### 申报2020年度陕西省科学技术奖励项目公示内容

### 一、项目名称：

高产优质多抗小麦新品种西农556、西农583选育与应用

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

小麦是陕西省主要粮食作物，生产中主要面临着降水不足、冬季寒冷、倒春寒、干热风等威胁。而条锈病小种变化较快，需要不断的更新品种抗性，以适应条锈病小种的变化，特别是近几年随着玉米秸秆还田数量和面积的迅速增加，导致赤霉病暴发性流行，生产上急需抗（耐）赤霉病的小麦新品种。选育高产优质多抗小麦新品种，特别是优质抗赤霉病小麦新品种，是改善我省小麦生产结构，增加农民经济收入，促进食品工业发展的最直接经济有效的方法。该项目围绕优质、高产、多抗小麦新品种重大育种需求，通过探索集成了阶梯式杂交育种方法，创建了精准高效的优质、高产性状遗传累加和聚合技术，把高产优质，多抗等育种目标性状有效聚合，选育出适宜陕西关中和黄淮麦区种植的优质、高产、多抗的小麦新品种西农556、西农583，解决了陕西乃至我国小麦生产中面临的主要问题，取得了以下主要成效：

1. **筛选出高产、多抗、优质的种质材料，创制了具有抗病、抗逆、优质外源基因的亲本材料：**对1782份亲本种质资源进行性状遗传特性和系谱分析，筛选出高产、多抗、优质种质材料10份。创制出具有小黑麦血缘，高产、多抗、大穗中间材料9871，集优质、高产、综合抗病性好、多穗型于一体的新品系99481，优质强筋、早熟、抗赤霉的2004053。
2. **形成了多性状聚合的阶梯式杂交方法，构建了**F2**代、**F3**代的后代选择与早代品质检测和多性状鉴定的后代鉴技术**：拓宽了杂交组合遗传变异，丰富了遗传基础，实现了优良性状的有效选择，把产量高、品质佳、抗病强等对立性状实施于同一选择过程，提高了育种效率。
3. **选育出产量高、抗病好的小麦新品种西农556与优质强筋、早熟抗病的小麦新品种西农583：**西农556高抗条锈、中抗赤霉，适应性广，适于面条、馒头生产的优质中筋小麦。西农583中抗条锈、中抗赤霉，早熟广适，品质达到国家强筋标准，适于面条、馒头、面包生产的优质强筋小麦。
4. **揭示了西农556、西农583的栽培生理基础，制订了西农556、西农583标准化优质高产栽培技术规程。**实现了新品种良种良法配套，建立了“高校+种子企业+合作社+加工企业”的小麦产业化推广模式，加快了品种的应用与推广。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

**1.品种审定意见**

西农556以小麦新品系9871-23-2（陕354/90（6）52-30）为母本，99371（闫麦8911/豫展1号）为父本，采用阶梯式杂交育种方法于2009年选育， 2012年通过陕西省审定（陕审麦2012006）。两年参加省区试共12点，增产10点，减产2点，增产点数占83.3%，平均亩产529.3公斤，比对照小偃22（平均亩产502.5公斤）增产5.3%，具有优质、高产、综合抗病性好、早熟的特性，适宜关中灌区及黄淮麦区相同地区种植。

西农583采用阶梯式杂交育种方法以小麦品种远丰175为母本，集优质、高产、综合抗病性好、多穗型于一体的新品系99481-47-2为父本杂交，再以9871-25-3-5-2为父本进行复交，经系谱法选择，于2010年选育而成，2013通过陕西省审定（陕审麦2013004）。陕西省水地中肥组区域试验，平均亩产517.8公斤，比对照增产1.34%。西农583适宜关中中西部灌区及相似地方种植。2017年通过河南省引种试验，2018年通过江苏、安徽引种试验，开始在河南、江苏、安徽大面积示范推广。

**2.科技查新结论**

教育部科技查新工作站(N04)（西北农林科技大学图书馆信息咨询部）对项目进行了查新：该项目研究通过创制具有小黑麦血缘，高产、多抗、大穗中间材料9871，集优质、高产、综合抗病性好、多穗型于一体的新品系99481。利用阶梯式杂交育种方法，创建了精准高效的优质、高产性状遗传累加和聚合技术，把产量高、品质佳、抗病强等对立性状实施于同一选择过程，成功解决高产优质、多抗广适等育种目标的有效聚合。育成了高产优质多抗小麦新品种西农556、西农583。制订出高产优质多抗小麦新品种的标准化栽培技术规程，实现了新品种良种良法配套，建立了“高校+种子企业+合作社+加工企业”的小麦产业化推广模式，加快了品种的利用与推广。该项目研究对高产优质多抗小麦新品种的选育提供了新的理论依据与技术支持，同时育成2个小麦新品种并进行推广应用，具有重要的育种理论研究意义而且也产生了显著的社会、生态效益及经济价值。通过对相关文献的阅读、分析和比较，认为该查询项目：“高产优质多抗小麦新品种西农556、西农583选育与应用”具有新颖性。

**3. 国家相关部门检测报告**

3.1品质检测报告：西农556经陕西省粮油产品质量监督检验站检测：籽粒容重816克/升，蛋白质（干）14.9%，沉淀值41.3ml，湿面筋33.8%，吸水率63.2%，稳定时间1.8分钟，最大抗延阻力130E.U.，拉伸面积34cm2，角质率93％，降落数值253s。

西农583经农业部谷物及制品质量监督检验中心（哈尔滨）分析：籽粒容重828克/升，蛋白质（干）16.93%，沉淀值60.5ml，湿面筋33.9%，吸水率58.4%，稳定时间13.7分钟，最大抗延阻力755E.U.，拉伸面积190.2cm2，角质率100％，降落数值297s。品质达到国家强筋小麦品质标准。

3.2 抗病性鉴定报告：经西北农林科技大学植保学院抗病鉴定：西农556高抗条锈病，感白粉病，中抗赤霉病，抗病性优于对照。西农583中抗条锈病，中抗白粉病，中抗赤霉病。

**4、其他评价**

4.1学术论文中评价

4.1.1 优质强筋遗传评价：邱玉亮等（2015）对西农556、西农583的优质亚基遗传进行了研究，发现西农556的HMW-GS亚基组成为（null，7+9，2+12），西农583携带（1，7+8，3+12）HMW-GS亚基。王玉杰等（2015）对西农556的LMW-GS亚基进行了分析，发现其携带Glu-A3d/Glu-B3c/Glu-D3b等位基因。

4.1.2 抗病基因的克隆与鉴定：陈冬阳等（2016）对西农556、西农583的抗病性几丁质酶基因进行了克隆与功能研究，认为该基因与西农556、西农583的条锈病抗性有一定的关系。

4.1.3抗旱节水评价：张龙龙等（2016）对拔节期、抽穗期、灌浆期、成熟期不同阶段抗旱性进行研究认为西农556具有一定抗旱性。

### 五、应用情况

西农556、西农583通过审定后，项目组在陕西、黄淮麦区适宜区域进行分点分片示范种植，示范推广。目前，西农556在陕西省7年累计推广种植面积815万亩，西农583在陕西省6年累计推广种植面积760万亩，两个品种合计推广1575万亩，取得了较大的社会经济生态效益。同时，西农556于2018年通过河南省引种试验，西农583通过河南、安徽、江苏引种试验，开始大面积示范推广。

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书**  **编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| 动植物新品种 | 西农556 | 中国 | 陕审麦2012006 | 2012-05-02 | 陕审麦2012006 | 西北农林科技大学 | 高 翔  董 剑  赵万春 | 有效 |
| 动植物新品种 | 西农583 | 中国 | 陕审麦2013004 | 2013-05-27 | 陕审麦2013004 | 西北农林科技大学 | 高 翔  董 剑  赵万春  陈其皎  李晓燕 | 有效 |

### 七、主要完成人情况

| **姓 名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 高 翔 | 1 | 无/教授 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 1、负责项目的总体设计与实施；2、制定优质高产抗病广适节水小麦新品种培育的育种目标；3、对杂交亲本进行选择与配置组合；4、对育成的新品种进行宣传推广。 |
| 董 剑 | 2 | 无/副研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 1、杂交亲本的选择；2、后代选择、鉴定；3、省区试、生产示范资料的收集与整理；4、品种标准化栽培技术的研究与制定；5、品种的推广与示范。 |
| 李晓燕 | 3 | 无/副教授 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 1、分离世代选择与鉴定；2、原种生产、良种繁育与提纯复壮；3、新品种的加工产品开发及标准化研究；4、新品产量试验、生产示范与宣传推广。 |
| 刘五志 | 4 | 副站长/高级农艺师 | 陕西省种子管理站/西北农林科技大学 | 1、负责新品种大面积示范推广方案的落实和检查验收工作；2、新品种种植布局及宣传推广。 |
| 赵万春 | 5 | 无/副研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 1、高代品系的筛选与鉴定；2、产量试验、标准化栽培技术研究与集成；3、品种的提纯复壮与示范推广。 |
| 杨明明 | 6 | 无/副教授 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 1、新品种的相关遗传基础研究；2、新品种的栽培技术与规范化研究。 |
| 张 英 | 7 | 科长/高级农艺师 | 陕西省种子管理站/西北农林科技大学 | 1、新品种的品质分析测试；2、新品种的宣传推广。 |
| 程兴虎 | 8 | 书记/高级农艺师 | 渭南市临渭区种子管理站/西北农林科技大学 | 新品种在渭南市的示范推广。 |
| 王钧强 | 9 | 无/高级农艺师 | 宝鸡市农业技术推广服务中心/西北农林科技大学 | 新品种在宝鸡市示范推广。 |
| 温彩虹 | 10 | 无/高级农艺师 | 陕西省农牧良种场/西北农林科技大学 | 新品种的良种繁育与提纯复壮。 |
| 白 青 | 11 | 无/助理农艺师 | 渭南市临渭区种子管理站 | 新品种在渭南市宣传与示范工作。 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 作为该项目完成单位，在该项目研究中，西北农林科技大学在人力、物力、财力等方面给予了大力支持。提供了实验室、实验设备以及试验地等，保证了人员的配备，并积极组织申报课题研究经费，严格审查材料、组织申报品种审定等。在项目实施期间主持完成了陕西省13115工程中心：陕西省小麦工程技术研究中心，农业部：国家小麦产业技术体系，国家自然基金等项目。选育出陕西农556、西农583高产优质多抗小麦新品种，制订出了相应品种的优质栽培技术规程，实现了新品种良种良法配套，建立了“高校+种子企业+合作社+加工企业”的小麦产业化推广模式，整体达到国内先进水平。发表论文35篇。该项目攻克了产量高、品质佳、抗病强等对立性状不能同时选择的难题，对整体提升陕西省乃至我国小麦优质高产抗病的育种研究水平和创新能力做出了重大贡献。 |

### 九、完成人合作关系情况

| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/**  **项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成**  **时间** | **合作成果** |
| **1** | 共同知识产权、论文合著 | 董 剑/2 | 2012年  1月1日 | 2018年12月31日 | 品种选育西农556、西农583；合作论文：“高效毛细管电泳（HPCE）对优质小麦HMW-GS的分离鉴定”、“利用 HPCE构建小麦LMW-GS标准图谱初探”、“三个小麦新品种不同生育阶段抗旱性的综合评价”、“小麦主要库、流、源器官对产量和品质影响的初步评价”、“小麦品质指标与面团流变学特性的相关和多元回归分析”、“小麦新品种西农 583 的选育及其特征特性分析”、“低分子量谷蛋白亚基在小麦品种形成过程中的变化特征”等。 |
| **2** | 共同知识产权、论文合著 | 李晓燕/3 | 2012年  1月1日 | 2018年12月31日 | 品种选育西农583；合作论文：“小麦主要库、流、源器官对产量和品质影响的初步评价”、“小麦品质指标与面团流变学特性的相关和多元回归分析”、小麦PPO基因等位变异及面粉白度特性分析”、小麦 HMW-GS毛细管电泳标准图谱的构建”、“低分子量谷蛋白亚基在小麦品种形成过程中的变化特征”等。 |
| **3** | 品种推广 | 刘五志/4 | 2012年1月1日 | 2018年12月31日 | 西农556、西农583大面积示范推广方案的落实和检查验收工作，新品种种植布局及宣传推广。 |
| **4** | 共同知识产权、论文合著 | 赵万春/5 | 2012年1月1日 | 2018年12月31日 | 品种选育西农556、西农583；合作论文：“小麦主要库、流、源器官对产量和品质影响的初步评价”、“小麦品质指标与面团流变学特性的相关和多元回归分析”、“高效毛细管电泳（HPCE）对优质小麦HMW-GS的分离鉴定”、“利用 HPCE构建小麦LMW-GS标准图谱初探”、“三个小麦新品种不同生育阶段抗旱性的综合评价”、“小麦新品种西农 583 的选育及其特征特性分析”、“低分子量谷蛋白亚基在小麦品种形成过程中的变化特征”等。 |
| **5** | 论文合著 | 杨明明/6 | 2014年6月24日 | 2018年12月31日 | 合作论文：“高效毛细管电泳（HPCE）对优质小麦HMW-GS的分离鉴定”、“利用 HPCE构建小麦LMW-GS标准图谱初探”、“三个小麦新品种不同生育阶段抗旱性的综合评价” 等。 |
| **6** | 品种推广 | 张 英/7 | 2012年1月1日 | 2018年12月31日 | 西农556、西农583的品质测试等。 |
| **7** | 论文合著 | 程兴虎/8 | 2012年1月1日 | 2018年12月31日 | 合作论文：“小麦新品种西农556 选育及高产栽培技术”等。 |
| **8** | 品种推广 | 王钧强/9 | 2012年1月1日 | 2018年12月31日 | 西农556、西农583在宝鸡市示范推广等。 |
| **9** | 良种繁育 | 温彩虹/10 | 2012年1月1日 | 2018年12月31日 | 西农556、西农583的良种繁育与提纯复壮等。 |
| **10** | 品种推广 | 白 青/11 | 2012年1月1日 | 2018年12月31日 | 西农556、西农583在渭南示范推广 |

|  |
| --- |
| **完成人合作关系说明** |
| **(限1000字）**  **①董剑是项目第二完成人，**合作方式包括共同知识产权、论文合著等，合作时间为2012年1月1日至今，合作成果有：品种选育西农556、西农583；合作论文：“小麦新品种西农 583 的选育及其特征特性分析”、“低分子量谷蛋白亚基在小麦品种形成过程中的变化特征”等。  **②李晓燕是项目第三完成人，**合作方式包括共同知识产权、论文合著等，合作时间为2013年1月1日至今，合作成果有：品种选育西农583；合作论文：“小麦主要库、流、源器官对产量和品质影响的初步评价”、“低分子量谷蛋白亚基在小麦品种形成过程中的变化特征”等。  **③刘五志是项目第四完成人，**合作方式为西农556、西农583的宣传示范推广等，合作时间为2012年1月1日至今。  **④赵万春是项目第五完成人，**合作方式包括共同知识产权、论文合著等，合作时间为2012年1月1日至今，合作成果有：品种选育西农556、西农583；合作论文：“三个小麦新品种不同生育阶段抗旱性的综合评价”、“小麦新品种西农 583 的选育及其特征特性分析”等。  **⑤杨明明是项目第六完成人，**合作方式论文合著，合作时间为2014年6月24日至今，合作成果有：“高效毛细管电泳（HPCE）对优质小麦HMW-GS的分离鉴定”、“三个小麦新品种不同生育阶段抗旱性的综合评价”等。  **⑥张英是项目第七完成人，**合作方式为西农556、西农583的宣传示范推广等，合作时间为2012年1月1日至今。  **⑦程兴虎是项目第八完成人，**合作方式为论文合著，品种推广，合作时间为2012年1月1日至今，合作成果有：“小麦新品种西农556 选育及高产栽培技术”等。  **⑧王钧强是项目第九完成人，**合作方式为西农556、西农583在宝鸡地区示范宣传推广等，合作时间为2014年1月1日至今。  **⑨温彩虹是项目第十完成人，**合作方式为西农556、西农583的良种繁育与提纯复壮等，合作时间为2012年1月1日至今。  **⑩白青是项目第十一完成人，**合作方式为西农556、西农583的宣传示范推广等，合作时间为2015年1月1日至今。 |

一、项目名称：

糜子优质抗逆增效关键技术研究集成与示范

二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

三、项目简介：

糜子是我国北方干旱半干旱地区重要的粮食作物和经济作物，西北黄土高原及长城沿线风沙区是我国糜子的主产区和优势产区，糜子产业发展是实现产区农民增收、农业增效和扶贫攻坚、乡村振兴的重要举措。项目组针对糜子生产上用种混杂、生产技术落后、种植成本高、效益低等问题，研究构建了糜子优质抗逆增效技术体系，以陕西榆林、延安糜子主产区为核心，辐射周边山西、甘肃、宁夏、内蒙古等相邻省区进行示范推广和成果转化，推动了产区糜子产业发展和乡村振兴。

**1．以优质丰产为目标，率先组织开展优质专用品种选育，研制糜子DUS测试指南，创新构建了糜子品质评价与应用的技术体系。**

针对市场和加工制米需求，项目组率先调整育种目标，选育籽粒大、易脱壳、加工制米特性和适口性好、蛋白质含量高（12%以上）的优质糜子新品种“陕糜1号”和“陕糜2号”，目前已成为当地主栽品种及企业收购加工制米的原料品种；建立了以陕糜1号、陕糜2号、榆糜2号、榆黍1号等优质品种为主的良种配套体系，推动了产区品种的更新换代，核心区良种覆盖率达90%以上。

研制了中华人民共和国农业行业标准“植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 糜子”，为糜子新品种评价和保护提供了理论支撑和判定依据；系统研究了糜子蛋白质、淀粉理化性质，蒸煮食味品质及基因型、生态型差异，率先组织开展育成糜子品种适口性鉴评，建立了全国第一个优质黄米蒸煮食用品质评价的技术体系，创新集成了“黄米蒸煮食用品质感官评价方法”、“糜子千粒重分级方法”等技术标准，出版专著《中国黄米食品》，为糜子优质品种评价和利用提供了理论依据和技术支撑。

**2．以抗逆高效栽培为目标，系统研究糜子抗逆生态生理机制，创新构建了旱地糜子高效生产技术体系及病虫害绿色防控技术体系。**

系统研究了糜子抗旱特性及对水分的响应机制，对400余份资源进行了抗旱性鉴定，构建了糜子抗旱品种鉴选评价指标体系，为糜子抗旱资源的筛选和利用提供了理论依据，研发了实用新型专利“一种糜子种子发芽盒”；率先以群体生产为目标，系统开展了旱区糜子农田小气候特征及冠层高光谱反射特征研究，分析了沟垄覆盖等不同集水栽培模式的增产机理，构建了糜子生长发育的高光谱遥感监测模型，研究集成旱地“糜子生产技术规程”，为糜子抗旱增产栽培提供了技术支撑。

践行绿色植保理念，系统研究了糜子黑穗病发生的生理机制及为害机理，率先建立了以叶片MDA含量和SOD、POD活性等作为糜子黑穗病早期鉴别的指标体系，研发了“糜子拌种剂”专利产品，出版专著《糜子病虫草害》，研制“糜子黑穗病测报调查技术规范”、“糜子黑穗病田间鉴定技术规范”及“糜子病虫害防控技术规程”等技术标准，构建了糜子病虫害绿色防控技术体系，为糜子高效安全生产提供了技术支撑。

**3．以轻简增效生产为目标，开展农机农艺配套技术研究，创新构建了糜子优质抗逆增效生产技术体系及产业化示范推广模式。**

引进与改造精量播种、中耕、收获机械，研发了“小型作物追肥机”等专利产品，研究农机农艺配套栽培技术，集成了“糜子机械化生产技术规程”；建立了“两机、两改、三减、两增”的糜子绿色抗逆增效生产技术体系，示范推广成效显著，为糜子轻简化增效生产提供了技术支撑，推动了糜子规模化生产进程。

以高校、科研单位为技术依托，与糜子主产县农业技术推广部门、种子管理部门、农民专业合作社、加工企业联合，在榆林、延安等地建立试验示范基地14个，集成了“糜子生产基地县建设规范”，构建了“户—村—乡”的良种繁供体系和“高校（科研）+农技推广+企业（合作社）+基地”为核心的产业化示范推广模式，有效解决了科研成果与生产脱节问题，促进了科技成果的转化，核心区品种和技术覆盖率达90%以上。

该项目历经十年，选育优质糜子品种2个，授权专利5项，其中发明专利1项；制定技术标准（规范）12套，其中国家行业标准1套；出版专著2部；培养博硕士研究生26名；发表代表性研究论文60篇，其中SCI论文 12篇；获陕西高等学校科学技术奖一等奖1项。技术成果在陕西榆林、延安主产市及其周边县区得到大面积推广应用，近3年累计推广面积达200余万亩。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

**1．科技查新**

教育部科技查新工作站（NO4）对该项目成果进行科技创新性查询，结果表明，项目组建立了全国第一个优质黄米蒸煮食用品质评价的技术体系，制定了黄米蒸煮食用品质感官评价方法；制定了第一个糜子黑穗病测报调查技术和糜子黑穗病田间鉴定技术规范。有关黄米蒸煮食味品质感官评价体系、糜子黑穗病发生的生理机制及为害机理研究、糜子抗旱及对水分的响应机制研究、糜子资源抗旱性鉴定及沟垄覆盖等不同集水栽培模式的增产机理及糜子机械化生产技术集成示范等研究成果除了该项目组的研究文献外，国内未见相关中文文献报道。

**2．品种评价**

2015年12月19日，陕西省非主要农作物品种登记办公室组织有关专家，对项目组选育的陕糜1号、陕糜2号品种进行了鉴定。陕糜1号糯性，中早熟，籽粒红色，米色黄，糯性强，田间综合抗病性较好，适合在陕西神木、府谷、定边等长城沿线推广种植。陕糜2号粳性，中早熟，籽粒黄色，田间综合抗病性较好，适合在神木、府谷、延安等地推广种植。目前两个品种均已在生产上示范推广，成为陕西省旱地糜子主栽品种之一。

**3．产业化示范实施效果评价**

近年来，项目组在榆林、延安等糜子产区建立有稳定的试验示范基地，进行了集成技术的生产性示范推广，增产效果明显，尤其是机械化种植技术，节本增效成果显著。

2016年9月，西北农林科技大学组织有关专家对糜子机械化栽培技术示范基地进行测产验收，结果显示，府谷县木瓜镇示范糜子机械化栽培技术7800亩，孤山镇示范2600亩，神木县示范3500亩，分别较当地传统种植方式增产24.2%、28.5%和41.6%，机械种收每亩减少劳动力3个以上，亩增收300元左右，节本增效显著。测产专家组一致认为，在糜子良种推广、机械化配套技术的示范基地建设中，项目组引进精量播种机、多功能收割机和脱粒机，配套榆糜2号、榆黍1号、陕糜1号、陕糜2号等优良品种，并配套测土配方施肥、抗旱沟播种植、病虫害综合防控等高效集成技术，实现了糜子免间苗、少间苗，机收机脱，减少用工，基本实现了糜子生产机械化、标准化，为旱地糜子机械化栽培技术推广提供了范例。

### 五、应用情况

近年来，项目组鉴选的优质丰产品种及配套集成的高效栽培技术在全省布局、示范推广。2017-2019年在陕西及其周边糜子产区累计辐射推广面积达201.1万亩，有效推广面积180.99万亩，亩增产15%以上，新增总产量3435.02万公斤，新增总产值13740.08万元，新增纯收益13016.12万元，机械化轻简栽培技术的应用还可实现节本增效7239.6万元。以基地建设为平台，开展技术培训和示范推广工作，年均培训技术人员及种植大户1000余人次，提高了基层技术人员的业务水平和服务意识，提高了种植户的生产效益和种植积极性，促进了科研成果的转化应用。

### 六、主要知识产权和标准规范目录

| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书**  **编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发明专利 | 一种糜子拌种剂 | 中国 | ZL 2015 1 0774825.3 | 2018.06.29 | 第2978501号 | 西北农林科技大学  宝鸡市农业科学研究院 | 屈 洋  冯佰利  王鹏科  高金锋  高小丽  杨 璞 | 失效/公开 |
| 品种 | 陕糜1号 | 中国 |  | 2016.02.23 | 陕糜  登字2015001号 | 西北农林科技大学等 | 冯佰利  杨 璞  高小丽  王鹏科 |  |
| 品种 | 陕糜2号 | 中国 |  | 2016.02.23 | 陕糜  登字2015002号 | 西北农林科技大学  宝鸡市农业科学研究院 | 高金锋  高小丽  杨 璞  王鹏科  屈 洋 |  |
| 农业部行业标准 | 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 糜子 | 中国 | NY/T2492-2013 | 2013.12.13 | 中华人民共和国农业部 | 西北农林科技大学  农业部科技发展中心 | 冯佰利  李硕碧  王鹏科  杨江龙  高小丽  陈企村  高金锋  杜联盟 |  |
| 陕西省团体标准 | 黄米蒸煮食用品质感官评价方法 | 中国 | TB61/YCXH01-2016 | 2016.09.30 | 陕西省遗传学会 | 西北农林科技大学 | 高小丽  冯佰利  王鹏科  高金锋  杨 璞 |  |
| 陕西省团体标准 | 糜子机械化生产技术规程 | 中国 | TB61/ZLXH02-2016 | 2016.11.30 | 陕西省农学会小杂粮专业委员会 | 西北农林科技大学 | 高小丽  杨 璞  高金锋  王鹏科  冯佰利  梁鸡保  龚清世 |  |
| 陕西 省地方标准 | 糜子病虫害防控技术规程 | 中国 | DB61/T1028-2016 | 2016.05.09 | 陕西省质量技术监督局 | 西北农林科技大学 | 冯佰利  高小丽  王 阳  王鹏科  高金锋  朱明旗  杨 璞  屈 洋  梁鸡保 |  |
| 榆林市技术规范 | 糜子生产基地县建设规范 | 中国 | DB6127/T56-2016 | 2016.11.30 | 榆林市质量技术监督局 | 西北农林科技大学，府谷县种子管理站等 | 高小丽  冯佰利  贾耀明  王鹏科  高金锋  杨 璞  柴 岩  吴清亮  屈 洋 |  |
| 陕西  省地方标准 | 糜子生产技术规程 | 中国 | DB61/T907-2014 | 2014.03.21 | 陕西省质量技术监督局 | 西北农林科技大学等 | 冯佰利  刘建洲  薛耀武  李 清  高小丽  高金锋  王鹏科  柴 岩  杨璞等 |  |
| 榆林市地方标准 | 糜子黑  穗病田间鉴定技术规范 | 中国 | DB6127/T020-2014 | 2014.09.24 | 榆林市质量技术监督局 | 西北农林科技大学  神木市农业技术推广中心等 | 冯佰利  王 阳  朱明旗  高小丽  王鹏科  高金锋  杨 璞  梁鸡保 |  |

### 七、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓 名** | **排名** | **行政/**  **技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 高小丽 | 1 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 负责项目总体设计和课题的立项；组织实施项目计划；组织开展品种选育和鉴选、优质抗逆栽培技术研究集成、技术标准和专利的研制；基地建设和技术培训等。在品种选育、标准、专利研制、基地建设、论文、专著发表中做出贡献。 |
| 冯佰利 | 2 | 教授 | 西北农林科技大学 | 品种选育及鉴选；技术标准和专利研制；优质抗逆栽培技术研究集成；基地建设和技术培训等。在品种选育、标准、专利研制、基地建设、论文、专著发表中做出贡献。 |
| 王鹏科 | 3 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 品种选育及鉴选；技术标准和专利研制；优质抗逆栽培技术研究集成；基地建设和技术培训等。在品种选育、标准、专利研制、基地建设、论文、专著发表中做出贡献。 |
| 高金锋 | 4 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 品种选育及鉴选；技术标准和专利研制；优质抗逆栽培技术研究集成；基地建设和技术培训等。在品种选育、标准、专利研制、论文、专著中做出贡献。 |
| 龚清世 | 5 | 高级农艺师 | 神木市农业技术推广中心 | 参与技术标准研制；负责神木试验示范基地建设和产业化示范推广等。在标准研制、基地建设、专著发表中做出贡献。 |
| 贾耀明 | 6 | 高级农艺师 | 府谷县种子管理站 | 参与技术标准研制；负责府谷试验示范基地和产业化示范推广；府谷黄米品牌建设等。在标准研制、基地建设中做出贡献。 |
| 杨 璞 | 7 | 讲师 | 西北农林科技大学 | 参与品种选育及鉴选；技术标准和专利研制；优质抗逆栽培技术研究集成等。在品种选育、标准、专利研制、基地建设、论文、专著发表中做出贡献。 |
| 梁鸡保 | 8 | 农艺师 | 神木市农业技术推广中心 | 参与品种鉴选和技术标准研制；负责神木试验示范基地建设和产业化示范推广等。在标准研制、基地建设、论文、专著发表中做出贡献。 |
| 屈 洋 | 9 | 农艺师 | 宝鸡市农业科学研究院 | 专利研制；参与品种选育和技术标准的研制、优质抗逆栽培技术研究集成等。在品种选育、标准、专利研制、论文、专著发表中做出贡献。 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 负责该项目总体设计和组织实施，协调神木市农业技术推广中心、府谷县种子管理站、宝鸡市农业科学研究院的具体实施。在该项目中起主导作用，负责品种鉴选、优质抗逆栽培技术的研究、集成与示范推广的设计，组织技术标准研制，对该项目的示范推广起到了积极的推动作用。 |
| 神木市农业技术推广中心 | 2 | 协助该项目主要完成单位西北农林科技大学在陕西神木及其周边示范推广的总体组织与协调，在该项目的技术集成、示范推广过程中提供人员及服务条件支持，对该项目在基层单位的实施起到了全面统筹与协调、组织与实施。 |
| 府谷县种子管理站 | 3 | 协助该项目主要完成单位西北农林科技大学在陕西府谷及其周边示范推广的总体组织与协调，在该项目的示范推广、品牌建设过程中提供人员及服务条件支持，对该项目在基层单位的实施起到了全面统筹与协调、组织与实施。 |
| 宝鸡市农业科学研究院 | 4 | 配合该项目主要完成单位西北农林科技大学在品种鉴选、优质抗逆栽培技术的研究集成方面的具体实施，在该项目的研究过程中提供人员与服务条件支持，协助项目的顺利实施。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| **1** | 共同立项 | 高小丽/1、冯佰利/2、王鹏科/3、高金锋/4、杨 璞/7 | 2014.01.01 | 2016.4.30 | |  | | --- | | 立项题目：糜黍丰产关键技术研究集成与示范，国家科技支撑计划课题 | |
| **2** | 共同获奖 | 高小丽/1、冯佰利/2、王鹏科/3、高金锋/4、龚凊世/5、贾耀明/6、杨 璞/7、梁鸡保/8、屈 洋/9 | 2012.01.01 | 2019.03.30 | 陕西省高等学校科学技术奖  一等奖 |
| **3** | 共同知识产权 | 高小丽/1、冯佰利/2、王鹏科/3、高金锋/4、龚凊世/5、贾耀明/6、杨 璞/7、梁鸡保/8、屈 洋/9 | 2010.01.01 | 2019.12.31 | 品种、专利、标准、专著、论文等 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| 西北农林科技大学高小丽、冯佰利、王鹏科、高金锋、杨璞，同在农学院小杂粮课题组，全程参与该项目的实施，分别负责该项目的不同研究内容，研究结果以专利、品种、标准、专著、论文合作等形式体现。  神木市农业技术推广中心龚清世、梁鸡保，府谷县种子管理站贾耀明在该项目的合作关系为基地建设、产业化示范推广和品牌建设，分别完成了神木、府谷的试验示范基地建设及其周边的示范推广工作，研究结果以标准、专著、论文合作、试验示范基地等形式体现。宝鸡市农业科学研究院屈洋在该项目的合作关系为栽培技术研究及标准研制，研究结果以专利、品种、标准、论文合作等形式体现。 | | | | | |

### 一、项目名称：

秦巴山区植物群落与植物资源调查

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

秦巴山区是我国最大的天然植物种质资源宝库之一，也是世界上同纬度地区重要的绿色基因库。然而，与本区丰富多样的植物种类、植物群落和生态系统类型相比，生物资源及其环境因子的研究、调查仍然很薄弱。项目历时近6年，针对长期以来该区水、土、气、生调查研究方面的薄弱环节，围绕“系统调查研究植物群落和野生植物种质资源、科学数据集成以及实物标本资料汇交”这一主要目标开展工作，取得了一系列调查研究成果，有力推动了该区域生物资源调查和研究向系统、综合和集成方向发展。主要创新性成果如下：

（1）采集植物标本19563号，7.2万份，完成标本制作、数字化46848 份，搜集整理并完成数字化秦巴山区历史标本90918份，数据资源总量84GB。

（2）调查完成秦巴山区植物群落样地726个，其中秦岭650个，巴山76个，样地数据涵盖了14个植被型，涉及222个群系（群丛），构建了基于WebGIS的秦巴山区植物群落数据库，初步查清了主要植物群落的空间格局及其分异规律。

（3）完成44种国家级、12种省级珍稀濒危植物，1612种药用植物、284种野生观赏植物以及能源、纤维植物等11类经济植物的标本采集、调查和功能分类统计，并评价了开发利用潜力。

（4）构建了具有数据存储、查询、编辑、对外共享等管理功能的“秦巴山区生物资源数据中心”及其网站，包括秦巴山区植物标本数据库、秦巴山区植物图像库、秦巴山区环境因子库、秦巴山区基础资料文献资源库和秦巴山区植物群落类型及空间分布数据库。

