

成果编号：

## 2025 齐鲁农业科技奖科技进步奖

# 推荐信

成果名称：苹果重大叶部病害抗药性治理  
关键技术创新与应用

申报单位：青岛农业大学

推荐单位：青岛农业大学

成果第一完成人：任维超

齐鲁农业科技奖奖励委员会办公室制

年 月 日填

## 一、成果基本情况

成果名称 (不超过 30 字)		苹果重大叶部病害抗药性治理关键技术创新与应用				
主要完成人 (不超过 12 人)		任维超、练森、孔高原、李平亮、刘娜、邹宗峰、赵帅、祝青波、陈立勇、周善跃、王彩霞、李保华				
主要完成单位 (不超过 5 个)		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、山东康乔生物科技有限公司、青岛中达农业科技有限公司				
推荐单位	青岛农业大学	申报单位联系人	姓名	黄毅		
			手机	13356876510		
			固定电话	0532-58957249		
			电子信箱	kjccgk@qau.edu.cn		
项目开始时间		2019-08-01	项目结束时间		2022-12-31	
二级学科分类		植物病理学		三级学科分类		
授权发明专利(件)		5	授权的其他知识产权(项)		1	
任务来源		国家苹果产业技术体系		成果密级		非密
<p>具体计划、基金的名称和编号(不超过 300 字):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.国家苹果产业技术体系-枝叶病害防控岗位(CARS-27)</li> <li>2.国家重点研发计划子课题,果树病虫害演替规律与全程绿色防控技术体系集成示范(2023YFD1401400)</li> <li>3.国家自然科学基金面上项目,吡唑醚菌酯通过烯酰辅酶 A 水合酶 Ech1 抑制苹果炭疽叶枯病菌无性生殖的机制解析(32572873)</li> <li>4.山东省自然科学基金面上项目,吡唑醚菌酯抑制苹果炭疽叶枯病菌无性生殖的机制解析(ZR2024MC205)</li> </ol>						

## 二、推荐单位意见

推荐单位	青岛农业大学		
通讯地址	山东省青岛市		
联系人	黄毅	联系手机	13356876510
电子邮箱	kjccgk@qau.edu.cn		
<p>推荐意见(不超过 600 字):</p> <p>该成果技术创新突出, 聚焦苹果重大叶部病害防控痛点, 系统阐明了病原菌抗药性演化规律, 构建了精准抗药性监测技术体系, 创新集成了“测报防控—生态调控—科学用药”绿色治理模式, 实现了病害防控全链条技术突破。成果整体技术水平居国内领先, 测报准确率超过 90%, 病害防效达 85%以上, 核心技术指标优异, 为果树病害抗药性治理提供了先进技术范式。成果应用广泛, 在山东苹果主产区实现规模化推广, 适配不同栽培模式, 果农接受度高、落地效果显著, 有效破解了产业长期存在的防控难题。经济、生态与社会效益协同显现, 实现化学农药减量 30%以上, 果品农药残留抽检合格率达 100%, 有力推动了苹果产业绿色高质量发展。</p> <p>我单位认真审阅了该成果推荐书及附件材料, 确认全部材料真实有效, 相关栏目内容均符合齐鲁农业科技奖励委员会办公室的填写要求。按照要求, 我单位和成果完成单位都已对该成果的拟推荐情况进行了公示, 公示期无异议。对照齐鲁农业科技奖授奖条件, 推荐该成果申报 2025 年度齐鲁农业科技进步奖。</p>			
<p><b>声明:</b> 本单位遵守《齐鲁农业科技奖奖励办法》的有关规定, 承诺遵守评审工作纪律, 承诺无条件接受评审结果, 保证完成单位对获奖与否及奖项等级不提出异议, 保证推荐材料真实有效, 且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为, 愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议, 保证积极配合调查处理工作。</p>			
推荐单位主要负责人签字:		推荐单位 (盖章)	
年 月 日		年 月 日	

### 三、成果简介

(不超过 1200 字)

本项目面向山东苹果产业绿色可持续发展重大需求，针对炭疽叶枯病与褐斑病等重大叶部病害防控难题，在抗药性监测与绿色治理技术领域取得系统性创新突破，构建了覆盖“监测—预警—防控”全链条的绿色防控技术体系。

