1. **项目名称**

苹果重要枝干病害成灾机理及精准防控关键技术应用

1. **推荐单位（专家）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、完成单位排序无异议。

轮纹病和腐烂病是苹果枝干的两种重要病害，项目组针对两种病害开展了攻关研究，取得突破性创新。首次系统揭示轮纹病菌和腐烂病菌在苹果枝干上的侵染致病过程；证实两种病菌都能分泌多种使病菌在细胞间生长扩展的水解酶；发现腐烂病菌能产生ß-葡萄糖苷酶等酶类，利用根皮苷形成葡萄糖和原儿茶酸等次生有害物。首次明确了两种病菌的产孢条件；明确提出两种病害是典型的积年流行病害；明确了两种病害流行成灾机制。创新了以防止病菌快速积累的病害防控策略，创立了以“清护健治”为主要措施的防控技术体系；研发涂干剂、苗木包衣剂等防治产品，登记1个商用农药产品；设计了适宜于不同产区和树龄的防控方案，在临沂、烟台等地应用获显著经济效益、社会效益和生态效益。

项目研究发表论文75篇，获专利授权12件，制定标准3项，培养硕士研究生22名，近两年该技术在烟台、临沂等地应用面积296万亩，挽回损失8.6亿元。

参照齐鲁农业科技奖授奖条件，推荐该成果申报2022年度齐鲁农业科技奖。

1. **项目简介**

轮纹病和腐烂病是苹果枝干上的重要病害，主要造成死树、死枝、树体衰退、果实腐烂等，被称为是苹果树的“癌症”。针对苹果枝干病害流行致灾机理不明、缺乏精准防控技术等难题，开展了致灾机理、组织学、综合防控技术等研究，获得重大突破。

1. 系统阐释了两种病菌与苹果枝干寄生和致病相适应的生物学和分子机制；发现两种病菌均可分泌多种细胞壁降解酶分解寄主组织，释放出营养物质供自身生长，同时可分泌多种毒素类物质导致寄主组织细胞坏死；解析了多种细胞壁降解酶编码基因的生物学功能，及其调控病原菌致病的分子机理。
2. 在国内外首次系统揭示了轮纹病菌和腐烂病菌在苹果枝干上侵染致病的组织学过程；发现枝干轮纹和枝干干腐为同种病菌诱发的两种不同症状；发现两种病菌在木质部的定殖、存活与扩展是决定两种枝干病害发病程度的重要因素。
3. 阐明了温湿度等环境因子和树体抗病性对轮纹病菌和腐烂病菌传播、定殖、侵染、致病和产孢的影响；探明了轮纹病和腐烂病的流行过程和成灾机制。
4. 创建了以“清防健治”为技术措施防控技术体系，创制了“苗木包衣剂”、涂干剂等防控产品；设计了适合不同树龄和不同区域的枝干病害综合防控技术方案。
5. 项目研究发表论文75篇，获专利授权12件，制定标准3项，培养硕士研究生22名，近两年该技术在烟台、临沂等地应用面积296万亩，挽回损失8.6亿元。
6. **客观评价**

该成果主要来源于公益性行业（农业）科研专项（nyhyzx3-22）、国家自然科学基金（31272001，31371883）、山东省重点研发计划 （2017CXGC0214）等多个科研课题。自2007年开始，针对苹果树腐烂病、苹果轮纹病开展攻关研究。该研究系统揭示了轮纹病菌和腐烂病菌在苹果枝干上侵染致病的组织学过程；阐释了两种病菌与苹果枝干寄生和致病相 关的生物学和分子机制。该研究阐明了环境因子和树体抗病性对轮纹病菌和腐烂病菌传播、定殖、侵染、致病和产孢的影响；探明了轮纹病和腐烂病的流行过程和成灾机制，研发了两种病害流行预测方法，开发了流行测报软件。该研究创建了以“清护健治“为技术措施的防控技术体系，创制了”苗木包衣剂“、免疫诱抗剂等系列的防 控技术产品。该研究设计了适于不同树龄果园的枝干病害综合防控技术方案，在山东产区累计应用超过500万亩，取得显著的经济、生态和社会效益。