（5）出版《秦岭植物志第二卷（石松类和蕨类植物）》、《秦岭植物志增补：种子植物》、《秦巴山区野生观赏植物》》和《秦岭野生植物图鉴》4部志书和《秦巴山区森林植被对环境变化的响应》专著1部。

（6）培养博士8名，硕士49名，培养从事植物分类、植物群落、经济植物研究的中青年骨干12名。发表国内外学术论文69篇。

研究补充和丰富了秦巴山区关于植物区系、植物分布、植物多样性、植物群落、环境因子等方面的基础数据，为开展生物科学等领域的基础研究提供了系统的数据支撑，从而推动植物资源科学研究、生物科学综合研究纵深发展，推动科学进步。对秦巴山区生物群落和生态保护，区域经济社会可持续发展以及生态文明建设具有积极的贡献。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

1、由于该项目是以植物资源、植物群落、环境因子调查为重点，其主要目标是提供基础调查数据。项目取得的整体成果方面，2015年2月5日，在科技部基础司组织召开的科技基础性工作专项重点项目“秦巴山区生态群落与生物种质资源调查”结题验收会议上，以陈宜瑜院士为组长的专家组给予了积极肯定（相关内容节选）：

“项目通过历时6年的调查、研究，科学数据的系统集成，在植物资源、植物群落、生态因子调查，以及生物资源数管理与共享系统建设等方面，基本完成了项目任务书规定的考核指标：

（1）采集标本19563号、7.2万份，完成标本制作、数字化46848 份，搜集整理秦巴山区历史标本记录。完成了44种国家级、12种省级珍稀濒危植物的拍摄、标本采集和制作。

（2）完成秦巴山区1612种药用植物，284种野生观赏植物，以及能源植物、纤维植物等11类经济植物的标本采集、调查、分类统计，并对分布、现状和利用前景进行了评价。

（3）完成秦巴山区14个植被型，222个群系（群丛）的调查。

（4）完成以“秦巴山区植物资源数据库”、“基础资料文献资源数据库”、“生态因子数据库”、“植物群落类型及空间布局数据库”为一体的“秦巴山区生物资源数据中心”（http://112.124.1.68/qb/portal）及其网站建设，提供数据存储、查询、在线编辑、对外共享等统一的管理功能。

（5）通过项目实施，培养博士8人，硕士49人，以及从事植物分类、植物群落、经济植物研究的中青年骨干12名。

（6）在国内外重要期刊上发表论文79篇，其中SCI收录4篇。出版《秦岭植物志第二卷（石松类和蕨类植物）》、《秦岭植物志增补》、《巴山植物名录》等5部志书和专著1部。

按照数据汇交方案，向国家科技基础平台汇交了符合要求的数据，汇交验收通过。建立的“秦巴山区生物资源数据中心”网站部分开放后，数据库访问量达约12万次，实现了科学数据资源的有效服务和共享”。

2、在秦岭植物资源调查研究工作方面，国内学者认为对生物多样性、植物区系地理分布研究等提供了重要的基础数据和参考资料：

《秦岭植物志增补：种子植物》**得到中国科学院院士吴征镒先生的积极肯定**，他认为“**《秦岭植物志增补》是国内为数不多的地区性植物志再版或增补者之一**，可见陕西省对植物志编研工作的重视和支持，十分可贵。”

“在《秦岭植物志》出版20余年后，陕西省西安植物园和陕西植物研究所诸君经数十次的再调查、采集、鉴定、考订、补充，编撰成《秦岭植物志增补》，**新增6科、增补61属、增400余种植物的科学记载**。值此，秦岭山脉地区的植物达164科、1052属、3839种，植物物种在全国著名山脉中仅次于横断山脉，居第二位，足显秦岭山脉植物多样性的丰富度。”

“特别值得一提的是假牛繁缕科（原属茜草科，后独立成科），现有3种，属欧亚温带型的地中海区至西亚（或中亚）和东南亚间断分布类型，其中1种原分布于中国西南部（川西），**今发现于秦岭南坡，显然向北推进不少，在植物区系地理分布研究上很有意义。”**

3、在秦岭植物群落及森林生物多样性研究方面，获得以下国内外学者积极肯定：

发表在《Forest Ecology and Management》上的论文“Determinism versus chance in canopy gap herbaceous species assemblages in temperate*Abies–Betula* forests”**得到了捷克共和国科学院植物研究所Altman J. 教授的引用和积极肯定**，其认为群落内不同大小林隙下，迁入的草本植物组成存在一定的随机性，其物种组成和分布无法预测，同时认为林隙内的林分更新是物种间相互作用后分化形成的。同时，**美国耶鲁大学Marshall P. 教授**和**德国慕尼黑工业大学Fischer A. 教授**在《BiodiversityConservation》期刊上发表论文，对关注林窗林隙这一干扰过程对于森林天然更新和物种多样性影响的重要性所做的研究工作给予了积极肯定，**意大利雷吉奥卡拉布里亚大学Muscolo A. 教授**等人发表在《Journal of Forestry Research》期刊上的论文对该研究予以肯定，认为积极关注林隙更新模式，对于准确预测林隙成功建植的物种至关重要。在《PLoS ONE》上发表的论文“Regeneration of *Betula albosinensis* in Strip Clearcut and Uncut Forests of the Qinling Mountains in China”**得到了法国农业科学研究院Collet C. 研究员和智力南部大学Donoso P.J.的积极肯定**，对研究中采用四倍计数法对森林林隙更新空间格局的调查方法积极认可。同时，**西北大学赵鹏副教授**在《Tree Genetics & Genomes》、**北京林业大学李俊清教授**在《Forest Systems》和《Journal of Plant Interactions》上发表的论文都积极肯定了该研究工作的重要性并引用相关数据成果。

### 五、代表性论文专著目录(自然奖):

1. 李思锋,黎斌. 2013. 秦岭植物志增补: 种子植物[M]. 北京: 科学出版社

2. 郭晓思,徐养鹏. 2013. 秦岭植物志第二卷石松类和蕨类植物[M].北京: 科学出版社

3. 李思锋,黎斌. 2009. 秦巴山区野生观赏植物[M]. 陕西: 陕西科学技术出版社

4. 蔡靖,刘培亮,杜诚,卢元,姜在民. 2013. 秦岭野生植物图鉴[M]. 北京: 科学出版社

5.白红英. 2014. 秦巴山区森林植被对环境变化的响应[M]. 北京: 科学出版社

6.Qin Xiaowei, Li Gang, Wang Dexiang, Liu Ruiying, Yang Gaihe, Feng Yongzhong, Ren Guangxin. 2011. Determinism versus chance in canopy gap herbaceous species assemblages in temperate Abies-Betula forests. Forest Ecology and Management,2011(262):1138-1145 (IF=2.487)

7. Guo Yaoxin, Li Gang, Hu Youning, Kang Di, Wang Dexiang, Yang Gaihe. 2013.Regeneration of *Betula albosinensis* in Strip Clearcut and Uncut Forests ofthe Qinling Mountains in China.Plos one, 2013(8):e59375 (IF=3.534)

8. 刘培亮,杜诚,卢元,姜在民. 2012. 秦岭植物分布3新记录属[J]. 西北植物学报, 2012(32):1910-1912

### 六、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓 名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 杨改河 | 1 | 教授 | 西北农林科技大学 | 负责整个项目研究计划和方案的制定、审定，并组织实施；负责年度报告、结题验收报告审阅；负责志书的组织编撰及初审；指导博（硕）士的研究计划及学位论文。 |
| 王得祥 | 2 | 教授 | 西北农林科技大学 | 协助项目研究计划和实施方案制定，并组织实施。  完成年度报告、结题验收工作报告、技术报告撰写。  完成秦岭地区植物群落调查，提供“秦巴山区植物群落类型及空间布局数据库”基础数据；培养博硕士研究生，发表论文。 |
| 李思锋 | 3 | 研究员 | 陕西省西安植物园 | 查明秦岭地区有种子植物164科1052属3839种，是目前秦岭种子植物物种数量的最新数据；组织出版志书2部。 |
| 白红英 | 4 | 教授 | 西北大学 | 完成和提供“秦巴山区生态因子及基础文献资料源数据库”基础数据；组织出版《秦巴山区森林植被对环境变化的响应》。培养博硕士研究生，发表论文。 |
| 郭晓思 | 5 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 协助完成秦岭地区植物群落调查；开展植物资源调查，以及标本整理和数字化；组织出版《秦岭植物志第二卷（石松类和蕨类植物）》。 |
| 姜在民 | 6 | 教授 | 西北农林科技大学 | 承担完成秦岭地区植物资源调查、标本采集任务；组织出版《秦岭野生植物图鉴》。 |

### 七、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 1、负责项目组织及总体设计、实施方案制定、学术研讨、项目结题验收。  2、全面完成秦岭山地植物资源调查工作，完成标本制作、数字化46676 份，其中新采集、制作数字化3.77万份；搜集整理秦巴山历史标本90918份；拍摄植物照片40566张。出版《秦岭植物志第二卷石松类和蕨类植物》（第二版）。  3、调查秦岭野生植物145科529属830种，对秦岭山地44种国家级和12种陕西省级野生珍贵植物的分布状况进行了系统调查，明确了分布特点，为保护和利用提供了依据。出版《秦岭野生植物图鉴》。  4、完成秦岭地区650个植物群落样地调查，空间上覆盖了研究区的重点地区，涵盖14个植被型、222群系（或群丛），为用户提供秦巴山区植物群落组成和结构的详细信息。  5、建立“秦巴山区生物资源数据中心”及其网站（http://112.124.1.68/qb/portal），包括秦巴山区野生经济植物种质资源数据库（秦巴山区植物标本数据库、秦巴山区植物图像库）、秦巴山区基础资料文献资源库、秦巴山区环境因子数据库、秦巴山区植物群落类型及空间布局数据库。 |
| 陕西省西安植物园 | 2 | 1、完成秦岭山地野生经济植物种质资源调查工作，引种、收集并保存了大量秦岭地区珍稀濒危保护野生植物种质资源。针对不同功能类型的野生经济植物开展评价研究，出版《秦巴山区野生观赏植物》，为秦巴山区珍稀濒危植物资源保护打下了基础。  2、开展了秦岭地区种子植物物种多样性全面系统的清查工作，获得了秦岭地区种子植物物种编目，系统分析了秦岭地区种子植物区系的性质、特点，出版《秦岭植物志增补：种子植物》，为全面认识秦岭地区种子植物区系提供了科学依据。 |
| 西北大学 | 3 | 1、结合实地考察资料及近50年来的观测数据，建立了“秦巴山区生态因子及基础文献资源数据库”，并实现了网上链接查询，系统提供了秦巴山区植被、气候、土壤、水文等生境因子和社会经济背景资料。  2、基于3S 技术，应用NDVI数据集，对秦巴山区近30年来的植被时空变化进行了研究，揭示了环境变化对该区植被生态系统的影响及其驱动力，出版专著《秦巴山区森林植被对环境变化的响应》。 |

### 八、完成人合作关系情况

| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| **1** | 共同立项、论文合著 | 王得祥/2 | 2007.12 | 2014.12 | 论文6、7，群落数据库，成果（2）、（4）、（6） |
| **2** | 共同立项、共同著作 | 李思锋/3 | 2007.12 | 2014.12 | 论著1、3，标本数据库，成果（1）、（5）、（6） |
| **3** | 共同立项、共同著作 | 白红英/4 | 2007.12 | 2014.12 | 论著5，环境因子数据库，成果（4）、（5）、（6） |
| **4** | 共同立项、共同著作 | 郭晓思/5 | 2008.5 | 2014.12 | 论著2，标本数据库，成果（1）、（4）、（5） |
| **5** | 共同立项、共同著作 | 姜在民/6 | 2008.5 | 2014.12 | 论文论著4、8，标本数据库，成果（1）、（4）、（6） |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）**  该项目成果依托国家科技基础性工作专项“秦巴山区生态群落与生物种质资源调查（2007FY110800）” 取得。杨改河教授总体负责该项目的实施，项目任务中的秦巴山区植物群落类型、空间格局及数据库建立，不同植物群落植物种类区系调查及数据库建立由王得祥等人负责；秦巴山区植物种质资源调查、标本采集、整理及数字化任务由李思锋、郭晓思、姜在民等人负责；土壤、气候、水文等生境因子空间分异及数据库建立任务由白红英等人负责。“秦巴山区生物资源数据中心”及其网站建设任务主要由陈建平实施。项目调查研究过程中，各单位、各任务负责人和骨干成员分工合作，其他成员密切协作，使该项目进展顺利、达到预期目标，并取得丰硕的创新性基础研究成果。 | | | | | |

### 一、项目名称：

设施蔬菜灰霉病发生规律及绿色防控技术研究与示范

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

该项目属于农业科学技术领域。目前陕西省设施蔬菜总规模达270多万亩，产量870多万吨，产值255亿元，面积产量稳居西北地区首位。然而，随着设施蔬菜面积不断增大，灰霉病(*Botrytis cinerea*)发生不断加重。灰霉病为低温高湿病害，以番茄、黄瓜、西葫芦、茄子和芹菜等设施蔬菜发生最为普遍，严重的减产70%以上，甚至毁棚，成为设施蔬菜栽培的主要限制因素。该项目针对设施蔬菜灰霉病发生严重的突出问题，开展了病害发病规律、抗病优质品种和种质资源筛选、生防因子挖掘和新型生物菌剂研发等系统研究，取得以下创新成果：

1. 明确了陕西省设施蔬菜灰霉病的发生规律。

陕西省设施蔬菜灰霉病菌主要以菌丝体或菌核、分生孢子随病残体在土壤中越冬，分生孢子能够在土壤中存活140天。病菌借气流、灌溉水和农事操作等传播。灰霉菌为弱寄生菌，从植物的伤口、衰老器官及枯死组织侵入。开败的花和伤口等是灰霉菌侵入的重要途径。设施蔬菜遇低温、高湿和光照不足的情况下发病重。植株生长衰弱、受冻等，病势明显加重。降低湿度、植株健壮生长、减少菌源量和预防侵染是防控的关键。

2. 制定了番茄灰霉病抗性鉴定技术规范，筛选出一批抗灰霉病的优质番茄新品种和高抗野生资源，该规程已被颁布为陕西省地方标准。

本着技术上先进、实施中可操作性强的原则，结合陕西省番茄品种抗灰霉病鉴定的实际情况，采用室内苗期鉴定和成株期鉴定相结合的方法，总结出一套番茄灰霉病抗性鉴定技术规范（DB61/T 1082-2017）。该技术具有准确度高、可靠性强和稳定性好等特点，适用于番茄生产品种、新育成品种、区域试验品种、亲本及中间材料的灰霉病抗性鉴定和评价，对陕西省抗灰霉病番茄品种的培育和应用具有实际指导意义。该规范已在全省进行推广和应用，为品种合理布局和抗病育种提供了科学依据。

3. 挖掘出针对灰霉病高效的新生防因子，获得多株高效生防菌株；明确了活性因子的生防机理；利用自主知识产权的生防菌剂开发的新型微生物菌肥获得国家肥料临时登记证并在生产上大面积推广，效益显著。

以番茄、黄瓜等设施蔬菜灰霉菌为靶标菌，从不同的生态环境筛选出多株具有高效拮抗效果的生防菌，包括从感染叶霉病的番茄病部分离出的重寄生链霉菌株PR和F46，从根际土壤分离的链霉菌SC11和LMM15，2株具有高效拮抗效果的解淀粉芽孢杆菌TD-7和枯草芽孢杆菌BH-8；同时还发现，来自链霉菌的发酵产物和食品防腐剂ε-聚赖氨酸等新型活性物质对于灰霉病具有优异的抑菌作用和防病效果。

以TD-7菌株开发的微生物菌肥，与西安鼎盛生物化工有限公司合作已获产品登记，登记证号：微生物肥（2016）临字（3419）号，近几年在西安市、宝鸡市等市推广和应用，取得了较好的生态效益和经济效益。

4. 创建了蔬菜灰霉病绿色防控技术体系并大面积示范与推广。

创建了以设施生态调控和提高植株抗病性为主，通过合理密植、膜下灌水和科学通风、去除开败的花、清洁田园、夏季高温焖棚、生物防治、化学防治和带药喷花等防控蔬菜灰霉病的绿色防控技术体系，形成陕西省地方标准（DB61/T 1081-2017）。

项目执行期间，发表论文16篇，其中SCI论文3篇，授权国家发明专利1件，制定陕西省地方标准2项，通过拍摄“番茄灰霉病防治关键技术”视频、中国杨凌农业高新技术产业博览会上进行科技讲座、通过培训班和田间现场讲解等普及蔬菜灰霉病防控技术，培训技术员和种植大户6000多人次。在陕西省西安市、咸阳市、渭南市和宝鸡市等地开展示范推广，推广面积150万亩，与农民自防区相比，示范区灰霉病减轻40%~60%，化学农药减量30%以上，施药次数减少3-5次，每亩挽回产量损失20%，新增效益28.35亿元。设施蔬菜产量和品质显著提高，经济、生态和社会效益显著。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

该项目研究水平达到同类研究的国内领先水平，获得1项授权国家发明专利，制定2个陕西省地方标准和规范，近3年应用面积达到150万亩，培养研究生9名，发表学术论文16篇，项目成果在社会上产生了很大的反响，成为设施蔬菜产业可持续发展的重要保障。

在明确设施蔬菜灰霉病发病规律、番茄品种抗病性的基础上，研制出一套以棚室生态防治为主，根据植株生长状况和天气进行膜下灌水，增温降湿，关键时期用药，以及以预防侵染为主，采用防落素中加入生物源物质ε-聚赖氨酸喷花等关键措施的设施蔬菜灰霉病的绿色防控技术。通过生态防治、生物防治和诱导抗病性等设施蔬菜灰霉病防控关键技术的研究，有效控制蔬菜灰霉病的发生，减少30%化学农药喷洒次数和施用量，达到较好的社会、经济和生态效益。

项目科技成果通过结题验收：有关“设施蔬菜灰霉病绿色防控”的相关成果，得到了科技部、陕西省和杨凌示范区等项目的资助，专家组认真听取了项目工作总结、技术总结和验收自评估报告，审阅了有关资料，经质询、讨论，并进行了现场考察，认为该成果达到了国内领先水平，一致同意通过验收。

2. 国内外对该项目研究成果的引用情况：

该项目执行期间共发表论文16篇，其中SCI论文3篇，中文核心论文13篇，到目前为止他引226次，其中被SCI刊物引用16次、CNKI-CCD刊物引用210次，并被国内外同行专家广泛引用和肯定。

### 五、应用情况

2017-2019年，利用该项目研究成果在陕西省大面积推广，通过以控制棚室温湿度和提高植株抗病性为主的综合控制措施，设施蔬菜灰霉病发生面积逐年下降。三年共挽回蔬菜损失127.5万吨，折合人民币25.5亿元。另外由于生态防控和预防侵染，减少了农药的使用量，累计减少防治57万亩，降低成本2.85亿元，合计效益28.35亿元。

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| 地方标准 | 《设施蔬菜灰霉病绿色防控技术规程》 | 陕西省 | DB61/T 1081-2017 | 2017-07-13 | DB61/T 1081-2017 | 马青，王阳，宗兆锋，赵新贝 | 马青，王阳，宗兆锋，赵新贝 | 有效 |
| 地方标准 | 《番茄灰霉病抗性鉴定技术规范》 | 陕西省 | DB61/T 1082-2017 | 2017-07-13 | DB61/T 1082-2017 | 王阳，马青，宗兆锋，赵新贝 | 王阳，马青，宗兆锋，赵新贝 | 有效 |
| 国家发明专利 | 一种极长链霉菌菌株SL01、请微生物菌剂及其应用 | 中国 | ZL201510094922.8 | 2018-03-09 | 第2839704号 | 王阳，宗兆锋，甘良 | 王阳，宗兆锋，甘良 | 有效 |

### 七、主要完成人情况

| **姓名** | **排名** | **行政/**  **技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 马 青 | 1 | 教授 | 西北农林科技大学 | 项目第一完成人：负责项目总体技术方案设计与组织实施，对主要科学成果内容中1-4项作出创造性贡献，明确了设施蔬菜灰霉病发病规律，开展以生态防控为主的设施蔬菜灰霉病的绿色防控措施的研究和推广，开展了生防菌株和活性成分的筛选及机理研究。 旁证材料：陕西省地方标准2项，论文：马青，王阳，冯婵婧.以生态调控为主的设施番茄灰霉病防治.西北园艺，2016，03:40-41。 |
| 王 阳 | 2 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 项目主要执行人：对项目主要科学成果第2-4项内容作出创造性贡献，主要开展了设施蔬菜灰霉病抗性鉴定，新生防因子的筛选及机理研究，生防菌剂的研发与推广等。旁证材料：陕西省地方标准2项，国家发明专利一件，论文：马青，王阳，冯婵婧.以生态调控为主的设施番茄灰霉病防治.西北园艺，2016，03:40-41。 |
| 雷 虹 | 3 | 研究员 | 陕西省植物保护  工作总站 | 对项目主要科学发现第1项和第4项内容作出贡献，负责项目推广。指导设施蔬菜灰霉病绿色防控技术通过全省相关推广体系在设施蔬菜重要作物上进行示范推广，指导田间科学施药。 |
| 宗兆锋 | 4 | 教授 | 西北农林科技大学 | 对项目主要科学成果第3项内容作出创造性贡献，获得多株可应用于防治设施蔬菜灰霉病的生防菌株并进行了生防机理的研究。国家发明专利一件。 |
| 陈 琳 | 5 | 总经理 | 西安鼎盛生物化工  有限公司 | 项目主要执行人：开展解淀粉芽孢杆菌的登记和应用推广。旁证材料：微生物菌剂肥料临时登记证。 |
| 徐 进 | 6 | 主任/研究员 | 西安市农业技术  推广中心 | 对项目主要科学成果第4项内容作出贡献，负责项目在西安市的推广。 |
| 张渭薇 | 7 | 农艺师 | 合阳县农业技术  推广中心 | 对项目主要科学成果第4项内容作出贡献，负责项目在渭南市的推广。 |
| 杨勤元 | 8 | 高级农艺师 | 宝鸡市陈仓区农业  技术推广中心 | 对项目主要科学成果第4项内容作出贡献，负责项目在宝鸡市的推广。 |
| 张文斌 | 9 | 农艺师 | 咸阳市植物检疫站 | 对项目主要科学成果第4项内容作出贡献，负责项目在咸阳市的推广。 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 开展了设施蔬菜灰霉病发病及流行规律研究及蔬菜灰霉病抗性鉴定，开展了生防菌株和活性成分的筛选及机理研究，在此基础上开展以生态防控为主的设施蔬菜灰霉病的绿色防控措施的研究和推广。并负责新成果的试验示范、理论培训与及其在设施蔬菜重要作物上大面积推广的技术指导。 |
| 陕西省植物保护  工作总站 | 2 | 指导设施蔬菜灰霉病绿色防控技术通过全省相关推广体系在设施蔬菜重要作物上进行示范推广，指导田间科学施药。 |
| 西安鼎盛生物化工  有限公司 | 3 | 协助该项目主持完成单位西北农林科技大学，开展重要候选生防菌剂的中试生产和田间防病效果研究，创制了解淀粉芽孢杆菌等菌肥并登记和示范推广。 |
| 西安市农业技术  推广中心 | 4 | 协助该项目主持完成单位西北农林科技大学，配合陕西省植物保护工作总站在西安市的具体实施，在项目的具体实施过程中提供人员与服务条件支持，协调项目的顺利实施。 |
| 合阳县农业技术  推广中心 | 5 | 协助该项目主持完成单位西北农林科技大学，配合陕西省植物保护工作总站在渭南市的具体实施，在项目的具体实施过程中提供人员与服务条件支持，协调项目的顺利实施。 |
| 宝鸡市陈仓区农业  技术推广中心 | 6 | 协助该项目主持完成单位西北农林科技大学，配合陕西省植物保护工作总站在宝鸡市的具体实施，在项目的具体实施过程中提供人员与服务条件支持，协调项目的顺利实施。 |
| 咸阳市植物检疫站 | 7 | 协助该项目主持完成单位西北农林科技大学，配合陕西省植物保护工作总站在咸阳市的具体实施，在项目的具体实施过程中提供人员与服务条件支持，协调项目的顺利实施。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| **1** | 共同立项 | 王阳/2 | 2012 | 2019 | 国家发明专利1件。共同参加国家公益性行业科研专项 “保护地果蔬灰霉病绿色防控技术研究与示范”、陕西省攻关项目“棚室蔬菜灰霉病关键防控技术”和杨凌示范区农业科技示范推广能力提升项目“设施蔬菜重要病害绿色防控技术集成与示范”、“蔬菜灰霉病绿色防控关键技术示范与推广”、“蔬菜再植病害绿色防控关键技术示范与推广”。 |
| **2** | 示范推广 | 雷 虹/3 | 2012 | 2019 | 指导设施蔬菜灰霉病绿色防控技术通过全省相关推广体系在设施蔬菜重要作物上进行示范推广。 |
| **3** | 共同立项 | 宗兆锋/4 | 2000 | 2019 | 共同参加国家发明专利1件。杨凌示范区农业科技示范推广能力提升项目：“设施蔬菜重要病害绿色防控技术集成与示范”、“蔬菜灰霉病绿色防控关键技术示范与推广”。 |
| **4** | 示范推广 | 陈琳/5 | 2013 | 2019 | 开展重要候选生防菌剂的中试生产和田间防病效果研究，创制了解淀粉芽孢杆菌等菌肥并示范推广。 |
| **5** | 示范推广 | 徐 进/6 | 2015 | 2019 | 示范推广 |
| **6** | 示范推广 | 张渭薇/7 | 2015 | 2019 | 示范推广 |
| **7** | 示范推广 | 杨勤元/8 | 2015 | 2019 | 示范推广 |
| **8** | 示范推广 | 张文斌/9 | 2015 | 2019 | 示范推广 |
| **完成人合作关系说明(限1000字）**  王阳、宗兆锋是项目组成员，协助主持人开展设施蔬菜灰霉病流行规律、蔬菜灰霉病抗性鉴定，开展生防菌株和活性成分的筛选及生防机理研究，在此基础上开展以生态防控为主的设施蔬菜灰霉病的绿色防控措施的研究和推广。并负责新成果的试验示范、理论培训及其在设施蔬菜重要作物上大面积推广的技术指导，发表了相关论文，获批了一件国家发明专利。  雷虹负责将该项目研究成果通过全省相关推广体系在设施蔬菜重要作物上进行示范推广，并指导田间科学施药。开展设施蔬菜灰霉病产量损失估计方法研究等。  陈琳协助主持人开展重要候选生防菌剂的中试生产和田间防病效果研究，创制了解淀粉芽孢杆菌等菌肥并登记和示范推广。  徐进、张渭薇、杨勤元、张文斌分别负责设施蔬菜灰霉病绿色防控技术体系在西安市、渭南市、宝鸡市和咸阳市的示范与推广。 | | | | | |

### 一、项目名称：

小麦黄化矮缩类病害的致病机理及综合防控技术研究与应用

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

我国是世界小麦第一生产大国，种植面积和产量均占世界的一半。然而，小麦黄化、矮缩类病害常年发生在西北及黄河流域等地区，被称为“小麦癌症”、“黄色瘟疫”。1987年病害大流行仅陕西损失小麦8.51万吨，1999年发病450万亩，小麦减产30%以上。由于对该病害病原种类、流行规律、致病机理认知不清，生产上缺乏抗病品种和防治药剂。针对以上问题，项目组与中国农科院植保所等单位开展联合攻关，取得如下创新性研究成果：

1. 明确了小麦黄化矮缩类病害的病原种类、群体结构和遗传多样性；鉴定了我国矮缩病病原是小麦矮缩病毒（WDV）；完成了我国首个WBD植原体全基因组序列分析，以及BYDV-GAV、GPV、PAV、WDV基因组分析；依据病原核心基因序列，建立了一次同时检测4种病原的多重PCR（mPCR）检测方法，用该方法长期实时监测西北及黄河流域麦区病害流行动态；建立了黄矮病预测模型，预测病害流行强度，将预测信息提供给主管部门及时发布信息指导生产统防统治，对小麦黄化矮缩类病害的防治发挥了巨大作用。
2. 探明了小麦黄化矮缩类病害的致病机理。发现了黄矮病毒感染后病毒来源的干扰小RNA（VsiRNA）抑制了水杨酸（SA）的合成，从而抑制了下游抗病通路基因表达促进了病毒的快速侵染；黄矮病毒侵染寄主后阻止叶绿素结合蛋白（Chla）合成导致叶片黄化；黄矮病毒运动蛋白（MP）与小麦赤霉素受体蛋白DELLA互作，抑制寄主GA途径导致小麦植株矮缩发病。从小麦蓝矮WBD植原体基因组中鉴定了效应蛋白SWP1是引起蓝矮病的矮化致病因子，SWP1通过与小麦BRC1互作引起植株矮化丛枝。鉴定出的病原致病基因为防治药剂研制提供了新靶标。
3. 解析了小麦黄化矮缩类病害的昆虫传播机制。发现了健康小麦比感染黄矮病毒GAV的发病小麦更吸引蚜虫取食的现象，黄矮病毒借助寄主分泌己烯醛吸引蚜虫取食，病毒感染寄主后再降低己烯醛合成以迫使蚜虫离开病株迁飞到健康小麦进行传毒，解析了BYDV-GAV利用蚜虫扩散的“过河拆桥”传毒策略。从麦二叉蚜和禾谷缢管蚜介体分离鉴定出传毒识别蛋白GroEL、P50参与黄矮病毒在蚜虫介体内的循回途径，揭示了麦蚜膜蛋白与GAV互作是介体传播病毒的根本原因。明确了异沙叶蝉是WBD的专化性传播介体，通过对WBD植原体膜蛋白Imp抗体标记，解析了叶蝉循回传播WBD植原体的途径，植原体经叶蝉口针—中肠/后肠—唾液腺，病原进入植物引起发病。发现了病原膜蛋白Imp通过与微丝蛋白（α-Tubulin）和细胞分裂周期蛋白（Cdc42）互作控制植原体在唾液腺中的繁殖与介体传播专化性，揭示了叶蝉传播的分子机制。
4. 筛选出高抗黄矮病的华山新麦草和6个小麦-华山新麦草易位系等抗抗病种质资源，以该资源培育出抗黄矮病新品种4个，通过了省级审定，累计推广1930.8万亩，增产小麦38416万公斤。制定了《我国小麦黄矮品种抗病性的评价技术体系》农业部行业标准，规范了全国抗病性鉴定方法。针对新发现的BYDV病毒沉默抑制子P6和复制酶靶标蛋白，创制了绿色防控药剂甾烯醇微乳剂和云芝糖肽水剂，甾烯醇微乳剂获批农业部新农药登记，结束了此类病害无药可治的局面。应用面积每年超过2000万亩，取得了巨大经济效益和社会效益。组装整合了小麦黄化矮缩病害综合防控技术体系，示范推广到陕、甘、晋、豫等省病害流行区。

该项目研究成果，近三年累计推广应用3970余万亩，有效控制了该类病害在我国的大范围暴发流行，累计挽回经济损失22.6亿元，同时提升了我国在该病害理论研究和防控技术水平的国际地位。项目完成期间，出版著作3部，获得授权国家发明专利11件，农业行业标准1件，企业标准2件，发表学术论文162篇，其中SCI源刊物86篇、国家一级学会刊物21篇，培养研究生30余人。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

2020年4月1日，中国农学会组织专家对该项目进行了科技成果评价，评价委员会认为：

该项目针对小麦黄化矮缩类病害危害严重、防治困难的问题，从病原鉴定与监测、病害流行规律、病毒致病与昆虫传毒机制、抗病种质资源挖掘与抗病育种、防治药物创制与防治规程制度等方面进行了系统深入的研究，取得了重要的研究成果，特色鲜明，总体达到同类研究国际领先水平。

1．明确了小麦黄化矮缩类病害的病原种类、群体结构和遗传多样性，建立了该类病害病原多重PCR检测方法；通过多年监测，建立了适合西北及黄河流域麦区病害流行动态的预测预报模型，为指导病害防治提供了技术支撑。

2．明确了小麦黄化矮缩病原的致病基因，揭示了寄主的互作靶标蛋白，解析了病害症状形成机制，阐明了小麦黄化、矮缩类病害的致病机理和昆虫介体传毒机制，为病害防治提供了理论依据。

3．发现了高抗黄矮病的华山新麦草和6个小麦-华山新麦草易位系，合作选育了晋麦90号等4个小麦抗病新品种；针对新发现的BYDV P6靶标，创制了绿色防控药剂甾烯醇微乳剂；集成创建了小麦黄化矮缩病害绿色防控技术体系，在生产上大面积应用，取得了显著的经济社会效益。

### 五、应用情况

小麦黄化矮缩类病害是我国麦区的主要常发病害，尤其在陕西、甘肃、河南、宁夏、山西等中西部欠发达地区，这里生态条件复杂、农业基础脆弱，病害极易暴发流行成灾，大面积减产甚至绝收易造成社会问题。项目组长期扎根基层，推广“种植抗病品种、带药播种（秋播拌种）、治蚜防病、春季打点保面”为核心的全程防控体系，2016-2018年，推广3970万亩，挽回产量损失及节约用药防治成本等22.6亿元，取得了明显的生态和社会效益。应用以来有效控制该类病害在我国未大范围暴发流行。

另外，项目研发的甾烯醇制剂，带动企业建成了年产500吨生物源农药甾烯醇制剂生产线和60吨甾烯醇母药生产线，成为小麦黄化矮缩类病害绿色防控的主打药物，在小麦病害防控方面销售额为5949.7万元。