#### 一、立项背景与技术方

炭疽叶枯病与褐斑病是山东乃至全国苹果主产区危害最重的两大叶部病害，具有暴发突然、流行迅速、防控难度大的特点。近年来病害发生呈加重趋势。长期以来生产上过度依赖化学防治，导致病原菌抗药性问题突出、防治效果下降，并带来果品农药残留风险，严重威胁产业绿色可持续发展。本项目从解析病原菌抗药性演变规律入手，以“精准监测、科学用药、生态调控”为核心，开展关键技术攻关。

#### 二、主要科技创新与知识产权

创新点 1: 系统阐明了病原菌抗药性演变规律。首次系统阐明了山东省苹果炭疽叶枯病菌与褐斑病菌对主要杀菌剂的抗药性现状、时空动态及演变规律，明确了抗药性分子机制与流行病学基础。

创新点 2: 建立了精准抗药性监测技术体系。创建了集分子检测、生物测定与田间监测于一体的精准抗药性监测技术体系，实现了抗药性早期预警与快速诊断，为科学用药提供决策依据。

创新点 3: 构建了全链条绿色防控技术体系。突破传统防控模式，构建了以“测报防控、生态调控、科学用药”为核心的绿色治理模式。研发高精度病害预测预报技术，测报准确率超 90%；优化高效低毒药剂及施用技术，制定轮换用药与减量增效方案；配套果园生草、合理修剪等生态调控措施，构建全程绿色防控技术体系。

创新点 4: 开发了新型的技术集成与应用模式。本项目创新构建了“科研单位+农业技术推广部门+苹果种植主体”三位一体的技术推广模式。为破解农业科技“最后一公里”难题提供了有效路径。

知识产权：获授权国家专利 5 件，制定国家农业行业标准 1 项，发表学术论文 20 余篇。

核心技术指标：测报准确率超 90%，病害综合防效达 85% 以上，化学农药减量超 30%，果品农残合格率 100%。与国内外同类技术相比，本项目技术体系完整、精准化程度高、生态效益突出，经专家评价达国际先进水平。

#### 三、技术成熟度与应用推广

本项目开发的技术成熟度高，在山东苹果主产区规模化应用，建立核心示范区 30 余万亩，被列为主推技术。近三年累计推广 100 余万亩，培训农技人员与果农 2 万余人次，有效破解产业防控难题。

#### 四、效益情况

经济效益：年均挽回产量损失数万吨，累计产生经济效益超 10 亿元。

社会效益：从源头保障果品质量安全，推动产业绿色高质量发展。

生态效益：化学农药减量 30% 以上，降低农药残留风险，保护果园生态环境。

总之，该成果的推广应用扭转了盲目用药局面，推动苹果植保从经验型向精准化转变，有力支撑了产业绿色高质量发展。项目构建的抗药性监测技术与绿色治理模式，为苹果病害防控提供了可复制的成功范式，也为其他作物抗药性治理提供了重要借鉴，对果业提质增效、农民增收和生态保护具有重要的现实意义与深远影响。

## 四、主要科技创新

1. 主要科技创新（不超过 5 页，请勿修改边框，要求字体使用宋体，字号小四号字，行距 18 磅，图表格式设置为上下型环绕）

本项目针对山东苹果主产区炭疽叶枯病、褐斑病等重大叶部病害抗药性凸显、防控技术滞后、农药滥用严重等产业痛点，历经多年系统攻关，在病原菌抗药性机制解析、精准监测技术研发、绿色防控模式构建等方面取得一系列原创性、突破性技术创新。项目首次明确山东产区两大病害病原菌核心抗性突变位点及演化规律，创建国内领先的田间快速抗药性监测技术体系，创新集成“测报防控、生态调控、科学用药”三位一体绿色治理模式，实现病害测报、防控、抗药性治理的全链条技术突破。技术成果在山东苹果主产区大面积推广应用，实现测报准确率大于 90%、病害防效大于 85%，化学农药减量达 30%以上，果品农药残留 100%合格，经济、生态和社会效益显著。以下从四个方面阐述本项目的技术创新点。

