**苹果坏死斑点病绿色防控技术研发与应用**

**公示材料**

1. **项目名称：**苹果坏死斑点病绿色防控技术研发与应用
2. **提名者及提名意见**

**提名者：**青岛农业大学

**提名意见：**我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认真实有效，相关栏目符合填写要求。按照要求，我单位及完成人所在单位均进行了公示，确认完成人排序无异议。

苹果坏死斑点病是苹果果实的重要病害。本项目针对苹果坏死斑点病发病原因与条件不明、侵染与致病过程不清、防治困难等问题，开展大量研究。1）系统的探明了诱发苹果坏死斑点病的病原菌、发生频率和诱发症状，并将其分解鉴定为不同种类的病害，国内外首次发现核生枝顶孢能诱发苹果果实枝顶孢褐腐病；2）系统揭示了富士苹果果实表皮和皮孔组织结构随果实生长发育的动态变化及其对病原菌侵染致病的影响，阐明诱发苹果坏死斑点病各种病菌的侵染途径及其侵染致病的组织学过程；3）系统阐明了果实表面定殖真菌及弱致病菌的种群结构及周年变化动态，揭示了苹果坏死斑点病各种病害的侵染发病时期和流行条件，制订了病害流行预测的方法与模型；4）研发了“以水肥管理为基础，关键期辅以药剂防治”绿色防控技术体系，在烟台、威海等地推广应用400余万亩，挽回经济损失20余亿元，且有效遏制了乱用农药和套药袋的现象，保障了果品的安全生产。项目研究形成发明专利6个，制订山东省地方标准1个，在Plant Disease等经典的植物病理学杂志发表论文18篇，其中SCI论文4篇，培养硕士5人。

该研究以我国果树生产的实际问题为导向，研究系统而深入，填补了国内外苹果坏死斑点病研究领域的空白，并取得显著经济效益、社会效益和生态效益，研究成果整体达到国际领先水平，推荐参评科技进步二等奖。

1. **项目简介**

苹果坏死斑点病是自苹果实施套袋栽培后危害加重，并引起广泛关注的一类新病害，在套袋果实上的危害尤为严重，每年造成5%-30%的果品损失。由于对其诱发原因、侵染致病过程、流行条件等缺少了解，实际生产难以制定安全有效的防控措施，导致果农乱用农药，严重影响果品生产安全。本项目针对其致病菌和诱发条件不明、侵染发病过程不清、病害防控困难等问题开展攻关研究，并取得重要成果。

1. 探明苹果坏死斑点病为粉红单端孢、链格孢、核生枝顶孢等弱致病菌自破裂或幼嫩果实表皮或皮孔侵染引起的坏死病斑；依据致病菌及所致症状鉴定不同种类的病害，明确各种病害的致病菌、侵染发病过程、发生流行条件与对应的症状，规范了各种病害的名称；国内外首次发现核生枝顶孢能诱发苹果核生枝顶孢褐腐病。
2. 查明了富士苹果套袋果实和非套袋果实表皮和皮孔结构随果实发育的变化及其对各种坏死斑点病菌侵染的影响，明确了果实的敏感期；查明粉红单端孢能够从幼嫩的果皮侵染果实，其他病菌只能从破裂的表皮和皮孔侵染；侵染幼嫩果实的病菌能诱发果肉细胞木栓化，进而阻止了病菌的进一步生长扩展；在果实生长发育后期侵染的病菌，能在果实内不断生长扩展，最终可导致果实全部腐烂。
3. 系统阐明了在套袋和非套袋果实表面定殖真菌与弱致病菌的种群结构及周年变化动态；发现果实套袋后，在果实表皮定殖真菌的种群多样性随袋内温度升高而逐渐降低，8月中旬后随温度降低而逐渐增加，与非套袋果实存在显著差异；6、7月份，当果袋内相对湿度超过90%，且维持3天以上，粉红单端孢菌可产生大量孢子，并侵染幼嫩的果实，诱发粉红单端孢黑点病；8、9月份，持续阴雨所造成的长时间高湿，导致大量弱致病菌在果面和皮孔内定殖和生长；降水不均、水肥管理不当、日灼等原因造成的果实表皮和皮孔破裂与损伤，为病菌侵染提供了有利孔口；当大量生长病菌遇上新鲜裂口，便从伤口侵染导致生长后期果实坏死斑点病大流行。
4. 研发了“以水肥管理为基础，关键期辅以药剂防治”绿色防控技术体系，在烟台、威海等地推广应用400余万亩，挽回经济损失20余亿元，有效遏制了乱用农药和套药袋的现象，保障了果品的安全生产。