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权**  **日期** | **证书**  **编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| 发明专利 | 小麦黄矮病毒的多重PCR检测方法 | 中国 | ZL201010267645.3 | 2010-08-31 | 865617 | 西北农林科技大学 | 吴云锋  杨 洋 | 有效 |
| 发明专利 | 小麦黄矮病毒的多重PCR检测的引物组和试剂盒 | 中国 | ZL201010267642.X | 2010-08-31 | 865967 | 西北农林科技大学 | 吴云锋 | 有效 |
| 发明专利 | 小麦矮缩病毒的快速可视化检测方法 | 中国 | ZL201310471143.6 | 2013-10-10 | 1877488 | 西北农林科技大学 | 郝兴安  赵 磊  王乔春  吴云锋 | 有效 |
| 发明专利 | 大麦黄矮病毒的特异性引物、探针制备及快速检测方法 | 中国 | ZL200510011977.4 | 2006-10-25 | 290014 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 刘 艳  王锡锋  周广和  李 莉 | 有效 |
| 发明专利 | 大麦黄矮病毒介体蚜虫体内与传毒有关蛋白基因及其应用 | 中国 | ZL2005100661151 | 2008-01-09 | 360237 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 王锡锋  李 莉  周广和  刘 艳 | 有效 |
| 发明专利 | 一种植物源抗病毒剂，其制备方法和应用 | 中国 | ZL201210312351.7 | 2012-08-29 | 1437465 | 陕西上格之路生物科学有限公司 | 吴云锋 | 有效 |
| 发明专利 | 一种胡萝卜苷化合物作为抗病毒剂的应用 | 中国 | ZL201310463181.7 | 2013-10-08 | 1541694 | 陕西上格之路生物科学有限公司 | 吴云锋  赵 磊 | 有效 |
| 发明专利 | 一种含有胡萝卜苷与谷甾醇的抗病毒组合物及抗病毒应用 | 中国 | ZL201310488412.X | 2013-10-18 | 1660434 | 陕西上格之路生物科学有限公司 | 吴云锋  赵 磊 | 有效 |
| 发明专利 | 一种含云芝多糖的抗病毒剂及其制备方法 | 中国 | ZL201210108919.3 | 2013-10-09 | 1283547 | 西北农林科技大学 | 安德荣  牛小义 | 有效 |
| 实用新型专利 | 一种特定波长诱虫粘板 | 中国 | ZL201020136219.1 | 2010-11-03 | 1579105 | 西北农林科技大学 | 安德荣 | 有效 |

### 七、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓 名** | **排名** | **行政/技术**  **职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 吴云锋 | 1 | 教授、博导 | 西北农林科技大学 | 病样采集与鉴定、病原基因组学分析、昆虫传毒机制、抗病资源筛选、品种抗病性鉴定、防治药剂研制 |
| 王锡锋 | 2 | 研究员、博导 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 病原鉴定与品种抗病性鉴定、病原基因组学分析、昆虫传毒机制、抗病资源筛选 |
| 赵 磊 | 3 | 副教授、硕导 | 西北农林科技大学 | 检测方法研发、致病机理研究与防治药剂研制 |
| 郝兴安 | 4 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 病害流行监测与预测模型研发、品种抗病性鉴定与审定 |
| 曹亚萍 | 5 | 研究员 | 山西省农业科学院小麦研究所 | 小麦抗黄矮病杂交育种与抗性鉴定 |
| 史静妮 | 6 | 农艺师 | 陕西省植物保护工作总站 | 绿色防控技术规范制定、田间防治与技术示范、技术培训 |
| 刘 艳 | 7 | 研究员 | 中国农业科学院植物保护研究所 | 病原鉴定与品种抗病性鉴定 |
| 吴 宽 | 8 | 讲师 | 杨凌职业技术学院 | 防治药剂防治示范、 |
| 安德荣 | 9 | 教授、博导 | 西北农林科技大学 | 品种抗病性鉴定、防治药剂研制 |
| 相建业 | 10 | 副研究员 | 西北农林科技大学 | 小麦育种与抗性鉴定 |
| 乌小瑜 | 11 | 登记主管 | 陕西上格之路生物科学有限公司 | 抗病毒药物登记 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 病害流行监测与预测模型研发、病样采集与鉴定、检测方法研发、病原基因组学分析、昆虫传毒机制、抗病资源筛选、品种抗病性鉴定、防治药剂研制 |
| 中国农业科学院植物保护研究所 | 2 | 病样采集与病原鉴定、检测方法研发、病原基因组学测序与分析、品种抗病性鉴定与昆虫传毒机理等 |
| 陕西省植物保护工作总站 | 3 | 田间病害调查、绿色防控技术规范制定、防控技术应用示范、技术培训 |
| 山西省农业科学院小麦研究所 | 4 | 抗病品种培育、抗病性鉴定与品种审定 |
| 陕西上格之路生物科学有限公司 | 5 | 防治药剂的登记、标准制定、原药生产工艺优化、药剂生产工艺优化与产品检验、田间示范推广 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| **1** | 共同知识产权 | 王锡锋/2 | 1999-05-10 | 2018-04-30 | 论文 |
| **2** | 共同知识产权 | 赵 磊/3 | 2010-09-04 | 2018-04-30 | 论文，专利 |
| **3** | 共同知识产权 | 郝兴安/4 | 2005-09-10 | 2018-04-30 | 论文，专利 |
| **4** | 共同研究 | 曹亚萍/5 | 2008-09-10 | 2018-04-30 | 品种 |
| **5** | 共同研究 | 史静妮/6 | 2016-09-10 | 2018-04-30 | 推广应用 |
| **6** | 共同知识产权 | 刘 艳/7 | 2008-09-10 | 2018-04-30 | 论文 |
| **7** | 共同知识产权 | 吴 宽/8 | 2016-09-10 | 2018-04-30 | 论文 |
| **8** | 共同知识产权 | 安德荣/9 | 1999-09-10 | 2018-04-30 | 论文 |
| **9** | 共同研究 | 相建业/10 | 2008-09-10 | 2018-04-30 | 推广应用 |
| **10** | 共同研究 | 乌小瑜/11 | 2011-09-10 | 2018-04-30 | 药物登记 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）**  王锡锋研究员，是共同立项设计和论文合著者。赵磊、郝兴安、安德荣、相建业、吴宽是课题组成员和论文合著者。协助完成了小麦黄化矮缩类病害的流行监测、预测模型研发、样品采集与病原鉴定、基因组学分析、病原检测技术、致病机理研究、昆虫传毒机理和防治药剂研制等工作，发表了相关论文，获得了授权专利。曹亚萍是共同研究者，将课题组筛选的抗黄矮病资源杂交培育成优良抗病品种。史静妮与第一完成人合作完成了小麦黄化矮缩类病害的病害调查诊断、绿色防控技术方案的制定、技术培训、示范推广等工作。乌小瑜与第一完成人合作完成了甾烯醇药物的新药登记、标准制定、制剂生产工艺优化与质量检测等工作。 | | | | | |

### 一、项目名称：

猕猴桃溃疡病绿色防控技术创新与应用

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

该项目属于农业科学植物保护学科领域。

中国猕猴桃生产占世界一半以上，陕西长期稳居全国第一。猕猴桃鲜果、花粉、种苗等产业链年产值超100亿元，成为区域经济发展和农民脱贫致富的重要支柱产业。然而，猕猴桃细菌性溃疡病因流行频繁、防控难，经济损失巨大，一直是全球猕猴桃安全生产的头号大敌。我国于1985年首次报道以来，新老栽培区甚至野生资源分布区普遍受害严重，老幼树、雌雄株的地上部均感病，叶斑、花腐、树干流脓致枯枝死树。死树毁园导致果园重建率达50%，减产绝收的损失和果园重建的再投入累计超过鲜果产值的30%。由于对病害流行成灾的根本原因缺乏系统深入的认识，生产上缺乏高效防控技术，果农只能采取春季树干大量流脓时的溃疡高发期频繁喷涂各种农药、或刮皮涂药治疗、或剪除枯枝砍去死树，待根孽苗萌生后再嫁接的被动的治疗方法，防治投入的人力物力财力等成本极大，一直是生产上久治不愈的顽疾和猕猴桃产业健康持久发展的重大限制因素。

针对上述重大生产难题，通过分析查找病害防控难的技术性瓶颈及其内在的科学问题，在多个省部级科研项目的资助下，由西北农林科技大学、陕西省农村科技开发中心等多家单位历经十余年联合攻关，取得了如下创新成果。

1. **阐明了陕西省病原菌为全球广泛分布的Psa-3，尚未发现国外报道的其它生物型；发现田间群体毒性结构复杂；揭示了Ⅲ型分泌系统效应蛋白是重要毒性因子，为猕猴桃果品及繁殖材料进出口检疫检验、抗病育种和防治技术研发提供了重要科学依据。①**通过多年系统采样和分离鉴定，阐明*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*生物型3（Psa-3）是引起陕西省猕猴桃枝干溃疡、花腐和叶斑的优势类群，尚未发现国外报道的其它生物型。**②**连续多年累计从6个县区采集标样上千份，首次系统评价了田间菌株群体的致病力，发现田间群体毒性结构复杂，但致病力差异显著的菌株的分布及比例不受地理来源、品种、危害部位的影响。**③**比较基因组和外泌蛋白组分析及基因功能研究发现，Ⅲ型分泌的7种效应蛋白是致病关键毒性因子，率先发现了Ⅵ型分泌系统参与致病的证据。

**2. 明确了病害在树体不同器官致害的田间周年消长动态及其影响流行的关键因子，揭示了强致病力菌株侵染树干、叶片和根系的时空规律，为防控策略制定和技术研发找出了重要突破口。①**连续多年多点田间系统监测发现，果园多年生枝干连年带菌发病，不同器官发病高峰期更迭交替，找出了全年防控病害的敏感时期和薄弱环节。**②**发现寄主抗性水平差异显著，而11-2月日均温低于0℃的天数是影响流行的关键气象因子。**③**发现病菌能够在土壤中存活2-9周，揭示了病菌可从嫁接口等伤口及气孔、皮孔等自然孔口入侵枝干、叶片和根系，并在国际上首次报道了病菌在枝干皮层、韧皮部、木质部及叶柄果梗、叶脉中远距离传导的途径和时空规律，找出了防控关键部位。

**3. 评价筛选了猕猴桃抗病资源并选育出抗病砧木和品种，发明了繁殖材料带菌检测技术，建立了田间病害流行预警技术，开发了微生物菌剂，研发了“两前两后”精准施药防控技术，破解了技术瓶颈，攻克了溃疡病防控的世界性难题。①**建立了快速稳定的猕猴桃抗病性评价体系，筛选出抗病品种和材料10余个，选育出抗病砧木和品种各2个。**②**建立了灵敏性高、特异性强的PCR和LAMP可视化带菌检测技术，制定了陕西省和杨凌示范区地方标准各1件。建立了带菌预警及消毒处理技术和基于温度、雨水的病害流行预测模型，精准指导防控。**③**挖掘出抑菌及田间防效好的生防链霉菌3株，开发出与地衣芽孢杆菌等复合的微生物菌剂、菌肥新产品2个及应用技术。**④**从大量市售和中试农药产品中筛选出了抑菌、防病效果好的药剂，盆栽试验防病效果高达90%以上。研发出田间“花前花后”全树喷药防控花腐和叶斑、“采果后至落叶前”药液喷淋/涂刷树干2次防控翌年枝干溃疡的“两前两后”关键时期施药防控技术，田间防效超过75%。

**4. 制定了“地上地下统抓、树表树内精防、病前病后细管、减肥减药增效”的防控策略，创建了“清园净树、监测预警、固本保健、药肥诱抗、消毒除菌、时精位准”的安全高效防控技术体系并进行了示范应用和推广，有效遏制了溃疡病流行蔓延，保障了猕猴桃产业健康持续发展。①**基于新发现和新技术，制定了“地上地下统抓、树表树内精防、病前病后细管、减肥减药增效”的防控策略。**②**创建了一套理论依据充分、安全高效、简单易行的病害防控技术体系。**清园净树、监测预警：**以减少越冬菌源、阻断病菌传播和侵染为目的，以检测、预警、消毒处理为核心技术；**固本保健、药肥诱抗：**以利用植物抗病性和免疫力为目的，以利用抗病砧木和品种、微生物菌剂和菌肥为核心技术，辅以种植绿肥、增施有机肥和农家粪肥、合理负载、免疫诱抗的栽培管理技术；**消毒除菌、时精位准：**以减少病菌侵染及其在树体内扩展传导为目的，以“两前两后”精准施药关键技术为核心，辅以剪锯口和农具表面消毒处理。该技术体系综合防效达到85%以上，示范园主干发病率控制在3%以下，达到了安全高效防病的目的。**③**依托行业学会、协会、联盟等社会团体，建立了互联互通、交叉协作的立体化技术推广网络以及线上与线下相结合、试验示范与技术培训相结合的技术推广体系，以网络直播等新媒体信息技术为核心，广泛地进行病害防控技术体系的推广与应用。

项目实施期间以陕西为中心，辐射带动项目技术在全国猕猴桃产区广泛应用，取得了良好的示范效果和辐射带动引领作用，累计示范推广251万亩。近三年累计示范推广185万亩，挽回产量 36.88万吨，增收节支15.21亿元，培训技术人员和果农10余万人次。技术的广泛推广和应用，有效遏制了猕猴桃溃疡病在我省及全国产区的流行蔓延，提振了种植户的信心，保障了猕猴桃产业健康持续发展，特别是对于“老边少”三区的产业脱贫攻坚做出了突出贡献，取得了显著的经济、社会和生态效益。项目选育抗病砧木和品种各2个，获国家植物新品种权证书2个，获肥料登记证2个，生物菌剂新产品1个，生物菌肥新产品1个，发表论文52篇，出版科普书籍2本，培养研究生20余名。

### 四、客观评价：

**1. 第三方评价认为成果整体达到国际同类研究领先水平**

① 2020年，由陈剑平院士、宋宝安院士、李天来院士、周雪平研究员、张友军研究员、周常勇研究员、刘勇研究员、戴建昌研究员和陈志杰研究员组成的成果评价委员会一致认为：“猕猴桃溃疡病绿色防控技术创新与应用”成果创新性强、应用面广，为我国猕猴桃产业的可持续发展提供了有效技术支撑，整体达到国际同类研究领先水平。

③ 2019年，由华中农业大学谢甲涛教授、宝鸡市植保站白应文站长等组成的现场考察专家组对猕猴桃溃疡病绿色防控效果进行了现场评价，示范园减少化学农药使用3-5次/年，溃疡病主干病死株率控制在5%以下，示范效果明显，值得进一步在全国猕猴桃产区推广和应用。

**2. 查新显示项目成果具有多个原始创新性**

教育部科技查新工作站查新认为：该项目阐明的陕西猕猴桃溃疡病的病菌种类及其群体组成，揭示的病菌侵染过程、致病机理及其病害周年发生动态，研发的病菌检测多重PCR技术、“两前两后”精准时期施药防病技术以及抗病性利用等技术，创建的“清园净树、监测预警、固本保健、药肥诱抗、消毒除菌、时精位准”的防控新体系，除项目组报道的文献外，在所查国内外文献中均未见相同报道，具有原始创新性。

**3. 项目成果为国家政府部门的科学决策提供理论和技术支撑**

以“两前两后”关键时期施药为核心的猕猴桃溃疡病高效防控技术体系被全国农业技术推广服务中心作为全国猕猴桃溃疡病防控方案在陕西、四川、贵州等猕猴桃主产区进行示范推广。

**4. 项目相关成果受到国内外同行的广泛认可和高度评价**

项目组成员先后受邀在全国猕猴桃研讨会、全国猕猴桃产业技术培训会、中国猕猴桃高层论坛、全国果树病虫害防治技术交流会等重要会议进行大会报告20余次。2019年，中国园艺学会猕猴桃分会主办的以“猕猴桃溃疡病绿色防控为主题”的“第五届全国猕猴桃产业技术培训会”依托西北农林科技大学举办，吸引了来自全国10个省份、39个政府部门和企业单位的猕猴桃产业从业人员参加。团队主要研究结果被国内外刊物引用459次。

**5．核心成果被国家知识产权及技术部门认定**

研发新产品并转化应用，获肥料登记证2个（微生物肥（2016）临字（3549）号；微生物肥（2016）临字（3358）号），配合项目核心技术开发新产品2个（枫丹百丽微生物菌肥和加威尔海藻生物刺激素菌剂）。

**6．新闻媒体对项目技术进行了大量报道**

2018年，为提高果农猕猴桃溃疡病的防控技能，湖南省凤凰县扶贫办组织猕猴桃种植大户及部分农技人员、合作社负责人专程来西北农林科技大学学习猕猴桃溃疡病综合防控技术。湖南省扶贫专题网、凤凰网等对该活动进行了“凤凰猕猴桃种植大户西安‘取经’”的专题报道。此外，西安市人民政府、临渭区人民政府、陕西省教育厅、陕西日报、中国猕猴桃网、今日头条、中国农科新闻网等众多媒体对项目研发的核心技术示范效果及推广应用情况进行了宣传报道。

**7. 项目成果相关技术获得3项省部级科技奖励**

“眉县猕猴桃溃疡病综合防控技术示范与推广”获2014年宝鸡市政府农业技术推广成果二等奖；“陕西猕猴桃溃疡病综合防控技术研究、示范与推广”获2015年中华农业科技奖；“猕猴桃病虫害无公害综合防治技术研究与示范”获2016年西安市科学技术奖励一等奖。

**8. 相关技术和产品受到用户好评**

陕西省眉县猕猴桃种植大户朱永红评价项目新技术：“我种植猕猴桃有20多年了，过去溃疡病泛滥，经过西农大黄老师和眉县果业中心专家在这里做示范，病情逐年好转，现在溃疡病在这个园区已经找不到了”。新西兰佳沛集团Sheila总经理评价新品种：“璞玉、金玉2号”猕猴桃新品种优势明显，为猕猴桃产业发展提供了新的品种支撑。陕西周至县猕猴桃种植户张小亮评价新产品：“我家果园常发溃疡病和花腐病，使用枫丹百丽菌肥后，猕猴桃树不仅树势好而且挂果量大，再配合使用加威尔喷雾，溃疡病现在已经得到了有效控制。”

### 五、应用情况

项目研发的“两前两后”关键时期精准施药技术已经被全国农业技术推广服务中心采纳并在全国主要猕猴桃产区示范推广应用。同时，依托中国植物保护学会园艺分会、中国园艺学会猕猴桃分会、国家猕猴桃科技创新联盟、陕西省猕猴桃产业技术体系等社会团体，基于政府部门如植保站、果业中心，科研院所及试验站，农资企业及其零售服务网点，广泛地进行病害防控技术体系的推广与应用。

项目以陕西为中心，辐射带动技术在河南、贵州、云南等猕猴桃产区广泛应用，效果良好。2012年以来，累计应用面积251万亩，挽回猕猴桃产量损失共计51.26万吨，总增收节支20.99亿元；其中近3年累计应用面积185万亩，挽回猕猴桃产量损失共计36.88万吨，总增收节支15.21亿元。公司研发的新产品近3年新增销售额2612.6万元，净利润313.5万元。经济、社会和生态效益显著。

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权**  **日期** | **证书**  **编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 植物新品种权 | 璞玉 | 中国 | CNA20151824.1 | 2017.5.1 | 第20178942号 | 陕西省农村科技开发中心 | 雷玉山  王西锐  李永武  井赵斌  李 亮  徐 明  刘运松 | 有效 |
| 植物新品种权 | 金玉2号 | 中国 | CNA20141592.2 | 2017.5.1 | 第20178934号 | 陕西省农村科技开发中心，陕西佰瑞猕猴桃研究院有限公司 | 雷玉山  李 亮  王西锐  李永武  井赵斌  刘运松  徐 明 | 有效 |
| 肥料 | 微生物菌剂 | 中国 | 微生物肥（2016）临字（3358）号 | 2017.7.3 | 微生物肥（2016）临字（3358）号 | 陕西枫丹百丽生物科技有限公司 |  |  |
| 肥料 | 微生物菌剂 | 中国 | 微生物肥（2016）临字（3549）号 | 2017.7.12 | 微生物肥（2016）临字（3549）号 | 陕西枫丹百丽生物科技有限公司 |  |  |

### 七、主要完成人情况

| **姓 名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 黄丽丽 | 1 | 教授 | 西北农林科技大学 | 负责项目总体设计，制定研究方案，组织实施项目计划。主要贡献体现在创新点1、2、3、4。 |
| 高小宁 | 2 | 副教授 | 广东省生物工程研究所（广州甘蔗糖业研究所）/西北农林科技大学 | 参与制定项目研究方法和实施计划。主要贡献体现在创新点1、2、3、4。 |
| 秦虎强 | 3 | 副研究员 | 西北农林科技大学 | 参与制定项目研究方法和实施计划。主要贡献体现在创新点1、2、3、4。 |
| 索江涛 | 4 | 科长/助理研究员 | 陕西省农村科技开发中心 | 主要开展了抗病砧木和新品种的选育，技术试验示范和应用推广。主要贡献体现在创新点3、4。 |
| 王亚红 | 5 | 科长/高级农艺师 | 陕西省植物保护工作总站 | 组织开展了试验示范、技术指导和应用推广。主要贡献体现在创新点3、4。 |
| 赵英杰 | 6 | 副主任/高级农艺师 | 眉县果业技术推广服务中心 | 协助制定田间试验示范方案，开展了试验示范、技术培训和推广。主要贡献体现在创新点3、4。 |
| 刘 巍 | 7 | 讲师 | 西北农林科技大学 | 参与了病害关键防控技术研究，开展了技术培训与推广工作。主要贡献体现在创新点3、4。 |
| 金平涛 | 8 | 副站长/高级农艺师 | 周至县植保植检站 | 协助开展了试验示范、技术培训和推广。主要贡献体现在创新点3、4。 |
| 徐 明 | 9 | 助理研究员 | 陕西省农村科技开发中心 | 协助开展了抗病砧木和新品种的选育，试验示范和应用推广。主要贡献体现在创新点3、4。 |
| 冯 浩 | 10 | 教授 | 西北农林科技大学 | 参与田间示范、技术服务指导等。主要贡献体现在创新点4。 |
| 李建明 | 11 | 农艺师 | 眉县农业技术推广服务中心 | 协助开展了田间示范、技术培训和推广。主要贡献体现在创新点4。 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 在研发条件、实践基地、成果鉴定、推广和应用过程中，发挥了重要的组织协调、管理和落实作用，保证了项目任务顺利实施。主要支持项目组开展了病原菌类群及致病性鉴定、病害早期诊断、侵染与扩张传导过程、田间发生动态及规律、安全高效药剂筛选和研发、防控关键技术及其配套技术研发。组织实施了综合防控技术体系在陕西省的示范应用和推广，并在全国开展了技术培训，效果显著。 |
| 陕西省农村科技开发中心 | 2 | 在研发条件和试验基地建设方面给予了全方位支持，并在成果推广和应用过程中发挥了重要的组织协调作用。主要支持开展了猕猴桃溃疡病发生规律、抗病资源筛选及抗病品种选育等研发工作；组织实施了猕猴桃溃疡病安全高效防控关键技术的示范和推广应用。 |
| 陕西省植物保护工作总站 | 3 | 在成果的推广和应用过程中发挥了重要的组织协调和落实作用。制定防控技术试验示范方案，在陕西省猕猴桃产区建立猕猴桃高效防控示范区，并开展技术示范、培训及推广工作，确保了项目的顺利实施。 |
| 陕西枫丹百丽生物科技有限公司 | 4 | 研发了可用于猕猴桃果园的微生物菌剂和菌肥新产品及其配套应用技术，通过建立示范园、召开观摩会等渠道，在猕猴桃溃疡病区开展技术推广和应用。 |
| 眉县果业技术推广服务中心 | 5 | 通过制定防控技术试验示范方案，依托现代农业示范园、专业合作社等新型生产主体，在眉县建立防控技术示范区，示范推广关键防控技术，并开展技术培训、指导和推广。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 共同立项 | 黄丽丽/1  高小宁/2  秦虎强/3  索江涛/4  刘 巍/7  徐 明/9  冯 浩/10  李建明/11 | 2009 | 2019 | 1. 国家国际科技合作专项“猕猴桃溃疡病防治及抗病育种技术合作研究”  2. 农业科技创新项目“猕猴桃细菌性溃疡病发生规律和防治研究”  3. 陕西省重点研发计划“生物农药在特色经济作物产业上的应用技术集成与示范推广”  4. 西北农林科技大学基本科研业务费“猕猴桃抗溃疡病的分子机理研究” |
| 2 | 论文合著 | 黄丽丽/1  高小宁/2  秦虎强/3  王亚红/5  金平涛/8  李建明/11 | 2009 | 2019 | 1. 陕西猕猴桃细菌性溃疡病田间发生动态和规律  2. 周至县猕猴桃病虫害绿色防控工作进展及建议 |
| 3 | 共同获奖 | 黄丽丽/1  赵英杰/6  李建明/11 | 2009 | 2019 | 1. 陕西省农业技术推广成果一等奖“陕西省猕猴桃标准化生产关键技术集成与推广” |
| **完成人合作关系说明(限1000字）**  黄丽丽负责项目总体设计、实施方案制定及任务分工落实。高小宁、秦虎强、索江涛、王亚红、赵英杰、刘巍、金平涛、徐明、冯浩和李建明以分工协作方式开展基础理论研究和技术研发、试验示范及推广应用工作。  黄丽丽与高小宁、秦虎强、索江涛、刘巍、徐明、冯浩和李建明通过合作立项，围绕病原菌类群及致病过程和机理、病害发生动态、抗病资源筛选和抗病品种选育、防控关键技术研发等开展合作研究，并开展了猕猴桃溃疡病高效防控技术的示范应用和技术推广工作。  黄丽丽与王亚红、赵英杰、金平涛、李建明合作开展了猕猴桃溃疡病调查、防治技术研究、病害高效防控综合技术体系创建，以及以陕西为中心的猕猴桃溃疡病防控技术的田间试验示范、技术推广和服务工作。  黄丽丽等与陕西枫丹百丽生物科技有限公司合作开发了微生物菌剂和菌肥产品，并参与该产品的试验和示范推广工作。 | | | | | |

### 一、项目名称：

蔬菜粉虱类虫害监测预报及综合防控技术研究与应用

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

1、研究背景

陕西省现有蔬菜种植面积800多万亩，总产1800万吨，产值180亿元，大约占到全市农业总产值的22%左右。蔬菜产业已成为我省继畜牧业、果业之后的又一大优势产业，也成为全省农业和农村经济增长的新亮点、农民增收的新财源。近年来，蔬菜产业发展过程中出现了很多严重制约生产发展的瓶颈问题，例如，蔬菜绿色标准化生产、蔬菜病虫害预测预报、蔬菜抗病虫育苗、蔬菜病虫害绿色防控技术等方面研究及集成配套技术应用工作没有及时开展起来，这将严重影响我市蔬菜产业的健康可持续发展。

近年来，粉虱类害虫在陕西省蔬菜作物为害特点：蔬菜作物普遍发生，越冬虫源量大；发生代数多，常年多种虫态并存，具有明显的世代重叠现象；不同管理水平的蔬菜田块，受害程度差异较大；粉虱类害虫对常用农药的抗药性增加，防治难度大，而且有不定期爆发蔓延的趋势。

“蔬菜粉虱类虫害监测预报及综合防控技术研究与应用”项目，是为了解决蔬菜产业目前存在的粉虱类虫害频繁发生危害主要瓶颈问题，由西北农林科技大学和宝鸡市农业科学研究院合作完成的科研攻关推广项目。我们从2016年1月开始，组成项目研究团队，以陕西省宝鸡、咸阳、汉中、延安等地市为试验示范基地，积极开展了陕西省蔬菜粉虱类虫害监测预报和综合防控技术研究与应用等方面的研究工作，解决蔬菜产业发展过程中出现了很多严重制约生产发展的瓶颈问题，极大促进了我省蔬菜产业健康持续发展。

2、主要技术内容

（1）开发了以蓖麻粉虱作为载体植物系统中的替代寄主生产粉虱天敌技术；

（2）开发了黄板与诱集植物联用防治温室白粉虱技术；

（3）完成了蔬菜粉虱害虫对烟碱类药剂抗药性监测；

（4）筛选出了耐抗烟粉虱类的番茄和辣椒品种；

（5）筛选出了高效绿色防控烟粉虱的药剂；

（6）集成了蔬菜白粉虱危害规律及综合防治技术；

（7）项目在研期间发表学术论文10篇，完成发明专利1项，蔬菜烟粉虱调查预测预报技术规程1项；培养博士研究生和硕士研究生各1名，培训科技人员和骨干菜农512人，培训菜农2500人次。

3、主要创新点

（1）诱集植物、载体植物饲养替代寄主保育蔬菜粉虱类天敌技术。

（2）蔬菜粉虱类虫害物联网智能监测预报技术。

（3）秸秆生物反应堆抑制蔬菜粉虱类害虫越冬卵数量技术。

（4）无人机化学农药轮用精量减量蔬菜粉虱防控技术。

4、项目取得的经济社会效益

项目通过检测宝鸡地区蔬菜寄主上烟粉虱生物型；研究其资源竞争、演变规律、扩散趋势与环境条件、品种及栽培方式之间的关系，分析其对环境的生态适应机制，明确其灾变规律；构建粉虱类害虫的监测预警技术平台，实现其种群的长期预测预报。系统监测粉虱对烟碱类、蚊蝇醚、昆虫生长调节剂等杀虫剂的抗药性水平的动态变化；根据抗药性的监测结果，实时筛选对粉虱高效低毒、低残留的与环境友好的药剂，制定轮换、农药减量等农药安全使用技术。深入研究天敌（捕食性瓢虫、草蛉等，寄生性小蜂等）等粉虱优势种天敌的控害功能、繁殖利用技术；研发优势种天敌田间应用技术，制定优势种天敌的规模化生产技术标准和田间应用技术规程。筛选对粉虱类害虫有抗（耐）性的作物品种，研究不同抗（耐）性品种对粉虱类害虫种群/生物型发生危害的影响；分析粉虱类害虫在不同寄主植物之间的扩散格局与动态；研究引诱、驱避粉虱的植物组合技术对粉虱类害虫的生态调控作用；分析色板诱杀、物理阻隔以及高温闷杀等组合技术对粉虱类害虫的控害作用。研究和集成蔬菜粉虱害虫的可持续治理技术体系，建立示范基地示范推广。

该研究通过天敌昆虫预防接种释放、补充接力释放及配合高效诱捕型黄板应用和温湿度调控等组合措施，实现了少用化学农药（或不用农药）有效控制病虫害危害的目的，确保了蔬菜的安全生产，对提高蔬菜品质和质量，保障食品安全具有重要的意义，应用前景广阔。项目实施三年（2016年1月—2018年12月），累计在陕西省宝鸡、咸阳、汉中、延安等地市示范推广蔬菜粉虱类虫害综合防控技术有效面积900950.65亩，共计增产蔬菜290782.5万吨，平均亩产3516.56公斤，增产率13.33%，新增经济效益61150.89万元。项目各项工作都取得了比较好的成绩，超额完成了项目原定目标任务，取得了显著的社会、经济和生态效益。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

2019年7月5日,陕西省科技厅组织有关专家,对宝鸡市农业科学研究院和西北农林科技大学共同承担的陕西省科学技术研究发展计划项目“蔬菜粉虱类虫害监测预报及综合防控技术研究与应用(项目编号:2016VY-049)”进行了验收。验收委员会审阅了项目完成资料，听取了项目组汇报,验收委员会认为,项目完成了合同书规定的各项任务,同意通过验收。

目前，该项目主要研究成果在国内外已经开展技术开发转让应用阶段，工作进展比较顺利，成效比较显著。

### 五、应用情况

项目实施三年（2016年1月—2018年12月），累计在陕西省宝鸡、咸阳、汉中、延安等地市示范推广蔬菜粉虱类虫害综合防控技术有效面积900950.65亩，共计增产蔬菜290782.5万吨，平均亩产3516.56公斤，增产率13.33%，新增经济效益61150.89万元。项目各项工作都取得了比较好的成绩，超额完成了项目原定目标任务，取得了显著的社会、经济和生态效益。

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| SCI论文 | Polyculture and Monoculture Affect the Fitness, Behavior and Detoxifification Metabolism of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). | 美国 | Front. Physiol. 9:1392. | 2018.10 | doi: 10.3389/fphys.2018.01392 | N Di, K Zhang, F Zhang, S Wang, TX Liu |  |  |
| SCI论文 | High Level of Nitrogen Makes Tomato Plants Releasing Less Volatiles and Attracting More *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) | 美国 | Front. Plant Sci. 8:466. | 2018.3 | doi: 10.3389/fpls.2017.00466 | MN Islam, ATM Hasanuzzaman, ZF Zhang, Y Zhang, TX Liu |  |  |
| 硕士  论文 | 黄板与诱集植物联用防治温室白粉虱*Trialeurodes vaporariorum* Westwood | 中国 | 2016051484 | 5 | 2016051484 | 任晖，  刘同先 |  |  |
| SCI论文 | Volatile-Mediated Attraction of Greenhouse Whiteflfly Trialeurodes vaporariorum to Tomato and Eggplant. | 美国 | Front. Plant Sci. 8:1285. | 2017.6 | doi: 10.3389/fpls.2017.01285 | HLC Darshanee, H Ren, Ahmed N, Zhang ZF, Liu YH, Liu TX |  |  |
| 实用新型专利 | 一种盆栽试验用容器 | 中国 | ZL2017 2 0383800.5 | 11 | 6625552 | 王刚, 张文超 |  |  |
| 论文 | 蔬菜烟粉虱监测预报与防治策略. | 中国 | 蔬菜,07:54-55 | 2017 |  | 景炜明.张文超.陈永利.王刚. |  |  |
| 论文 | 宝鸡地区设施蔬菜烟粉虱调查与监测鉴定 | 中国 | 蔬菜, 08: 45-46 | 2017.8 |  | 张会亚.景炜明.张文超.陈永利.王刚 |  |  |
| SCI论文 | Effectiveness of imidacloprid in combination with a root nitrogen fertilizer applied to tomato seedlings against *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) | 美国 | Crop Protection 80: 56-64 | 1 | http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2015.10.025 | YX Sun, TX Liu |  |  |
| SCI论文 | Effects of three insect growth regulators on *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae), an endoparasitoid of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) | 美国 | Journal of Economic Entomology, 109 (6), 2290 - 2297 | 10 | doi: 10.1093/jee/tow216 | QL Wang, TX Liu |  |  |
| 博士  论文 | 蓖麻粉虱作为载体植物系统中的替代寄主的适合度评价 | 中国 | 2012060052 | 6 | 2012060052 | 王秀爽，刘同先 |  |  |
| 论文 | 宝鸡市设施蔬菜白粉虱危害规律研究及防治. |  | 蔬菜, 06: 75-77 | 2016 |  | 张会亚.景炜明.张文超.陈尧. |  |  |
| 论文 | 关中西部设施蔬菜烟粉虱危害规律研究及防治. |  | 蔬菜，05: 71-73 | 2016 |  | 景炜明.张文超.张会亚.陈尧. |  |  |

### 七、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 刘同先 | 1 | 教 授 | 西北农林科技大学 | 载体植物及诱集植物技术 |
| 景炜明 | 2 | 高级农艺师 | 宝鸡市农业科学研究院 | 蔬菜粉虱类虫害综合防控技术研究 |
| 胡想顺 | 3 | 助理研究员 | 西北农林科技大学 | 蔬菜粉虱害虫抗药性监测及生物型鉴定 |
| 张文超 | 4 | 农艺师 | 宝鸡市农业科学研究院 | 蔬菜粉虱类虫害监测预报技术研究 |
| 陈永利 | 5 | 农艺师 | 宝鸡市农业科学研究院 | 抗粉虱类虫害蔬菜品种筛选试验研究 |
| 王 刚 | 6 | 农艺师 | 宝鸡市农业科学研究院 | 粉虱类虫害天敌研究试验 |
| 张世泽 | 7 | 教 授 | 西北农林科技大学 | 粉虱类虫害生物防控技术研究 |
| 冯 毅 | 8 | 讲 师 | 西北农林科技大学 | 粉虱类虫害生物防控技术研究 |
| 刘小凤 | 9 | 助理研究员 | 西北农林科技大学 | 烟粉虱生物型鉴定 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 负责项目关键技术研究、规划管理及指导工作 |
| 宝鸡市农业科学研究院 | 2 | 负责项目技术试验示范和其他具体实施工作 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| **1** | 共同立项、报奖 | 刘同先/1 | 2016年01月 | 2018年12月 | 验收证书 |
| **2** | 共同立项、报奖 | 景炜明/2 | 2016年01月 | 2018年12月 | 验收证书 |
| **3** | 共同立项、报奖 | 胡想顺/3 | 2016年01月 | 2018年12月 | 验收证书 |
| **4** | 共同立项、报奖 | 张文超/4 | 2016年01月 | 2018年12月 | 验收证书 |
| **5** | 共同立项、报奖 | 陈永利/5 | 2016年01月 | 2018年12月 | 验收证书 |
| **6** | 共同立项、报奖 | 王 刚/6 | 2016年01月 | 2018年12月 | 验收证书 |
| **7** | 共同立项、报奖 | 张世泽/7 | 2016年01月 | 2018年12月 | 验收证书 |
| **8** | 共同立项、报奖 | 冯 毅/8 | 2016年01月 | 2018年12月 | 验收证书 |
| **9** | 共同立项、报奖 | 刘小凤/9 | 2016年01月 | 2018年12月 | 验收证书 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）**  该项目完成人共9位，其中刘同先/1、胡想顺/3、张世泽/7、冯毅/8、刘小凤/9隶属于第一完成单位西北农林科技大学，景炜明/2、张文超/4、陈永利/5、王刚/6隶属于第二完成单位宝鸡市农业科学研究院。  各完成单位依托“蔬菜粉虱类虫害监测预报及综合防控技术研究与应用”项目立项合同约定内容开展合作研究，相关完成人间的合作形式包括共同立项，共同科技成果等，是集科研项目联合攻关，人才培养于一体的长期、深度合作。  西北农林科技大学作为该项目承担研究单位：全面负责项目关键技术研究，项目申报，研究大纲制定，全面组织协调项目的研究工作，主持项目的实施。为项目的参加单位提供详细的技术方案、技术措施、技术要求；参与研究报告编制，组织项目验收。  宝鸡市农业科学研究院为项目的合作单位：主要负责项目技术研究试验示范和其他具体实施工作。 | | | | | |

### 一、项目名称：

苹果高效轻简化栽培模式及技术体系研究与示范

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

陕西苹果栽培面积896余万亩、产量1000余万吨，位居全国第一，苹果作为千亿级特色产业在区域经济发展、脱贫致富、乡村振兴和生态文明建设中发挥着十分重要的作用。近年来，随着劳动力成本上涨和经营方式变革，产业发展进入“转型升级”新阶段，如何推动传统栽培模式向现代栽培模式转变，简化技术管理，实现“提质、增效”，是陕西苹果发展亟待解决的课题。项目围绕“新果园怎么建、老果园如何改造、采用什么样的高效轻简化技术”问题，经过十余年联合攻关，创建了适宜陕西“本土化”的苹果高效栽培模式及轻简化技术体系，并通过推广模式的创新实践，加快了新模式、新技术的推广应用，促进了陕西苹果产业高质量发展。该项目取得了以下创新性成果：

**1、围绕矮化苹果新果园怎么建，基于产地生态栽培条件差异，揭示了不同砧穗组合果树生长发育特性，提出了陕西不同生态区适宜矮化栽培模式，优化技术参数，创建了轻简化技术体系，形成了系列技术标准。**

1）揭示不同生态区砧穗组合根系发育和树体生长特征与生理基础，提出“根系构型作为砧穗组合选配”原则，筛选出了适宜陕西不同生态区（渭北南部、渭北北部和陕北南部）的砧木和砧穗组合。2）基于我省苹果产区生态栽培条件差异，研究提出了渭北南部灌区、渭北北部旱区和陕北南部山地3种适宜的矮化高效栽培模式。3）揭示砧木不定根发生生理分子机制与调控规律，建立了矮化自根砧压条和组培高效繁育技术体系；建立了苹果脱毒和病毒快速检测技术方法体系，研究了化学和人工措施对苗木分枝发育的调控效应，优化技术参数，制订了分枝大苗繁育技术标准，建立了优质良种苗木企业化繁育示范基地。4）摸清了陕西苹果产区土壤水分和肥力状况，揭示了果园生草对土肥水调控效应，创建了矮化果园生草管理模式及技术参数；基于“根际区域水肥综合调控”构想，创建了旱地矮化果园“肥水协同技术”的土肥水管理技术模式。5）以“优质大苗建园、行间生草、树盘起垄覆膜（地布）”等技术为核心，构建了陕西黄土高原“本土化”的矮化高效栽培轻简化技术体系，形成了系列技术标准。研究提出的苹果矮化密植栽培系列技术模式作为2017年农业农村部主推技术已向全国推广。

**2．围绕乔化老果园如何改造以实现“省力、节本、提质、增效”，揭示乔化苹果树生长发育特征及树形演变规律，研究提出了低效果园改造的主要技术参数及“挖、改、换”的技术方案，创建了乔化高效栽培轻简化技术体系。**

1）基于对乔化苹果树体生长和树形动态变化特征的认识，通过对不同树龄、栽植密度、留枝量乔化果园产量、质量的评价分析，首次提出了以富士品种为主的乔化郁闭果园改造技术参数。2）以“提质增效、省力化”为目标，首次提出了乔化低效果园改造的“挖、改、换”技术方针，实现栽培方式由“密植”向“适植”、“稀植”的转变，研发了高光效树形培养、轻简化修剪、大树“多枝靠接”等相关配套技术及产品。3）基于对苹果授粉、坐果及果实品质形成调控因子的研究分析，研发了专用授粉品种、人工高效授粉技术及其相关产品，有效解决了老旧果园产量低、果实偏斜等问题；提出了以疏花、疏果为主的轻简化花果管理技术。4）依照“保水、沃土、养根、壮树”的理念，创建了“重施有机肥、地面覆盖保墒”为重点的旱地乔化果园轻简化肥水管理技术。综上，基于陕西苹果产区干旱缺水、土壤贫瘠的立地条件和乔化栽培以农户小规模经营为主的实际，研究提出的乔化果园改造模式及高效轻简化栽培技术体系，为陕西及黄土高原乔化低效果园改造提供了可行方案，应用成效显著。提出的苹果乔化郁闭果园改造技术模式作为2017年农业农村部主推技术已向全国推广，并成为相关技术标准（行标、地标）制订的重要依据。

**3、创新实践了以产区试验示范站为平台的技术研发与示范推广模式，实现了产学研的紧密结合，加快了技术成果的推广应用。**

在全国率先创建了苹果试验示范站，将理论与实践相结合，着眼产业技术重大问题，创立了试验研究、示范推广、技术培训与人才培养、技术交流与合作“四位一体”的运行机制，创新实践了“以大学为依托、以基层农技人员为骨干”的技术推广模式，构建了“点、线、面”相结合的技术推广网络体系，推动了技术的推广应用。

项目以“三个创新”（栽培模式创新、技术创新、推广模式创新）为根本，推动了“两个变革”（经营模式变革、栽培模式变革），实现了“两个提高”（提高生产效率、提高生产效益），取得了显著的社会、经济和生态效益。该项目历经十余年（2006-2019年），发表的代表性相关研究论文88篇，其中SCI论文32篇；编写（著）出版的相关著作8本；获得的相关专利11项，其中发明专利6项；制定的相关技术标准21个，其中陕西省地方标准5个、市级地方标准11个、企业标准5个；研制开发的产品2个；技术成果在陕西延安、渭南、咸阳、宝鸡、铜川、榆林6个苹果主产市得到大面积推广应用，累计推广面积230余万亩，近3年累计果农增收效益32亿元，合作企业新增效益1.8亿元。培养的博士研究生9名、硕士研究生153名；开展技术培训2000余场次，累计培训人数20万人次。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

**1 验收意见**

（1）2009年，以许春霞教授为验收委员会主任的专家组对“苹果绿色果品生产关键技术集成及产业化示范”项目（2006ZKC（一）05-01）进行了会议验收，认为项目提出了“以间伐为主的改形修剪技术”、“以肥水一体化为主的肥水调控技术”，形成了黄土高原苹果园施肥技术指南等技术操作规程（指南）。项目示范实施“科技+企业+合作社+农户”苹果产业化模式，促进了苹果产业化的升级换代。

（2）2016年，以王跃进教授为组长的验收专家组对陕西省科技统筹创新工程计划课题“苹果园肥水高效利用技术研究与示范（2011KTZB02-02-05）”进行了验收，认为项目发现了渭北苹果减产降质的关键问题是部分富士品种直接生根以及土壤干燥化程度加剧。提出了苹果园起垄覆盖开沟蓄水、水肥一体化滴灌施肥、优质肥料选择和高效施肥、有机物堆沤肥生产和施用等技术，制定了8个技术规范，开发研制了3个专用配方肥，改进了有机与无机复混肥生产线。

（3）2018年，以张锋研究员为组长的专家组对陕西省科技统筹项目“苹果郁闭园改造与提质增效关键技术研究与示范（2016KTZDNY01-07）”进行了会议验收，认为项目建立了苹果郁闭果园改造与提质增效关键技术集成体系，形成了5个关键技术个操作方法，建立个技术操作规范（规程），研制出苹果树专用肥2个，开发果树侧枝拉枝器、花粉授粉器。

（4）2016年，以王跃进教授为组长的专家组对陕西省科技统筹计划课题“成龄苹果园授粉技术研究与示范（2011KTZB02-02-04）”进行了会议验收，认为课题筛选出了6个适用于富士苹果授粉的专用授粉品种，研制出花粉制作机械和授粉器械6个（台），建成花粉生产线和加工车间2条（组），制定苹果花粉制作技术规范和苹果授粉技术规范各1份，制定苹果授粉用花粉质量标准1个。

**2、国内外同行评价**

苹果老果园改造技术和苹果矮砧栽培技术在全国率先开展研究与示范，并一直处于全国领先水平，鉴于此，全国农技推广中心委托该项目组制定了苹果老果园改造技术规范和矮砧苹果栽培技术规程两个农业行业标准。

**3、获得的相关知识产权**

获得相关专利11项，技术标准21项，前10项见“六、主要知识产权和标准目录”。

**4、科技查新**

教育部科技查新工作站查新认为：该项目研究提出的陕西不同生态区适宜的3种矮化高效栽培模式，构建的矮化高效轻简化技术体系；提出的乔化老果园改造技术参数和“挖改换”技术标准，创建的乔化果园高效栽培轻简化技术体系；首创建立的产区试验示范站平台及技术研发与示范推广模式，创立的“点线面”相结合的技术推广网络体系，除该项目报道的文献外，在所查国内外文献中均未见相同报道，具有创新性。

**5、成果被政府采纳**

2012年3月18日，《黄土高原地区苹果郁闭园改造技术规范》作为国家苹果产业技术体系主推技术印发实施；2014年1月5日，《苹果矮砧集约栽培模式技术规范》作为国家苹果产业技术体系主推技术印发实施。

**6、获得科技奖励**

（1）项目“黄土高原富士苹果成花机理与调控关键技术研究与应用”2016年获得华耐园艺科技奖（授奖单位为中国园艺学会）。

**7、媒体报道**

央视网、中国网络电视台（2011-02-22日）对项目培育的典型案例做了题为“曹谢虎：在哈佛演讲的中国农民”的报道；渭南市人民政府网（2018-11-23）对项目培育的典型案例林秋芳做了题为“脱贫路上的巾帼力量”的报道**；**搜狐网（2019-06-13）做了题为 “依托西农苹果试验站，白水苹果做好陕西果种排头兵！”的报道；甘肃经济日报（2019-10-29）做了题为““西农模式”助推庆城苹果产业步入快车道”的报道；陕西日报（2019-07-08）做了题为“把科技“种”到田间地头”的报道；中国农科新闻网（2019-03-25）做了题为“渭南白水：送技术到田间 搞服务助脱贫”的报道。

### 五、应用情况

项目通过建立的试验示范站为平台，通过技术研发与示范推广模式相结合、技术培训与实践指导相结合进行示范推广，主要通过市县区果业中心（原果业局）、果业合作社和种植大户等进行推广应用。研发的矮砧苹果轻简化栽培技术和模式在宝鸡、咸阳、渭南、铜川得到广泛应用，研发的乔化苹果老果园改造和轻简化栽培技术在渭南、铜川、咸阳、延安得到广泛应用。同时开展多种形式的技术推广和技术服务，如通过举办现场观摩会、技术培训会，在基层农技人员、乡土技术人才、种植大户及果农中进行技术推广。项目成果累计推广应用面积 230 万亩，近3年果农累计新增效益32亿元，企业新增效益1.8亿元。培养的博士研究生9名、硕士研究生153名；开展技术培训2000余场次，累计培训人数20万人次，取得了显著的经济、生态和社会效益。

**应用单位情况表**

| **序号** | **单位名称** | **应用的技术** | **应用对象及规模** | **应用起止时间** | **单位联系人/电话** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 陕西华圣企业（集团）股份有限公司果业公司 | 矮化自根砧压条和高效大苗繁育技术；苹果脱毒和病毒快速检测技术。 | 年产脱毒矮化自根砧大200株，压条砧木500万条，果品5000吨。 | 2017-2019 | 史继东/18991761660 |
| 2 | 宝鸡市蚕桑园艺工作站 | 苹果矮化密植栽培技术。 | 矮化果园和乔化老果园25万亩。 | 2017-2019 | 李广文/18509179305 |
| 3 | 咸阳市园艺站 | 矮化中间砧轻简化技术体系；低效乔化老果园改造技术。 | 乔化老果园和矮化果园45万亩。 | 2017-2019 | 查养良/13509104283 |
| 4 | 渭南市果业发展中心 | 低效乔化老果园改造；旱地矮砧苹果栽培技术。 | 乔化老果园和矮化果园50万亩。 | 2017-2019 | 王杨军/13992332838 |
| 5 | 铜川市园艺站 | 低效乔化老果园改造技术；旱地矮砧苹果栽培系列技术。 | 矮化果园和乔化老果园25万亩。 | 2017-2019 | 魏旭/13679190686 |
| 6 | 延安市果业中心 | 低效乔化老果园改造技术；矮砧苹果大苗建园技术。 | 乔化老果园和矮化果园60万亩。 | 2017-2019 | 路树国/13991771577 |
| 7 | 榆林市果业技术推广中心 | 乔砧短枝型苹果大苗建园技术；简化技术体系。 | 乔化果园25万亩。 | 2017-2019 | 张建军/13609223802 |

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权**  **日期** | **证书**  **编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发明专利 | 一种苹果砧木T337快速繁殖的方法 | 中国 | ZL201210331177.X | 2016年01月06日 | 第1907944号 | 西北农林科技大学 | 韩明玉  王 超  张 东  邢利博  韩 静  赵彩平 | 失效 |
| 发明专利 | 一种苹果品种玉华早富快速繁殖的方法 | 中国 | ZL201410330953.4 | 2015年12月02日 | 第1865153号 | 西北农林科技大学 | 韩明玉  韩 静  张 东  宋春晖  王 超  赵彩平 | 失效 |
| 发明专利 | 一种苹果优质矮化中间砧大苗的繁育方法 | 中国 | ZL201310015263.5 | 2014年07月30日 | 第1450140号 | 西北农林科技大学 | 韩明玉  宋春晖  张 东  邢利博  张庆伟 | 失效 |
| 实用新型专利 | 果树专用授粉掸 | 中国 | ZL201320332416.4 | 2013年11月20日 | 第3268342号 | 西北农林科技大学 | 梁 俊  景淑娟  袁景军 | 失效 |
| 实用新型专利 | 果树侧枝拉枝器 | 中国 | ZL201620881476.5 | 2017年3月22日 | 第6013370号 | 西北农林科技大学；渭南市农业科学研究所 | 杜志辉  张伯虎  梁 俊  武月妮  问亚军  朱雪荣  孟 延  郝双奎 | 失效 |
| 地方标准 | 矮化砧苹果栽培技术规范 | 中国 | DB 61/T 1047.4-2016 | 2016年10月26日 | 陕西省质量技术监督局 | 西北农林科技大学；陕西省标准化协会 | 赵政阳  梁 俊  郭云忠  葛武鹏  李 鹏  冯宝强 | 有效 |
| 地方标准 | 矮砧苹果整形修剪技术规程 | 中国 | DB 61/T 1047.3-2016 | 2016年10月26日 | 陕西省质量技术监督局 | 西北农林科技大学；陕西省标准化协会 | 高 华  刘振中  袁仲玉  赵政阳  王雷存  梁 俊  李 鹏  冯宝强 | 有效 |
| 地方标准 | 延安▪洛川苹果乔砧栽培技术规程 | 中国 | DB612600/T104-2014 | 2014年9月10日 | 延安市质量技术监督局 | 西北农林科技大学；延安市果业管理局；洛川县苹果产业管理局 | 屈军涛  刘光东  路树国  安金海  王建锋  党志明  马锋旺  张军科  安贵阳  邹养军  李军民  李前进  王忠诚  王晓东  荆惠锋  王 琦  李智平  郑李宏 | 有效 |
| 地方标准 | 延安▪洛川苹果苗木质量和繁育技术规程 | 中国 | DB612600/T103-2014 | 2014年9月10日 | 延安市质量技术监督局 | 西北农林科技大学；延安市果业管理局；洛川县苹果产业管理局 | 邹养军  党志明  马锋旺  王建锋  刘光东  张军科  安贵阳  李明军  屈军涛  李军民  荆惠锋  李前进  李智平 | 有效 |
| 地方标准 | 印台苹果 老果园改造技术规程 | 中国 | DB 6102/T 17.6-2017 | 2017年9月20日 | 铜川市质量技术监督局 | 西北农林科技大学 | 梁 俊  赵政阳  赵生秀  李会科  陈善美  田 琳  雷煜杰 | 有效 |

### 七、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓 名** | **排名** | **行政/**  **技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 赵政阳 | 1 | 教授 | 西北农林科技大学 | 负责整个项目研究计划和方案的制定、审定，并组织实施；负责年度报告、结题验收报告审阅。主持项目1的实施。 |
| 马锋旺 | 2 | 院长/教授 | 西北农林科技大学 | 主持完成洛川苹果标准综合体延安市地方标准的制定工作和马兰红苹果标准综合体咸阳市地方标准的制定工作，主持洛川苹果试验示范推广模式探索。 |
| 张 东 | 3 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 具体负责砧穗组合评价筛选、苗木脱毒和繁育技术、矮化栽培技术研究与示范。 |
| 梁 俊 | 4 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 主持完成白水苹果标准综合陕西省地方标准和印台苹果标准综合体铜川市地方标准的制定工作。主持项目3和项目4的实施。 |
| 路树国 | 5 | 高级农艺师 | 延安市果业中心 | 具体参与洛川苹果标准综合体延安市地方标准的制定工作，负责延安市轻简化栽培技术的示范和推广工作。 |
| 李会科 | 6 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 具体负责果园生草及土肥水管理的研究与技术示范工作。 |
| 邹养军 | 7 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 具体开展苹果授粉技术和轻简化栽培的研究工作，负责延安和榆林地区项目的示范和推广工作。 |
| 韩明玉 | 8 | 教授 | 西北农林科技大学 | 具体负责砧穗组合评价筛选、苗木脱毒和繁育技术、矮化栽培技术研究与示范，主持项目2的实施。 |
| 史继东 | 9 | 农艺师 | 陕西华圣企业（集团）股份有限责任公司果业公司 | 主要进行苹果矮砧大苗繁育技术研究与示范，并进行矮砧果园栽培技术研究与推广。 |
| 査养良 | 10 | 研究员 | 咸阳市园艺站 | 具体开展砧穗组合技术研究和轻简化栽培的研究工作，负责咸阳市项目的示范和推广工作。 |
| 张建军 | 11 | 研究员 | 榆林市果业技术推广中心 | 具体开展山地苹果轻简化栽培的研究工作，负责榆林市项目的示范和推广工作。 |

### 八、主要完成单位情况

| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| --- | --- | --- |
| 西北农林科技大学 | 1 | 1、负责项目组织及总体设计、实施方案制定、学术研讨、4个相关项目研究和结题验收。  2、提出矮砧苹果轻简化栽培技术。主持完成《矮化砧苹果栽培技术规范》、《矮砧苹果整形修剪技术规范》、《“咸阳马栏红”苹果矮砧栽培技术规程》、《延安▪洛川苹果矮砧栽培技术规程》等相关标准的制定；出版《中国果树科学与实践.苹果》、《白水苹果规范化栽培技术手册》、《苹果树现代整形修剪技术》、《苹果花果管理技术》、《苹果园土肥水管理》等著作。  3、研究提出乔化老果园改造技术及乔化苹果轻简化栽培技术，主持完成《黄土高原地区苹果郁闭园改造技术规范》、《印台苹果 老果园改造技术规程》等相关标准的制定。  4、创建了以产区试验示范站为平台技术研发与示范推广模式， “点线面”相结合的技术推广网络体系。 |
| 延安市果业中心 | 2 | 参与项目方案制定，组织在延安的实施，参与洛川苹果标准综合体的制定。 |
| 陕西华圣企业（集团）股份有限责任公司果业公司 | 3 | 从事苹果脱毒矮化自根大苗生产，在陕西省千阳县和白水县建立矮化自根砧苗圃及矮化密植苹果园，制定企业标准3个。 |
| 咸阳市园艺站 | 4 | 参与项目方案制定，组织项目在咸阳的实施，参与马兰红苹果标准综合体的制定。 |
| 榆林市果业技术推广中心 | 5 | 参与项目方案制定，组织项目在榆林的实施，负责山地苹果标准的制定。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/**  **项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 共同立项及推广模式研究 | 马锋旺/2 | 2012.1 | 2019.12 | 产区试验示范站为平台的技术研发与示范推广模式。 |
| 2 | 共同立项及砧穗组合研究 | 张 东/3 | 2012.7 | 2019.12 | 砧穗组合评价筛选、苗木脱毒和繁育技术、矮化栽培技术研究。 |
| 3 | 共同立项及轻简化栽培技术研究 | 梁 俊/4 | 2006.1 | 2019.12 | 开展苹果授粉技术和乔化老果园改造技术研究以及轻简化花果管理技术研究，试验示范站平台的示范推广模式，与主持人共同发表文章、共同编写标准。 |
| 4 | 共同立项 | 路树国/5 | 2012.1 | 2019.12 | 与马锋旺共同编写洛川苹果标准综合体。 |
| 5 | 共同立项 | 李会科/6 | 2008.1 | 2019.12 | 开展果园生草技术和肥水管理技术研究，与主持人共同发表文章。 |
| 6 | 共同立项 | 邹养军/7 | 2006.1 | 2019.12 | 与马锋旺共同编写洛川苹果标准综合体，发表文章。 |
| 7 | 共同立项 | 韩明玉/8 | 2012.1 | 2019,812 | 与张东共同开展砧穗组合评价筛选、苗木脱毒和繁育技术、矮化栽培技术研究，共同发表文章，或授权国家发明专利。 |
| 8 | 共同立项及产业化合作 | 史继东/9 | 2012.1 | 2019.12 | 参加全国苹果矮砧集约高效栽培协作组，与韩明玉、张东共同发表文章，开展大苗繁育和矮化栽培技术研究。 |
| 9 | 共同立项及示范推广 | 査养良/10 | 2006.1 | 2019.12 | 与马锋旺共同编写咸阳马栏红苹果标准综合体。 |
| 10 | 共同立项及示范推广 | 张建军/11 | 2012.1 | 2019.12 | 与主持人共同开展技术示范、指导标准制定。 |
| **完成人合作关系说明(限1000字）**  该项目成果是依托陕西省重大科技创新项目“苹果绿色果品生产关键技术集成与产业化示范（2006ZKC(一)05-01）”、陕西省科技统筹创新工程计划课题“苹果园肥水一体化技术研究与示范（2011KTZB02-02-03）”、 “苹果郁闭园改造与提质增效关键技术研究与示范（2016KTZDNY01-07）”、“成龄苹果园授粉技术研究与示范（2011KTZB02-02-04）”取得的。赵政阳教授总体负责项目1、韩明玉教授负责项目2、梁俊研究员负责项目3和4的实施，并具体实施苹果郁闭果园改造技术、花粉加工技术等；相关项目任务中砧穗组合评价筛选、苗木脱毒和繁育技术、矮化栽培技术由张东副教授和韩明玉教授负责实施；果园肥水富集技术研究、肥水高效利用技术、果园生草技术等由李会科等人负责；苹果园授粉技术研究和示范应用等由邹养军研究员负责；项目技术集成与示范由华圣公司史继东、延安果研中心路树国、咸阳市园艺站査养良、榆林市果业服务中心张建军等具体负责组织实施。该项目实施过程中，各单位、各任务负责人和骨干成员能很好合作，其他成员密切协作，使该项目进展顺利、结题，并取得丰硕的创新性研究成果。  该项目涉及单位和人员较多，此处仅列入其中的为对项目做出主要贡献的合作完成人员。 | | | | | |

### 一、项目名称：

太白高山地区十字花科蔬菜根肿病综合防治技术研发与应用

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

太白高山地区是我国越夏蔬菜生产的主要产地，产品主要满足全国50多个大中城市6-9月高温季节的蔬菜供应。太白高山蔬菜产业历经30多年的发展，已形最具特色、最有影响力的主导产业和农民增收的重要支撑，作为陕西一张名片，“一县一业”的太白县，86%的耕地种植蔬菜，85%的群众从事蔬菜生产，73%的农民收入来自蔬菜。但是由于种植蔬菜品种单一，同科作物连作，有机肥源短缺，以施化肥为主，导致土壤有机质缺乏，酸化板结现象严重。2008年十字花科芸薹属根肿病零星发生，之后，短短3-4年时间，发生面积逐年扩大，为害程度逐年加重，轻则减产20%-30%，重则减产50%-60%，病害严重田块直接产量损失达80%以上，甚至翻种，严重威胁着当地蔬菜生产，已成为太白高山蔬菜产业持续发展的主要瓶颈。基于此，2011-2019年在农业农村部现代农业产业技术体系建设专项资金项目、陕西省农业科技创新与攻关项目和农业科技示范推广项目资助下，开展太白高山蔬菜根肿病疫情分布、灾变规律、病菌种群组成、抗病品种、高效栽培模式、综合防治等关键技术研究，取得以下创新性成果：

1．明确了太白高山蔬菜产区根肿病种群组成及灾变规律，找到了根肿病防控的关键突破口，为病害防控和抗病育种指明了靶标。明确了太白高山地区十字花科根肿病种群组成为4号和7号生理小种，产区85%以上的菜田均有疫情分布；查明了种子和秧苗大范围远距离引种、被污染河水和农机具、田间作业、带菌基质、家禽排泄物是当地主要的再侵染源。

2．利用高效育种技术创制出大白菜抗根肿病新材料，选育登记2个抗根肿病大白菜新品种‘秦春2号’和‘秦春3号’，奠定了根肿病防控的第一道屏障。创新了“苗期人工接种+疫区病圃诱发+CRa基因功能分子标记”三位一体的快速、高效、准确根肿病抗性鉴定技术，并成功应用于抗病品种选育鉴定全过程，提高了抗病鉴定的准确性和预见性。

3．明确了枯草芽孢杆菌XF-1防治根肿病机制。枯草芽孢杆菌XF-1对根肿菌休眠孢子存活和萌发均具有强烈的抑制作用，特别是在根肿病发生早期用该生防菌进行处理是减少根肿病为害的最佳策略。

4．集成了“轮、种、育、土、肥、管、防”（轮作倒茬、抗病品种、无病菌育苗、改善土壤酸性环境、培肥地力、加强田间管理、药剂防治）七个环节的根肿病绿色综合防控技术体系，突破了缺乏绿色环保、有效防病的技术瓶颈。筛选出13个抗（耐）根肿病、商品性好、适应性强的十字花科蔬菜新品种，已成为当地主栽品种；集成出6套适宜太白高山蔬菜产区轻简高效栽培模式及配套技术，有效缓解了土壤病原菌的累积和病害发生与蔓延；采用无病菌基质，在无病菌环境下进行漂浮育苗技术，进行避病栽培；筛选出十字花科蔬菜防治根肿病丸粒化新型种衣剂，便于定量、精准播种，提高出苗率，促进壮苗，对防治根肿病效果明显；筛选出对根肿病有较高防效、安全性高的3种药剂，有效阻止了病原菌入侵和繁殖。

该项成果已在陕西根肿病发生地区以及云南、四川等省份推广，累计推广面积124万亩，根肿病防治效果比未防治田块防效提高85%以上，平均病株率由87.3%降到11.5%，防治成本降低52%，实现了减药省工、增效控害、绿色环保的目标，经济、社会和生态效益显著。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

1．科技查新报告

科技查新结果表明该项目中涉及的下述研究成果在国内外公开文献中未见相关报道，主要包括：

（1）关于十字花科蔬菜根肿病发生规律与病原鉴定研究有文献报道,主要有湖北、福建、重庆、云南、山东等省份。该查新项目组开展的太白高山地区十字花科蔬菜根肿病发病原因、疫情分布及菌群体组成，未见其它文献报道。

（2）关于十字花科蔬菜抗根肿病品种筛选有文献报道，主要为大白菜品种，如春美、CCR11242等。该查新项目筛选出适宜太白高山种植、经济性状优良、抗根肿病的十字花科蔬菜品种，包括 金峰3号、耐斯高、CR咏旺和秦春2号大白菜，秦春3号和CR春玉娃娃菜，先甘336、威风和绿球66甘蓝，科顿和雪健85花椰菜，锦绣和绿冠青花菜，凌翠和凌玉萝卜，除项目组文献外，未见同类文献报道。

（3）关于高山地区十字花科蔬菜抗根肿病栽培模式有文献报道。该查新项目总结出粮菜一年轮作栽培模式可减少根肿病对后茬十字花科蔬菜危害，提出的‘大白菜、萝卜//菜豆’、‘甘蓝、花椰菜//西葫芦、板栗南瓜’、‘十字花科蔬菜//结球生菜、莴笋、芹菜’、‘洋葱、蒜苗//十字花科蔬菜’、‘马铃薯、甜（糯）玉米//十字花科蔬菜’和‘大白菜、早熟甘蓝//辣椒’6种适宜太白高山蔬菜产区轻简高效栽培模式及配套技术，并可有效减轻根肿病的发生，除项目组文献，未见其它相关文献报道。

（4）关于高山地区十字花科蔬菜根肿病综合防治技术研究有文献报道。该查新项目研究集成的适合太白高山地区“轮、种、育、土、肥、管、防”七环节结合的十字花科蔬菜根肿病综合防治技术，突破了缺乏绿色环保、有效防病的技术瓶颈，除项目组文献外，未见其它相关文献报道。

（5）关于根肿病抗病性鉴定技术研究有文献报道。该查新项目研究的“苗期人工接种+疫区病圃诱发+CRa基因功能分子标记”三位一体肿病鉴定技术，应用于品种新品种选育抗病鉴定全过程，提高了抗病鉴定的准确性和预见性，未见相关文献报道。

（6）关于研究枯草芽孢杆菌XF-1对十字花科根肿病的影响，除项目组文献外，未见其它相关文献报道。

2．成果鉴定意见

宝鸡市科技局在2015年7月17日组织相关专家，对西北农林科技大学与太白县农业技术推广服务中心合作完成的“太白高山地区十字花科蔬菜根肿病综合防治技术研究与示范”项目进行了科技成果评审。形成如下意见:

该项目研究分析了太白高山地区根肿病发生的条件与传播规律，掌握了太白高山地区根肿病的分布区域与危害程度，通过生物鉴定方法和分子检测技术鉴定，明确了太白高山地区根肿病菌的生理小种主要是4号和7号。在综合分析品种特征特性的基础上，采用人工接种、大田诱发、CRa基因功能分子标记等手段，鉴定品种的根肿病抗性，筛选出适宜太白高山地区种植的抗根肿病大白菜和耐根肿病甘蓝与青花菜品种。通过试验研究，筛选出了3种防治根肿病的有效药剂，总结出了种子处理、土壤消毒、浇穴灌根等相应的防治方法，有效地控制了根肿病发生和危害。研究集成出十字花科蔬菜与架豆、西葫芦等非十字花科作物轮作倒茬模式、选用抗病品种、培育无菌壮苗、深翻土壤提高土壤pH值、增施有机肥、加强田间管理、选用高效药剂等“轮、种、育、土、肥、管、防”七字方针的综合防治技术，为太白高山蔬菜产业持续健康发展提供了技术保障，对国内同类型地区蔬菜产业发展具有重要的参考价值。

综上所述，该项目选题方向准确，技术路线可行，研究方法先进，综合防治示范效果显著，达到了国内同类研究的领先水平。

3．项目验收意见

（1）“大白菜抗根肿病种质资源引进、创制与新品种选育”(2014K02-02-01)

陕西省科学技术厅组织有关专家对西北农林科技大学承担的陕西省科技计划项目“大白菜抗根肿病种质资源引进、创制与新品种选育”(项目编号: 2014K02- 02-01)，进行了验收。验收结论认为：

该项目开展了大白菜特异优良性状育种材料、雄性不育性转育、育种材料加代等系列技术研究，创制抗根肿病大白菜种质材料3份，转育雄性不育系3份，鉴定筛选抗根肿病大白菜优良杂交组合2个。培育了抗病、优质、高产、稳产大白菜新品种3个(其中，2个通过国家级鉴定，1个通过陕西省鉴定)，形成了新品种良种良法配套栽培技术。选育的抗病、优质、高产大白菜新品种及集成的新技术，在陕西及相关省区累计示范推广10 万亩，农民增收3500万元，取得较好的经济和社会效益。发表相关研究论文3篇、编著1部，培养研究生3名。

完成了合同书规定的研究内容和各项指标，项目经费使用合理。验收专家委员会同意通过验收。

（2）“优质、高产、多抗大白菜新品种选育及栽培技术研究”（2015NY103）

陕西省科学技术厅组织有关专家对西北农林科技大学承担完成的“优质、高产、多抗大白菜新品种选育及栽培技术研究”项目（项目编号：2015NY103）进行验收，形成以下意见：

项目创制优质抗病白菜新种质10份、配制杂种优势较强的新组合5份。采用人工苗期接种+重病田诱发+CRa基因功能分子标记结合手段鉴定品种的根肿病抗性，筛选出适宜太白高山地区种植的大白菜品种。研究集成出“太白高山地区十字花科蔬菜根肿病综合防治技术”，该技术在太白县根肿病高发区推广应用，防效显著。

综上所述，验收组一致认为：该项目研究资料详实，数据统计科学合理，结论可靠，同意通过验收。

### 五、应用情况

选育的2个抗根肿病大白菜新品种秦春2号和秦春3号已先后通过陕西省和国家新品种鉴定和登记，在各地种植普遍表现良好，目前已在陕西、云南、四川、甘肃、宁夏、山西、河南等地推广种植，田间表现抗病、优质、商品性好，深受广大种植户和消费者欢迎。集成的“轮、种、育、土、肥、管、防”七个环节的根肿病绿色综合防控技术体系，轮作倒茬和选用抗病品种，可以从根本上解决根肿病的危害；无菌苗可以推迟病害发生45天左右时间，大白菜、娃娃菜、甘蓝是以叶球为商品器官的，花椰菜和青花菜是以花球为商品器官的，萝卜以肉质根为商品器官，待植株表现出根肿病症状前，就可以采收上市，从而可达到避病栽培的目的；采用‘枯草芽孢杆菌XF-1’或‘科佳’进行浸（拌）种、苗床和移栽后灌根处理，或播种（移栽）前用‘福帅得’对土壤进行喷淋处理，根肿病防治效果比未防治田块防效提高85%以上，平均病株率由87.3%降到11.5%，与不用药相比大白菜、娃娃菜、甘蓝、花椰菜、青花菜和萝卜等十字花科蔬菜平均每亩增产鲜菜分别达3003.9kg、2950.9kg、2057.8kg、536.9kg、751.4和3524.7kg。这项成果已在陕西根肿病发生地区的太白县、凤县、勉县、南郑、西乡、留坝、汉台和佛坪等县区以及云南、四川等省份推广应用，累计推广面积124万亩，其中，近三年在陕西推广52.8万亩，新增产值8.28亿元。

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条)

| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 植物新品种权 | 大白菜新品种秦春2号 | 中国 | 陕蔬登字2017001号；  GPD大白菜（2018)611110号 | 2017年4月25日；  2019年1月29日 | 陕蔬登字2017001号；  GPD大白菜（2018)611110号 | 西北农林科技大学 | 赵利民  张恩慧  景 兵  许忠民  惠麦侠  程永安 | 有效 |
| 植物新品种权 | 大白菜新品种秦春3号 | 中国 | 陕蔬登字2017002号  GPD大白菜（2018)611111号 | 2017年4月25日；  2019年1月29日 | 陕蔬登字2017002号；  GPD大白菜（2018)611110号 | 西北农林科技大学 | 赵利民  张恩慧  景 兵  惠麦侠  许忠民  程永安 | 有效 |
| 植物新品种权 | 甘蓝新品种绿球66 | 中国 | 2010-1-56 | 2010年4月25日 | 国品鉴菜2010031号 | 西北农林科技大学 | 张恩慧  许忠民  程永安  马青山 | 有效 |
| 植物新品种权 | 大白菜新品种金早58 | 中国 | 2010-1-74 | 2010年8月23日 | 国品鉴菜2010031号 | 西北农林科技大学 | 赵利民  柯桂兰 | 有效 |
| 植物新品种权 | 萝卜新品种凌翠 | 中国 | 陕蔬登记字2010008号 | 2011年1月30日 | 陕蔬登记字2010008号 | 西北农林科技大学 | 赵利民  张秉奎 | 有效 |
| 植物新品种权 | 萝卜新品种凌玉 | 中国 | 陕蔬登记字2010007号 | 2011年1月30日 | 陕蔬登记字2010007号 | 西北农林科技大学 | 赵利民  张秉奎 | 有效 |
| 发明专利 | 一种甘蓝种子种衣剂及制备方法 | 中国 | ZL 2009 1 0021547 9 | 2012年5月23日 | 956988 | 西北农林科技大学 | 张恩慧  杨安平  许忠民  程永安  宋传奎  刘 辉  马青山 | 有效 |
| 论文 | Deciphering the bacterial and fungal communities in clubroot-affected  Cabbage rhizospheretreated with Bacillus Subtilis XF-1 | 中国 | 10.1016/j.agee.2018.01.001 | 2018年03月15日 | Agriculture, Ecosystems and Environment | 云南农业大学 | 刘春明  杨珍福  何鹏飞  ShahzadMunir  吴 毅Honhing Ho  何月秋 | SCI论文；  何月秋通讯作者 |
| 论文 | Plasmodiophora brassicae root hair interaction and control by Bacillus subtilisXF-1 in Chinese cabbage | 中国 | 10.1016/j.biocontrol.2018.09.020 | 2019年01月12日 | Biological Control | 云南农业大学 | 何朋杰崔文艳  ShahzadMunir  何鹏飞  李新宇  吴毅歆  杨绪旺  唐 萍  何月秋 | SCI论文；  何月秋通讯作者 |
| 论文 | Fluazinam positively affected the microbial communities in clubroot cabbage rhizosphere | 中国 | 10.1016/j.scienta.2019.05.046 | 2019年10月15日 | Scientia Horticulturae | 云南农业大学 | 刘春明  杨珍福  何鹏飞  ShahzadMunir  何鹏博  吴毅歆  Honhing Ho  何月秋 | SCI论文；  何月秋通讯作者 |

### 七、主要完成人情况

| **姓 名** | **排名** | **行政/**  **技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 赵利民 | 1 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 负责项目设计，制定研究方案，组织实施项目计划。主持开展了太白十字花科根肿病危害调查、灾变规律、生理小种鉴定、大白菜和萝卜新品种选育与引种评价、药剂筛选试验、轻简高效栽培模式及轮作倒茬等研究工作，提出了根肿病“七字”绿色综合防控技术，组织实施了试验示范、技术培训和示范推广工作。对“主要科技创新”中所列的第1、2、4项科技创新有贡献。 |
| 惠麦侠 | 2 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 开展了十字花科蔬菜根肿病发病规律分析和生理小种鉴定；创建了根肿病人工与分子鉴定技术；参加新品种选育、根肿病综合防治技术集成与示范，成果宣传报道。对“主要科技创新”中所列的第1、2、4项科技创新有贡献。 |
| 赵志国 | 3 | 高级农艺师 | 太白县农业技术推广服务中心 | 开展了太白十字花科根肿病危害调查；根肿病综合防治技术示范与应用；无菌漂浮育苗技术示范与应用；参加了新品种引种鉴定。对“主要科技创新”中所列的第4项科技创新有贡献。对“主要科技创新”中所列的第4项科技创新有贡献。 |
| 何月秋 | 4 | 教授 | 云南农业大学 | 开展枯草芽胞杆菌XF-1对大白菜根肿病防治效果研究；枯草芽胞杆菌XF-1和氟啶胺对大白菜根际微生物群落的影响研究；为推广生物防治根肿病提供了生态学依据。；对“主要科技创新”中所列的第3项科技创新有贡献。 |
| 郭彦君 | 5 | 农艺师 | 太白县农业技术推广服务中心 | 开展根肿病新品种引进鉴定；根肿病综合防治技术示范与应用；无菌漂浮育苗技术示范与应用。 |
| 程永安 | 6 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 组织实施了十字花科蔬菜根肿病研究工作；参与了根肿病相关技术研究种植模式研究和轮作研究中新品种选育；参与了根肿病综合防治技术示范与推广。对“主要科技创新”中所列的第1、4项科技创新有贡献。 |
| 张恩慧 | 7 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 主持开展了甘蓝类蔬菜新品种选育与引种评价、丸粒化新型种衣剂研究工作；参与了根肿病综合防治技术示范与推广。对“主要科技创新”中所列的第1、4项科技创新有贡献。 |
| 谭明权 | 8 | 农艺师 | 太白县农业技术推广服务中心 | 根肿病综合防治技术示范与应用；无菌漂浮育苗技术示范与应用；组织技术培训工作。 |
| 赵丹 | 9 | 农艺师 | 太白县农业技术推广服务中心 | 开展菜田测土配肥工作；参加根肿病综合防治技术示范与应用；参加无菌漂浮育苗技术示范与应用。 |
| 许忠民 | 10 | 副研究员 | 西北农林科技大学 | 参加甘蓝新品种选育与引种评价工作；参与了根肿病综合防治技术示范与推广。“主要科技创新”中所列的第4项科技创新有贡献。 |
| 李高宝 | 11 | 农艺师 | 西北农林科技大学 | 参加新品种引种评价；参加轻简高效栽培模式及轮作倒茬研究。“主要科技创新”中所列的第4项科技创新有贡献。 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 西北农林科技大学作为该项目的第一完成单位，负责项目总体设计并组织实施。在项目研究过程中，提供了研究所用仪器设备、实验用房、人员等基本条件，并对项目资金管理和使用进行检查、监督和组织协调，，确保项目顺利实施。在项目验收、成果鉴定和新品种审定等方面提供支持与协助。 |
| 太白县农业技术推广服务中心 | 2 | 在该项目实施过程中，无偿提供试验示范土地和人员；组织开展试验调查、现场观摩、技术培训，对项目研发的成果进行示范推广。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完**  **成时间** | **合作成果** |
| **1** | 共同立项目 | 赵利民/1、惠麦侠/2、程永安/6、张恩慧/7、许忠民/10 | 2008-01-01 | 2019-12-31 | 1.大宗蔬菜产业技术体系（CARS-25-G-47），主要完成人；  2.大白菜抗根肿病种质资源引进、创制及新品种选育（2014K02-02-01），主要完成人；  3.优质、高产、多抗大白菜新品种选育及栽培技术研究（2015NY103），主要完成人。  4. 大宗蔬菜新品种选育及配套栽培技术示范，主要完成人。 |
| **2** | 合作研究 | 赵志国/3、李高宝/11 | 2011-01-01 | 2019-12-31 | 成果“太白高山地区十字花科蔬菜根肿病综合防治技术研究与示范（登记号9612015Y1000）”，主要完成人。 |
| **3** | 论文合著 | 何月秋/4 | 2015-01-01 | 2019-12-31 | 在国外期刊合作发表研究论文3篇：“枯草芽孢杆菌XF-1对大白菜根肿菌防控作用”，“枯草芽孢杆菌XF-1对根种大白菜根际中土壤微生物群落的影响”和“氟啶胺对甘蓝微生物群落的影响”。 |
| **4** | 成果应用 | 赵利民/1、程永安/6、赵志国/3、惠麦侠/2、张恩慧/7、谭明权/8、赵 丹/9、  许忠民/10、 | 2012-01-01 | 2019-12-31 | 成果“太白高山地区十字花科蔬菜根肿病综合防治技术研究与示范（登记号9612015Y1000）”。 |
| **5** | 成果应用 | 赵志国/3、谭明权/8、  赵 丹/9 | 2012-01-01 | 2019-12-31 | 成果“秦春2号”、“秦春3号”和“金早58”大白菜，“绿球66”甘蓝品种，“凌翠”和“凌翠”萝卜品种。 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）**  该项目共有11个完成人，就职于2家科研单位和1家农技推广单位，具体如下：赵利民/1、惠麦侠/2、程永安/6、张恩慧/7、许忠民/10、李高宝/11（西北农林科技大学），何月秋/4（云南农业大学），赵志国/3、郭彦君/5、谭明权/8、赵丹/9（太白县农业技术推广服务中心）。上述完成人多年来在太白高山地区十字花科蔬菜根肿病综合防治技术研发与应用方面开展了广泛合作。具体合作关系如下：  赵利民/1、惠麦侠/2、程永安/6、张恩慧/7、许忠民/10和李高宝/11等6人都是同一课题组成员，共同承担了大宗蔬菜产业技术体系（CARS-25-G-47）、大白菜抗根肿病种质资源引进、创制及新品种选育（2014K02-02-01）、优质、高产、多抗大白菜新品种选育及栽培技术研究（2015NY103）和大宗蔬菜新品种选育及配套栽培技术示范等4个项目研究。  赵利民/1、惠麦侠/2、程永安/6、张恩慧/7和许忠民/10等5人2011-2019年全程参与秦春2号、秦春3号、凌翠、凌玉、绿球66、金早58等十字花科蔬菜新品种的选育，共同进行根肿病疫情分布调查、灾变规律研究、高山蔬菜引种评价、蔬菜无菌育苗技术研究、防治根肿病药剂筛选、轻简高效栽培模式及轮作倒茬研究等工作，研究结果以品种、专利、论文等共同知识产权形式体现。  李高宝/11 2011-2019年参与了高山蔬菜引种评价和轻简高效栽培模式及轮作倒茬研究的田间管理和调查工作。  何月秋/4 2015年以来就和该成果两个完成单位合作，在生防菌防治根肿病方面做了工作；在国外期刊合作发表研究论文3篇：“枯草芽孢杆菌XF-1对大白菜根肿菌防控作用”，“枯草芽孢杆菌XF-1对根种大白菜根际中土壤微生物群落的影响”和“氟啶胺对甘蓝微生物群落的影响”，从不同角度证明了该成果研究筛选的防治根肿病药剂枯草芽孢杆菌XF-1，在根肿病发病早期用该药剂进行预防和处理是降低根肿病造成损害的最佳方式。  赵志国/3、郭彦君/5、谭明权/8、赵丹/9等4人都是太白县农业技术推广服务中心业务骨干，2009年至今一直和西北农林科技大学太白蔬菜试验示范站专家教授密切合作，先后参与了太白高山地区根肿病疫情分布调查、高山蔬菜引种评价、蔬菜无菌育苗技术研究、防治根肿病药剂筛选、轻简高效栽培模式及轮作倒茬研究等工作，组织技术培训和现场观摩，进行成果的推广应用。 | | | | | |

### 一、项目名称：

奶牛高效环保型饲养关键技术研发与推广应用

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

奶业是一个国家发达程度和畜牧业现代化水平的重要标志。发展奶业对粮食安全和健康中国的国家战略均具有重要意义。针对我省乃至我国奶牛养殖长期存的产奶效率低下、饲草料资源短缺、环境污染等难题，项目组在国家国际科技合作专项、科技支撑计划和陕西省科技统筹创新工程计划项目的资助下，通过饲养试验、多瘘管代谢试验、屠宰试验、人工瘤胃发酵系统、细胞培养等技术手段，研发出一套以高效和环保为核心的奶牛饲养技术，并进行了大面积示范推广，攻克了制约奶牛产业发展的关键技术难题，为我省乃至我国奶牛产业高质量、健康、快速发展提供了强有力的技术支撑。该项目取得以下创新性成果：

**1. 创建奶牛日粮碳水化合物平衡指数体系**

针对奶牛消化生理特点，以奶牛碳水化合物高效利用为目标，项目组结合日粮物理有效中性洗涤纤维（peNDF）与瘤胃可降解淀粉（RDS）在国际上首次提出了碳水化合物平衡指数（CBI，CBI = peNDF/RDS）理论和技术体系。在维持奶牛消化道健康与碳水化合物高效利用的基础上，项目组对不同生理期奶牛peNDF、RDS及CBI进行了规范，并通过营养调控措施提高过瘤胃淀粉在小肠的消化吸收效率和肝脏中代谢葡萄糖的合成效率，为奶牛日粮碳水化合物和能量高效利用提供了解决方案。同时，项目组明确了日粮peNDF、RDS及CBI的检测标准，已发布陕西省地方标准《物理有效中性洗涤纤维（peNDF）的测定》和团体标准《反刍动物全混合日粮中碳水化合物平衡指数（CBI）的测定》。

**2. 形成多层次营养平衡体系**

根据营养物质在奶牛体内周转的特点，项目组从营养物质的利用层次和平衡性出发，提出了多层次营养平衡理论和多层次营养检测技术，将组合效应理论从饲料层次提升到营养物质层次，从日粮层次细化至机体消化层次、代谢层次和净层次，并将相关成果凝练、总结，出版了《奶牛营养工程技术的基础与应用》，为奶牛健康、高效饲养提供了理论体系和实践技术指导。

**3. 开发了奶牛高效甲烷减排技术**

环境污染问题是限制奶牛养殖发展的瓶颈。甲烷排放是奶牛饲养中重要的环境污染物，并且造成能量浪费。项目组依托研究团队拥有的我国最大的智能环控代谢仓，利用体外、体内方法，开发并推广了可有效降低甲烷排放的产品和日粮配方，不仅有效节约了饲料资源，同时降低了奶牛养殖的环境污染，经济与环保效益显著。

**4. 构建了奶牛饲料原料数据库并开发了奶牛精准营养配方软件**

针对饲草料资源短缺问题，项目组结合我国饲料原料种类多、部分饲料营养价值较低且组成变异大等特点，从我国15个省市收集有代表性的饲料原料1515个，应用近红外技术结合常规营养测定技术对饲料样品的35个营养指标进行测定，并采用聚类分析法统计归类，形成了我国奶牛常用饲料营养参数表和饲料原料动态数据库。项目组依托国际合作项目，与宾夕法尼亚大学合作引进世界最先进的奶牛配方软件CPM-Dairy核心技术，并配套建立适合我国生产实践的饲料原料数据库，吸收项目组建立的奶牛活体快速营养检测与纠偏技术、多层次营养平衡体系、CBI体系和甲烷减排的研究成果，综合开发出DNM奶牛精准营养管理系统（计算机软件著作权登记号：2013SR026769），为奶牛的高效养殖和从源头控制奶牛养殖的环境污染提供了整体解决方案。该软件集成国内外以及该课题组最新研究成果，达到国内领先水平。目前在陕西省、甘肃省、内蒙古自治区等18省市规模化奶牛养殖场大范围推广应用，实现奶牛精准营养与饲料高效利用，经济效益显著。

项目研究期间，发布陕西省地方标准和团体标准各1项，制订企业技术标准21个，在国内外发表研究论文53篇，项目形成的饲养技术推广覆盖30万头奶牛生产，社会、经济和生态效益显著，助推我省乃至我国奶牛产业高效、健康的高质量发展。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

2014年3月31日，受科技部国际合作司委托，陕西省科技厅组织专家组在陕西杨凌召开了“高效环保型奶牛养殖关键技术的合作研究（项目编号：2010DFB34230）”项目验收会。专家组一致认为该项目具有明显的创新性，整体技术达到国际先进水平，该项目成果的综合推广应用可明显提高饲料转化率和产奶效率，降低瘤胃甲烷气体排放，缓解粮食和饲料资源不足问题。

2015年10月10日，陕西省科技厅组织相关专家在陕西杨凌对西北农林科技大学承担的陕西省科技统筹创新工程计划项目“高效绿色畜禽饲料添加剂研发与集成”（2011KTCQ02-02）进行了验收。项目验收专家一致认为，该项目以项目组所在的陕西省饲料产业创新战略联盟和陕西省饲料工程中心的各成员单位作为推广基地，有效地集成并推广以提高奶牛生产性能、优化饲料利用效率、改善产品品质和节能减排为主要特色的四大类调控型高效绿色饲料添加剂组合，并形成产业化生产技术体系。

2017年4月13-14日，国家科技部委托依托中国农业科学院北京畜牧兽医研究所组建的评审专家对“十二五”国家科技支撑计划-奶牛营养调控与粗饲料高效利用关键技术课题及子课题-奶牛围产期和泌乳高峰期营养需要量参数及配套精细饲养工艺与调控技术研究进行了结题验收。专家组听取了课题汇报，审阅了课题组提供的验收资料，经质询和讨论后认为，该课题成果包括制定出奶牛围产期和泌乳高峰期日粮适宜代谢葡萄糖、物理有效中性洗涤纤维、代谢蛋白、碳水化合物平衡指数等营养代谢参数各1套；制定了围产期、泌乳高峰期奶牛精细化饲养技术规范2套；建立了缓解围产期能量负平衡的营养调控技术2套；建立奶牛营养调控技术示范基地3个。专家组认为，该成果系统性强、创新性突出，引领示范作用明显，总体上达到国际先进水平。

### 五、应用情况

依托陕西省饲料产业技术创新战略联盟和陕西省饲料工程技术研究中心，项目组主要在省内外饲料企业（如，陕西华秦农牧科技有限公司、陕西康达尔农牧科技有限公司、陕西石羊（集团）股份有限公司、甘肃奥林贝尔生物科技集团有限公司等）以及大型奶牛养殖企业（如，现代牧业（宝鸡）有限公司、陕西省奶牛中心、宝鸡得力康乳业公司等）推广该项目的技术成果。同时，据不完全统计，2012年至2019年在全国15个省市地区辐射推广上述技术，奶牛头数达到30万余头，其中泌乳奶牛18万头，成果的实施提高饲料转化率5~8%，甲烷、氮、磷排泄分别减少20%、15%和30%，增加鲜奶26万吨，节约饲料费、医药费和排泄物处理费1亿元，增加直接社会经济效益1.5亿元，辐射带动增加经济效益15亿元，累计共增加社会经济效益17.5亿元。与此同时，研发成果的推广应用有效降低了奶牛饲养业的排泄污染，创造了较高的环保价值。

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号（标准编号）** | **授权（标准发布）日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准规范 | 饲料中物理有效中性洗涤纤维（peNDF）的测定 | 中国 | DB61/T1063-2017 | 2017-01-11 |  | 西北农林科技大学、杨凌现代农业产业标准化推广服务中心 | 姚军虎  曹阳春  蔡传江  徐秀容  段玉兰  杨 静 | 正常 |
| 标准规范 | 反刍动物全混合日粮中碳水化合物平衡指数（CBI）的测定 | 中国 | T/YLSL002-2018 | 2018-03-01 |  | 西北农林科技大学 | 曹阳春  姚军虎  康开平  蔡传江  徐秀容  龚月生 | 正常 |
| 发明专利 | 一种基于营养方式促进产后奶牛发情排卵的精料补充饲料 | 中国 | ZL201110355783.1 | 2013-06-12 | 1212771 | 陕西华秦农牧科技有限公司 | 杨 景  刘敏哲  康开平  李延军  张利敏 | 有效 |
| 实用新型专利 | 一种饲料智能筛选送料装置 | 中国 | ZL201721340933.0 | 2018-07-17 | 7603063 | 西北农林科技大学 | 曹阳春  姚军虎  王腊梅  蔡传江  王砀砀  张 涛  赵聪聪  任 豪 | 有效 |
| 计算机软件著作权 | 奶牛精准营养管理系统 | 中国 | 2013SR026769 | 2013-03-11 | 软著登字第0532531号 | 西北农林科技大学 |  | 正常 |
| 计算机软件著作权 | 奶牛体况评分软件 | 中国 | 2012SR124182 | 2012-08-31 | 软著登字第0492218号 | 西北农林科技大学 |  | 正常 |
| 标准规范 | 牛羊用精料补充料 | 中国 | Q/HQ005-2018 | 2018-05-20 |  | 陕西华秦农牧科技有限公司 | 康开平  杜保华  杨 景  张利敏  齐渊博  王娟娟 | 正常 |
| 标准规范 | 牛羊用浓缩饲料 | 中国 | Q/HQ006-2018 | 2018-05-20 |  | 陕西华秦农牧科技有限公司 | 康开平  杜保华  杨 景  张利敏  齐渊博  王娟娟 | 正常 |
| 标准规范 | 牛羊用复合预混合饲料 | 中国 | Q/HQ010-2018 | 2018-05-20 |  | 陕西华秦农牧科技有限公司 | 康开平  杜保华  杨 景  张利敏  齐渊博  王娟娟 | 正常 |

### 七、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 姚军虎 | 1 | 院长/教授 | 西北农林科技大学 | 项目主持人，提出项目总体思路，全面负责方案设计并指导实施。对所列主要科技创新点1、2、3、4均有重要贡献。 |
| 曹阳春 | 2 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 负责项目方案设计、实施、推广应用和成果总结，对所列主要科技创新点1、3、4有重要贡献。 |
| 雷新建 | 3 | 讲师 | 西北农林科技大学 | 负责项目的实施、推广应用和成果总结，对所列主要科技创新点1、3、4有重要贡献。 |
| 徐明 | 4 | 副教授 | 内蒙古农业大学 | 负责项目部分方案制定和实施，对所列主要科技创新点2、4有重要贡献。 |
| 李飞 | 5 | 副教授 | 兰州大学 | 负责项目部分方案制定和实施，对所列主要科技创新点1有重要贡献。 |
| 蔡传江 | 6 | 讲师 | 西北农林科技大学 | 负责部分项目的实施，对所列主要科技创新点3有重要贡献。 |
| 杨景 | 7 | 高级工程师 | 陕西华秦农牧科技有限公司 | 负责部分项目的实施，对所列主要科技创新点1、2、3的推广应用有重要贡献。 |
| 辛建军 | 8 | 副总经理/畜牧师 | 宝鸡得力康乳业有限公司 | 负责部分项目的实施，对所列主要科技创新点1、4的推广应用有重要贡献。 |
| 王腊梅 | 9 | 实验员 | 西北农林科技大学 | 负责部分项目的实施，对主要科技创新点3有重要贡献。 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 项目主持单位，负责项目整体设计、实施和总结，提供了项目实施和推广应用必要的资金、科研人员、仪器设备等。并协调内蒙古农业大学、兰州大学、陕西华秦农牧科技有限公司和宝鸡得力康乳业有限公司共同完成奶牛高效环保型饲养技术的研发和推广应用。 |
| 内蒙古农业大学 | 2 | 协助西北农林科技大学完成奶牛多层次营养平衡体系和精准营养配方软件的研发。 |
| 兰州大学 | 3 | 协助西北农林科技大学完成奶牛日粮碳水化合物平衡指数体系的研发。 |
| 陕西华秦农牧科技有限公司 | 4 | 协助西北农林科技大学完成奶牛饲料原料数据库、日粮碳水化合物平衡指数体系和精准营养配方软件的推广应用。 |
| 宝鸡得力康乳业  有限公司 | 5 | 协助西北农林科技大学完成奶牛多层次营养平衡体系、日粮碳水化合物平衡指数体系和奶牛甲烷减排技术的集成和推广应用。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| **1** | 论文合著 | 姚军虎/1  曹阳春/2  雷新建/3  蔡传江/6 | 2012 | 2019 | Specific enrichment of microbes and increased ruminal propionate production: the potential mechanism underlying the high energy efficiency of Holstein heifers fed steam-faked corn. AMB Express, 2019, 9: 209 |
| **2** | 论文合著 | 姚军虎/1  徐明/4 | 2004 | 2019 | Relationship between fibre degradation kinetics and chemical composition of forages and by-products in ruminants. Journal of Applied Animal Research, 2015, 44: 189-193 |
| **3** | 论文合著 | 姚军虎/1  曹阳春/2  李飞/5 | 2008 | 2019 | Dynamics of methanogenesis, ruminal fermentation and fiber digestibility in ruminants following elimination of protozoa: a meta-analysis. Journal of Animal Science and Biotechnology, 2018, 9:89 |
| **4** | 共同立项 | 姚军虎/1  杨景/7 | 2011 | 2019 | 高效绿色畜禽饲料添加剂研发与集成 |
| **5** | 共同立项 | 姚军虎/1  辛建军/8 | 2011 | 2019 | 高效环保型奶牛关键技术的合作研究 |
| **6** | 共同知识产权 | 姚军虎/1  曹阳春/2  王腊梅/9 | 2012 | 2019 | 一种饲料智能筛选送料装置 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **7** | 产业合作 | 姚军虎/1  曹阳春/2  雷新建/3  杨景/7  辛建军/8 | 2011 | 2019 | 推广应用项目形成的奶牛高效环保型关键饲养技术 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）**  该项目由西北农林科技大学与内蒙古农业大学、兰州大学、陕西华秦农牧科技有限公司和宝鸡得力康乳业有限公司等单位共同完成，分工明确、优势互补、联合攻关，针对奶牛养殖长期存在产奶效率低下、饲草料资源短缺、环保压力大等问题进行了深入合作开发，提出了奶牛高效环保型精准饲养关键技术，并进行大面积推广应用。第2完成人曹阳春、第3完成人雷新建和第6完成人蔡传江为第1完成人姚军虎研发团队的核心成员，全面协助第1完成人进行核心技术开发及试验研究工作，有项目合作、共同知识产权、示范推广、论文合著若干。第4完成人徐明是第1完成人的博士研究生，在攻读博士学位和博士后合作研究期间参与该项目的执行，博士后出站后在内蒙古农业大学工作，继续与第1完成人在奶牛多层次营养平衡体系和奶牛精准营养配方软件综合开发与应用方面进行合作，共同发表论文多篇。第5完成人李飞是第1完成人的博士研究生，在攻读博士学位期间参与国家国际科技合作专项“高效环保型奶牛关键技术的合作研究”相关研究工作，毕业后继续与第1完成人合作进行奶牛日粮碳水化合物平衡指数相关研究，共同发表论文多篇。第7完成人杨景所在的陕西华秦农牧公司为该项目产学研合作方，与西北农林科技大学共同组建陕西省饲料工程技术研究中心，与第1完成人长期进行项目合作，与第1、2、3完成人共同进行项目成果的产业化开发和应用推广。第8完成人辛建军所在宝鸡得力康公司为该项目产学研合作方，是第1完成人作为首席专家的宝鸡奶牛营养专家大院的建设单位，与第1完成人共同完成国家国际科技合作专项“高效环保型奶牛关键技术的合作研究”（2010DFB34230），与第1、2、3完成人进行项目成果的产业化开发和应用推广。第9完成人王腊梅参与陕西省科技统筹创新工程计划项目“高效绿色畜禽饲料添加剂研发与集成”（2011KTCQ02-02），与第1完成人有共同知识产权。 | | | | | |

### 一、项目名称：

地方黄牛遗传资源评价与优异基因挖掘及应用

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

我国地方黄牛种质资源丰富，但存在种质资源遗传关系不清，优异产肉性状相关功能基因挖掘少，其形成的分子机理不明及优秀肉牛种源严重不足等问题，严重影响我国黄牛种质资源保护、精准选育和肉牛产业的可持续健康发展，严重阻碍我国黄牛种质创新及其产业化。既要有效保护我国已有黄牛遗传资源，又要开发利用，提高产肉性能，创制新种质，这是长期以来困扰我国牛业发展的瓶颈问题。针对地方黄牛种质资源评价难、利用率低、育种周期长，种质创新不足等肉牛产业发展中的共性关键问题，该项目获得如下创新性成果：