### 一、抗药性机制解析与监测技术创新

#### （一）原创性解析病原菌抗药性分子机制

本项目团队在国内率先开展山东苹果主产区两大病害病原菌抗药性系统研究，明确了苹果炭疽叶枯病与褐斑病对主要杀菌剂的抗药性现状。首次在山东田间发现并证实苹果炭疽叶枯病菌对吡唑醚菌酯的 G143A/S 突变介导高抗性，明确该抗性突变位点的碱基替换特征及表达规律。经适合度测定发现，该抗性菌株在生长速率、产孢量、致病性等方面与敏感菌株无显著差异，抗性适合度无显著代价，意味着其在田间具有极强的演化和扩散风险。针对褐斑病，团队系统解析了病原菌对三唑类药剂的敏感性基线，鉴定出 Y137F 等核心抗性突变位点，明确该突变位点与病原菌抗药性水平的相关性，首次阐明山东产区褐斑病菌对三唑类药剂的潜在抗性分子机制。本项目首次明确了山东产区苹果叶部病害病原菌抗药性的核心演化路径，填补了该区域抗药性分子机制研究的空白。

表 1 山东苹果主产区炭疽叶枯病与褐斑病对常用杀菌剂的抗药性现状

采集地	炭疽叶枯病菌分离株数（个）	吡唑醚菌酯抗性频率（%）	褐斑病菌分离株数（个）	戊唑醇抗性频率（%）
烟台	92	73.2	65	12.4
威海	86	42.4	68	9.8
青岛	85	37.5	71	10.5
潍坊	79	44.1	74	9.2
淄博	81	38.4	68	8.4
临沂	74	34.2	62	6.7
泰安	80	32.7	70	6.1

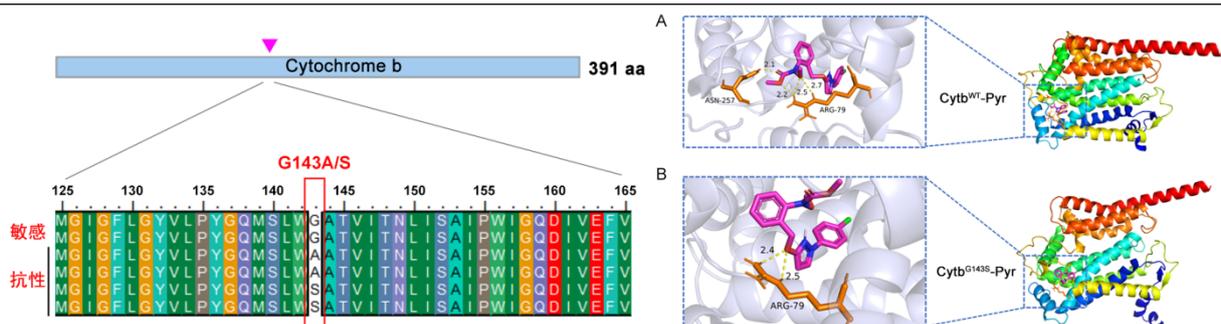


图 1 苹果炭疽叶枯病菌对吡唑醚菌酯的抗药性机制解析

## (二) 创新研发基于 LAMP 原理的可视化田间快速检测技术

传统的病原菌抗药性检测依赖实验室培养和基因测序技术，存在检测周期长（7-15 天）、操作复杂、成本高等问题。本项目团队基于已明确的核心抗性突变位点，创新研发基于环介导等温扩增（LAMP）原理的可视化现场检测技术，并研制出配套的抗药性快速检测试剂盒。该技术具有四大核心创新点：检测速度快，全程仅需 30 分钟即可出结果，较传统检测缩短时间 95% 以上；操作简便，无需 PCR 仪等专业精密仪器，仅需简易恒温装置，普通果农经简单培训即可操作；结果可视化，扩增产物可通过肉眼直接判读；灵敏度和特异性高，抗性突变检出限为  $1 \times 10^{-3} \text{ ng}/\mu\text{L}$ ，检测准确率大于 95%。本项目首次实现了苹果叶部病害病原菌抗药性的田间实时、精准、快速检测，彻底突破了传统抗药性监测实验室滞后诊断的技术瓶颈。

## (三) 创建覆盖山东主产区的精准抗药性监测技术体系

本项目团队创建了覆盖山东苹果主产区的精准抗药性监测技术体系，在烟台、威海、青岛等 8 个地级市、20 个县（市、区）建立抗药性监测点，构建了覆盖核心产区的监测网络。监测网络实行季度常态化采样与病害高发期应急采样相结合的采样制度，年采集病叶样本 1000 余份，实时获取不同产区病原菌的抗性频率、抗性等级分布数据。同时建立了苹果叶部病害病原菌抗药性数据库，明确病原菌抗药性的年度演化规律、区域扩散特征，为抗药性风险评估和预警提供数据支撑。

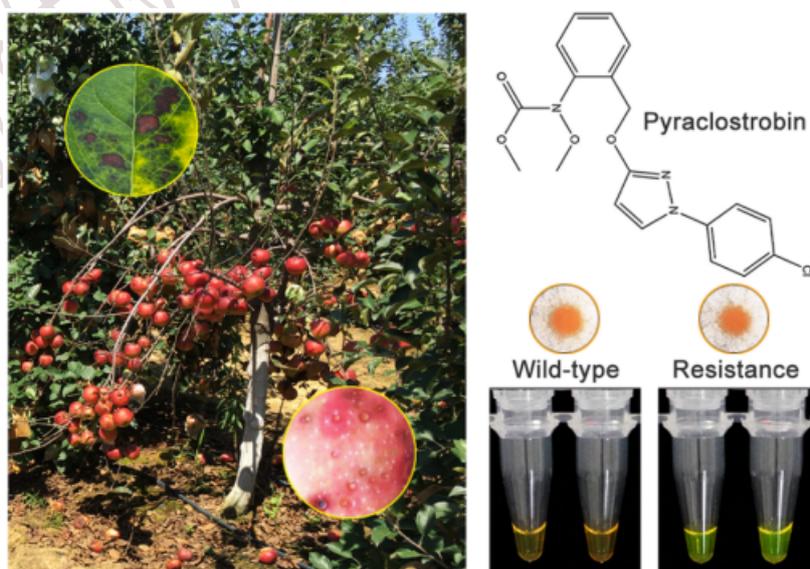


图 2 苹果炭疽叶枯病菌对吡唑醚菌酯的快速精检技术

## 二、精准测报预警技术体系创新

### (一) 创新构建基于气象因子的病害联合预测模型

本项目团队针对两种病害的发生规律差异，基于多年田间病害发生调查数据和精准气象监测数据，创新构建了基于温湿度、降雨等关键气象因子的炭疽叶枯病和褐斑病联合预测模型。团队在山东苹果主产区布设物联网气象站 20 余个，实现气象数据的实时、精准采集，采用多元回归分析、随机森林等算法，构建了多因子耦合的病害发生预测模型。模型输入参数包括近 7 天温度、湿度，近 10 天降雨天数、累计降雨量，果树品种抗性等级等，输出病害侵染风险等级和最佳用药窗口期。经田间验证，该联合预测模型测报准确率大于 90%，较传统经验测报提升 20% 以上。

### (二) 建立病害发生与抗药性风险双预警机制

本项目在病害联合预测模型的基础上，融入抗药性监测数据，首次建立了苹果叶部病害发生与抗药性风险双预警机制。该机制以病害侵染风险等级和病原菌抗药性等级为核心评价指标，将田间防控划分为四个预警等级，并配套制定了针对性防控措施：一级预警（低病害风险+低抗药性风险），以农业防控为主；二级预警（中病害风险+中抗药性风险），预防性用药+生态调控；三级预警（高病害风险+高抗药性风险），不同机制药剂复配+轮换用药；四级预警（极高病害风险+极高抗药性风险），高效替代杀菌剂+生物防控。双预警机制通过手机 APP、农技推广平台等渠道及时推送，预警响应时间小于 72 小时，预警准确率大于 90%，实现了根据病害风险定用药时机、根据抗药性风险定用药种类的精准防控。



图3 苹果炭疽叶枯病与褐斑病的周年病害发生循环过程示意图

### 三、绿色协同防控技术模式创新

#### (一) 创新提出抗药性等级差异化用药方案

本项目基于抗药性监测结果和病害测报数据,创新提出苹果叶部病害不同抗药性等级下的差异化用药方案。根据抗药性等级筛选药剂,将常用杀菌剂划分为高抗药剂、中抗药剂、敏感药剂和低风险替代药剂四类,明确不同抗药性等级产区的禁用、限用和推荐使用药剂清单。优化药剂配比和施用剂量,筛选出高效的杀菌剂复配组合,将化学药剂的施用剂量降低20%-30%。推行科学用药模式,制定“保护剂+治疗剂”交替用药、不同作用机制药剂混合用药的科学用药规程。经田间验证,该方案在保证病害防效大于85%的前提下,实现化学农药使用量较传统防治减少30%以上。

#### (二) 集成多元化生态调控技术

本项目团队集成了一套多元化、标准化的果园生态调控技术体系。农业栽培防控技术以增强树势、压低越冬菌源为核心:冬季清园可降低病原菌越冬存活率60%以上;生草栽培使果园有益生物数量提升25%以上;科学修剪改善通风透光,测土配方施肥增强果树抗病能力。生物防控技术以生物替代、辅助控病为核心:筛选出贝莱斯芽孢杆菌、哈茨木霉等高效拮抗菌,对病原菌抑制率达70%以上;筛选出氨基寡糖素、芸苔素等植物源诱抗剂,提升果树抗病性30%以上。该技术体系有效增强了果园的自身防控能力,减少了化学农药的使用依赖。

#### (三) 创新集成“测报防控、生态调控、科学用药”三位一体绿色治理模式

本项目首次创新集成了以“测报防控、生态调控、科学用药”为核心的苹果重大叶部病害绿色治理模式,核心特征体现为“三精准、三协同”:测报精准、时机协同,把握最佳用药窗口期,避免盲目用药;监测精准、药剂协同,实现化学药剂与病原菌抗药性的精准匹配;防控精准、措施协同,将农业、生物、化学防控措施灵活组合。该模式实现了病害防控、抗药性治理、生态安全三者的有机统一。经田间多点、多年验证,该模式对两大病害的综合防效稳定在85%以上,化学农药使用量减少30%以上,果品农药残留检测100%合格。

### 四、技术集成与应用模式创新

#### (一) 研发配套技术产品,编制标准化技术规程

本项目研发了一系列简便、高效、低成本的配套技术产品。除LAMP抗药性快速检测试剂盒外,还研发了简易样本研磨器、便携式恒温扩增仪等配套工具;筛选出高效生防菌剂、植物源诱抗剂等绿色防控产品;开发了苹果病害防控与抗药性治理手机APP,实现气象数据、测报信息、用药指导的一站式查询。同时编制了《山东地区苹果炭疽叶枯病和褐斑病绿色防控技术手册》,对各个环节进行了标准化规范。

#### (二) 创新“科研单位+农技部门+种植主体”三位一体推广模式

本项目创新构建了“科研单位+农业技术推广部门+苹果种植主体”三位一体的技术推广模式。科研单位技术支撑,提供核心技术培训、现场技术指导、抗药性检测服务;农技部门桥梁纽带,依托省、市、县三级农技推广体系,将技术普及到广大果农;种植主体示范引领,在山东苹果主产区建立核心示范区30余个,发挥示范园的样板作用。该模式实现了技术研发、技术转化、技术应用的无缝对接。截至目前,本项目技术成果在山东苹果主产区累计推广应用面

积 100 余万亩，覆盖山东苹果主产区 25%以上的种植区域。



图 4 苹果叶部病害绿色防控技术试验与示范推广



图 5 2024 年苹果叶部病害防控效果（采收期，落叶率不超过 10%，商品果率 85%以上）

### （三）技术辐射范围广，可复制性强

本项目研发的核心技术具有极强的可复制性和推广性，可根据不同地区的气候条件、病原菌抗药性特点及栽培模式进行优化调整，辐射推广至陕西、甘肃、河北、河南、辽宁等全国苹果主产区。同时，项目研发的抗药性监测理念、LAMP 快速检测技术、绿色治理模式等，还可为梨、葡萄、桃等其他果树的叶部病害抗药性治理提供重要借鉴。

综上所述，本项目研发的苹果重大叶部病害抗药性治理关键技术，在抗药性监测、精准测报、绿色防控、技术推广等方面实现了全方位、系统性的技术创新，技术成果具有原创性、领先性、实用性和可复制性，有效破解了我国苹果产业叶部病害防控的核心痛点，为苹果产业绿色高质量发展提供了核心技术支撑，整体技术达到国际领先水平。

## 2. 科技局限性（不超过 1 页）

本项目在抗药性机制解析、监测技术研发和绿色防控模式构建等方面取得重要突破，但从长远发展视角来看，仍存在以下局限性，有待后续深入研究与持续改进。

### 一、抗药性监测技术的覆盖范围与时效性有待拓展

当前田间快速检测技术主要针对 QoI 类和三唑类杀菌剂的核心抗性位点，随着新型杀菌剂的推出和用药结构调整，现有检测体系尚不能覆盖所有潜在抗性风险。监测网络虽覆盖山东主产区，但监测点密度和采样频次受限，对局部突发抗药性事件的快速响应能力有待提升，数据实时更新与动态发布机制亦需完善。

### 二、病害预测预报模型的区域适应性与长期稳定性需持续验证

病害预测模型主要依托山东产区数据训练，对该区域气候条件和栽培模式依赖性较强。向黄土高原等气候差异较大的产区推广时，预测精度可能受到影响，需进行参数调整和本地化再训练。同时，全球气候变化背景下极端天气频发，模型的长期稳定性仍需实际应用验证。

### 三、绿色治理模式的技术集成度与智能化水平有待提升

“测报防控、生态调控、科学用药”三位一体模式的协同配合多依赖经验判断，智能化水平不高。抗药性监测、病害预测与精准施药的自动匹配尚未完全实现。生态调控技术实施效果受果园立地条件、树龄结构等因素影响较大，技术标准化程度有待提高，绿色防控产品的产业化供给能力亦需加强。

### 四、技术成果的推广应用受制于果农认知水平和基层服务能力

苹果种植以小农户为主，其对新技术的学习接受能力和应用意愿参差不齐。基层农技推广力量相对薄弱，专业技术人员不足，难以为广大果农提供持续深入的技术指导，制约了成果推广的深度和广度。

综上所述，本项目的技术成果在苹果叶部病害抗药性治理领域取得显著进展，但仍存在监测覆盖范围有限、模型区域适应性待验证、技术集成智能化水平不足、推广应用受制于基层条件等局限性。后续研究应针对上述问题持续攻关，进一步完善技术体系，提升成果的适用性和推广价值。

## 五、客观评价

### 1. 曾获科技奖励情况（不超过 10 项）

成果名称	获奖时间	奖项名称	奖励等级	所有获奖人（本成果完成人姓名后加“*”）	授奖单位	获奖类别
北方主要果树早期落叶病绿色防控关键技术创新与应用	2025-12-15	山东省农业技术推广成果优选计划	二等	王彩霞、李保华、任维超*、迟归兵、刘爱娜	山东省农业农村厅	科技奖

## 2. 省级及省级以上社会组织出具的科技成果评价

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价，经中国农业科学院植物保护研究所所长周雪平教授为组长，张友军、万方浩等研究员为成员的七人专家组鉴定为成果整体达到国际领先水平。

## 3. 国家法定查新机构出具的查新报告

国内查新报告（编号：202636000L240069），结论如下：国内公开发表的中文文献中，除该委托查新项目成员公开发表的研究成果外，未见研究基于环介导等温扩增（LAMP）技术的苹果炭疽叶枯病菌对吡唑醚菌酯抗药性的精准检测方法的文献报道。

## 4. 国家相关部门检测报告

无

## 5. 其他

1、国家苹果产业技术体系-枝叶病害防控岗位（CARS-27），通过“十四五”综合考评与验收，意见如下：课题完成了任务书考核指标，课题组研发的苹果叶部病害绿色防控技术，为产业提质增效、绿色发展提供了有力的技术保障。

2、国家重点研发计划课题“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，意见如下：课题完成了任务书考核指标，课题组研发的苹果病虫害综合防控模式，丰富了病虫害综合防控理论与方法。

## 六、推广应用情况、经济效益和社会效益

### 1. 推广应用情况（不超过 15 项）

应用单位名称	应用技术	应用开始时间	应用结束时间	应用单位联系人	电话	经济、社会效益（万元）
烟台市农业技术推广中心	苹果叶部病害绿色防控技术	2019-01-01	2024-12-31	邹宗峰	15053569909	89394.75
青岛市农业技术推广中心	苹果叶部病害绿色防控技术	2020-01-01	2024-12-31	陈立勇	17667811950	5775.35
山东康乔生物科技有限公司	苹果叶部病害绿色防控技术	2019-01-01	2024-12-31	祝青波	18678803081	1150
青岛中达农业科技有限公司	苹果叶部病害绿色防控技术	2019-01-01	2024-12-31	赵帅	13352985090	1505

2. 近 2 年经济效益

单位：万元人民币

年 份	新增销售额	新增利润	新增税收
2023	3.87 亿元	0.77 亿元	0.08 亿元
2024	4.26 亿元	0.85 亿元	0.09 亿元

经济效益的有关说明及各栏目的计算依据（不超过 400 字）

以青岛苹果产区为例：应用苹果叶部病害绿色防控技术，苹果重大叶部病害防效提高 30%-40% 以上，产量增加 6%（120 kg/亩），节省防治成本 25%（125 元/亩）。青岛产区平均单产 2000 kg/亩，单价 5.0 元/kg。以此计算，每亩可增收节支  $120 \text{ kg} \times 5.0 \text{ 元/kg} + 125 \text{ 元} = 725 \times 0.7$ （缩值系数）=507.5 元/亩。

根据农业农村部、国家苹果产业技术体系及山东省果业调研数据，标准化/绿色苹果生产基地的平均净利润率通常为 15% - 25%，取中间值 20%。

根据《农业科技成果经济效益评价规范》（NY/T 3776-2020）及省级科技奖励惯例，农业科技项目带动的综合新增税收一般按新增销售额的 1.5% - 2.5% 估算，取中间值 2%。

### 3. 社会效益（不超过 600 字）

该成果紧扣苹果产业绿色高质量发展需求，在推动行业科技进步、保障农产品质量安全、保护生态环境、促进农民增收和服务政府决策等方面成效显著，社会效益突出。

1.推动科技进步，强化产业支撑：系统揭示两大病害病原菌抗药性演变规律，创新集成绿色治理模式，实现病害防控从经验型向精准化、智能化转变，提升我国苹果病害绿色防控科技水平。技术推广中培养大批基层农技骨干和新型职业果农，为产业可持续发展提供人才支撑，增强苹果产业核心竞争力。

2.保障质量安全，守护民生健康：通过精准监测与科学用药规范农药使用，果品农残检测合格率 100%，从源头保障苹果食用安全。农药减量 30%以上，降低田间作业人员农药中毒风险，切实保护果农与消费者健康。

3.保护生态环境，助力生态建设：大幅减少了化学农药的使用量，结合生态调控技术，有效减轻农业面源污染，改善果园生态环境，提升生物多样性与生态系统自控能力，为山东苹果主产区生态文明建设和乡村生态宜居提供有力支撑。

4.促进农民增收，服务乡村振兴：成果在山东苹果主产区大面积推广，显著降低了成本，提高了优质果率，推动农业增效、农民增收，巩固脱贫攻坚成果，助力乡村产业振兴。

5.支撑科学决策，提供示范范式：构建的抗药性监测与预警体系，为农业主管部门制定防控政策和用药方案提供数据支撑。技术模式可复制、可推广，为全国苹果产区及其他果树病害抗药性治理提供“山东方案”，示范引领作用显著。

## 七、主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
中华人民共和国农业行业标准	苹果主要叶部病害综合防控技术规程—褐斑病	中国	NY/T 3689-2020	2020-08-26	中华人民共和国农业农村部	青岛农业大学	李保华、赵中华、练森、王彩霞、董向丽、善跃、李平亮、任维超*、刘娜	有效
发明专利	快速检测苹果黑星病菌的LAMP引物、试剂盒及其检测方法	中国	CN111500765B	2022-08-05	ZL202010534105.0	青岛农业大学	任维超*、李保华	有效
实用新型专利	一种田间苹果黑星病菌分生孢子的收集装置	中国	CN219099161U	2023-05-30	ZL20222811263.3	青岛农业大学	任维超*、刘娜、练森、李保华	有效
实用新型专利	一种用于收集苹果褐斑病菌分生孢子的装置	中国	CN218710338U	2023-03-24	ZL20222966078.1	青岛农业大学	刘娜、任维超*、练森、李保华	有效
发明专利	一株贝莱斯芽孢杆菌QN2320、生防菌剂及其应用	中国	CN119040173B	2025-04-15	ZL202411076937.7	青岛农业大学	周善跃、石新圆、李瑞丰、任维超*、李保华	有效
发明专利	一株解淀粉芽孢杆菌及其生防菌剂和应用	中国	CN115873760B	2024-07-23	ZL202211390579.8	青岛农业大学	周善跃、刘浩南、王淼、任维超*、李保华	有效

**承诺：**上述知识产权用于推荐齐鲁农业科技奖的情况，已征得未列入成果主要完