# 2019年国家科学技术奖提名公示内容

## 一、项目名称

草原蝗灾绿色可持续防控关键技术与应用

## 二、提名者及提名意见

**提名者：**农业农村部

**提名意见：**

该成果确立了草原蝗虫取样标准与调查规范，查清了我国草原蝗虫种类与分布，建立了蝗虫种类数据库；攻克了草原蝗区划界难题，实现了蒙古高原、新疆山地、青藏高原3区33亚区区划。首次发现了蝗虫聚集危害、定向迁移与种群暴发规律。创建了监测预警技术体系，实现了准确率85.6%与80.3%的短期与中长期预测。选育了适合各亚区真菌高效菌株48株，优化了发酵过程控制参数，研发了制剂生产工艺，建立了智能化控制生产线，创制并登记了防蝗新药3个。创建了真菌农药标准体系，填补了国内外空白，为草原蝗灾防控提供了绿色产品。率先实现了经济与生态并重、生态优先的蝗灾防控决策；研发了菌药互补的应急防控技术及以真菌制剂为核心的持续防控技术；提出了分级、分区治理策略，建立了草原蝗灾绿色可持续防控技术体系，成为农业农村部草原重大生物灾害防控的主推成果，推广应用6.9亿亩次，减施化学农药1.36万吨，挽回经济损失67.5亿元，生态和社会效益显著。该成果总体处于国际同类研究领先水平，获得2015年度内蒙古自治区科学技术奖一等奖，2013年度全国农牧渔业丰收奖一等奖，2011年度大北农科技奖一等奖。

提名该项目为国家科学技术进步奖二等奖。

## 三、项目简介

该项目属于农业领域，聚焦草原蝗灾绿色综合防控。

草原蝗灾加剧了草场退化、沙化、荒漠化，年均直接经济损失26亿元，严重威胁我国60亿亩草原畜牧业生产和生态安全。针对草原蝗灾基础数据缺乏、灾变机理不清、预警防控技术匮乏等问题，项目组在国家有关项目的支持下，连续20年开展了草原蝗灾绿色可持续防控关键技术研究。

创新点一：查清了我国草原蝗虫分布，突破了分布区域划界难题，实现了蝗区区划，使监测与防控提高到亚区级别。调查了全国353个固定监测点和1765条线路，覆盖了所有18类824个草地型，明确了关键种、迁移种蝗虫发生与分布，建立了786种蝗虫数据库。研发了蝗虫种群密度与植被优势度色谱叠图数字化方法，实现了蝗虫与植被关系数据解译。创建了蝗虫宜生指数模型，攻克了基于地理、气候和植被特征15个参数综合评判的蝗区划界难题，划分了蒙古高原、新疆山地和青藏高原3区33个亚区。

创新点二：阐明了草原蝗灾灾变机理，创建了监测预警技术体系，实现了准确率85.6%与80.3%的短期与中长期预测。发现了蝗虫种间竞争导致时间上交替为害、空间上层叠发生的聚集危害规律；揭示了蝗虫被动取食主导的随机扩散、主动取食驱动的定向迁移机制；阐明了亚洲小车蝗利用植物次生代谢物调控发育进度，导致不同纬度种群同时暴发的成灾机理。创建了发生期、发生量、发生区等预测模型构成的监测预警技术体系，开发了监测预警信息系统。

创新点三：创建了真菌农药标准体系，创制了真菌防蝗新药3个，为草原蝗灾防控提供了绿色产品。创建了真菌毒力酶学评价方法，建立了3600株高毒力菌种资源库，选育了适合33亚区的高效防蝗菌株48株。研制了关键新设备7台套，优化了培养基配方与发酵过程控制参数，研发了提高孢子附着力的半流动膜制剂工艺，创制了250亿孢子/克绿僵菌与500亿孢子/克白僵菌母药及制剂，建立了全过程自动控制生产线。制定了真菌农药国家标准5项，国际标准1项，填补了国内外空白。