1. **系统揭示了中国地方黄牛丰富的遗传多样性、独特的基因资源与种质特性及分布规律，创建了地方黄牛遗传资源“四位一体”的评价体系。**

系统揭示了中国地方黄牛具有丰富的线粒体DNA、Y染色体和全基因组DNA遗传多样性，具有独特的基因资源、种质特性、起源进化与分布规律，相关研究成果发表在《Nature Communications》等国际著名期刊；创建了地方黄牛的体型外貌性状、母系线粒体DNA、父系Y染色体和全基因组独特SNP相结合的“四位一体”遗传资源评价体系，为我国地方黄牛遗传资源保护、开发利用、优异基因发掘和种质创新提供了科学依据。

1. **创建了中国地方黄牛优异产肉性状相关基因的资源发掘、功能鉴定、基因诊断技术体系，阐明了黄牛高效优异产肉性状形成的分子调控机制。**

挖掘了主要黄牛品种优异产肉性状形成的相关基因92个，鉴定出145个分子标记，研制出26个与黄牛产肉性状显著相关的基因诊断试剂盒；揭示了中国地方黄牛肌肉和肌内脂肪mRNA组、微小RNA（miRNA）组、长链非编码RNA（lncRNA）组、环形RNA（circRNA）组及甲基化组的构成和特征；阐明了黄牛非编码RNA（ncRNA）调控肌肉发育和脂肪沉积及黄牛优异性状形成的分子调控机制；提升了我国黄牛高效功能基因发掘的技术水平与国际地位。

1. **创新集成了黄牛多性状多基因的聚合育种技术，应用于肉牛选育，培育出生长快、产肉率高、抗逆性强的黄牛新种质资源，实现了种质创新。**

创建了等位基因低频率突变检测的新方法，创新集成了地方黄牛多性状多基因聚合的育种技术平台，建立了分子育种与常规育种相结合的肉牛高效选育方法体系，利用26个肉牛产肉性状基因诊断试剂盒，培育出生长快、产肉率高、抗逆性强的肉用新种质资源，在黄牛主产区广泛应用，社会、经济和生态效益显著。

该项目获得各种奖励16项、授权国家发明专利24项、软件著作权7项、出版著作11部，发表论文236篇，其中SCI收录论文162篇，共引用1307次。该项目成果已在河南、陕西、安徽等27省市推广应用，取得显著的社会、经济和生态效益。该项目具有明显的先进性与原创性，整体达到国际领先水平。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

**（一）科技成果鉴定意见**

2020年1月15日，由陕西省技术转移中心组织成果评价，以著名动物遗传育种学专家张沅教授为组长，中国科学院桂建芳院士、黄路生院士为副组长的专家组对“地方黄牛遗传资源评价与优异基因挖掘及应用”成果进行了评价，认为“该成果具有明显的先进性与原创性，整体达到国际领先水平”。

**（二）相关知识产权**

该项目获得相关知识产权共33件，其中授权国家发明专利24件，计算机软件著作权7件。

**（三）论文的收录与引用**

该项目的研究成果在国内外重要学术期刊Nature Communications、Science China-Life Sciences、Journal of Animal Science and Biotechnology、Journal of Agricultural and Food Chemistry、Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Gene Regulatory Mechanisms、Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research、Epigenetics、Molecular Therapy-Nucleic Acids、Journal of Animal Science、Animal Genetics、BMC Genomics、RNA Biology等发表论文236篇，其中SCI收录论文162篇，共引用1307次。。

**（四）科技查新**

科技查新结果表明该项目成果具有明显的原创性，在揭示主要地方黄牛品种独特的种质资源特性，创建黄牛遗传资源“四位一体”的评价体系；挖掘主要黄牛品种肉用优异性状功能基因，创建分子标记辅助育种技术体系，培育肉用牛新种质资源，除该项目组的文献外，未见相关中英文文献报道。

**（五）专业学会评价**

1. 中国良种黄牛育种委员会认为：该项目所取得的研究成果已经广泛用于地方黄牛育种实践与新品系培育，取得了显著的经济社会效益，促进了我国肉牛产业科技进步，该成果总体处于国际领先水平。

2. 中国畜牧兽医学会养牛学分会认为：该项目在中国主要地方黄牛品种种质资源保护、基因挖掘、品系培育、配套技术等方面进行了许多开创性工作，取得了显著的经济和社会效益，总体研究成果处于同类研究的国际领先水平。

### 五、应用情况

**1．应用情况**

**1.1 推广应用情况**

自从2013年以来，该项目的成果已应用于陕西、河南、安徽、山东等27个省市40余个肉牛养殖企业与种牛场。据对陕西、河南、宁夏等13个产业化龙头企业不完全统计，累计新增社会效益290.75亿元。

该项目的技术与科技成果主要在陕西省农牧良种场、陕西省秦宝牧业股份有限公司、陕西省秦川肉牛良种繁育中心、南阳黄牛科技中心、河南省鼎元种牛育种有限公司、科尔沁牛业南阳有限公司、南阳市黄牛良种繁育场、河南省泌阳县夏南牛科技开发有限公司、平顶山市羴牛畜禽良种繁育有限公司、安徽省亳州市谯城区草源种牛繁育场、国家级黄牛原种场—山东省鲁西黄牛原种场、甘肃省张掖万禾草畜产业科技开发有限责任公司、宁夏固原富民农业科技发展有限公司等13家一线肉牛育种和龙头养殖企业推广应用，2017~2019年新增销售额25.50亿元，新增利润3.83亿元，新增社会效益290.75亿元，取得显著的经济效益和社会效益。

**1.2 教学应用**

该研究取得的理论成果和实验方法已作为大学本科生、研究生相关课程教学和实验内容的重要组成部分，一些研究成果已编入多部国家规划教材，如《基因工程》，《基因工程实验技术》、《动物遗传学》和《动物分子生物学》等，为提高本科生和研究生的理论和实验技能发挥了重要作用。

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发明专利 | 一种同时检测黄牛FoxO1基因两个插入缺失位点的方法及其应用 | 中国 | ZL201710327145.6 | 2019.10.8 | 3586174 | 西北农林科技大学 | 陈 宏  刘鲲鹏  白跃宇  杨嘉蒙  孙雨佳  蓝贤勇  黄永震  马玉林 | 有效 |
| 发明专利 | 一种检测牛PCAF基因SNP的RFLP方法及试剂盒 | 中国 | Z.L.2017100510135 | 2019.10.25 | 3612733 | 西北农林科技大学 | 陈 宏  刘 梅  赵晶晶  李 波  陈 杰  蓝贤勇  黄永震 | 有效 |
| 发明专利 | 一种检测秦川牛microRNA-320a-1基因SNP的方法与应用 | 中国 | ZL201611193760.4 | 2019.10.9 | 3587794 | 西北农林科技大学 | 陈 宏  董 冬  魏雪锋  黄永震  蓝贤勇 | 有效 |
| 发明专利 | 一种与秦川牛生长相关的CNV 标记的检测方法与应用 | 中国 | ZL201510867756.0 | 2019.5.17 | 3378988 | 西北农林科技大学 | 陈 宏  刘 梅  李 波  徐 瑶  蓝贤勇  黄永震  白跃宇 | 有效 |
| 发明专利 | 一种检测秦川牛GBP2基因CNV标记的方法及其应用 | 中国 | ZL201710284523.7 | 2019.9.19 | 3574811 | 西北农林科技大学 | 黄永震  张桂民  宋成创  贺 花  陈 宏  雷初朝  郑 立  蓝贤勇  党瑞华  白跃宇  胡沈荣. | 有效 |
| 发明专利 | 黄牛I-mfa基因的单核苷酸多态性位点及其检测方法 | 中国 | ZL201210122458.5 | 2017.10.24 | 2665003 | 江苏师范大学 | 陈 宏  李景景  张春雷  房兴堂 | 有效 |
| 发明专利 | 一种黄牛SPAG17基因插入/缺失的检测方法及其应用 | 中国 | Z.L.2016101498193 | 2016.03.16 | 3328810 | 西北农林科技大学 | 蓝贤勇  金云云  陈 宏  雷初朝  祁兴磊  林凤鹏  祁兴山  屈卫东 | 有效 |
| 发明专利 | 检测黄牛MEF2C基因SNP位点的RFLP方法及试剂盒 | 中国 | ZL201410810292.5 | 2017.01.11 | 2342889 | 西北农林科技大学 | 陈 宏  展召阳  张国兴  周雅婷  黄永震  雷初朝  蓝贤勇  胡沈荣 | 无效 |
| 发明专利 | 一种检测黄牛Pax3基因单核苷酸多态性的PCR-RFLP方法与应用 | 中国 | Z.L.201310465936.7 | 2016.08.17 | 2167242 | 西北农林科技大学 | 陈 宏  徐 瑶  石 涛  周 扬  蔡含芳  蓝贤勇 | 无效 |
| 发明专利 | 一种检测黄牛IGF2基因单核苷酸多态性的诊断试剂盒及其使用方法 | 中国 | ZL201310204434.9 | 2014.09.10 | 1477737 | 西北农林科技大学 | 陈 宏  黄永震  李明勋  孙雨佳  蓝贤勇  雷初朝  胡沈荣 | 无效 |

### 七、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 陈 宏 | 1 | 无/教授 | 西北农林科技大学 | 项目主持人，负责项目总体设计和课题的立项，组织项目实施。 |
| 雷初朝 | 2 | 无/教授 | 西北农林科技大学 | 参加项目设计，实施方案制定和组织组织落实工作。 |
| 蓝贤勇 | 3 | 无/教授 | 西北农林科技大学 | 负责本项目中的黄牛遗传资源评价、基因挖掘及分子机制和新种质创制工作。 |
| 黄永震 | 4 | 无/副教授 | 西北农林科技大学 | 在本项目中负责黄牛产肉性状基因挖掘和生长发育调控基因功能验证与应用。 |
| 张春雷 | 5 | 无/教授 | 江苏师范大学 | 负责黄牛遗传资源评价、产肉性状基因挖掘和能量代谢相关基因分子遗传特征分析与应用。 |
| 房兴堂 | 6 | 无/教授 | 江苏师范大学 | 主要开展了地方黄牛优异性状基因挖掘、功能分析和分子调控机制解析。 |
| 党瑞华 | 7 | 无/副教授 | 西北农林科技大学 | 主要开展了地方黄牛优异性状基因挖掘、功能分析及选育工作。 |
| 樊安平 | 8 | 无/经济师 | 陕西省农牧良种场 | 秦川牛及其新种质资源类群的选育和技术推广，相应配套技术研发与产业化应用示范。 |
| 祁兴磊 | 9 | 无/研究员 | 泌阳县夏南牛研究推广中心 | 无角夏南牛新种质资源类群的选育和技术推广，相应配套技术研发与产业化应用示范。 |
| 曹 晖 | 10 | 无/副教授 | 陕西秦宝牧业有限公司 | 秦川牛和安格斯牛杂交选育和技术推广，相应配套技术研发与产业化应用示范。 |
| 陈宁博 | 11 | 无/副教授 | 西北农林科技大学 | 负责该项目中的黄牛遗传资源评价、功能基因挖掘及分子机制和新种质创制工作。 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 西北农林科技大学是教育部直属的全国重点大学，国家“985工程”和“211工程”及双一流重点建设高校之一。在该项目上，学校做了以下主要贡献，保证了该项目的顺利完成。  1、全面组织项目实施：主持开展项目立项、协调与管理工作，为各项研发任务的顺利完成提供保障。  2、提供了高水平的实验室、仪器设备和实验基地：西北农林科技大学拥有教育部“985”科技创新平台、陕西省动物遗传育种与繁殖重点实验室，这些实验室和科技创新平台具有国内农业院校一流的实验仪器和设备，为该项目的实施和顺利完成提供了可靠的研究保障。多年来，在学校的资助下，建立了秦川牛肉用选育场，为该项目的研发和推广提供了实验基地和牛种资源。  3、提供了大量人才资源：在学校的支持下，该项目充分利用学校雄厚的科研力量和研究人才，为该项目的完成提供了高素质的人力资源保障。  4、对项目进行督促和监管：西北农林科技大学尽全力保证课题实施和研究所需的人、财、物等各项条件，并在课题的实施过程中，进行有效的组织、管理、督促和监督，促进了该项目的顺利完成。  5、陈宏教授是西北农林科技大学的知名教授和拔尖人才，学校为其提供了完成该项目所需的部分科研经费。 |
| 江苏师范大学 | 2 | 江苏师范大学是江苏省苏北地区办学历史最长、办学规模最大、学科门类最多、综合实力最强的省属高校。江苏师范大学是该项目的合作单位，在该项目中的主要贡献是：  1、江苏师范大学提供了实验研究的场所和仪器设备。江苏师范大学拥有江苏省系统发育与比较基因组学重点实验室和江苏师范大学细胞与分子生物学研究所，实验室拥有现代分子生物学仪器和设备，为该项目的实施和顺利完成提供了实验研究保障。  2、江苏师范大学提供了人力资源。江苏师范大学在分子生物技术方面具有较强的科研力量和优秀的研究人才，在开展黄牛种质资源评价保护、基因挖掘和利用研究的完成过程中，学校提供了研究所用的人力资源。  3、江苏师范大学提供有效监管。江苏师范大学不但提供课题实施的各种条件，而且在课题申报、立项及实施过程中，进行了有效的组织管理和监督，促进了项目的顺利完成。  4、江苏师范大学提供了该项目完成所需的部分科研经费，完成一些重要的创新性成果。 |
| 陕西省农牧良种场 | 3 | 开展了秦川牛的种质资源评价与保护、性能测定与选育提高、标准化繁育和种质创新等方面的科学研究和技术推广工作，为该项目的顺利开展提供了技术平台支持和科研支撑条件。 |
| 泌阳县夏南牛科技开发有限公司 | 4 | 开展了无角夏南牛新种质资源类群选育和推广工作，在肉牛品种选育、种质创新、杂交利用，以及高品质牛肉生产、质量溯源、胴体分割分级技术等方面提供了技术平台支持和科研支撑条件。 |
| 陕西秦宝牧业有限公司 | 5 | 开展了秦川牛和安格斯牛杂交选育、良种扩繁、快速育肥及相关配套技术的研发与试验，建设了国家肉牛核心育种场，开创了我国安格斯规模化养殖的先河，推动了项目组研发技术的顺利应用与推广。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/**  **项目排名** | **合作起始**  **时间** | **合作完成**  **时间** | **合作成果** |
| 1 | 共同知识产权 | 雷初朝 | 1999 | 2019 | 合作论文与成果 |
| 2 | 共同知识产权 | 蓝贤勇 | 2001 | 2019 | 合作论文与成果 |
| 3 | 共同知识产权 | 黄永震 | 2007 | 2019 | 合作论文与成果 |
| 4 | 共同知识产权 | 张春雷 | 2004 | 2019 | 合作论文与成果 |
| 5 | 共同知识产权 | 房兴堂 | 2003 | 2019 | 合作论文与成果 |
| 6 | 共同知识产权 | 党瑞华 | 2002 | 2019 | 合作论文与成果 |
| 7 | 共同知识产权 | 樊安平 | 2001 | 2019 | 秦川牛种质资源评价、保护利用和示范推广 |
| 8 | 共同知识产权 | 祁兴磊 | 2009 | 2019 | 肉牛种质资源选育和示范推广 |
| 9 | 共同知识产权 | 曹 晖 | 2009 | 2019 | 肉牛杂交选育和示范推广 |
| 10 | 共同知识产权 | 陈宁博 | 2015 | 2019 | 合作论文与成果 |

|  |
| --- |
| **完成人合作关系说明(限1000字）**  **完成人合作关系说明**  该项目完成人及工作单位包括：陈宏、雷初朝、蓝贤勇、黄永震、党瑞华、陈宁博（西北农林科技大学）、张春雷、房兴堂（江苏师范大学）、樊安平（陕西省农牧良种场）、祁兴磊（泌阳县夏南牛研究推广中心）、曹晖（陕西秦宝牧业有限公司）。  陈宏与本单位雷初朝、蓝贤勇、黄永震、党瑞华、陈宁博五位专家在共同申报实施国家和省部有关中国地方黄牛方面的科技计划项目、发表学术论文、出版教材著作、申报国家发明专利、登记软件著作权等方面开展了紧密合作，在地方黄牛遗传资源评价、产肉性状基因挖掘、基因功能分析、性状形成的分子机制解析、新种质资源选育、相应配套技术研发及产业化开发技术研究集成，以及该项科技成果的形成和示范推广应用方面做出了重要贡献。  陈宏与江苏师范大学张春雷、房兴堂分别从2004年和2003年开始合作，共同申报和完成多个课题，共同发表多篇SCI论文，并获得多项授权国家发明专利。研究完善了地方黄牛遗传资源评价、产肉性状基因挖掘和能量代谢相关基因分子遗传特征分析与选育工作，并加以示范推广。  陈宏与陕西省农牧良种场樊安平从2001年开始合作，主要开展了秦川牛的种质资源评价与保护、性能测定与选育提高、标准化繁育和种质创新等方面的科学研究和技术推广工作，为该项目的顺利开展提供了技术平台支持和科研支撑条件。  陈宏与泌阳县夏南牛科技开发有限公司祁兴磊从2009年开始合作，该企业为该项目创制新种质资源的培育基地，共同申报实施国家和省部有关肉牛方面的科技计划项目，共同发表多篇学术论文。负责无角夏南牛的选育和示范推广工作，在肉牛品种选育、种质创新、杂交利用，以及高品质牛肉生产、质量溯源、胴体分割分级技术等方面提供了技术平台支持和科研支撑条件。  陈宏与陕西秦宝牧业有限公司曹晖从2009年开始合作，该公司配合项目组开展了肉牛杂交改良、优质牛肉生产加工和质量溯源技术体系等方面的研究和应用推广工作。该公司配合项目组开展了秦川牛和安格斯牛杂交选育、良种扩繁、快速育肥及相关配套技术的研发与试验，建设了国家肉牛核心育种场，开创了我国安格斯牛规模化养殖的先河，推动了项目组研发技术的顺利应用与推广。  该项目的多个课题由西北农林科技大学陈宏教授负责，江苏师范大学、陕西省农牧良种场、泌阳县夏南牛科技开发有限公司和陕西秦宝牧业有限公司合作完成。陈宏教授作为该项目的负责人，雷初朝、蓝贤勇、黄永震、党瑞华、陈宁博、张春雷、房兴堂、樊安平、祁兴磊、曹晖均为该项目的主要参加人或合作完成人。上述人员对该次报奖排名无异议。 |

### 一、项目名称：

水轮机调节系统动力学稳定性及控制

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

该项目属于水利水电的基础研究。

在国家进行电力结构化、市场化改革大背景下，风光等随机可再生能源将会更多地被电力系统所消纳。水电作为调峰调频重要角色，将会面临更为频繁的过渡工况调节和非最优工况运行两个重要发展趋势。准确认识在过渡工况下水力发电机组的安全稳定性和非最优工况区水轮机调节系统动态调节特征，对提高水轮发电机组系统的灵活性运行和维护区域电力系统的安全可靠性具有重要的科学意义价值。该项目正是围绕上述国家能源改革重大需求，通过系统深入的研究，针对水电站系统典型过渡过程安全稳定性评估提出动态传递系统理论和非最优工况区发现以发电机角速度控制与轴系振动相互作用的新规律和新机制，为同时提高水轮发电机组运行灵活性和非最优工况区自动预测控制技术实现提供重要理论依据。主要创新成果如下：

**（1）典型过渡过程安全稳定性评估研究：**基于全特性曲线的典型过渡过程安全稳定性评估采用的静态传递系数忽略了暂态过程机组所受惯性力作用，申请者巧妙引入曲面簇理论推求静态传递系数与暂态惯性力关系，创新性提出水轮机非线性动态传递系数并建立典型过渡过程水轮发电机组的动力学模型；进一步基于广义哈密顿理论将其转化为分数阶哈密顿模型，实现了从系统整体角度通过解析能量损失瞬态变化与能量损失空间分布特征评估机组安全稳定性。模型被国内外同行跟踪研究，并为引汉济渭等国家重大水利工程水力机组的典型工况导叶开闭规律设置问题提供理论指导。

**（2）非最优工况区水轮机调节系统动态调节特征研究：**在非最优工况运行机组轴系振动剧烈程度远超国标阈值，发电机角速度在调速器控制下难以保证其波动稳定性，申请人巧妙分析调节系统与轴系耦合机制和参数传递关系，首次提出以水力激励力、水力不平衡力和水轮机动力矩为传递参数构建系统高维分数阶统一模型；进一步逻辑演绎出高维分数阶微分方程组任意两参数通用表达式，并利用敏感性与可靠性分析方法揭示非最优工况区水轮机调节系统动力演化机制与失稳概率条件，为非最优工况区水轮发电机组供电可靠性评估提供关键技术支持；研究成果被国际同行多次直接引用，并用于解决水电站运行区拓宽问题研究。

**（3）水轮机调节系统自动预测控制研究：**为克服瞬态过程信号采集滞后和系统惯性问题，考虑水轮机调节系统的非线性、时变与变量特性，引入Takagi-Sugeno（T-S）模糊理论和广义预测控制改进水轮机调节系统控制策略；有效降低瞬态过程调节系统调节时间和超调量，为解决瞬态过程系统调节平稳性这一要难题提供有效途径。

该项目在本领域Applied Energy、《中国电机工程学报》等重要期刊发表学术论文，被来自28个国家1000余名学者在25余种国际期刊发表的论文上广泛引用，SCI数据库他引1113次。8篇代表作在Renewable & Sustainable Energy Reviews、Energy等国际期刊得到正面引用和积极评价，单篇最高引用102次，3篇入选ESI工程学科前1%高被引论文；受邀做包括“Revolutions in Renewable Energy in 21st Century”等重要国际会议特邀报告2次，获得国际学术奖励1项，全国高等学校水利类优秀学位论文1项，厅局级科技奖励1项。研究成果被相关领域国际权威学者的同行引用、高度评价与跟踪研究，产生良好国际学术影响，为引汉济渭等国家重大水利工程以及水电站运行区拓宽问题提供关键技术支持。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

该项目8篇代表作在Renewable & Sustainable Energy Reviews等国际重要期刊上得到正面引用和积极评价，单篇最高引用102次，3篇入选ESI工程学科前1%高被引论文；受邀做包括“Revolutions in Renewable Energy in 21st Century”等重要国际会议特邀报告2次，获得国际学术奖励1项，全国高等学校水利类优秀学位论文1项，厅局级科技奖励1项。研究成果被相关领域国际权威学者的同行引用、高度评价与跟踪研究。具体如下：

**（一）典型过渡过程安全稳定性评估研究相关成果在Renewable & Sustainable Energy Reviews，Energy**，**Renewable Energy等期刊被正面评价：“肯定了动态传递系数方法构建水电站系统模型”、“水电站暂态过程研究重要理论依据”等。**

1）**国际能源研讨会荣誉奖、马森创新人才一等奖得主Berrada Asmae教授**在《***Energy***》上发表论文中对代表性论文5中构建的带调压室的水轮机调节系统模型进行了积极评价和引用，并表示代表性论文7中所提出的模型构建方法及分析结果为水电站暂态甩负荷过程的进一步研究提供了重要理论依据。

2）**青年科学家奖、青年研究员奖得主、麻省理工学院Sapsis Themistoklis教授**在《Entropy》发表论文中积极肯定了代表性论文1的研究成果，并将水轮机冲击载荷作为随机变量表现明显非高斯型的一典型案例进行直接引用。

3）**智能电网领域专家、玻利瓦尔技术大学Danilo Montoya Oscar教授**在《Applied Mathematical Modelling》上发表论文中同时引用了包括代表作1和代表作6在内的6篇成果论文，肯定了代表作6中通过引入随机负荷来探讨比例积分增益对抽水蓄能电站特性变化影响的研究。

4）**IET客座编辑、IEEE杰出审稿人Bu Siqi**在《Renewable Energy》上发表论文中对项目成果中的水轮机调节系统模型和分数阶模型进行正面评价，同时引用5篇成果论文，其中代表论文7中饱和函数定义方法被直接引用。

5）**中国水力发电工程学会水力机械委员会副主任委员、水力发电设备国家重点实验室学术委员会委员、武汉大学杨建东教授**在《Applied Mathematical Modelling》上发表文章中对引入分数阶、哈密顿理论构建的水轮机非线性模型及动态特性分析进行了积极评价，肯定了动态传递系数方法构建水轮机调节系统动力学模型，正面引用包括代表作1、2、7在内的5篇成果论文。

**（二）美国麻省理工学院教授、IEEE技术活动副主席、国际自动化协会主任、2011红点设计概念奖获得者等国际同行多次直接引用非最优工况水轮机调节系统动态调节特征研究成果。**

1）**美国MIT麻省理工学院Sapsis Themistoklis P教授和意大利帕多瓦大学Giovanna Cavazzini教授**在上《***Renewable and Sustainable Energy Reviews***》期刊上发表文章直接引用代表性论文研究结论：“此外，它还会对水力机械的瞬态特性以及水力机械停止过程中的液压回路产生负面影响，特别是在紧急停止过程中”。

2）**IEEE技术活动副主席、克罗地亚萨格勒布大学Kuzle Igor教授**在《*IET Renewable Power Generation*》上发表论文对该项目研究成果非最优工况运行产生的低频振荡现象机理研究进行了积极评价，在总结水电站研究方法中，引用该项目研究成果作为分析水电站低频振荡机理的典型范例。

3）**国际自动化协会（ISA）主任、巴西巴拉那天主教大学Loures Eduardo Rocha教授**在《*Journal of Cleaner Production*》发表评述论文肯定项目相关研究成果并进行模型适用性评估将该项目研究成果“新的基于曲面簇的水力发电系统瞬态模型在115篇文献的水力效率方面评估中排名第四，积极肯定研究成果并进行正面评价”。

4）**美国-巴基斯坦能源高级研究中心Safdar Ibadullah教授**在《*Sustainable Energy Technologies and Assessments*》发表文章中正面引用了该项目的研究成果，指出“不同参数的敏感值对于任何水电系统的设计和稳定都是至关重要的”（Such sensitive values obtained for different parameters were essential in the design and stability of any Pelton hydropower systems）

5）**2011红点设计概念奖获得者、德国卡尔斯鲁厄理工学院教授Korvink Jan和流体力学及机械工程领域专家Poletkin Kirill教授**在《International Journal of Mechanical Sciences》上发表论文中将该项目代表性论文2的水力发电机组高维分数阶统一模型作为研究典范，肯定了分数阶理论在水轮机调节系统中应用的创新性。

（三）**IEEE会士、美国青年研究者奖得主、麻省理工学院研究员、中国科学院院士、美国亚利桑那大学教授、美国加州大学伯克利大学教授、最杰出研发人员奖得主、牛津大学博士等积极肯定并多次直接引用调节系统自动预测控制研究成果。**

1）**IEEE会士、康奈尔大学杰出教育奖、美国青年研究者奖得主、康奈尔大学教授Chiang Hsiao-Dong和麻省理工学院研究员、IEEE波士顿控制协会主席Thanh Long Vu**在《*IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems*》上发表文章中直接引用了代表论文1和代表论文4，积极肯定了该项目在水轮机调节系统分数阶模型及控制方法方面做出的研究贡献。

2）**自动控制领域专家、中国科学院院士张嗣瀛院士**在《Chaos Solitons & Fractals》论文连续引用项目成果4篇论文积极评价分数阶与整数阶系统研究成果。

3）**美国亚利桑那大学教授Butcher Eric A**在《Journal of Vibration and Control》上发表论文积极肯定将分数阶算子引入模糊控制系统研究。

4）**美国加州大学伯克利分校工程学院Masayoshi Tomizuka教授**在《*IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*》上发表论文中对构建的分数阶混沌系统的Takagi-Sugeno模糊控制器正面评价，并肯定该控制器对分数阶混沌系统有效性。

5）**电气和电子工程师协会高级会员、最杰出研发人员奖得主、新南威尔士大学Hredzak Branislav**和**IEEE控制系统学会—最佳论文奖得主牛津大学Morstyn Thomas**在《*IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION*》上发表的论文高度肯定了该项目研究成果论文中引入Takagi-Sugeno（T-S）模糊理论和广义预测来控制改进水轮机调节系统控制策略的研究。

6）**希腊帕特拉斯大学IEEE高级会员《*International Journal of Electronics and Communications*》(AEU)副主编Psychalinos Costas教授**在《*Microelectronics Journal*》上发表论文中对该项目研究成果非最优工况调节系统分数阶控制方法研究进行正面评价，并作为典型范例予以正面引用。

此外，**西班牙加迪斯大学Fernandez-Ramirez LM教授、悉尼大学Koprinska Irena教授、法国波尔多大学Trigeassou Jean教授、法国兰斯大学Najib Essounbouli教授、斯洛文尼亚联邦咨询委员会Nagode研究员**、**印度理工学院Muthukumar P教授**、**Journal of Automation and Control Engineering 编委会成员渥太华大学Abdulrahman Karouma教授、四川大学长江学者杰出青年基金获得者罗懋康教授**等发表的论文都积极肯定了该项目在水轮机调节系统安全稳定性评估、非最优工况区调节特征以及预测控制理论及方法方面的成果的重要贡献。

### 五、代表性论文专著目录(自然奖):

| **序号** | **论文、专著**  **名称/刊名/作者** | **影响因子** | **年卷页码**  **年(卷):页码** | **发表年月** | **通讯作者/第一作者**  **(中文名)** | **SCI**  **他引次数** | **他引**  **总次数** | **是否国内完成** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Hamiltonian modeling of multi-hydro-turbine governing systems with sharing common penstock and dynamic analyses under shock load / Energy Conversion and Management/Xu Beibei; Wang Feifei; Chen Diyi; Zhang Hao. | 7.181 | 2016, 108: 478-487. | 2016-01 | 陈帝伊/许贝贝 | 58 | 91 | 是 |
| 2 | Dynamic analysis and modeling of a novel fractional-order hydro-turbine-generator unit / Nonlinear Dynamics / Xu Beibei; Chen Diyi; Zhang Hao; Zhou Rui. | 4.604 | 2015, 81:1263-1274. | 2015-08 | 陈帝伊/许贝贝 | 63 | 102 | 是 |
| 3 | Model validation and stochastic stability of a hydro-turbine governing system under hydraulic excitations/ International Journal of Electrical Power & Energy Systems/ Xu Beibei; Chen Diyi; Tolo Silvia; Patelli Edoardo; Jiang Yanlong. | 4.418 | 2018, 95:156-165. | 2018-02 | 陈帝伊/许贝贝 | 22 | 35 | 是 |
| 4 | Modeling, nonlinear dynamical analysis of a novel power system with random wind power and it's control/Energy/Chen Diyi; Liu Si; Ma Xiaoyi. | 5.537 | 2013, 53:139-146. | 2013-05 | 马孝义/陈帝伊 | 21 | 28 | 是 |
| 5 | Nonlinear dynamical analysis of hydro-turbine governing system with a surge tank/ Applied Mathematical Modelling / Chen Diyi; Ding Cong; Ma Xiaoyi; Yuan Pu; Ba Duoduo. | 2.841 | 2013, 37:7611-7623 | 2013-08 | 马孝义/陈帝伊 | 30 | 62 | 是 |
| 6 | Dynamic analysis of a pumped-storage hydropower plant with random power load/ Mechanical Systems and Signal Processing/ Zhang Hao; Chen Diyi; Xu Beibei; Patelli Edoardo; Tolo Silvia. | 5.005 | 2018, 100: 524-533 | 2018-02 | 陈帝伊/张浩 | 18 | 19 | 是 |
| 7 | Nonlinear modeling and dynamic analysis of hydro-turbine governing system in the process of load rejection transient/Energy Conversion and Management/Zhang Hao; Chen Diyi; Xu Beibei; Wang Feifei. | 7.181 | 2015, 90:128-137. | 2015-01 | 陈帝伊/张浩 | 37 | 63 | 是 |
| 8 | Hamiltonian analysis of a hydro-energy generation system in the transient of sudden load increasing/Applied Energy/Li Huanhuan; Chen Diyi; Zhang Hao; Wu Changzhi; Wang XiangYu. | 8.426 | 2017, 185: 244-253. | 2017-01 | 李欢欢/陈帝伊 | 37 | 61 | 是 |

### 六、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 陈帝伊 | 1 | 党委研工部部长兼研究生院副院长/教授 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 陈帝伊同志作为该项目的第一完成人，负责该项目研究的全过程，提出部分主要新思想、新方法，制定项目研究的总体思路、技术路线和研究方案，完成部分论文撰写工作等。工作重点在水电站系统瞬态过程动力学分析与安全性能评估，水轮机调节系统分数阶控制理论等方面。是代表性论文1-8的第一作者或通讯作者。 |
| 许贝贝 | 2 |  | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 许贝贝同志作为该项目的第二完成人，负责该项目研究的动力学建模与稳定性分析等。工作重点在高维分数阶水电站系统的稳定性、参数异变的调速器控制、广义哈密顿理论的应用与分析等。对部分创新点有贡献，是代表性论文1-3的第一作者，代表性论文6和7的第三作者。 |
| 马孝义 | 3 | 教授 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 马孝义同志作为该项目的第三完成人，指导制订了研究总体思路、技术路线和方案、论文撰写等工作。在水轮机调节系统非线性控制理论等许多方面做了具体研究工作，是代表性论文4和5的通讯作者。 |
| 张浩 | 4 | 讲师 | 西安理工大学/西北农林科技大学 | 张浩同志负责该项目研究的瞬态建模与验证。工作重点在瞬态过程水电站系统的稳定性分析、安全高效调控等方面。对部分创新点有贡献，是代表性论文6和7的第一作者，代表性论文2和8的第三作者。 |
| 王斌 | 5 | 动力工程系党支部书记/副教授 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 王斌同志是该项目成果的主要完人之一，参与陈帝伊教授国家自然科学基金青年基金“混流式水轮机调节系统的非线性动力学分析与控制”（批准号51109180，已结题），在水轮机调节系统预测控制理论方面做了许多具体研究，并参与制订了项目研究的总体思路、技术路线和研究方案、论文撰写等工作。 |