1. **推广应用情况**

2007至2020年，结合国家公益性行业（农业）科研专项、国家苹果产业技术体系、山东省重点研发计划等项目工作，先后在烟台苹果产区的多个县市建立了枝干病害精准防控试验示范基地。设计了以幼树涂干、结果树喷干为主要技术措施的枝干病害防控方案，通过试验示范和技术培训在烟台、临沂、青岛地区推广应用，并在烟台的栖霞和青岛的莱西建立了3试验示范园，每年培训果农5-10场次，600余人次。

在试验示范中发现传统的涂干剂持效期短，不耐雨水冲刷，难以保护枝干在6-8月的雨季防止原菌的侵染。2015年开始，与中达农业科技有限公司合作开发了苹果专用涂干剂，其持效期长达2年，可有效保护枝干。针对腐烂病菌和轮纹病菌从剪锯口的侵染的问题，评测了各种伤口愈合剂对剪锯口的保护效果，研发了以聚氨酯漆为成膜剂的剪锯口保护剂，明确在苹果树修剪当天涂布，能防止通过修剪工具传播的腐烂病菌和轮纹病菌从剪锯口侵染致病。

设计了适宜于幼树和适宜结果园的枝干病害防控技术方案，并将枝干病害精准防控方案与叶部和果实病虫害的减药增效防控方案结合，形成了“山东套袋苹果病虫害综合防控“164’模式”。在山东省农业技术推广中心、各地市农业技术推广中心等协助下，通过试验示范和技术培训等方式在山东各苹果产区推广应用，同时通过国家苹果产业技术体系在河北、辽宁、陕西、甘肃等苹果产区推广应用。2020-2021年，仅在烟台、临沂等地推广应用296万亩，挽回经济损失8.6亿元。

1. **主要知识产权和标准规范等目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| 其他 | Hydroxybenzoate  hydroxylase  genes underlying  protocatechuic  acid production in  Valsa mali are  required for full  pathogenicity in  apple trees | 英国 | Molecular Plant  Pathology, 2021,  22(11):1  370-1382 | 2021-11 | https://doi.org/10.1111/mpp.13119 | 青岛农业大学 | 孟璐璐，  孙翠翠，  高立勇，  Saleem,  Muhammad，  李保华，王彩霞 | 有效 |
| 发明专利 | 一种苹果树腐烂病生防菌剂及其制备方法和应用 | 中国 | ZL  20201009  8922.6 | 2021-08 | 证书号第  4638084  号 | 青岛农业大学 | 王彩霞，  李保华，  李平亮，  练森，  张清明 | 有效 |
| 其他 | Involvement of the autophagy-related gene BdATG8 in development and pathogenicity in *Botryosphaeria dothidea* | 中国 | Journal of Integrative Agriculture. 2021， | 2021-12 |  | 青岛农业大学 | 刘娜，练森，周善跃，王彩霞，任维超，李保华 | 有效 |
| 其他 | Toxins produced by *Valsa mali* var. *mali* and their relationship with pathogenicity | 欧洲 | Toxins, 2014, 6(3):1139-1154 | 2014-06 | https://doi:10.3390/toxins6031139 | 青岛农业大学 | 王彩霞，李超，李桂舫，董向丽，王国平，张清明 | 有效 |
| 其他 | Identification of Mellein as a pathogenic substance of *Botryosphaeria dothidea* by UPLC-MS/MS analysis and phytotoxic bioassay | 美国 | Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2021, 69(30): 8471-8481 | 2021- | https://doi:10.1021/acs.jafc.1c03249 | 青岛农业大学 | 李沅泽，王彩霞，李平亮，李保华 | 有效 |
| 其他 | Progression of  symptoms caused by Botryosphaeria  dothidea on apple branches | 美国 | Phytopathology, 111(9):1  551-1559 | 2021-09 | https://  doi.org/  10.1094/  PHYTO-  12-20-  0551-R | 青岛农业大学 | 董向丽，  程自振，  冷传锋，  李保华，  徐向明，  练森，  王彩霞 | 有效 |
| 其他 | Effects of  Temperat ure,  humidity, and  wound age on  Valsa mali  infection of apple shoot  pruning wounds | 美国 | Plant  Disease,  2016,  100(12):  2394-  2401 | 2016-12 | <http://dx.doi.org/>  10.109  4/PDIS-  05-16-  0625-RE | 青岛农业大学 | 陈冲，  李保华，董向丽，王彩霞，练森，  梁文星 | 有效 |
| 技术标准 | 苹果枝干病害防控技术规范 | 中国 | DB 37/T  3480-  2018 | 2018-12 | 山东省市场监督管理局 | 青岛农业  大学 | 李保华，  董向丽，  王彩霞，  练森，  张振芳，国立耘 | 有效 |
| 发明专利 | 一套评测杀菌剂对枝干表层腐烂病铲除效果的方法 | 中国 | ZL  20151011  7977.6 | 2019-03 | 证书号第  3287545  号 | 青岛农业  大学 | 李保华，  陈冲，  董向丽 | 有效 |
| 发明专利 | 一种防治果树根部病虫害的根部复合处理剂及其制备方  法和应用 | 中国 | ZL  20201027  7582.3 | 2021-06 | 证书号第  4474510  号 | 青岛农业大学 | 李保华，  李平亮，  练森，  周善跃，任维超，刘娜，  董向丽 | 有效 |
| 发明专利 | 一株丁香假单胞菌及其在防治苹果轮纹病中的应用 | 中国 | ZL202010098949.5 | 2021-03 | 第 | 青岛农业大学 | 王彩霞，李保华，练森，赵圆秀，晏朦，张清明 | 有效 |