项目研究形成发明专利6件，制订山东省地方标准1个，在Plant Disease等经典植物病理学杂志发表论文18篇，其中SCI论文4篇，培养硕士研究生5人。

1. **客观评价**

**第三方评价：**该成果主要来源于国家重点基础研究发展计划(973)项目“套袋苹果果实黑点病发病诱因与机理研究(项目编号：2012CB126302)”。该成果以套袋苹果斑点病为研究对象，针对该病发病诱因不明，发病机理、发病时期和条件不清，病害防治困难等的问题，历经7年的深入系统研究，探明了套袋苹果斑点病的诱发原因，明确各种病菌所诱发的症状，国内外首次发现由核生枝顶孢(*Acremonium sclerotigenum*)侵染导致的苹果病害。该成果系统阐明了套袋苹果表面微生物种群及其数量变化动态，明确了各种病菌的侵染时期、侵染孔口和致病过程。该成果探明了套袋苹果斑点病的发病条件及栽培管理措施对病害的影响，为病害的预测与防控提供了依据。该成果研发了套袋苹果斑点的绿色防控技术，有效控制了套袋苹果斑点病的发生与流行，并在全国各苹果主产区推广应用，取得了良好的经济效益和社会效益。

**查新结论：**综合以上对相关文献的分析，国内外公开发表的中英文文献中：

1）除委托查新项目课题组成员发表的研究成果外，未见有明确了苹果套袋果实斑点病为多种弱寄生菌在袋内高湿条件下，从果实自然裂口、皮孔或表皮侵入形成的各种不同的坏死病斑，查明不同病原菌所诱发的症状类型的研究报道；

2）除委托查新项目课题组成员发表的研究成果外，未见有明确了苹果套袋果实表面各种真菌的变化动态，及病菌入侵果实的时间、条件和致病机制的研究报道；

3）除委托查新项目课题组成员发表的研究成果及发表时间晚于查新项目课题组相关成果的他人研究成果外，未见有发现了由核生枝顶孢(*Acremonium sclerotigenum*)侵染导致的苹果病害的研究报道。

**套袋苹果黑点病的发生诱因与机理研究项目验收意见：**项目组经过两年的努力工作，从黑点病的种类和病原调查分析入手，进行分离鉴定和功能验证，对套袋果实表面的真菌群落进行结构分析；对发病的温、湿度进行测定，并从田间筛选到桔抗病原真菌的生防菌，在四个果园进行了系统监控，在两个果园开展防治与示范试验。

按计划完成了预订的目标任务，在国内刊物发表论文3篇，在国外刊物发表Note2个，申请发明专利1项。

该项目填补了国内相关工作的空白，有一定的创新性。整个队伍多年从事果树病害研究，有一定的专长和实力，培养研究生3名。

这项工作属于应用基础研究，项目组的进展对国内套袋果实病害防治创造了有利条件，对其他作物的安全生产也有很好借鉴作用。

果树研究周长，建议项目组继续开展后续工作，积累更多数据。

同意该课题通过验收。

1. **应用情况：**

自2014年，苹果坏死斑点病绿色防控技术通过田间试验示范和技术培训方式,首先在烟台、威海等苹果产区推广应用。2014年在烟台、威海等地建立了5个试验示范园，当年辐射面积超过5万亩。同时，结合山东省果茶技术服务站、烟台市果树工作站等技术推广部门组织的技术培训，在山东苹果主产区推广应用套袋苹果斑点病的绿色防控技术。

2015年通过国家苹果产业技术体系、农业农村部农业技术推广中心、农药销售公司、各种民间组织等，以技术培训方式在全国各苹果主产区开始推广套袋苹果斑点病绿色防控技术。2016年，套袋苹果斑点病绿色防控技术在环渤海湾、黄土高原等苹果主产区都得到较好的应用，并有效控制了套袋苹果斑点病严重发病的态势。

在烟台、威海产区，2017~2018年400余万亩，挽回经济损失20余亿元；自2017年通过国家苹果产业技术体系等在全国各苹果产区推广应用1000万亩以上，有效控制了苹果坏死斑点病的大面积的流行，增加好果5%以上，挽回经济损失超过40亿元。

自2014年至2019年在全国各地培训170余场次，为山东电视台农科频道16期，培训技术骨干2000人次，培训果农3.6万人次，转变了果农的病害防控理念，提升了苹果病害的整体管理水平。

1. **主要知识产权和标准规范等目录**
2. 栾梦,潘彤彤,董向丽,练森,王彩霞,李保华.套袋苹果黑点病的发病诱因、机制与条件[J].植物病理学报,2019,49(04):520-529.
3. 王翠翠, 金静, 李保华, 王彩霞, 董向丽, 张振芳. 苹果黑点病不同症状类型致病菌及侵染条件研究[J]. 华北农学报, 2014, 29(6):136-144.
4. 发明专利, 一套评测杀菌剂对自苹果花器侵染病害防治效果的方法, 中华人民共和国知识产权局, ZL201510106015.0, 2018-12-04, 权利人: 李保华; 青岛农业大学, 发明人: 李保华, 李雪, 董向丽, 有效
5. 李雪, 金静, 李保华, 王彩霞, 董向丽, 王翠翠. 套袋与未套袋苹果果实表皮及心部真菌种群结构与变化动态[J]. 菌物学报, 2016, 35(8):927-938.
6. Li X, Li B H, Lian S, Dong X L, Wang C X, Liang W X. Effects of temperature, moisture and nutrition on conidial germination, survival, colonization and sporulation of *Trichothecium roseum*[J]. European Journal of Plant Pathology, 2019, 153(2):557-570.
7. Li B H, Wang C C, Dong X L, Zhang Z F, Wang C X. Acremonium brown spot, a new disease caused by *Acremonium sclerotigenum* on bagged apple fruit in China[J]. Plant Disease, 2014, 98(7):1012-1012.
8. Liu F, Li B H, Lian S, Dong X L, Wang C X, Zhang Z F, Liang W X. Effects of temperature and moisture on the infection and development of apple fruit rot caused by *Phytophthora cactorum*[J]. Plant Disease, 2018, 102(9):1811-1819.
9. 地方标准, 苹果病虫害综合防控技术指南, 山东省市场监督管理局, DB37/T3478-2018, 2018-12-29, 权利人: 青岛农业大学, 发明人:李保华, 张振芳, 董向丽, 王彩霞, 练森, 赵中华, 门兴元,李丽莉, 实施日期: 2019-01-29
10. 发明专利, 一种增加甲基硫菌灵防效的杀菌混剂配方及制备方法, 中华人民共和国知识产权局, ZL201510281785.9, 2018-10-02, 权利人:李保华, 青岛农业大学, 发明人: 李保华, 董向丽, 王玉然, 王彩霞, 有效
11. 发明专利, 一种增强吡唑醚菌酯防效的杀菌混剂配方及制备方法, 中华人民共和国知识产权局, ZL201510287238.1, 2018-10-09, 权利人: 李保华; 青岛农业大学, 发明人: 李保华, 王玉然, 董向丽, 王彩霞, 有效
12. **主要完成人情况：**

**李保华：**1）明确了苹果坏死斑点病的诱因与机制，并将其鉴别为不同种类的病害；2）阐明了苹果果实表面真菌种群及其变化动态，明确了套袋苹果斑点病的侵染时期、病菌来源、侵染途径和致病过程；3）揭示了苹果坏死斑点病的发生流行条件，及气象条件和管理措施对其发生与流行的影响；4）研发了套袋苹果斑点病的绿防控技术，并主持了技术推广工作。

**王彩霞：**1）分离并鉴定了套袋苹果斑点病的病原菌，明确了各种病菌的侵染致病机制；2）发现BHT和褪黑素能诱导苹果果实对各种病菌的抗性，筛选出具有生防效果的放线菌菌株；3）参与套袋苹果斑点病绿色防控技术的研发。

**练森：** 1）阐明了套袋苹果果实表面真菌的种群及动态变化；2）参与套袋苹果绿色防控技术的研发、推广与评测工作。

**董向丽：** 1）明确了各种病菌的侵染时期和侵染致病过程；2）揭示了各种病菌的侵染致病条件，及气象条件和管理措施对套袋苹果斑点病发生与流行的影响；3）筛选出对套袋苹果斑点病有效的防治药剂，参与套袋苹果斑点病绿色防控技术的试验、示范、推广与应用。

**张振芳：**主持了苹果坏死斑点病的技术推广工作。

1. **主要完成单位及创新推广贡献：**

主要完成单位青岛农业大学完成了本项目的所有内容与创新点，主要包括1）系统的探明了苹果坏死斑点病的致病菌，将其鉴定为不同种类的病害；2）揭示了苹果坏死斑点病各种病害的侵染发病过程，为病害的防控提供了理论依据；3）阐明了各种坏死斑点病的侵染发病时期和流行条件，为病害的流行预测和防控决策提供了依据和模型；4）研究制定了苹果坏死斑点病的绿色防控技术体系，并主持新技术的应用推广。

1. **完成人合作关系：**无