创新点四：建立了草原蝗灾绿色可持续防控技术体系，已成为农业部草原重大生物灾害防控的主推成果。创建了生态经济阈值模型，实现了经济与生态并重、生态优先的蝗灾防控决策；揭示了真菌与化学农药协同增效机理，研发了菌药互补的应急防控技术；阐明了真菌循环侵染机制，研发了真菌-天敌-环境协同的持续防控技术；提出了分级、分区治理策略，共同构成了草原蝗灾绿色可持续防控技术体系。累计应用6.9亿亩次（近3年1.1亿亩次），防效70-90%，使全国草原蝗灾生物防治比例由15.4%提高到60.0%，减施化学农药1.36万吨，挽回经济损失67.5亿元，生态和社会效益显著。

该成果获省部级科技奖一等奖2项，社会力量奖一等奖1项；制定国际标准1项，国家标准6项，行业标准3项；新农药登记证3个；授权发明专利20项，软件著作权1项；发表论文137篇，其中SCI收录32篇，出版专著6部。

## 四、客观评价

**1、成果评价（鉴定）意见**

农业部科教司组织的“草原蝗虫可持续防控技术研究与示范”成果鉴定（农科果鉴字[2013]第08号），南志标院士组成的专家组认为：“该项目研发的草原蝗虫可持续防控技术体系具有重要的理论和实践意义，在绿僵菌收集、评价、筛选与防控草原蝗虫方面达到国际领先水平”。

农业部科教司组织的“草原虫害生物防控综合配套技术推广应用”成果鉴定（农科果鉴字[2013]第011号），南志标院士为组长、吴孔明院士为副组长组成的专家组认为：“该成果密切联系生产实际，综合配套技术先进，成效显著，整体达到国际先进水平，部分关键技术达到国际领先水平”。

中国农学会组织的“草原蝗虫可持续防控技术研究与示范”成果鉴定（中农（评价）字[2014]第30号），吴孔明院士组成的专家组认为：“该成果为我国草原蝗灾监测预警与防控管理提供了关键技术支撑，为国家真菌农药管理与应用提供了技术规范与产品标准，对蝗灾可持续控制和保障草原健康发展具有重要作用。技术整体达到国际领先水平”。

**2、项目验收**

农业部“948”项目办公室组织的“真菌杀虫剂防治蝗虫关键技术”（961058）验收，专家组认为：“该项目掌握了绿僵菌制剂工艺与防治蝗虫技术，为我国发展持续、低耗生物灭蝗药剂开辟了新途径”。

农业部科教司组织的“真菌生物农药生产技术与产品成果转化”（2007GB23260405）验收，专家组认为：“该项目优化了发酵工艺，降低成本30%，提高产孢率8%，孢子粉65亿/克，研发了孢子分级分离设备，建设了生产线，年产达200吨”。

农业部种植业管理司组织的《真菌农药母药产品标准编写规范》（42-20050643-T-326）等5项标准审定，专家组认为：“该标准在国际尚无相应标准情况下制定，达到国际先进水平并填补空白”。

全国畜牧业标准化技术委员会组织的《草原蝗虫宜生区划分与监测技术导则》审定，专家组认为：“该标准达到国内先进水平，适合我国国情，具有科学性、实用性和可操作性”。

**3、所获科技奖励**

（一）内蒙古自治区科技进步一等奖，内蒙古草原蝗虫可持续防控技术研究与示范，2015（获奖者：张泽华，高文渊，贠旭江等9人）。

（二）全国农牧渔业丰收奖一等奖，草原虫害生物防控综合配套技术推广应用，证书编号FCG-2013-1-051-01D（获奖者：何新天，贠旭江，洪军等25人）。

（三）大北农科技奖一等奖，绿僵菌生物农药生产技术与产品应用，证书编号DBN-KJJ-2011-0706（获奖者：农向群）。

（四）中华农业科技奖二等奖，草原蝗虫可持续防控技术研究与示范，证书编号KJ2015-R2-032（获奖者：张泽华，高文渊，贠旭江等15人）。

（五）中国农业科学院科学技术成果奖二等奖，草原蝗虫可持续防控技术研究与示范，证书编号2013-2-06-D01（获奖者：张泽华，贠旭江，农向群等10人）。

（六）中国植物保护学会科学技术奖二等奖，绿僵菌生物农药生产技术与产品应用，证书编号2010-Y-2-07-D01（获奖者：农向群，高松，王广君等10人）。

（七）北京市科学技术奖三等奖 绿僵菌生物农药规模化生产技术，证书编号2010农-3-003（获奖者：农向群，高松，张泽华等6人）。

**4、用户评价**

农业部畜牧业司作为用户对“草原蝗虫可持续防控技术研究与示范”评价认为：“该成果为我国草原蝗虫管理提供了理论依据和标准方法，为草原蝗虫预警和防治提供了决策依据，预测准确率93%以上”；“建立了我国真菌农药标准技术体系，为真菌生物农药登记与规范化管理提供了标准依据，促进了真菌农药行业生产和产品标准化发展”。

内蒙古、新疆、青海等9省区应用证明：该项目技术成果推广应用后，具有持效时间长、对环境友好等优点，有效降低了草原蝗虫危害，利于草原植被恢复，产生了显著的生态、经济和社会效益。

## 五、应用情况

本项目在全国草原省区进行了蝗灾监测预警技术和信息管理系统推广，防蝗生物农药新产品的大面积应用，分级、分区治理策略和绿色可持续防控技术组装配套。在内蒙古、新疆、甘肃、青海、四川、河北等省区累计应用面积6.9亿亩次（2016~2018年应用1.1亿亩次），防效70%~90%，减少化学农药用量1.36万吨，挽回直接经济损失67.5亿元 （附件 应用证明）。

颁布的《草原蝗虫宜生区划分与监测技术导则》国家标准和《草原蝗虫调查规范》行业标准，统一了全国草原蝗虫数据采集规范，保证了蝗区区划的科学性，提升了草原业务部门的科学管理水平。建立的草原蝗灾监测预警信息系统，提高了预警能力和工作效率，保证了预测的精确性，实现了准确率85.6%与80.3%的短期与中长期预测，为我国草原蝗灾监测预警提供了关键技术支撑。

制定的真菌农药国家标准和国际标准，填补了国内外真菌农药领域标准的空白，为真菌农药登记管理与应用提供了技术规范和产品标准，推动了真菌农药行业和产品标准化发展。依托创制的真菌防蝗产品，实现了以减施化学农药为目的的应急防控，以及真菌-天敌-环境协同调控为目的的持续防控。创建了生态经济阈值模型，实现了经济与生态并重、生态优先的蝗灾防控精准决策。与分级、分区治理策略构成的草原蝗灾可持续防控技术体系，强化了蝗灾防控的生态安全理念，对发挥草原生态系统种库功能、保护天敌、保障人畜安全具有重要意义。

该成果被列入农业部草原重大生物灾害防控计划，成为草原蝗灾防控的主推成果，累计防治草原蝗灾6.9亿亩次，生物防治比例由15.4%提高到60.0%，少施化学农药 1.36万吨，危害面积由3亿亩下降至目前的1.5亿亩，挽回经济损失67.5亿元，生态和社会效益显著。培训基层技术人员和农牧民60余万人次，建立了一支高水平的草地植保科技推广队伍，加快了科技成果转化，提高了草原蝗灾防控技术水平。

通过在全国草原省区推广应用，遏制了草原蝗灾暴发与蔓延，为草原生态保护、草食畜牧业发展做出了重要贡献。同时为草地害虫防治提供了可借鉴的先进理念和技术体系，并延伸至蒙古、哈萨克斯坦等周边国家，提升了“一带一路”沿线国家草地生物灾害综合防控管理水平。

## 六、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** |
| 发明专利 | 一种预测不同植物群落中昆虫食物选择性指数的方法及其应用 | 中国 | ZL201510279821.8 | 2017年09月29日 | 2642400 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 张泽华，秦兴虎，黄训兵，王广君，农向群，曹广春 | 有效 |
| 国家标准（系列） | 真菌农药母药产品标准编写规范，真菌农药粉剂产品标准编写规范，真菌农药可湿性粉剂产品标准编写规范，真菌农药油悬浮剂产品标准编写规范，真菌农药饵剂产品标准编写规范 | 中国 | GB/T21459.1-2008 GB/T21459.2-2008 GB/T21459.3-2008 GB/T21459.4-2008 GB/T21459.5-2008 | 2008年02月14日 | ICS65.100.01G23，农业部农药检定所 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 农向群，王以燕，张泽华，顾宝根，刘绍仁，李宝玉，高 松，陈景芬，张礼生，叶纪明，宗伏霖，李富根，张丽英，吕 宁，李 鑫，杨 峻，吴志凤，陈立平 | 有效 |
| 农药登记证 | 250亿孢子/克绿僵菌母药 | 中国 | PD20141799 | 2014年07月14日 | 农业部农药检定所 | 中国农科院植保所廊坊农药中试厂 | 张泽华，农向群，王广君，曹广春，涂雄兵 | 有效 |
| 农药登记证 | 25亿孢子/克绿僵菌可湿性粉剂 | 中国 | LS20110306 | 2011年12月08日 | 农业部农药检定所 | 中国农科院植保所廊坊农药中试厂 | 张泽华，农向群，王广君，曹广春，涂雄兵 | 有效 |
| 农药登记证 | 500亿孢子/球孢白僵菌母药 | 中国 | PD20141407 | 2014年06月05日 | 农业部农药检定所 | 中国农科院植保所廊坊农药中试厂 | 张泽华，农向群，王广君，曹广春，涂雄兵 | 有效 |
| 国家标准 | 草原蝗虫宜生区划分与监测技术导则 | 中国 | GB/T25875-2010 | 2011年01月10日 | ICS65.020.30B43，全国畜牧总站 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 贠旭江，高 松，董永平，单丽燕，苏红田，张泽华，杜桂林 | 有效 |
| 国际标准 | Specification Guidelines for Microbial Pesticides of Fungal Pesticides | FAO/WHO | 无 | 2010年06月07日 | 第九届FAO/WHO农药产品标准联席会议(JMPS) | 农业部农药检定所，中国农业科学院植物保护研究所 | 周普国，陈铁春，农向群，王以燕，袁善奎，张泽华，顾宝根，刘绍仁，陈景芬，宋俊华 | 有效 |
| 发明专利 | 草地植被RGB色谱叠图数字化显示方法 | 中国 | ZL201310739793.4 | 2016年06月29日 | 2132083 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 黄训兵，张泽华，吴惠惠 | 有效 |
| 发明专利 | 一种真菌可湿性粉剂 | 中国 | ZL02156519.8 | 2004年07月07日 | 161618 | 张泽华，苏红田，陈建峰，高 松，张卓然，郑双悦 | 张泽华，苏红田，陈建峰，高 松，张卓然，郑双悦 | 未缴费失效 |
| 计算机软件著作权 | 草原虫害监测预警管理系统 | 中国 | 2014SRBJ0940 | 2013年06月30日 | BJ40497 | 中国农业大学，中国农业科学院植物保护研究所 | 李志红，张泽华，王广君，农向群，曹广春，涂雄兵 | 有效 |

## 七、主要完成人情况表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政**  **职务** | **技术**  **职称** | **工作**  **单位** | **完成**  **单位** | **对本项目贡献** |
| 张泽华 | 1 | 室主任 | 研究员 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 项目负责人，制定总体方案、研究目标、研究内容，负责项目组织、研究与推广全过程。阐明了草原 蝗虫的成灾机制，提出了草原蝗虫生态经济阈值模型，完成了绿僵菌剂型研制及生产线建设，建立了绿僵 菌为主的草原蝗灾绿色可持续防控技术体系。 |
| 贠旭江 | 2 | 副站长 | 研究员 | 全国畜牧总站 | 全国畜牧总站 | 组织开展了草原蝗虫资源调查，参与完成宜生区划分、发生区区划、监测预警技术及绿僵菌可持续防控技术的示范与推广等工作，加快了科技成果转化，促进了草原植保产学研结合。 |
| 高文渊 | 3 | 站长 | 研究员 | 内蒙古自治区草原工作站 | 内蒙古自治区草原工作站 | 统筹内蒙古自治区草原蝗虫野外调查，确定调查路线和调查样点，建立了草原蝗虫四级监测预警体系，参与防控技术集成研究，合作开发了《草原蝗虫野外调查录入系 统》,组建了草原蝗虫专业化防治服务队，组织开展草原蝗灾绿色可持续防控技术在内蒙古大面积推广应用，确保了技术顺利实施和推广。 |
| 农向群 | 4 | 无 | 研究员 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 建立了绿僵菌菌种资源库，航天育种获得了防蝗高毒力菌株，构建了真菌基因转化技术体系。优化了 发酵工艺，提高了发酵效率，确定了孢子贮存条件，制定了规范化检测方法。完成饵剂、颗粒剂研制，负责产品检测和注册。制定了真菌农药标准规范国家标准并获得发布，国际标准获得FAO/WHO备案。 |
| 周普国 | 5 | 所长 | 研究员 | 农业农村部农药检定所 | 农业农村部农药检定所 | 组织完成了真菌农药国家和国际标准的制定，规范了真菌农药技术指标和检测方法，填补了真菌农药标准空白。从标准化高度指导研制防蝗绿僵菌粉剂、油剂、饵剂系列产品，提高了产品质量，促进产品获得登记，成为绿色防蝗技术推广的必要技术支撑。在JMPS推动中国标准修订FAO/WHO《农药准则》相关微生物农药细则，提高了国际影响力。 |
| 洪军 | 6 | 处长 | 研究员 |  |  | 组织了全国范围内草原蝗虫固定监测和线路调查，建立了草原蝗虫区划。在宜生区理论基础上，构建了草原蝗虫宜生指数模型，开展了草原蝗虫发生区域及程度预测。组织协调绿僵菌新型药剂在全国草原区的示范推广工作。 |
| 张卓然 | 7 | 科长 | 研究员 | 内蒙古自治区草原工作站 | 内蒙古自治区草原工作站 | 参加绿僵菌为主的药剂剂型改进，与低毒高效农药协同使用，解决了速效与长效的问题；应用大型喷 雾机械和飞机对本项目形成的关键技术在不同类型草原区进行了试验示范，并大面积推广应用。 |
| 李志红 | 8 | 无 | 教授 | 中国农业大学 | 中国农业大学 | 集成CLIMEX、ArcGIS、数据库等技术，建立了草原蝗虫风险评估及监测预警模型，预测了2020、 2050、2100年主要草原蝗虫的潜在分布区域，研制了草原虫害监测预警管理系统，解决了我国草原蝗虫监 测预警的关键技术问题。 |
| 王广君 | 9 | 无 |  | 中国农业科学院植物保护研究所 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 围绕绿僵菌菌株筛选、遗传改良等方面开展工作。获得了对蝗虫高效的绿僵菌菌株；建立了绿僵菌遗 传转化体系，获得了绿僵菌突变体库和绿色荧光蛋白标记的绿僵菌菌株；研究了蝗虫危害与光谱之间的关 系，测定了绿僵菌制剂对蝗虫的田间防效，并在内蒙古、新疆等地进行了大面积示范推广。 |
| 杜桂林 | 10 | 无 | 畜牧师 | 全国畜牧总站 | 全国畜牧总站 | 参与制定《草原蝗虫宜生区划分与监测技术导则》国家标准，合作开发了《草原蝗虫野外调查录入系 统》，开展了草原蝗虫可持续防控技术试验示范。 |

## 八、主要完成单位及创新推广贡献

**1. 中国农业科学院植物保护研究所**

负责项目组织实施。创新了蝗灾区划所必需的草地色谱叠图数字化方法，实现了1米尺度植被亚型数据解 译。创建了草原蝗虫生态位距离模型、摄食分子检测方法与发育积温积分算法，揭示了草原蝗虫迁移危害 规律，阐明了不同纬度种群同时暴发机制。创新了真菌毒力酶学评价方法，建立了3600株高毒力菌种资源库，选育了适宜33个亚区的高效菌株48株。开发了3类增效佐剂，研制了真菌粉剂、油剂、饵剂系列产品，获得了3个新药药证。与农业部农药检定所共同制定了真菌农药国家和国际标准，填补了真菌农药标准空白。首次引入生态评价参数，创建了生态经济阈值模型。研发了以生物防治为主的化学农药减施应急防控技术，以真菌为核心的生物防治、生态调控技术，提出了蝗灾分级、分区治理策略，建立了草原蝗灾绿色可持续防控技术体系 ，该技术体系被列入农业部草原重大生物灾害防控计划，并在全国进行了推广应用。获得了国家发明专利20项 ，国家标准5项、国际标准1项，新药登记3项，发表论文110篇，其中SCI论文32篇，合作出版专著5部。与全国畜牧总站、中国农业大学、内蒙古自治区草原工作站，查清了我国草原蝗虫资源，建立了草原蝗虫数据库。在全国累计推广草原蝗灾绿色可持续防控技术6.9亿亩次，减施化学农药1.36万吨，挽回直接经济损失67.5亿元，生态和社会效益显著。

**2. 全国畜牧总站**

确定了草原蝗虫发生区区划的总体思路、工作方案和技术路线。设立了353个固定监测点、1765条线路 ，覆盖全国18类824个草地型，查清了我国草原蝗虫资源。应用3S技术，创建了草原蝗虫宜生指数模型，解决了蝗虫发生区边界划定难题，将我国草原蝗区划分为3区33个亚区。研发了全国草原生物灾害监测 预警信息系统及野外数据采集移动客户端，规范了数据采集，提高了灾情管理信息化程度。制定了《草原蝗虫调查规范》、《草原蝗虫宜生区划分与监测技术导则》，提出蝗灾预警四级分级标准，及时发布草原 蝗虫预测预警结果，为防控工作提供了决策信息。组织开展了草原蝗灾绿色可持续防控技术集成示范与大 规模推广应用，在全国13个草原省区累计推广面积6.9亿亩次。制定国家标准1项，行业标准1项，发表论文9篇，出版专著3部，发布草原蝗虫监测预警报告11册。

**3. 中国农业大学**

集成CLIMEX、ArcGIS、数据库等技术，建立了草原蝗虫风险评估及监测预警模型，研制了草原虫害监测 预警管理系统，预测了2020、2050、2100年主要草原蝗虫的潜在分布区域，完成了草原蝗虫风险评估报告 ，为草原蝗灾防控提供了决策依据。 与中国农业科学院植物保护研究所合作，查清了我国蒙古高原、新疆山地、青藏高原草原蝗虫本底资源 ，明确了主要蝗虫种类和分布，建立了我国草原蝗虫资源信息数据库，主编完成专著《中国草原害虫名录 》和《中国草原害虫图鉴》，为蝗虫区划与防控提供了大数据支撑。 获得软件著作权1项，发表SCI/EI论文4篇，联合出版专著2部。

**4. 农业农村部农药检定所**

组织研究和制定了真菌农药国家和国际标准，规范了真菌农药技术指标和检测方法，填补了真菌农药标准空白。从标准化高度指导研制防蝗绿僵菌粉剂、油剂、饵剂系列产品，提高了产品质量，促进产品获得登记，成为绿色防蝗技术的推广的必要技术支撑。与中国农业科学院植物保护研究所合作，共同开展真菌农药产品技术的推广和产品规范化管理技术培训，并在JMPS推动以中国国家标准改进FAO/WHO《农药准则》相关微生物农药细则，提高了国际影响力。

**5. 内蒙古自治区草原工作站**

全面协调内蒙古草原蝗虫资源调查及防控技术示范推广工作。确定调查路线和调查样点，完成了内蒙古草原蝗虫本底资源调查，建立了草原蝗虫四级监测预警体系，组建草原蝗虫专业化防治服务队，应用大型喷 雾机械和飞机对本项目形成的关键技术在不同类型草原区进行了试验示范，组织协调全区草原业务部门开 展了草原蝗灾绿色可持续防控技术集成与示范，确保了项目顺利实施。1996~2018年，应用以杀虫真菌为 主的生物农药对草原蝗虫进行了防控，在呼伦贝尔市、锡林郭勒盟、乌兰察布市等12个盟市累计应用面积 4.3亿亩次，取得了显著的经济、社会和生态效益。与中国农业科学院植物保护研究所合作，完成了绿僵菌等生物农药对不同草地类型蝗虫的防治效果研究 ，建立了适宜内蒙古不同区域的草原蝗灾绿色可持续防控技术体系。发表文章7篇，合作出版专著4部。

## 九、完成人合作关系说明

第一完成人与第二完成人贠旭江设计了全国草原蝗区普查，组织第六完成人洪军、第九完成人王广君、第十完成人杜桂林共同完成了全国353个固定监测点和1765条线路调查，覆盖了所有18类824个草地型，明确了草原蝗虫优势种、迁移种发生与分布，建立了786种草原蝗虫数据库，首次划分了蝗区3区33个亚区。与贠旭江、杜桂林合作制定了GB/T25875-2010《草原蝗虫宜生区划分与监测技术导则》国家标准，与贠旭江共同制定了《草原蝗虫调查规范》行业标准，与贠旭江、洪军、王广君、杜桂林共同编写了《中国草原蝗虫生物防治实践与应用》，贠旭江与洪军、杜桂林合著《草原植保实用技术手册》。

与第三完成人高文渊、第七完成人张卓然、第九完成人王广君共同创建了生态经济阈值模型，揭示了真菌与化学农药协同增效机理，研发了菌药互补的应急防控技术；阐明了真菌循环侵染机制，研发了真菌-天敌-环境协同的持续防控技术；提出了分级、分区治理策略，共同构建了草原蝗灾绿色可持续防控技术体系。与张卓然获得发明专利：“ZL02156519.8一种真菌孢子可湿性粉剂”、实用新型专利“ZL01275733.0车载电动喷雾机”，高文渊与张卓然合著《内蒙古草原蝗虫图鉴》。

与第四完成人农向群共同完成了GB/T21459.1-2008《真菌农药母药产品标准编写规范》等5项国家标准制定，创建了真菌毒力酶学评价方法，建立了3600株高毒力菌种资源库，选育了适合33亚区的高效防蝗菌株48株。优化了培养基配方与发酵过程控制参数，研发了提高孢子附着力的半流动膜制剂工艺，创制了具有自主知识产权的250亿孢子/克绿僵菌（PD20141799）与500亿孢子/克白僵菌母药（PD20141407）及25亿孢子/克绿僵菌可湿性粉剂（LS20110306）等3个真菌防蝗新药。研制了“微生物固体培养料接种机”（ZL02291094.8）等7台套关键新设备，建立了全过程智能控制生产线，共同获得发明专利 “一种活性物质的活性评价新方法”（ZL201510170012.3）等4项。

与第五完成人周普国共同参与国际标准（FAO/WHO）修订，与农向群、周普国共同制定了真菌农药国际标准（FAO/WHO）“SPECIFICATION GUIDELINES FOR MICROBIAL PESTICIDES：Fungal Pesticides”。

与第六完成人洪军、第八完成人李志红、第九完成人王广君、第十完成人杜桂林发现了蝗虫聚集危害规律，揭示了蝗虫定向迁移机制，阐明了亚洲小车蝗暴发的成灾机理。创建了发生期、发生量、发生区等预测模型构成的监测预警技术体系，开发了2014SRBJ0940《草原虫害监测预警管理系统》软件及手持PDA野外数据采集终端，共同编写了《中国草原害虫名录》、《中国草原害虫图鉴》。杜桂林与张卓然、王广君共同编写了《中国草原生物灾害》。