

农业技术推广成果单项类优选计划申报书

项目名称： 北方主要果树早期落叶病绿色防控

关键技术创新与应用

推荐等级： 一等

第一完成单位： 青岛农业大学

农业技术推广成果单项类优选计划申报书

一、项目基本情况

项目名称	北方主要果树早期落叶病绿色防控关键技术创新与应用
任务下达部门 (选填)	下达该计划的部门(如果有多个部门请用“,”或“;”分开)。 中国农业农村部; 欧盟委员会; 科技部; 国家自然科学基金委; 山东省农业农村厅; 山东省科技厅等
任务下达名称 (选填)	下达计划的全称(如果有多个计划名称请用“,”或“;”分开)。 国家苹果产业技术体系叶部病害防控岗位专家(CARS-28); 国家苹果产业技术体系枝叶病害防控岗位专家(CARS-27); 欧盟国际合作项目“亚洲苹果和梨可持续生产: 黑星病与白粉病生物学及综合防控”(ICA4-CT-2001-10001); 国家重点研发计划“山东苹果农药减施增效技术集成研究与示范”(2016YFD201122); 国家自然科学基金“植物病虫害空间分布样式统计方法及统计参数的研究”(30928016)等
第一完成单位	青岛农业大学
第一完成人	王彩霞
联系人	任维超
联系电话	0532-58957776
手机	13685324986
电子邮箱	cxwang@qau.edu.cn
项目起止时间	2001 年 9 月至 2024 年 12 月
推荐等级	一等
项目分类	园艺作物
项目核心技术曾获奖、评价、审定和品种权情况(写明名称、等级、年度和授奖部门等)	核心技术获奖情况: 2019 年 2 月, “苹果和梨重大叶部病害精准防控技术研发与应用” 获山东省科技进步二等奖, 授奖部门: 山东省人民政府。 2019 年 12 月, “苹果和梨叶部及果实主要病害精准防控技术研发与应用” 获神农中华农业科技三等奖, 授奖部门: 农业农村部。 核心技术评价情况: 2018 年 4 月, “苹果和梨重大叶部病害精准防控技术研发与应用”, 通过山东农学会组织的科技成果评, 经中国农业科学院植物保护研究所周雪平教授为组长, 曹克强、王国平等教授为成员的七人专家组鉴定为成果整体达到国际领先水平。 2025 年 8 月, “北方主要果树早期落叶病绿色防控关键技术创新与应用”, 通过山东农学会组织的科技成果评价, 以中国农业科学院蔬菜花卉研究所张友军研究员为组长, 段留生、马锋旺等教授为成员的七人专家组鉴定为成果整体达到国际先进水平,

	在苹果和梨早期落叶病发生流行规律、测报预警与绿色防控等方面达到国家领先水平。 3. 2015 年 12 月，国家苹果产业技术体系叶部病害防控岗位专家，“十二五”通过项目验收。 4. 2020 年 12 月，国家苹果产业技术体系枝叶病害防控岗位专家，“十三五”通过项目验收。 5. 2006 年 2 月，欧盟国际合作项目“亚洲苹果和梨可持续生产：黑星病与白粉病生物学及综合防控”，通过项目验收。 6. 2021 年 7 月，国家重点研发计划“山东苹果农药减施增效技术集成研究与示范”，通过项目验收。 7. 2011 年 12 月，国家自然科学基金“植物病虫害空间分布样式统计方法及统计参数的研究”，通过项目验收。
内容摘要（限 400 个汉字以内，包括推广的主要技术成果，采用的技术措施、组织措施、推广模式，取得的经济、社会、生态效益等）	
本项目针对北方主要果树早期落叶病病原不明、诊断不准；病害流行成灾机制不清、测报指导缺乏；防治药剂匮乏、防控技术体系不健全等突出问题，历时 24 年开展攻关研究，取得如下技术成果： 1) 国内首次发现并命名新病害“苹果炭疽叶枯病”，研发了以病原菌子实体形态为识别特征的早期落叶病快速诊断方法，发明了基于 LAMP 的叶片带菌量精准监测技术，实现了病害精准识别和实时诊断。 2) 首次阐明了 5 种早期落叶病以病原菌累积过程为主线的流行成灾机制，研制了以露温、露时为主要输入参数的 5 种早期落叶病侵染预测模型和侵染测报器，创新提出 5 种早期落叶病的侵染预测方法，为病害早期预警和精准防控提供了科学依据。 3) 创新构建了以“生态调控、早期诊断、侵染测报、免疫诱抗、精准用药”等关键技术为核心的早期落叶病针对性防控技术体系，从根本上实现了按需精准用药，为果品产业绿色高质量发展提供了科技支撑。 项目制订行业和地方标准 19 项，山东省主推技术等 7 项；授权国家发明专利 16 件，实用新型和软件著作权 13 项，发表论文 102 篇，其中 SCI 论文 25 篇，编写国家级规划教材和专著等 21 部；获得绿色防控产品登记证 10 个；培养研究生 20 名，培训基层技术人员和果农等 5.2 余万人次。2022-2024 年，山东、甘肃等主产区推广 384.79 万亩，新增效益 36.85 亿元。	

二、详细内容

1.项目实施前的基本情况（介绍该地区在实施项目前原有的技术水平、单产、总产、产品质量、投入产出比、存在的问题等情况）

苹果和梨作为我国北方地区栽培面积最广、经济价值最高的两大优势水果产业，已成为推动乡村振兴战略实施、促进农民增收致富的关键支柱。2018年6月，习近平总书记视察山东时，曾对包括山东苹果在内的特色农产品发展给予充分肯定。同年，农业农村部等多部门联合认定的“中国特色农产品优势区”中，山东多个苹果、梨主产区榜上有名。然而，褐斑病、炭疽叶枯病等早期落叶病严重制约了苹果和梨产业的可持续发展，该病不仅造成当年果实减产和品质下降，更会削弱树势，加重枝干病害发生；发病严重果园可造成当年绝产和次年绝收，甚至导致毁园。由于防控技术缺乏针对性，造成病害防效差，化学药剂过量施用致使果园生态环境持续恶化。因此，亟需研发苹果和梨早期落叶病精准化绿色防控关键技术和成熟模式。

项目实施前，北方地区主要果树早期落叶病防控存在的突出问题，主要聚焦于以下方面：

1）早期落叶病病原不明，诊断不准。导致果树早期大量落叶的原因多，情况复杂，可能由多种病原菌单独或复合侵染引起，但具体病原尚未完全明确。受寄主抗性、病原菌致病性、病菌侵染量以及环境因子的影响，病斑形状与大小差异较大，且多种病害常混合发生，进一步加剧了病害早期诊断的难度。然而，病原快速识别与准确诊断是有效防控果树早期落叶病的前提。

2）病害流行成灾机制不清，测报指导缺乏。由于受到环境因子、果树生育期及栽培管理措施等动态影响，病原菌的侵染规律、潜伏期及再侵染频率存在显著差异，使得病害流行机制变得复杂且难以精准解析。传统测报依赖田间调查，但早期症状易混淆，且人工巡查效率低，难以精准把握病害发生趋势和防治适期，是制约早期落叶病高效防控的关键瓶颈。

3）防治药剂匮乏，防控技术体系不健全。针对苹果炭疽叶枯病等新病害，专用农药在果树领域尚未进行登记，导致果农缺乏合法有效的防治药剂。自2011年苹果炭疽叶枯病发生以来，已毁掉大批优质感病品种果园，使中国苹果品种结构更加单一化。防控技术单一，过度依赖化学防治，单病单治现象普遍，导致病原菌抗药性增加、农药残留超标等问题突出，形成“用药量增加-防效下降”恶性循环。

针对上述突出问题，本项目自2001年启动以来，聚焦苹果和梨早期落叶病的识别诊断、流行成灾机制解析及高效绿色防控产品研发等关键环节，开展了系统深入的研究。通过集成创新，成功构建了早期落叶病绿色防控技术体系，并在北方果品主产区大面积推广应用，对于全面提升我国北方果树早期落叶病的绿色防控水平，推动果品产业提质增效具有重要意义。

2.项目主要内容（填写本成果采用的核心技术、主要技术措施、组织措施、推广模式、主要技术指标等）

（1）本成果采用的核心技术

核心技术一：北方主要果树早期落叶病识别诊断技术

①国内首次发现并命名苹果炭疽叶枯病。2011年8月，江苏丰县和安徽砀山‘金帅’、‘嘎啦’等品种上发生一种病害，导致树体严重落叶。实地考察发现，病树落叶率高达95%以上，其症状不同于常见病害。经诊断该病系炭疽病菌侵染所致，造成果实严重发病和大量叶片迅速脱落，依据其在叶片上形成的焦枯症状，命名为“苹果炭疽叶枯病”，其病原菌为 *Glomerella cingulata*。此前，国内尚无有关该病的报道，为该病害高效防控提供了科学依据。