1. **主要完成人情况**
2. 王彩霞
3. 练森
4. 刘娜
5. 李桂舫
6. 董向丽
7. 李平亮
8. 任维超
9. 李保华
10. **主要完成单位及创新推广贡献**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 单位名称 | 青岛农业大学 | 排名 | 1 |
| 对本项目应用推广情况的贡献：  青岛农业大学是本项目的第一完成单位。主要在以下方面取得创新性成果： 1)系统解析了两种枝干病害病原菌生理生化和分子致病机理，解析了关键基因调控病原菌致病的分子机制；2) 首次系统揭示了两种病菌在苹果枝干上定殖、侵染和 致病的组织学过程；查明了决定两种病菌侵染致病的关键环节；阐明了环境因子和树体抗性对两种病害各流行环节的影响。3) 创立了以“清护健治”为技术措施的防控技术体系；创制了苗木包衣剂等系列的防控产品；筛选出高效的防治药剂；设计了适于不同树龄的枝干病害精准防控方案，列为山东省主推技术。4) 相关研究形成发明专利12件，制订山东省地方标准2个，在Molecular Plant Pathology、Plant Disease、Phytopathology等经典的植物病理学杂志发表论文75篇，其中 SCI论文16篇，培养硕士研究生22人；培训果农6600余人次，组织了研究成果的推广与应用。 | | | |

1. **完成人合作关系说明**

**完成人合作关系情况汇总表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **合作方式** | **合作者** | **合作时间** | **合作成果** | **证明材料** | **备注** |
| 1 | 团队成员 | 董向丽、练森、李桂舫 | 2007-2021 | 共同发表科研论文，共同申报发明专利 | 附件#1、#2、#6、#42、#47、#53、#54 |  |
| 2 | 团队成员 | 李平亮 | 2016-2021 | 共同发表科研论文、共同申报发明专利 | 附件#6、#40 |  |
| 3 | 团队成员 | 刘娜、任维超 | 2019-2021 | 共同发表科研论文、共同申报发明专利 | 附件#7、#10 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |