100094)

An introduction to “973” program “invasion biology and control strategy of alien species in agriculture and forest”. WAN Fang-Hao^{**} (*State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China*)

Abstract This project selects representative invaded and potential invasive alien species (IAS) to investigate the three key issues in invasion biology, including genetic diversification in early stage of invasion, ecological adaptation in the stage of spreading, and risk assessment for prediction of potential IAS. The key scientific issues will be explored at the molecular, individual, population, community and ecosystem levels using molecular biology, molecular ecology, ecology, ecological genetics, biochemistry and other theories or methods. The main contents of the program include: genetic differentiation and rapid evolution, molecular-ecological and chemical-ecological mechanisms in the processes of population growth and expansion, impacts on the structure and function of ecosystems, resistance mechanisms of ecosystems to IAS, establishment and spreading possibility analysis of several potential dangerous IAS, molecular basis and techniques for rapid monitoring and diagnosis of IAS. The project will investigate and develop prediction systems and risk management paradigms for invasive species, and provide the scientific and technological support for the control of invaded species.

Key words invasive alien species, biological invasion, invasive mechanism, control and management

摘 要 2002 年 12 月, 国家重点基础研究发展计划(“973”项目)“农林危险生物入侵机理与控制基础研究”经科技部批准正式立项, 2003 年启动。文章主要介绍该项目的立项背景、主要研究内容、研究方案

^{*} 国家重点基础研究发展计划(2002CB111400)资助。本文为《昆虫知识》编委会特邀稿件。

^{**} E-mail: wanfangh@public3.bta.net.cn

收稿日期: 2007-08-06, 接受日期: 2007-09-23