②研发了以病原菌子实体形态为识别特征的早期落叶病快速诊断方法。导致苹果和梨早期落叶的病害有多种且症状高度相似，加之同一种病害在不同环境条件下的症状复杂多变，导致误诊率极高。研发了培育与检查病原菌子实体，依据子实体形态特征在田间快速准确诊断各种早期落叶病的方法。例如，检查病斑边缘有无菌索，病斑内有无直径0.1-0.2mm、半球形、深褐色的分生孢子盘，可准确诊断褐斑病；将病叶在25℃左右，保湿培养2-3天，病斑上产生橘黄色的孢子堆，依此可准确诊断炭疽叶枯病，准确率高达98.2%。

③发明了基于环介导等温扩增(LAMP)的叶片带菌量精准监测技术。在雨季高温环境下，黑星病菌、炭疽叶枯病菌等繁殖速度加快，在叶片出现可见病斑前导致其大量提早脱落。为精准检测叶片中的带菌量，发明了基于LAMP的检测技术，具有特异性强、灵敏度高、操作便捷、结果可视化等特点，可检测低至10fg/μL的病原核酸，仅需水浴锅或加热块可完成扩增，通过比色法直接观察结果，为叶片中早期带菌量精准监测提供了技术支撑。

核心技术二：北方主要果树早期落叶病侵染测报技术

①首次阐明了5种早期落叶病以病原菌累积过程为主线的流行成灾机制。明确了越冬病原菌的初侵染量是褐斑病、炭疽叶枯病等5种病害病原菌累积的基础，而初侵染菌源数量和初侵染期内的降雨是影响病原菌初侵染量的主导因子。揭示了病原菌的累积速率是决定褐斑病、黑星病和炭疽叶枯病流行时期和流行情度的关键变量；降雨、潜育期和寄主抗性是影响3种病原菌累积速率的主导因子。率先系统地阐释了降雨等环境因子对5种病原菌侵染、致病、产孢等各流行环节的数量影响，并明确了每种病害的流行条件，为早期落叶病防控提供了精准时间节点和重点治理方向。

②创建了以露温、露时为主要输入参数的 5 种早期落叶病侵染预测模型。自然条件下，叶面结露时间的长短决定了病原菌孢子能否侵染及其侵染量。如：不同温度条件下，褐斑病菌分生孢子完成全部侵染过程，导致叶片发病所需的最短露时，可由模型 $L=4.81-\log(\exp(0.17(T-24.24))/(1+\exp(0.89(T-24.24)))/0.05)/0.04$ 估测，当病原菌所需的最短露时得到满足后，病原菌的相对侵染量可依据韦布尔模型(Weibull)预测。梨黑星病菌分生孢子侵染所需的最短露时可由模型 $L=31 \cdot 65-17 \cdot 26T+1 \cdot 22T^3$ 估测，而相对侵染量则依据逻辑斯蒂模型(logistic)进行预测。

③率先研制了梨黑星病菌相对侵染量的侵染测报软件和侵染测报器。依据梨黑星病菌的侵染预测模型，用 C++语言编写了基于远程自动气象监测数据，实时计算露温、露时，预测梨黑星病菌相对侵染数量的“梨黑星病菌侵染预测软件”。在测报软件的基础，研制了以单片机、温度、湿度传感器为主要部件，适合于在果园内独立使用，且能及时向用户手机发送预警信息的侵染测报器。经用户测试，测报软件和测报器的预测精准度都达 93.5%以上。

④创新提出 5 种早期落叶病的侵染预测方法。依据病原菌产孢、孢子传播和侵染三个过程所需要的露温、露时和降雨量，创新研发了苹果和梨 5 种重大叶部病害的侵染预测简易方法。如：苹果锈病侵染测报方法为，谢花后 4 周内，第 1、2 次遇雨量超过 10mm，使叶面结露超过 12 小时的降雨，会导致病菌大量侵染，往年锈病严重的果园，雨前 7 天内未施用杀菌剂，雨后 2 周内结合其他病害喷施三唑类药剂防治；若降雨但达不到上述指标，需从雨后第 13 天开始，每天观察叶片的发病情况，若病叶率超过 5%，需在发病当天喷施药剂防治。该预测方法易于掌握，便于果农和基层技术人员应用，预测精准度达 93.8%以上。

核心技术三：北方主要果树早期落叶病绿色防控技术体系

①研发了 10 个高效防治早期落叶病的药剂并获得国家登记。率先筛选并登记了防治苹果新病害炭疽叶枯病的特效药剂，20%吡唑醚菌酯可湿性粉剂(PD20160213)，在降雨前或病菌侵染 24 小时内使用，防效可达 90%以上。评测了多种复配组合对炭疽叶枯病的保护和治疗效果，明确了药剂使用最佳时期。登记了 23%吡唑·甲硫灵悬浮剂(PD20183372)和 21%二氰·吡唑酯可湿性粉剂(PD20173170)等系列高效低毒农药产品，并制定了企业标准。针对其它早期落叶病，分别筛选出 2-3 种高效杀菌剂并获得国家登记，研发了药剂田间使用技术，并大面积试验示范和推广应用。

②首次发现并报道 2 个具有诱导植物抗病活性的化合物。新发现 2 个能诱导苹果、梨产生广谱抗病性的小分子化合物哌啶酸(PA)和 2,6-二叔丁基对甲酚(BHT)。

将 PA 首次应用于果树病害防控，对 5 种早期落叶病的防效均达 81.3%以上。BHT 是生防微生物娄氏链霉菌 A-1 产生的活性物质，低浓度（0.1-0.2mmol/L）可诱导植物产生抗病性，具有安全、高效、广谱等特点，应用前景良好。创制了理化性状优良的 BHT 微乳剂，有效成分 10%，喷雾使用对炭疽叶枯病、褐斑病等防效可达 88.7%，为早期落叶病新型绿色防控产品的创制储备了新的资源。

③创新构建了基于研发产品的早期落叶病绿色防控技术体系。以病害流行时间动态和寄主生长发育期为主线，基于研发的绿色防控产品，创新构建了以“生态调控、早期诊断、侵染测报、免疫诱抗、精准用药”等关键技术为核心的早期落叶病针对性防控技术体系，从根本上实现了按需精准用药，减少了“保险药”和化学农药使用量 30%以上。与传统防治技术相比，绿色防控仅需 2-4 次用药可将褐斑病、炭疽叶枯病的发病率控制在 5%以内，减少了用药次数 2-4 次，防效效果提高了 25%-45%，且同时兼治腐烂病、轮纹病等多种枝干和果实病害；春季结合其它病害防治用药 1-2 次，可将苹果和梨锈病的发病率控制在 2%以下，减少用药次数 1-2 次，防治效果提高了 28%-43%；生长前期，结合其它叶果病害防治用药 2-3 次，可将梨黑星病的发病率控制在 5%以下，用药次数减少 2-3 次，防治效果提高了 25%-45%。果树早期落叶病绿色防控技术体系，已在山东、甘肃、陕西等全国果品主产区累计推广超 1800 万亩。仅近 3 年，推广应用 384.79 万亩，增收节支达 36.85 亿元。

（2）主要技术措施

①系统开展早期落叶病发生流行规律研究。以病害流行时间动态和寄主生长发育期为主线，系统研究早期落叶病病原菌侵染动态与流行条件，测定不同病原菌（如苹果炭疽叶枯病菌、苹果褐斑病菌、梨黑星病菌、苹果锈病菌、梨锈病菌）的初始侵染时间与侵染高峰；从初侵染病斑产孢开始，到病害流行达到高峰，或者到环境或寄主不再适合病原菌侵染的时期为止，分析病原菌累积速率对病害流行时期和流行程度的影响；病原菌累积期内，测试阴雨次数、每次降雨的持续时间等对病原菌累积速率的相关性；量化温度、降雨（湿度持续时间）、光照等对病菌侵染、潜育、发病，产孢等不同环节的影响。

②科学开展药剂筛选试验。针对经广泛调研初步确定的每个农药产品，系统性地开展一系列科学严谨的试验研究，以全面评估其实际应用效果和安全性。依次开展室内活性试验、田间药效试验、残留试验、消解动态试验和膳食风险评估等试验研究，通过对比分析不同农药产品的优缺点，结合苹果和梨等果品的实际防治需求和质量安全要求，筛选出能够解决实际防治问题且满足果品质量安全要求的农药产品。同时，还需考虑农药的经济性、环保性和可持续性等因素，为农业生产提供科学、合理的农药使用方案。

③加强关键技术创新与标准制定。重点研发了北方主要果树早期落叶病识别诊断技术、侵染测报技术、免疫诱抗技术、精准施药技术等关键技术，创新集成了绿色防控技术体系。制定了农业行业标准《苹果主要叶部病害综合防控技术规程--褐斑病》

(NY/T3689-2020)，山东省地方标准《苹果病虫害综合防控技术指南》(DB37/T3478-2018)等19项，《苹果病虫害综合防控164模式》和《主要果树病虫害智能测报及精准防控技术》入选山东省农业主推技术，另有5项技术入选国家苹果产业技术体系主推技术，为我国北方产区果树早期落叶病的高效防控提供了重要科技支撑。

开展新型技术推广体系研究。针对苹果和梨种植区域相对集中的特点，充分发挥“县+乡+种植户”联合推广网络体系的作用，借助自媒体、网络直播等线上渠道，广泛宣传推广绿色防控技术，同时，依托农药生产企业自建社会化服务渠道优势，800余条服务渠道遍布全国各果品主产区，创建新型技术推广体系，更新基层技术人员和果农的防控绿色理念和提高绿色防控技术水平，在北方7个主产省32个县（区）进行了大面积试验示范和推广应用。

（3）组织措施

为确保项目顺利实施，达到预期目标，青岛农业大学、烟台市农业技术推广中心、青岛市农业技术推广中心、山东省农药检定所、栖霞市农业技术推广中心、烟台市蓬莱区果业技术推广中心、青岛奥迪斯生物科技有限公司等单位成立了北方主要果树早期落叶病绿色防控控制关键技术创新与应用项目领导小组，负责项目组织、协调、落实等工作；成立了由有关专家和业务骨干为成员的技术指导小组，负责项目实施的技术指导。苹果和梨等主产区相关省、市、县区各级农业行政主管部门高度重视，并给予大力支持，组织成立专门的项目执行小组，集中精力做好项目的应用研究，抓好项目推广应用的宣传工作，保证了项目推广工作落到实处。每年初，领导小组召开统筹会，安排部署项目工作，并组织进行项目检查和督导，及时发现和解决项目执行中出现的问题；年末召开总结大会，对项目的实施进度和任务及存在的问题进行全面总结。根据项目工作会议精神，各实施单位逐级发动，层层落实，确保项目顺利开展，稳步推进。

（4）推广模式

本项目首次创建果树早期落叶病“生态调控+早期诊断+侵染测报+免疫诱抗+精准用药”绿色防控新模式，创新集成了果树早期落叶病绿色防控技术体系，针对苹果和梨等种植区域相对集中，单一依靠化学药剂，果园环境恶化等突出特点，转变仅以政府为主的技术推广思路，有机结合政府推广单位、科研单位、农药生产企业、新型农业经营主体和种植户的自身优势，以推动研究成果落实为抓手，创建新型技术推广体系，逐级渗透、全面推广，打通果树早期落叶病绿色防控植保服务最后一公里，创新构建了“农技推广机构+科研单位+新型农业经营主体+种植户+农药生产企业”推广模式，推广效能高、引领作用强、成果转化快，具有广阔的推广应用前景。

（5）主要技术指标

①绿色防控核心技术对苹果和梨早期落叶病的整理防效在95%以上，且兼防果实和枝干病害，完全满足生产所需。

②核心技术采用生态调控、免疫诱抗等绿色防控手段占比提升 15%以上，化学农药使用次数减少 1-4 次，使用量平均减少 32.5%，防治总成本降低 22.8%、收益提高 12.5%。

③创新研制出高效安全的果树早期落叶病防治药剂，获得国家登记 10 个，新混配制剂产品 7 个，一次性解决果树上无国家登记农药可用的难题。

④全国果品主产区累计推广超 1800 万亩，仅近 3 年，推广应用 384.79 万亩，推广面积占山东省苹果和梨总面积 55%以上，在烟台产区占比达 80%以上，农户接受程度高。

⑤项目成果获山东省科技进步二等奖、神农中华农业科技三等奖；制订行业和地方标准 19 项，山东省主推技术等 7 项；授权国家发明专利 16 件，实用新型和软件著作权 13 项，发表论文 102 篇，其中 SCI 论文 25 篇，编写国家级规划教材和专著等 21 部；培养研究生 20 名，培训基层技术人员和果农等 2.6 万余人次。

3.项目取得的经济、社会、生态效益情况

计划推广总规模	(万亩)	实际推广总规模	(万亩)
	310		384.79
新增纯收益	(万元)		
	586311.09		
累计示范区数目	个	累计示范区规模	(万亩)
	268		9.5
新增总投入	万元	总经济效益	万元
	846.54		368529.45

内容叙述

(1) 经济效益：该项目创建了北方主要果树早期落叶病绿色防控技术模式，实现了农药减施；研制的高效安全杀菌剂产品效果好、用量低、对果树和环境安全；实现了果实增产，减少了农药投入，降低了人力成本，增收节支效果显著，经济效益巨大。根据中国农业科学院制定的《农业科研成果经济效益计算方法》计算推广单位新增经济效益，总经济效益=单位规模新增纯收益×单位规模新增纯收益缩值系数(0.7)×推广规模×推广规模缩值系数(0.9)-总推广费用。

单位规模新增纯收益：根据 3 年多点的调查和测定结果，以蓬莱区为例，苹果和梨早期落叶病防效提高 15%-25%，产量增加 3% (90kg/亩)，果实品质提升单价可提高 0.6 元/kg，蓬莱区苹果和梨平均单产 3000kg/亩以上，果实平均单价为 7.5 元/kg，可减少打药次数 2-3 次，降低化学农药使用量 30%，节省防治成本 20% (110 元/亩)。以此计算，每亩绿色防控果园可增收节支：90kg×7.5 元/kg+3000kg×0.6 元/kg+110

元=2585×0.7（缩值系数）×0.9（缩值系数）-2.2 元/亩（推广费用）=1626.35 元/亩。
2022-2024 年累计推广 29.87 万亩，新增效益 48579.07 万元。

近三年，栖霞市农业技术推广中心、甘肃静宁县林业和草原局、山西临猗县农业技术服务中心等 13 家单位和部门，累计推广 384.79 万亩，新增效益 36.85 亿元。

（2）社会效益：该项目成果果树早期落叶病绿色防控技术的大面积推广应用，实现了果园化学用药不断减少、防治效果持续提高、有效了早期落叶病的扩散与蔓延，保证果品质量安全的目标，有力地促进了苹果等北方特色优势果品品质提升、品牌打造，为苹果和梨产业高质量发展提供了强力科技支撑，促进了果品产业绿色高质量发展。

应用项目成果后，2022 年、2023 年、2024 年，“栖霞苹果”品牌价值连续三年全国第一，带动果农纯收入连续多年超过 8000 元，保持了农民收入的持续增加和农村社会的稳定，已成为当地富民强区、乡村振兴的特色支柱产业，在助力打造乡村振兴齐鲁样板方面发挥了重要作用。

项目成果在全国其他地区的成功推广，保证了苹果和梨等果品产量高、品质优。苹果和梨主产区果品质量安全保证了、品质提高了，使人民群众可以放心地购买和食用，提高了政府部门在群众中的公信力。通过项目带动，群众的防治水平和科技水平不断提高，农村劳动者的科技素质得到改善，社会效益显著。

（3）生态效益：通过项目实施，推广应用了一批获得国家登记的绿色高效低毒低残留农药和绿色防控关键技术，化学农药使用量较项目实施前减少 32.5%，在苹果和梨等果树上未登记农药的使用受到了限制，降低了果品中的农药残留，果园生态环境得到明显改善，土壤持续恶化趋势得到有效缓解，保护了农业生态环境安全，加快了绿色转型升级和提质增效，生态效益显著。

二、主要完成人

王彩霞，李保华，任维超，迟归兵，刘爱娜，黄艳，董娟华，曲怀诚，崔春，马春艳，陈萍，王雪，周晨阳，王涛，周世荣，丁荔，罗兆珍，张乃宾，林卫华，王娟，张海萍，宫新刚，杨卫华，李修燕，杨延文

三、主要完成单位

青岛农业大学；烟台市农业技术推广中心；青岛市农业技术推广中心；山东省农药检定所；临沂市农业技术推广中心；栖霞市农业技术推广中心；烟台市蓬莱区果业技术推广中心；青岛奥迪斯生物科技有限公司