### 七、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 西北农林科技大学作为教育部直属、国家“985工程”和“211 工程”重点建设高校，首批入选国家“世界一流大学和一流学科”建设高校名单。为保证该项目顺利进行，学校做以下主要贡献来保证该项目顺利完成：  1.提供高水平实验室和仪器设备：西北农林科技大学拥有国家工程实验室、国家工程技术研究中心、教育部重点实验室。这些重点实验室与科研中心包含水力机械相关高性能实验设备，如水动力学实验槽、高速摄像机和 C0C080 振动信号分析仪，这为该项目完成提供了可靠的研究保障。  2.科研团队建设：作为主要完成单位为保证项目顺利进行，为研究团队提供良好的科研环境，为提高整体科研技术水平及创新研发能力做出了重要贡献。  3.关键理论突破：建立带复杂管系的水轮机调节系统非线性模型，并研究系统参数的动力学稳定性演进规律，实现水轮机调节系统在参数不确定和噪声扰动下的预测控制方法。 |

### 八、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始**  **时间** | **合作完成**  **时间** | **合作成果** |
| **1** | 论文合著 | 许贝贝/2，陈帝伊/1 | 2014-09 | 2018-02 | 代表论文1、2、3 |
| **2** | 论文合著 | 陈帝伊/1，马孝义/3 | 2012-04 | 2013-08 | 代表论文4、5 |
| **3** | 论文合著 | 张浩/4，陈帝伊/1 | 2017-03 | 2018-02 | 代表论文6、7、8 |
| **4** | 共同立项 | 王斌/5，陈帝伊/1 | 2015-01 | 2018-12 | 国家自然科学基金面上项目“随机激励下水轮机调节系统的暂态稳定机理及控制方法”（批准号51479173，已结题） |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）**  该项目成果6名完成人全部来自西北农林科技大学，其中陈帝伊、马孝义、王斌三人在项目策划、申请和执行过程中紧密合作，许贝贝、张浩为在读研究生期间作出成果，并在导师陈帝伊的指导下合作完成了主要的代表论文，张浩同志已获得博士学位并于西安理工大学任教。  陈帝伊主持的国家自然科学基金面上项目“随机激励下水轮机调节系统的暂态稳定机理及控制方法”（批准号51479173，已结题）和国家自然科学基金青年基金“混流式水轮机调节系统的非线性动力学分析与控制”（批准号51109180，已结题）。王斌同志参与了青年基金立项和部分研究工作，在水轮机调节系统非线性模糊预测控制理论研究发面做出了重要贡献。王斌同志主持的国家科学自然基金项目“混流式水轮机调节系统的非线性有限时间控制”（批准号51509210，已结题），陈帝伊同志也参与了部分研究工作并取得了一定成果。马孝义同志参与了水轮机调节系统非最优工况建模及动态调节特征的评估工作。许贝贝同志和张浩同志主要是以在读博士生身份参与了部分项目研究，并对完成论文做出了主要贡献。 | | | | | |

### 一、项目名称：

基于三维点云的果实表型高通量精准监测技术集成与应用

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

该成果属于农林畜牧生产科学技术领域。项目以陕西省果实的生长过程科学管理、可视化模拟和结构优化为目标，以杨凌、西安、合阳、眉县、宝鸡、宜君等水果主产区的种植企业和合作社，为数字果实采集、设备调试和技术推广的示范基地，通过引入三维点云技术，研究了我省大宗果实的田间参数获取、三维形态定量分析和真实表观结构建模， 建立了精准的果实高通量数字模型库，研发田间生长果实的无损采集、精准管理和3D数字化系列技术，为后续准确预测生物量，研究果实生长的生物规律、品种筛选与新品培育提供科学依据与技术支撑。取得以下创新性成果：

1、提出基于点云的田间果实功能-结构高通量数字化理论框架

为解决精准农业的快速发展中，田间作物果实（器官）表型数字化目标不明确、流程不统一、技术不规范、生命周期难以量化评价等问题，团队以田间果实为研究对象，以三维点云重建为理论基础，以计算几何方法为研究工具，系统的提出了一套基于点云的高通量田间果实表型数字化理论框架，解决了定量、精准表述果实（器官）形态这一难题。在示范基地的实践应用表明，该框架理论先进、实践可行，促进农作物果实生命周期的信息移动化，提升了田间果实管理的效率。

2、构建了多源融合的多视角果实空间高通量数据获取系统

针对单一设备无法获取到完整的高通量果实表型数据，三维扫描仪等专业设备环境适应性弱、抗干扰能力差，小型设备（如：Kinect）获取的点稀疏、噪声较多，直接基于图像无法用于小尺度果实点云获取等问题，构建了基于RGB相机、深度相机、红外图像、惯性测量单元等多源融合的，田间复杂环境下果实多视角空间高通量数据获取系统。重点研究了多源信息的集成融合，解决了田间三维形态监测的尺度和精度问题，实现了多尺度、多时序作物全生育期的生长动态监测，克服了单一技术在小尺度果实三维点云数据方面的缺陷，为育种提供了重要数据支撑。

3、提出了基于几何关系的果实形态和复杂背景分割技术

针对田间果实点云数据中包含生长环境、遮挡等复杂的背景信息，以及不同果实外形存在独立性和多样性等问题，构建了集去噪、基元描述子(surfel)简化和PSS(Point Set Surface)几何特征估计为一体的多几何相似性复杂背景分割技术体系。有效解决了杂乱背景中果实形态的精准抽取问题，为表型数字化提供“干净”的三维点数据。

4、构建了基于三维点云的高通量果实表型精准数字化体系

针对基于surfel的模型无法根据邻接关系提取果实形态特征和图像数据组织困难、存储空间大、合成效果失真、错位等问题，构建了集PDE多粒度框架的精准数字几何模型，和高效管理、有效压缩、真实感绘制的纹理数字模型为一体的果实高通量表型数字化体系。

从总体上干缓解了目前制约本领域功能-结构模型研究的果实生长形态结构模拟的准确性和可视化真实性问题。有效解决了高通量果实表型特征的准确性和科学性，为从农学意义研究田间果实生长机理提供可靠的数据来源。对解决田间管理的标准化，实现果实品种推广，提高我省水果生产效率、促进可持续发展提供了理论和实践参考。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

项目面向现代农业智能感知与数字作物的发展趋势，立足于精准的田间果实表型管理，针对陕西省田间果实单位面积生产在国内处于劣势、果品质量在国际市场竞争力较弱等问题（数据来源于《中国农业统计资料(2016)》）。提出了通过三维反演和点云处理同步引入田间果实高通量精准数字化解决上述瓶颈问题的科学观点，在多源融合获取果实点云数据的基础上，厘清果实数据和复杂背景的关系，进一步建立田间果实高通量功能-结构数字化框架，从理论上为基于点云技术研究果实数字化提供规范的参考标准，从实践上为推进我省农业领域果实类作物数字化进程提供了技术支撑，从应用上，为农学人员研究采前果实生长规律、生物机理、精准育种提供了可信的数据源和科学依据。该课题研究成果被陕西百恒有机果园有限公司、陕西贞观控股有限公司、杨凌知君菌业科技工程有限责任公司、西安碧海蓝天电子信息技术有限公司、合阳县合同兴供销电子商务有限公司引用，并结合其公司软硬件设置、机械化生产线，集成无损数据采集、机器人采摘和田间数字化等平台，加速了田间果实标准化管理、检测和新品种选育进程。

### 五、应用情况

通过以上技术研发与应用研究，申请专利11项，获软件著作权23项，在“Visual Computer”,“Computer & Graphics”,“IEEE Access”,“Computers in Biology and Medicine”,“Sensors”等重要期刊发表相关研究论文60余篇，成果分别获2012年全国农业工程博士生学术论坛报告特等奖，西北农林科技大学第四届博士生学术论坛优秀论文二等奖，西北农林科技大学第五届博士生学术论坛第八分论坛三等奖。培养毕业研究生60余人。其中，提出了田间果实功能-结构高通量数字化理论框架1套，研发出多源融合的果实三维点云高通量数据获取系统4套；开发点云扫描系统6套，集成数字化处理、数据分割及其他技术共计10余套,联合培育新品种“农城金悦”一项。在杨凌、西安、宜君、合阳、眉县、宝鸡、周知等示范基地和合作社进行了数字果实技术推广和示范，产生了显著经济、社会效益和广阔应用前景。

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| 专利 | 一种点云去噪平滑方法 | 中国 | ZL 2015 1 0408335.1 | 2015 | 2800661 | 西北农林科技大学 | 何东健  牛晓静  王美丽等 | 授权 |
| 专利 | 一种基于稀疏图像的真实交互式建模方法 | 中国 | ZL 2014 1 0091328.9 | 2014 | 2532870 | 西北农林科技大学 | 胡少军  何东健  秦亚恒等 | 授权 |
| 专利 | 一种三维扫描装置及扫描方法 | 中国 | ZL 201010513284.6 | 2010 | 1053433 | 西北农林科技大学 | 张志毅  吕之华  王漫等 | 授权 |
| 实用新型专利 | 一种便携式农田信息采集装置 | 中国 | ZL 2016 2 0072677.0 | 2016 | 5265699 | 西北农林科技大学 | 张建锋  马一棉  胡亚敏等 | 授权 |
| 实用新型专利 | 一种基于机器视觉的小麦籽粒采集平台 | 中国 | ZL 2017 2 1652776.7 | 2017 | 7504421 | 西北农林科技大学 | 何东健  张 博  杜雄梓 | 有效 |
| 软件著作权 | 主流三维点云模型格式转换系统v1.0 | 中国 | 2012SR131137 | 2012 | 0499173 | 西北农林科技大学 | 杨会君等 | 有效 |
| 软件著作权 | 玉米生长阶段虚拟系统 | 中国 | 2014SR181509 | 2018 | 0850746 | 西北农林科技大学 | 杨会君等 | 有效 |
| 软件著作权 | 基于OpenMVG的点云获取系统 | 中国 | 2017SR573744 | 2017 | 2159028 | 西北农林科技大学 | 杨会君等 | 有效 |
| 软件著作权 | 面向点云采集的多视图像匹配系统 | 中国 | 2014SR183304 | 2014 | 0852540 | 西北农林科技大学 | 张志毅等 | 有效 |
| 新品种 | 农城金悦 | 中国 | 陕S-SC-AN-003-2018 | 2018 | 优系912 | 陕西百恒有机果园有限公司 | 王小铁  郁俊谊 | 审定 |

### 七、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 杨会君 | 1 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 提出课题总体思路与方案，统筹课题实施与总结。完成了陕西省果实生长中的功能-结构数字模型理论框架研究，提出了将三维反演和点云技术引入田间果实高通量精准数字化的科学观点。 |
| 何东健 | 2 | 教授 | 西北农林科技大学 | 阐明了解决基因定量刻画与表型特征定性表达矛盾这一重要科学问题的总体思路，构建了基于点云的田间果实高通量表型精准数字化体系。 |
| 张志毅 | 3 | 教授 | 西北农林科技大学 | 完成了三维扫描装置设计，提出了基于单目机器视觉的非接触三维扫描方法，开发了适用于自然环境的激光三维扫描设备。 |
| 胡少军 | 4 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 确定了点云几何特征估计技术在异质性果实表面的壁垒，研究了基于几何关系的果实形态和复杂背景分割技术，实现了杂乱背景中果实表型的精准分割。 |
| 张建锋 | 5 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 构建了基于RGB相机、深度相机、红外图像、惯性测量单元等多源融合的，田间复杂环境下果实多视角空间高通量数据获取系统，实现了多尺度、多时序、全生育期的果实生长动态监测。 |
| 王 昕 | 6 | 实验师 | 西北农林科技大学 | 形成了集去噪、简化、特征估计和形态抽取为一体的，杂乱点云背景中果实表型分割框架，并初步实现了产业化。 |
| 王小铁 | 7 | 董事长/农艺师 | 陕西百恒有机果园有限公司 | 开发、集成“前端展示扫描进度、建立点云模型和后端优化轨迹、尺度配准”田间数字化处理系统，技术转换及落地实施。 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 作为项目依托单位，西北农林科技大学为项目的顺利完成并取得优异成绩做出了重要贡献，主要表现为：完成果实生长中的功能-结构数字模型理论框架研究，构建果实点云高通量表型数字化技术体系；组织并完成了项目策划和实施工作；为项目的顺利实施提供了人力资源与优质的工作环境与场所；提供了该项目所需的设备、能源、图书资料和数据库等资源。 |
| 陕西百恒有机果园有限公司 | 2 | 作为该项目的合作单位，陕西百恒有机果园有限公司为项目的顺利完成并取得优异成绩做出了重要贡献，主要表现为：开发、集成田间果园数字化处理系统；为加速项目技术转换、促进新品种研发及顺利实施提供了人力资源与优质的示范环境，落地场景。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | | **合作完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 论文合著 | 杨会君/1  何东健/2 | | 2009 | 2018 | A novel algorithm for segmenting fruit from unorganized point clouds, VRCAI2011; Optimal pairwise registration of fruit scans based on splat-oriented, 2012; Research on Segmentation of Pear Shape from Unorganized Point Clouds, 2013; Research on siplification and extraction technology of apple point cloud, 2013; Realistic Texture Synthesis for Point-based Fruitage Phenotype, 2016; |
| 2 | 论文合著 | 杨会君/1  张志毅/3 | | 2010 | 2018 | A novel algorithm for segmenting fruit from unorganized point clouds, VRCAI2011; |
| 3 | 论文合著、专利研发 | 何东健/2  胡少军/4 | | 2010 | 2018 | 一种基于稀疏图像的真实交互式建模方法, 2014; Realistic animation of interactive trees, 2012; Efficient tree modeling from airborne LiDAR point clouds, 2017; |
| 4 | 项目合作 | 杨会君/1  胡少军/4 | | 2012 | 2018 | 作物生长三维形态快速获取与重构技术, 2013; OpenMVG的点云获取系统, 2017; |
| 5 | 论文合著、研发专利 | 杨会君/1  张建锋/5 | | 2012 | 2018 | 果实点云配准中的最优变换, 2017; 基于无损点云的田间果实三维形态数字化技术研究, 2018; |
| 6 | 论文合著，开发软件 | 杨会君/1  王昕/6 | | 2013 | 2018 | A novel algorithm for segmenting fruit from unorganized point clouds, VRCAI2011; High-efficiency texture coding and synthesis on point-based pear surface, 2017; |
| 7 | 共同研发、落地数字化系统 | 杨会君/1  王小铁/7 | | 2015 | 2019 | 缩短新品种“农城金悦”研发周期，开发数字化处理系统。 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | | |
| 该项目所有完成人目前或曾经在西北农林科技大学工作或学习，主要成员都在杨会君副教授所在的信息工程学院团队学习或工作，长期合作，共同承担完成了国家重大科研项目，共同发表论文，构成该项目的列表研究成果；项目合作者王小铁农艺师，1994年从西北农业大学农学系毕业，先后在陕西省级农业行政管理部门、国有企业、国有控股上市公司从事农作物良种的推广工作，2002年投身有机农业行业，在西安、北京担任多年企业总经理。2012年放弃北京百万年薪，只身来到杨凌，创立陕西百恒有机果园有限公司，出任董事长以来，扎根果园，致力于生产出和国际发达国家有机食品标准接轨的有机猕猴桃，项目团队于2015年起，开始跟“陕西百恒有机果园有限公司”建立合作关系，将其“有机猕猴桃生产示范园”作为培育项目成果和技术、成果落地的应用场景。具体情况如下:  (1) 其中，第一、四、五完成人杨会君、胡少军、张建锋分别在第2完成人何东健教授的指导下获得博士、硕士、博士学位，之后均留校工作，第三完成人张志毅于2006年从日本回国后加入该团队开展研究工作，合作发表代表性论文20余篇，合作申请专利、开发软件著作权10余项；  (2) 各完成人在项目执行过程中，共同发表了项目中列出的系列论文，并先后共同承担/参与了省级以上自然科学基金、重点研发计划、国家高技术研究发展计划(863 计划)课题“作物生长三维形态快速获取与重构技术”等一些列科研项目；  (3) 第六完成人王昕于2013年加入该项目研究组，合作发表代表性论文2篇及软件著作权2项。  (4) 该项目由主持人杨会君提出课题总体思路与方案，统筹课题实施与总结；第二完成人何东健阐明了解决基因定量刻画与表型特征定性表达矛盾这一重要科学问题的总体思路；第三完成张志毅人完成多种三维扫描装置设计；第四完成人胡少军研究了点云几何特征估计技术在异质性果实表面的壁垒，解决基于几何关系的杂乱背景精准分割；第五完成人张建锋构建了田间复杂环境下多视角空间高通量数据获取系统，实现了多尺度、多时序、全生育期的果实生长动态监测；第六完成人王昕在高性能服务器上，构建了杂乱点云背景中果实表型分割框架，并初步部署了产业化方案；第七完成人王小铁结合示范果园实际环境，共同开发、集成“前端展示扫描进度、建立点云模型和后端优化轨迹、尺度配准”田间数字化处理系统，为技术转换及落地实施，提供了落地场景。 | | | | | | |

### 一、项目名称：

秦岭野生兰属植物种质资源调查收集及保存评价

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 项目简介：

该项目的主要围绕秦岭野生兰属植物种质资源，开展资源调查、保存、收集及评价研究。该项目动议于2006年1月，2006年3月开始正式实施，其后没有间断，至2018年4月底，历时12年。在持续的12年研究工作期间，完成了覆盖秦岭及巴山地区19个县区内兰属植物资源的野外调查工作。以乡镇林业站为据点，在乡镇林业技术人员和当地村民的协助下，对各乡镇辖区内的兰花资源进行了全面系统勘查，探明了秦巴山区野生兰属植物的种类和分布状况。收集保存了来自各县区野生兰属植物活体样本共计1613株，成功掌握了野生兰花驯化栽培技术，并在西北农林科技大学建立了秦岭野生兰花种质资源圃。同时以秦岭野生春兰和蕙兰为主要研究材料，开展了多项研究。相关研究取得了如下创新性成果：

1、完成了秦巴山区兰属植物的科学考察，获得了秦巴山区野生兰属植物种质资源分布的原始资料，掌握了秦巴山区野生春兰和蕙兰的分布情况和生存状况。

2、在陕西省镇安县发现春兰变种线叶春兰（*Cymbidium goeringii* (Rchb. f.) Rchb. F. var. serratum (Schltr.) Y.S.Wu et S.C.Chen）。

3、创建了野生兰属植物种质资源地理信息编码系统和兰属植物表型性状描述规范，结合地理信息系统相关软件，制作了秦岭兰属植物分布电子图。

4、在西北农林科技大学建立了秦巴山区野生兰花种质资源圃，为以后的深入研究提供了研究材料。

项目组宋军阳负责总体方案和实施计划，实施期间参与人数较多，主要研究人员是西北农林科技大学科教人员和当初在校的本科生及研究生，同时先后得到了陕西省林业厅、秦巴山区各县区林业局及各乡镇林业站等单位和个人的协助，以及秦巴山区当地部分村民的协助。

项目完成了秦巴山区兰属植物种质资源科学考察，获得了秦巴山区野生兰属植物的基础资料。项目体现了种质资源的基础性、秦岭的地域特殊性，以及兰花在花卉中的重要性。

**四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）**

**1、项目1验收意见**

2012年3月23-24日，国家林业局科技司委托云南省林业厅在昆明主持召开国家林业公益性行业科研专项“秦岭地区濒危、特异植物种质资源抢救保存与开发利用”（项目编号200704009）验收会议，对项目进行了技术验收。根据项目组提交的项目任务书和自评价报告等材料，结合现场查定意见，验收委员会采取听取项目汇报、审核资料、质疑答辩和综合评议等方式，形成如下意见：

1、完成中国红豆杉、秦岭冷杉、大果青扦、连香树等资源分布的调查研究，提出就地保护措施并建立了上述物种的就地保护面积265亩。

2、研究珍稀野生兰花(蕙兰、春兰、铁皮石斛和细叶石斛)迁地保存技术和离本组织超低温保存技术，超低温保存各种离体材料148份。

3、研究上述物种人工繁育技术。培育中国红豆杉苗木2200株、秦岭冷杉1200株、大果青扦1900株、连香树6300株。

4、出版《红豆杉》专著1部，发表论文11篇，培养硕士研究生2名。三.项目组织管理规范，

5、项目组织管理规范，经费使用基本合理。

该项目基本完成了任务书规定的研究任务和考核指标，验收委员会同意通过验收。

**2、项目2验收意见**

种质资源的研究和利用一直是植物学科基础性的重要工作。该项目围绕秦岭野生兰属植物核心种质构建，从资源的收集保存、数据采集分析以及分析评价，依据表型数据和分子标记数据两个方而构建秦岭野生兰属植物核心种质，最后得出了兰属植物核心种质构建的方法，同时获得了秦岭兰属植物核心种质。此项目的完成，为秦岭野生兰属植物的进一步深入研究和野生资源利用提供了理论依据。

**3、项目3验收意见**

2011年4月18日，西北农林科技大学承担的陕西省科技攻关项目“野生名贵观赏植物资源开发与良种选育—秦岭野生春兰及蕙兰良种选育及栽培技术研究(2009K01-11)”经专家委员会进行审核，并经过充分讨论，形成如下验收意见：

1、该项目完成了秦岭地区兰属植物比较全面的科学考察，明确兰属植物在秦岭地区仅有春兰和蕙兰2个种。

2、弄清了秦岭野生春兰和蕙兰资源的种类、数量、分布、生境等详细情况，在此基础上撰写完成了“秦岭野生兰花野外资源调查报告”。此报告具有重要的科学研究价值。

3、收集了秦岭不同地区并含有3个不同类型的681株野生春兰和含有4个不同类型的932株蕙兰。为开展秦岭野生春兰和蕙兰的进一步深入研究提供了材料。

4、成功实现了对秦岭野生春兰及蕙兰的人工驯化栽培，为秦岭野生春兰和蕙兰异地资源保存和研究提供了基础。

5、初步建立了秦岭春兰及蕙兰组培快繁技术体系，有助于秦岭野生兰属植物的人工繁殖和保护利用。

6、总结出了针对秦岭兰花的栽培管理技术，为我省的兰花产业化发展提供了重要的技术依据。

综上所述，验收专家委员会一致认为：该项目严格按照合同执行，圆满完成了各项研究任务，达到了各项考核指标，资料翔实，数据可靠，经费使用合理，同意通过验收。

**4、项目4验收意见**

2012年8月2日，在西安市科技局组织有关专家，对西北农林科技大学承担的“秦岭野生兰花资源及鹤望兰栽培技术研究—秦岭野生春兰及蕙兰资源抢救保存与开发利用”项目编号：NC09045 (1)科技计划项目进行验收，验收专家听取了项目负责人所作的工作报告、技术总结，审阅了合同执行内容和相关指标，查看了财务决算表，经质询、答辩，验收组充分讨论形成如下意见：

1、项目材料齐全，符合验收要求。

2、该项目完成了秦岭地区兰属植物的科学考察。弄清了秦岭野生春兰和蕙兰资源的种类、数量、分布、生境等详细情况。收集了秦岭不同地区并含有3个不同类型的681株野生春兰和含有4个不同类型的932株蕙兰。成功实现了对秦岭野生春兰及蕙兰的人工驯化栽培。初步建立了秦岭春兰及蕙兰组培快繁技术体系。

综上所述，验收组一致认为，该项目完成了技术指标和目标任务，经费使用合理，同意通过验收。

**5、引用检索**

截止2020年5月16日，通过3个数据库对项目组8篇论文进行检索，检索结果如下：SCIE数据库，项目组2篇论文被收录，共被引用1次，其中他引1次；检索CSCD数据库，项目组3篇论文被收录，共被引用3次，其中他引3次；检索CNKI数据库，项目组有6篇论文被收录，共被引用40次，其中他引37次。

**五、代表性论文专著目录(自然奖):**

1. Junyang Song; Ning Zhang\*，The photosynthetic characteristics of wild cymbidium faberi rolfe in the Qinling mountains, China，Bangladesh journal of botany, 2018, 47(3): 805-813.
2. Junyang Song\*，The Relationship of Root System with the Growth and Development of Bulbs and Shoots in Lilies，Hortscience，2017，52（2）：245-250.
3. 陈君梅,宋军阳,何洁,顾秀容,张显.秦岭地区春兰和蕙兰的花挥发性成分研究[J].园艺学报,2016,43（12）:2461-2472.
4. 宋军阳,张显,赵明德.兰科花卉野生资源调查研究进展[J].北方园艺,2009,10:228-231.
5. 王宝宁,张显,宋军阳.秦岭野生春兰组织培养过程中的褐化控制研究[J].北方园艺,2011,05:169-172.
6. 宋军阳,张显,弓弼,赵明德,赵冰. 秦岭商洛地区兰属植物资源野外调查初报[A]. 中国观赏园艺研究进展（2010）[C]. 2010
7. 陈君梅,宋军阳,韩王亚,陈博文,张显.秦岭野生春兰和蕙兰的形态多样性研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2017,45（02）:143-150.
8. 王宝宁,张显,陈君梅,宋军阳.秦岭野生蕙兰RAPD反应体系的优化[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2011,39（12）:87-94.

**六、主要完成人情况**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 宋军阳 | 1 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 主持并实施该项目的全部工作 |
| 张显 | 2 | 教授 | 西北农林科技大学 | 种质资源数据的汇总和处理 |
| 张宁 | 3 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 野生兰花资源的评价指标及参数确立 |
| 赵明德 | 4 | 讲师 | 西北农林科技大学 | 野生兰花资源调查收集及数据采集 |

**七、主要完成单位情况**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 1、协助项目选题、立项申请申报和资金争取。  2、协助完成项目的申报、实施方案建议、项目总结报告管理、项目验收、成果认定和登记、财务报告等工作，协助完成项目财务审计报告。  3、在项目实施过程中，协助项目组与陕西省林业厅及秦巴山区部分县林业局协调，落实调查工作的日程安排。  4、对你项目的实施给予试验条件、仪器设备、配套经费、人力、物资等方面的保障和支持。  5、在资源圃建设过程中，帮助项目组协调土地划拨及资源圃水电、道路防护网等设施建设。  6、负责项目总体进展管理，包括计划制定、实施、总结等的跟踪管理和监督检查。 |

**八、完成人合作关系情况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 论文合著 | 1宋军阳  2张宁 | 2016.01.01 | 2018.03.01 | The photosynthetic characteristics of wild cymbidium faberi rolfe in the Qinling mountains |
| 2 | 论文合著 | 1宋军阳 |  |  | The Relationship of Root System with the Growth and Development of Bulbs and Shoots in Lilies |
| 3 | 论文合著 | 2宋军阳  5张显 | 2015.01.01 | 2016.12.31 | 秦岭地区春兰和蕙兰的花挥发性成分研究 |
| 4 | 论文合著 | 1宋军阳  2张显  3赵明德 | 2008.01.01 | 2009.10.31 | 兰科花卉野生资源调查研究进展 |
| 5 | 论文合著 | 2张显  3宋军阳 | 2010.01.01 | 2011.05.31 | 秦岭野生春兰组织培养过程中的褐化控制研究 |
| 6 | 论文合著 | 1宋军阳  2张显  4赵明德 | 2009.01.01 | 2010.12.31 | 秦岭商洛地区兰属植物资源野外调查初报 |
| 7 | 论文合著 | 2宋军阳  5张显 | 2016.01.01 | 2017.02.31 | 秦岭野生春兰和蕙兰的形态多样性研究 |
| 8 | 论文合著 | 2张显  4宋军阳 | 2010.01.01 | 2011.12.31 | 秦岭野生蕙兰RAPD反应体系的优化 |
| 9 | 共同立项 | 2张显  7宋军阳 | 2007.01.01 | 2011.12.31 | 秦岭地区濒危特异种质资源抢救保存与开发利用（兰花部分） |
| 10 | 共同立项 | 1宋军阳  2张宁  3张显  5赵明德 | 2013.01.01 | 2014.12.31 | 秦岭野生兰属植物核心种质构建 |
| 11 | 共同立项 | 1宋军阳  2张显  3赵明德 | 2009.01.01 | 2010.12.31 | 秦岭野生春兰及蕙兰良种选育及栽培技术研究 |
| 12 | 共同立项 | 1宋军阳  3张显  5赵明德 | 2009.01.01 | 2011.12.31 | 秦岭野生春兰及蕙兰资源抢救保存与开发利用 |
| 13 | 共同获奖 | 1宋军阳  2张显  3赵明德  6张宁 | 2007.01.01 | 2017.04.15 | 秦巴山区野生兰属植物种质资源调查收集及保存评价 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| 1. 该项目完成人共4人，按顺序分别是宋军阳、张显、张宁、赵明德，第一完成人为宋军阳。 2. 完成人合作关系情况，涉及共同合著论文、共同立项、共同获奖3种情况，且均有佐证材料支撑。完成人排名顺序依据在上述3种合作关系中的位次，以及第一完成人评测其他完成人在整个项目中的实际贡献综合评定。 3. 完成人合作关系具体情况，在“完成人合作关系情况表表” 的相关条款已表述清楚，在此没有需要特殊说明的其他情况。 | | | | | |

### 一、项目名称：

秦巴山区珍稀野生花卉种质资源收集与利用

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

**3.1 研究背景**

野生花卉种质资源，是开展花卉育种，丰富花卉种类的重要物质基础，对改良现有花卉品质、创造新品种，以及改善园林风貌都有十分重要的意义。秦巴山区地理、气候生态条件特殊，野生花卉资源极其丰富，是具有世界意义的生物多样性的关键地区。然而由于生境的人为改变和过度的采挖，种质资源急剧减少甚至濒临灭绝，严重影响了其作为种质资源基因库的功能。

**3.2 研究成果**

为了避免资源的流失和进一步破坏，保护资源的多样性，自2005年起，项目团队依托西北农林科技大学旱区作物逆境生物学国家重点实验室、农业部西北园艺植物种质资源利用重点开放实验室等平台，先后在国家自然科学基金、国家林业重点科研项目、农业部公益性行业科研专项、国家林业基本建设项目等4个科研项目的支持与资助下，开展秦巴山区珍稀野生花卉种质资源收集与利用研究工作，形成了以下创新性成果：

1）完成了秦巴山区50个县（区）范围内的百合、杜鹃、牡丹等花卉资源的调查收集，同时对涉及到的珍稀濒危和观赏价值高的野生花卉进行了详细统计，包括濒危植物资源如矮牡丹、珍稀植物资源如紫斑牡丹等。建立了野生花卉种质资源保存库30.0公顷，其中收集保存区26.0公顷，扩繁圃4.0公顷；配套建设了温室360.0平方米，日光温室800.0平方米，遮阴棚2016.0平方米，综合管理用房290.7平方米，以及水、电、路等设施和设备。

2）收集了野生百合12个种和2个变种，包括岷江百合、宜昌百合、卷丹、大花卷丹、野百合、淡黄花百合、宝兴百合、湖北百合、川百合、山丹、紫脊百合、青岛百合、百合、绿花百合，共36个居群，保存种球2000余粒；摸清了秦巴山区百合资源的分布区，每个分布区具有的野生百合种类和数量；分析了野生百合的形态特征、亲缘关系、遗传多样性、花瓣色素成分、鳞茎提取物含量、抗氧化活性、抑菌活性、抗盐碱和抗病毒等特性；研究了野生百合繁殖和保存方法，并建立了百合鳞片扦插繁殖、种球储藏及打破休眠、种球低温贮藏、种球生产、肥水精准控制栽培等5套技术体系，相关技术应用面积达1000余亩，分别使百合种球亩产量提高了10-15%，切花亩产量提高了10%，优质种球率提高了20%，出芽率提高了10-12%，种球腐烂率降低了5-8%，切花病虫害率降低了15-20%；建立了百合种球质量评价标准1个；获得了国家发明专利2项；选育了百合新品种3个，区域（引种）试验面积为150余亩。

3）收集了野生杜鹃20个种，包括头花杜鹃、秀雅杜鹃、太白杜鹃、金背杜鹃、干净杜鹃、粉白杜鹃、四川杜鹃、满山红、汶川杜鹃、麻花杜鹃、毛肋杜鹃、秦岭杜鹃、长蕊杜鹃、粉红杜鹃、迎红杜鹃、美容杜鹃、弯杜鹃、照山白、银叶杜鹃、映山红，保存材料500余份；探明了秦巴山区杜鹃花种质资源的分布区、现存资源数量等概况；获得了秦巴山区分布的杜鹃花种类的形态特征数据、生境状况及详尽的地理分布资料；揭示了部分杜鹃花资源种群间和种群内的形态性状多样性和分子遗传多样性变异规律；制定出了秦岭山区部分杜鹃种质资源的保存策略；并利用播种、扦插和组培等繁育技术对部分杜鹃花种质资源进行了保存。

4）收集了野生牡丹4个种，包括紫斑牡丹、杨山牡丹、卵叶牡丹、矮牡丹，共计28个居群，保存植株600余株；调查清楚了秦巴山区牡丹资源的种类、分布区域及现存数量，对秦岭地区的紫斑牡丹、矮牡丹进行了地理分布修订，整理了牡丹资源分种检索表；分析了野生牡丹的生境特征、资源特点、植物学特性、表型多样性、遗传多样性、籽油脂肪酸成分等特性，特别是在牡丹种子脂肪酸评价研究方面，发现了牡丹籽中富含人体必需的α-亚麻酸，为牡丹作为木本油料作物进行开发利用提供了理论支持；另外，对牡丹上难于突破的组织培养技术展开了深入研究，掌握了外植体消毒、组培苗快繁、褐化防治及生根相关技术。

5）收集了其它珍稀花卉资源12科17属21种花卉，包括毛茛科耧斗菜属的秦岭耧斗菜、华北耧斗菜，翠雀花属的腺毛翠雀花，银莲花属的大火草，毛茛属的毛茛，金莲花属的川陕金莲花；鸢尾科鸢尾属的鸢尾、马蔺；桔梗科桔梗属的桔梗，风铃草属的紫斑风铃草；紫草科紫草属的梓木草；牻牛儿苗科老鹳草属的毛蕊老鹳草；茜草科蛇根草属的日本蛇根草；报春花科报春花属的紫罗兰报春、窄鄂报春、齿萼报春；罂粟科绿绒蒿属的五脉绿绒蒿；十字花科诸葛菜属的诸葛菜；兰科独蒜兰属的独蒜兰；酢浆草科酢浆草属的山酢浆草；菊科千里光属的蒲儿根；了解了这些类型花卉的分布特征、生境特点及资源现状；从观赏价值、生物学特性两个方面对其进行了综合评价。

6）针对野生种岷江百合天然抗病毒的生物学特点，我们构建了黄瓜花叶病毒诱导的岷江百合叶片差异表达cDNA文库，从中筛选出了5个基因，分别为*LrNAC35*、*LreEF1A4*、*LrABCF1*、*LrNAC*、*LrPR10*，结果发现，这些基因受常见百合病毒显著诱导表达；*LrNAC35*通过直接作用于木质素合成途径关键结构基因*4CL*，正调控植株对黄瓜花叶病毒和烟草花叶病毒的抗性；*LreEF1A*负调控植株对黄瓜花叶病毒和烟草脆裂病毒的抗性，并在控制叶片和花器官衰老方面扮演着重要角色；*LrABCF1*过表达提高了转基因植株对黄瓜花叶病毒、烟草脆裂病毒及灰霉菌的抵抗力，同时伴随着*GCN2*和水杨酸信号途径防御基因的表达水平升高，且*LrABCF1*过表达抑制了植株的正常生长发育。通过该研究，解析了岷江百合的抗病毒分子机制，为百合等园林植物利用基因工程培育抗病毒新品种提供了重要方法和基因资源；相关成果已在英文SCI和中文核心期刊上发表。

**3.3 社会经济生态效益**

该项目通过对秦巴山区野生花卉种质资源进行系统的调查、收集和整理，搞清了该地区百合、杜鹃、牡丹等资源的种类、分布及数量，为有效保护我国花卉种质资源生态多样性，提供了重要的理论参考；获得了一批珍贵的种质类型，结合生物学特性分析，为进一步开展新品种繁育工作，奠定了坚实的物质基础；所建立的百合鳞片扦插繁殖、种球储藏及打破休眠、低温贮藏、肥水精准控制栽培及生产技术，得以在陕西益绿、杨凌正道等花卉生产公司应用，大幅提高了单位面积产值；所选育的百合新品种，在陕西汉中、太白等地大规模推广种植，有助于提升陕西省园林花卉产业的整体水平。项目实施阶段，培养博士、硕士研究生40余人，新增安置就业人数600余人，实现经济效益1000 余万元，对于引领我国高品质观赏花木的行业典范，带动花卉基地形成一二三产业互动与融合发展，调整农村产业结构，并最终实现乡村振兴，具有重要的社会、经济、生态价值。

### 四、客观评价

**4.1 国家林业重点科研项目验收意见**

2012年3月15-16日，国家林业局科技司委托河南省林业厅主持召开了948（局重点科研）项目验收会议，对“秦巴山区及毗邻地区野生花卉资源利用与开发” 项目（编号：2006-73）进行了验收。根据项目组提交的验收文件，结合现场查定意见，验收委员会采取听取项目汇报、审核资料、质疑答辩和综合评议等方式，形成如下意见：1）已经完成了对秦岭及大巴山地区的50个县（区）的百合、兰花等重要野生花卉植物资源进行定点、分层次调查。2）收集保存1300多份花卉种质资源，其中百合达到1000余份，兰花200余份，初步建成了 ‘秦巴山区野生百合及兰花种质资源圃’。3）研究开发了百合分子标记遗传多样性研究技术、野生百合和兰花组织培养扩繁技术、百合病毒病检测技术、百合次生代谢物提取及其抑菌技术。其中，野生百合组织培养扩繁技术是繁殖系数达到80倍以上，百合病毒病检测技术和百合次生代谢物提取及其抑菌技术可达生产利用指标。4）提出了秦巴山区百合与兰花等野生花卉资源保护方案。5）项目组织管理实施得当，项目经费严格按照课题合同书的支出条目支出，未发生预算外支出。0.5万元计划用于项目验收差旅费支出，使用计划合理。该项目完成了合同规定的考核指标，验收委员会同意通过验收。

**4.2 农业部公益性行业科研专项验收意见**

2013年10月31日，国家农业部科技教育司主持召开“百合、唐菖蒲栽培技术和种球采后技术研究、技术集成与生产示范”项目（编号：200903020）验收会议，验收委员会听取了项目组的汇报，审查了相关资料，经质询和讨论，形成以下验收意见：1）通过对百合鳞片繁殖特性、百合籽球复壮特性以及百合籽球生长基质及施肥配比的研究，确定了1套百合鳞片扦插及籽球繁殖的技术体系。

2）通过统计病情发生情况，结合RT-PCR检测方法，快速准确的检测百合病毒病的侵染情况及病毒种类。3）通过设定不同的温度和时间，获得了百合栽培品种的最适打破休眠温度和时间，以及不同百合栽培品种的贮藏温度。4）探索了TDZ对百合切花保鲜的影响，最后确定100 μmol/L TDZ处理可显著延长切花瓶插寿命1.2天。5）通过对不同品种、不同等级唐菖蒲的生长情况及籽球繁殖力的观察，最终获得了一套唐菖蒲籽球繁殖技术。6）项目组织管理实施得当，经费严格按照合同任务书已制定的预算支出，未发生预算外支出。该项目完成了考核指标要求，经费使用合理，符合相关规定，验收委员会一致同意通过验收。

**4.3 国家林业基本建设项目验收意见**

2019年12月16日，国家林业局科技司委托陕西省林业厅主持召开“秦巴山区珍稀野生花卉种质资源收集保存利用”建设项目（编号：陕林计字[2011]70号）验收会议，根据项目组提交的验收材料，以及听取项目汇报、审核资料、质疑答辩和综合评议等过程，形成如下意见：1）通过大量艰苦的野外工作，全面完成了秦巴山区百合、杜鹃、牡丹等珍稀野生花卉种质资源调查任务，摸清了种质资源现状，共收集保存种质资源2000余份。2）通过研究分析，掌握了野生百合、杜鹃、牡丹等资源的形态特征、亲缘关系、遗传多样性、相关成分含量、基因功能等特性，揭示了秦岭地区部分百合、杜鹃、牡丹等资源种群间和种群内的形态性状多样性和分子遗传多样性变异规律。3）通过开展研究实验，利用播种、移栽、扦插、嫁接和组培等繁育技术对部分野生百合、杜鹃、牡丹等资源进行了扩繁保存研究。为保护秦巴山区野生花卉资源，以及为将来野生花卉资源进一步的推广应用提供了关键的理论支撑。4）项目组织管理实施得当，项目经费严格按照课题合同书的支出条目支出，未发生预算外支出。该项目完成了合同规定的考核指标，验收委员会一致同意通过验收。

**4.4 ‘金花’新品种鉴定意见**

2005年3月20日，陕西省林木品种审定委员会组织有关专家，对西北农林科技大学选育的‘金花’百合品种进行了现场初审。初审小组听取了选育单位的工作汇报，在西北农林科技大学杨凌实验基地进行现场实测，经过质询、讨论，形成如下意见：该品种生长健壮，在大田生长条件下平均株高可达65.1厘米，茎粗0.69厘米，花茎16.28厘米，茎深绿色，叶披针形；圆锥花序，单株平均5-6朵，花朵黄色，内具桔红色晕斑，有红褶色斑点，内部具褶状突起，有白色绒毛，花色鲜艳高贵，适合插花用花，也可以用于园林栽培；抗性强，在一般栽培条件下很少发生百合疫病、灰霉病等重要百合病害；较耐高温，耐日晒性较强；适于关中、陕南等地露地栽培。初审组专家一致认为，‘金花’品种综合性状良好，建议提交陕西省林木品种审定委员会审定。

**4.5 ‘旭日’新品种鉴定意见**

2005年3月20日，陕西省林木品种审定委员会组织有关专家，对西北农林科技大学选育的‘旭日’百合品种进行了现场初审。初审小组听取了选育单位的工作汇报，在西北农林科技大学杨凌实验基地进行现场实测，经过质询、讨论，形成如下意见：该品种生长健壮，在大田生长条件下平均株高可达76.9厘米，茎粗0.9厘米，花茎15.3厘米，茎深绿色，具红褐色斑点，叶披针形；圆锥花序，单株平均4-5朵，花朵桔红色，内部具褶状突起，有白色绒毛，花朵硕大壮丽，颜色明亮，适合插花用花，也可以用于园林栽培；抗性强，在一般栽培条件下很少发生百合疫病、灰霉病等重要百合病害；耐日晒性较强，可在大田条件下栽培；适于关中、陕南等地露地栽培。初审组专家一致认为，‘旭日’品种综合性状良好，建议提交陕西省林木品种审定委员会审定。

**4.6 ‘秦岭卷丹’新品种鉴定意见**

2012年 7 月6 日，陕西省林木品种审定委员会组织有关专家，对西北农林科技大学选育的‘秦岭百合’（后更名为‘秦岭卷丹’）品种进行了现场初审。初审小组听取了选育单位的工作汇报，在西北农林科技大学杨凌实验基地进行现场实测，经过质询、讨论，形成如下意见：该品种生长健壮，平均株高150.5厘米，茎粗1.58厘米；叶散生，矩圆状披针形或披针形，平均叶片长度16.83厘米，宽度1.51厘米；花下垂，花被片披针形，反卷，橙红色，有紫黑色斑点，平均单株花朵数7朵，花朵直径8.13厘米，花被片1轮；鳞茎近宽球形，鳞片宽卵形，白色。株高、茎粗、单株花朵数分别比对照高19%、45%和75%。该品种鳞茎营养物质及药用有效成分含量高，食用口感好，可药食兼用；花大色艳，观赏价值较高，可用于园林绿化；耐热、耐旱，抗病性较强，对黄瓜花叶病毒、镰刀菌等重要百合病害有很强的抗性。该品种可通过珠芽、小籽球和鳞片扦插进行繁殖，繁殖系数高。初审组专家一致认为，‘秦岭百合’品种综合性状良好，建议提交陕西省林木品种审定委员会审定。

**4.7 一种百合鲜切花保鲜方法发明专利鉴定意见**

该发明公开了一种百合鲜切花保鲜方法，1）将待采摘的百合花切割，保留足够的花枝长度，下端的切割面呈斜面，保留中上部叶片；2）切割后，即刻将百合花花枝下端朝下插入到含有TDZ 的保鲜液中进行保鲜预处理；3）百合花花枝在保鲜液中预处理12-24h后，将保鲜液更换为清水。TDZ能够延长百合切花的瓶插寿命、增加最大花径（促进花苞直径的增长），并延后最大花径形成时间；TDZ 处理可以延缓叶绿素降解，使叶绿素含量长时间保持在较高水平，从而延缓切花的叶片衰老；TDZ 处理可以抑制百合花鲜切花瓶插期间花朵的呼吸作用、降低切花对乙烯的敏感性、降低花朵的乙烯释放速率并延后吸高峰与乙烯释放高峰出现的时间。

**4.8 一种东方百合籽球及种球的培育方法发明专利鉴定意见**

该发明提供了一种东方百合籽球繁育及栽培方法，包括了第一阶段（籽球的繁育）和第二阶段（百合种球的培育）。其中籽球的繁育当中，该发明采用了独特的繁育基质及其消毒方法，保证了籽球繁育的营养需求，免除了病虫害的侵袭；籽球增生的温湿度和时间控制，保证了籽球的良好发育，进而通过人工处理（优选4oC，3个月）代替自然打破休眠，大大缩短了籽球繁育的时间。利用籽球进行百合种球的培育时，选用特点的基质（玉米秸秆和蛭石）保证了能够获得优良的种球；并进一步结合合理的施肥配方，获得的籽球质量优良，籽球周径大于9厘米，横径大于3厘米。这些技术实现了快速、有效的获得大量优质百合籽球的目标。

**4.9 研究成果引用情况**

该项目通过秦巴山区野生花卉种质资源调查、收集保存、表型多样性分析、遗传多样性分析、有效化学成分测定、抗氧化活性检测、抑菌活性检测、抗病毒分子机理研究等工作，共发表中英文学术论文73篇，其中SCI数据库收录8篇，据2020年5月18号Web of Sciences 检索结果，累计影响因子20.7，包括中科院分区一区[Top]期刊1篇，二区[Top]2篇，二区1篇，共被引用98次，其中SCI单篇引用最高达53次。研究成果在种质资源利用、系统进化、分子育种领域产生了重要影响，获得国内外著名专家的认可。

### 五、应用情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **应用类型** | **名称** | **应用地点** | **规模** | **应用起止时间** |
| 新技术 | 百合种球生产技术规程 | 杨凌正道园艺设施有限公司 | 30余亩，共生产百合种球40余万粒 | 2010.01-2013.12 |
| 新技术 | 百合种球生产技术规程 | 陕西益绿农业有限责任公司 | 15亩，共生产百合种球20余万粒 | 2012.01-2013.12 |
| 新技术 | 百合种球低温贮藏和打破休眠技术体系 | 杨凌正道园艺设施有限公司 | 450余亩，共生产400余万支百合鲜切花 | 2012.01-2013.12 |
| 新技术 | 百合种球低温贮藏和打破休眠技术体系 | 陕西益绿农业有限责任公司 | 30余亩，共生产40余万支百合鲜切花 | 2012.01-2013.12 |
| 新技术 | 百合肥水精准控制栽培技术体系 | 杨凌正道园艺设施有限公司 | 450余亩，共生产800余万支百合鲜切花 | 2010.01-2013.12 |
| 新技术 | 百合肥水精准控制栽培技术体系 | 陕西益绿农业有限责任公司 | 30余亩，共生产40余万支百合鲜切花 | 2012.01-2013.12 |
| 新品种 | ‘秦岭卷丹’ | 陕西省太白县鹦鸽镇 | 70余亩，共繁殖百合种球100余万粒 | 2006.01-2011.12 |
| 新品种 | ‘秦岭卷丹’ | 陕西省汉中市武乡镇 | 50余亩，共繁殖百合种球60余万粒 | 2007.01-2011.12 |
| 新品种 | ‘秦岭卷丹’ | 陕西省岚皋县城关镇 | 30余亩，共繁殖百合种球40余万粒 | 2008.01-2011.12 |

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发明  专利 | 一种百合鲜切花保鲜方法 | 中国 | ZL201210224917.0 | 2014-01-01 | 1329443 | 西北农林科技大学 | 张延龙，牛立新，罗建让，李改丽 | 已授权 |
| 发明  专利 | 一种东方百合籽球及种球的培育方法 | 中国 | ZL201210224777.7 | 2014-01-01 | 1329236 | 西北农林科技大学 | 张延龙，牛立新，罗建让，郭宇龙 | 已授权 |
| 新品种 | ‘金花’ | 中国 | QLS057-G002-2005 | 2005-12-28 | / | 西北农林科技大学 | 张延龙 | 已审定 |
| 新品种 | ‘旭日’ | 中国 | QLS058-G001-2005 | 2005-12-28 | / | 西北农林科技大学 | 张延龙 | 已审定 |
| 新品种 | ‘秦岭卷丹’ | 中国 | 陕S-SV-JR- 004-2012 | 2013-03-11 | （陕S）第99号 | 西北农林科技大学 | 张延龙 | 已审定 |
| 论文 | *LreEF1A4*, a translation elongation factor from *Lilium* *regale*, is pivotal for cucumber mosaic virus and tobacco rattle virus infections and tolerance to salt and drought | 中国 | 2020年  21卷  2083页 | 2020-03-18 | International Journal of Molecular Sciences | 西北农林科技大学 | 孙道阳，季筱彤，贾勇，霍丹，司仕英，曾玲玲，张延龙，牛立新 | 已发表 |
| 论文 | Comparative transcriptome profiling uncovers a *Lilium* *regale* NAC transcription factor, *LrNAC35*, contributing to defense response against cucumber mosaic virus and tobacco mosaic virus | 中国 | 2019年  20卷  1662-1681页 | 2019-09-27 | Molecular Plant Pathology | 西北农林科技大学 | 孙道阳，张新果，张庆雨，季筱彤，贾勇，王宏，牛立新，张延龙 | 已发表 |
| 论文 | Fatty acid and associated gene expression analyses of three tree peony species reveal key genes for α-linolenic acid synthesis in seeds | 中国 | 2018年  9卷  106页 | 2018-02-05 | Frontiers in Plant Science | 西北农林科技大学 | 张庆雨，于蕊，谢力行，Md Mahbubur Rahman，Aruna Kilaru，牛立新，张延龙 | 已发表 |
| 论文 | *LrABCF1*, a GCN-type ATP-binding cassette transporter from *Lilium* *regale*, is involved in defense responses against viral and fungal pathogens | 中国 | 2016年  244卷1185-1199页 | 2016-08-02 | Planta | 西北农林科技大学 | 孙道阳，张新果，李绍华，蒋才忠，张延龙，牛立新 | 已发表 |
| 论文 | Phenolic compounds and antioxidant activity of bulb extracts of six *Lilium* species native to China | 中国 | 2012年  17卷9361-9378页 | 2012-08-03 | Molecules | 西北农林科技大学 | 靳磊，张延龙，阎林茂，郭宇龙，牛立新 | 已发表 |

### 七、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/**  **完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 张延龙 | 1 | 教授 | 西北农林科技大学 | 负责秦巴山区百合野生花卉种质资源调查统计、分布信息整理、资源现状确定、材料收集保存、种质资源库建设、组培快繁等。 |
| 牛立新 | 2 | 教授 | 西北农林科技大学 | 负责百合资源鳞片扦插繁殖、种球储藏及打破休眠、低温贮藏、种球生产、肥水精准控制栽培技术研发，以及质量标准制定、发明专利申请、新品种选育等。 |
| 罗建让 | 3 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 负责百合资源形态特征、亲缘关系、遗传多样性、花色素成分、鳞茎提取物含量、抗氧化活性、抑菌活性、抗盐碱、抗病毒分析等。 |
| 孙道阳 | 4 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 负责岷江百合叶片差异表达文库构建、候选基因筛选、生物信息学分析、表达水平检测、异源植物遗传转化、抗病毒功能鉴定等。 |
| 史倩倩 | 5 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 负责杜鹃资源观赏性、引种适应性、生物学特性评价，种群间和种群内的形态性状多样性、分子遗传多样性变异规律分析等。 |
| 张庆雨 | 6 | 讲师 | 西北农林科技大学 | 负责牡丹资源生境特征、资源特点、植物学特性、表型多样性、遗传多样性、籽油脂肪酸成分、抗氧化及抗菌活性分析等。 |
| 张晓骁 | 7 | 博士 | 西北农林科技大学 | 负责秦巴山区牡丹野生花卉种质资源调查收集与保存、资源地理分布修订、化学成分分析等。 |
| 司国臣 | 8 | 硕士 | 西北农林科技大学 | 负责秦巴山区杜鹃及其它珍稀野生花卉种质资源调查收集与保存、播种、扦插、组培繁育研究等。 |

### 八、主要完成单位及创新推广贡献

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 作为该项目的依托单位，为项目的顺利完成并取得优异成绩做出了重要贡献，主要表现为：1）组织并完成了项目研究总体方案、技术路线和实施计划；2）负责项目协调，针对各专项内容的关键技术、研究进展、阶段总结等各项内容进行检查和指导；3）为项目的顺利实施提供了优质工作环境和高效人力资源；4）提供了所需的实验平台、仪器设备、图书资料、文献数据库等资源；5）提供了秦巴山区野生花卉种质资源保存库建设用地、水电能源及配套设施等；6）为项目产生的新技术、新品种的示范推广应用提供了强有力的政策引导和专项资金支持。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 共同立项 | 牛立新/2 | 2005-01 | 至今 | 与第1完成人共同立项科研项目4项，发表SCI论文8篇，申请国家发明专利2项，选育新品种3个。 |
| 2 | 共同立项 | 罗建让/3 | 2005-01 | 至今 | 与第1完成人共同立项科研项目3项，发表SCI论文1篇，申请国家发明专利2项。 |
| 3 | 共同立项 | 孙道阳/4 | 2009-09 | 至今 | 与第1完成人共同立项科研项目2项，发表SCI论文3篇。 |
| 4 | 论文合著 | 史倩倩/5 | 2011-09 | 至今 | 与第1完成人共同发表SCI论文1篇。 |
| 5 | 共同立项 | 张庆雨/6 | 2011-09 | 至今 | 与第1完成人共同立项科研项目1项，发表SCI论文1篇。 |
| 6 | 共同立项 | 张晓骁/7 | 2011-09 | 2018-06 | 与第1完成人共同立项科研项目1项，发表SCI论文1篇。 |
| 7 | 共同立项 | 司国臣/8 | 2010-09 | 2013-06 | 与第1完成人共同立项科研项目1项。 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| 张延龙，第1完成人，项目负责人，负责项目总体协调，确定各专题研究负责人选，制定项目进度安排，保障项目顺利实施。分担百合资源调查、分布区域遴选、现存资源分析、材料收集保存、资源保存库建设、组培快繁等工作。  牛立新，第2完成人，负责百合生产技术研发、质量标准制定、发明专利申请、新品种选育等。参与第1完成人承担的国家自然科学基金、国家林业重点科研项目、农业部公益性行业科研专项、国家林业基本建设项目4项，共同发表SCI论文8篇，申请百合发明专利2项，选育百合新品种‘金花’、 ‘旭日’和‘秦岭卷丹’。  罗建让，第3完成人，负责百合资源生物学特性、遗传多样性、有效化学成分、抗非生物或生物胁迫分析等。参与第1完成人承担的国家林业局重点科研项目、农业部公益性行业科研专项、国家林业基本建设项目3项，共同发表SCI论文1篇，申请百合发明专利2项。  孙道阳，第4完成人，负责岷江百合基因筛选、生物信息学分析、表达水平检测、异源遗传转化实验、抗病毒功能鉴定等。参与第1完成人承担的农业部公益性行业科研专项、国家林业基本建设项目2项，共同发表SCI论文3篇。  史倩倩，第5完成人，负责杜鹃资源观赏价值、引种适应性、生物学特性、形态多样性、遗传多样性变异规律研究等。与第1完成人共同发表SCI论文1篇。  张庆雨，第6完成人，负责牡丹资源生境特征、资源特点、生物学特性、表型多样性、遗传多样性、籽油脂肪酸成分、抗性分析等。参与第1完成人承担的国家林业基本建设项目1项，共同发表SCI论文1篇。  张晓骁，第7完成人，负责牡丹资源调查收集与保存、资源地理分布修订、分种检索表整理、化学成分分析等工作。参与第1完成人承担的国家林业基本建设项目1项，共同发表SCI论文1篇。  司国臣，第8完成人，负责杜鹃及其它珍稀野生花卉种质资源调查收集、材料保存、生物学特性评价、播种、扦插、组培等繁殖方法研究等。参与第1完成人承担的国家林业基本建设项目1项。 | | | | | |

### 一、项目名称：

秦岭天然次生公益林抚育经营关键技术研究

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

“秦岭天然次生公益林抚育经营关键技术研究”成果来源于国家林业公益性行业科研专项经费项目“秦岭天然次生公益林抚育经营关键技术研究”（编号：201204502）和陕西省森林资源管理局“陕西秦岭林区森林抚育经营成效监测”（执行时间：2009-2018）。

秦岭是我国中部重要生态屏障，属我国“中央水塔”，为我国南水北调中线输水工程、陕西引汉济渭工程的水源地及生物多样性的基因库，在我国乃至世界生物多样性保护中具有重要位置和作用。秦岭所处地理位置特殊，生态区位重要，现有的天然次生林生态系统既在保障我国生态安全，促进区域社会经济持续协调发展方面发挥着巨大作用，又肩负着保障我国水生态安全、缓解气候变化和保育生物多样的重任。目前，秦岭林区的森林生态系统普遍存在着结构不良、稳定性差、生产力和服务功能低下，及经营观念和模式落后等问题，其已成为限制我国区域经济快速、持续、稳步发展的瓶颈。因此，该成果从调整森林生态系统结构、维持生态系统健康、提高生态系统生产力、增强和挖掘生态系统服务潜力研究思路出发，首次系统开展了秦岭林区天然次生公益林生态系统经营关键技术研究，改变了传统的森林经营观念和模式，丰富了森林培育学理论。具体成果如下：

1. 根据秦岭林区的生态区位和地形特点，对森林进行了科学分类，建立了森林抚育经营分类体系，即将天然次生公益林划分为缓坡林、斜坡林、陡坡林和急坡林四个类型；按照森林类型提出了综合抚育、生长抚育、生态抚育和保育抚育相应的抚育方式、方法、抚育对象、抚育强度等关键控制技术指标。
2. 针对秦岭林区人工落叶松和低山区锐齿栎多代萌生林特点，提出了抚育间伐+人工添优、抚育间伐+人工促进天然更新和抚育间伐+人工添优+人工促进天然更新三种经营改造技术和关键控制指标。
3. 制定了科学性、针对性、可操作性强，整体水平处于国内领先的《陕西秦岭林区森林抚育技术规范》，已被陕西省林业局采纳。
4. 经连续5年监测，应用本成果后，公益林生产力、固碳能力和理水效能分别提高了11.9%-22.2%、14.9%-23.4和10.3%-18.5%；低效林生产力、固碳能力和更新成苗率分别提高了10.4%-16.7%、12.3%-17.6%和39.5%-56.8%。

到2018年，该成果已在陕西秦岭林区推广应用180万亩，且已辐射到巴山林区，辐射面积达30万亩；从2019年起，该成果以每年70 万亩的推广速度持续扩大。

秦岭东西长1600km，南北宽约400km，由于上世纪60年代后大量的人工采伐，使原始林几乎丧失殆尽，天然次生林占秦岭有林地面积98%以上，亟待抚育经营，成果应用前景广阔，综合效益将非常巨大。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

针对秦岭林区森林生态系统存在的主要问题，采用科学分类、分类经营和连续定位监测的方法，首次系统开展了该区天然次生公益林抚育经营关键技术研究：

1. 2016年6月21-22日，国家林业局科技司在北京组织开展林业公益性行业科研专项项目验收工作，专家组认为提出的生态公益林抚育经营和低效林改造技术体系，方法科学、技术先进、森林类型划分科学、针对性、可操作性强；
2. 2014年11月30日，由国家林业局造林司、天保中心、西安专员办、西北林业规划院、陕西省林业厅、陕西省林业调查规划院等单位相关专家组成的审定组，对《陕西秦岭林区森林抚育技术实施细则》进行了审定，专家组认为本细则对科学开展森林抚育，提高森林质量，发挥森林多种功能，确保生态安全，促进陕西经济社会可持续发展具有重要的现实意义。制定的细则科学性和可操作性强，具有创新性，处于国内领先水平；
3. 2019年3月1日，陕西省林业局关于对《在陕西秦岭林区推广应用《陕西秦岭林区森林抚育技术规范》的建议》的复函，“秦岭天然次生公益林抚育经营关键技术研究”项目课题组完成的《陕西秦岭林区森林抚育技术规范》，在省森林资源管理局直属六个林业局实施5年，推广应用中幼林抚育面积180万亩，经监测，成效显著，该规范具有较强的科学性、针对性和操作性。

### 五、应用情况

目前，项目技术成果已在陕西省森林资源管理局直属六大林业局，即陕西省宁东林业局、陕西省宁西林业局、陕西省太白林业局、陕西省龙草坪林业、陕西省汉西林业局和陕西省长青林业局持续推广应用5年，推广应用面积180万亩，在汉中、安康及西北农林科技大学火地塘试验林场等地辐射推广30万亩。据监测，社会、经济、生态效益显著。森林抚育技术成果和《陕西秦岭林区森林抚育技术规范》已被陕西省林业局采纳，根据陕西省年森林抚育任务，今后将以每年70 万亩的速度继续扩大推广，应用前景广阔。

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| 技术规范 | 陕西秦岭林区森林抚育技术规范 | 中国 |  |  |  |  | 党坤良  侯琳  张硕新  方有为 | 正在按程序报批 |
| 论文 | Effects of selective thinning and residue removal on ground layer structure and diversity in a mixed pine-oak stand of the Qinling Mountains, China.Australian Journal of Botany, 2017,65: 485-496. |  |  |  |  |  | 侯琳，孙珊，梁丽艳，梁鸽，姜路喜 | 已公开发表 |
| Optimization forest thinning measures for carbon budget in a mixed Pine-Oak stand of the Qingling Mountains, China: A Case Study. Forests, 2016, 7(11): 272-287. |  |  |  |  |  | 侯琳，李哲，罗春林，董宁宁 | 已公开发表 |
| 秦岭南坡林地土壤有机碳密度空间分异特征.林业科学,2019,55(05),11-19 |  |  |  |  |  | 卫玮,党坤良. | 已公开发表 |
| 秦岭南坡红桦林土壤有机碳密度影响因素.生态学报, 2016, 36 (04), 1030-1039. |  |  |  |  |  | 唐朋辉,党坤良,王连贺,马俊. | 已公开发表 |
| 秦岭林区锐齿栎次生林种群空间分布格局. 生态学报, 2016,36 (04), 1021-1029. |  |  |  |  |  | 常伟,党坤良, 武朋辉,李明雨. | 已公开发表 |
| 间伐对秦岭南坡锐齿栎林土壤腐殖质及微生物的影响.西北农林科技大学学报(自然科学版), 2020,48(04),75-82+88. |  |  |  |  |  | 王先初, 董鹏飞, 党坤良, 段学鑫, 李杰茹, 强浪浪. | 已公开发表 |
| 抚育间伐对秦岭南坡锐齿栎天然次生林碳密度的影响.西北农林科技大学学报(自然科学版) 2016, 44(10), 75-82. |  |  |  |  |  | 武朋辉,党坤良,常伟,李明雨. | 已公开发表 |
| 秦岭南坡2种林分类型林冠层对大气降水水质的生态效应.西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2014, 42 (07),89-94 |  |  |  |  |  | 李明雨,党坤良,马俊,王连贺. | 已公开发表 |

### 七、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 侯 琳 | 1 | 副研究员 | 西北农林科技大学 | 森林抚育技术规范制定，项目计划研究制定、技术实施、研究成果凝练 |
| 方有为 | 2 | 高级工程师 | 陕西林业集团有限公司/陕西省宁东林业局 | 技术实施、研究成果凝练 |
| 杨士同 | 3 | 讲师 | 西北农林科技大学 | 抚育经营试验技术实施、成效监测 |
| 党坤良 | 4 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 森林抚育技术体系、评价指标制定 |
| 董鹏飞 | 5 | 工程师 | 陕西省宁东林业局 | 抚育技术推广 |
| 成鸿飞 | 6 | 高级工程师 | 陕西省龙草坪林业局 | 抚育技术推广 |
| 李瑞群 | 7 | 高级工程师 | 陕西省太白林业局 | 抚育技术推广 |
| 辛 力 | 8 | 高级工程师 | 陕西省宁西林业局 | 抚育技术推广 |
| 张硕新 | 9 | 教 授 | 西北农林科技大学 | 森林抚育技术规范制定，研究成果凝练 |

**八、主要完成单位情况**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 项目申请、技术研制，技术、验收报告撰写，研究成果凝练，抚育成效监测 |
| 陕西省宁东林业局 | 2 | 研究成果推广、应用，示范基地建设， |
| 陕西省龙草坪林业局 | 3 | 研究成果推广、应用，示范基地建设 |
| 陕西省宁西林业局 | 4 | 研究成果推广、应用，示范基地建设 |

**九、完成人合作关系情况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 共同申请项目、技术实施 | 侯琳/1 | 2010.01 | 2018.12 | 关键技术凝练、《陕西秦岭林区森林抚育技术规范》编制 |
| 2 | 共同申请项目共同申请项目、技术实施 | 方有为/2 | 2010.01 | 2018.12 | 关键技术凝练，抚育经营技术推广、应用，示范基地建设 |
| 3 | 共同研制技术 | 杨士同/3 | 2010.01 | 2018.12 | 抚育经营技术、成效监测 |
| 4 | 共同申请项目、技术实施 | 党坤良/4 | 2010.01 | 2018.12 | 关键技术凝练、《陕西秦岭林区森林抚育技术规范》编制 |
| 5 | 共同推广技术 | 董鹏飞/5 | 2010.01 | 2018.12 | 关键技术示范、推广基地 |
| 6 | 共同推广技术 | 成鸿飞/6 | 2010.01 | 2018.12 | 关键技术示范、推广基地 |
| 7 | 共同推广技术 | 李瑞群/7 | 2010.01 | 2018.12 | 关键技术示范、推广基地 |
| 8 | 共同推广技术 | 辛力/8 | 2010.01 | 2018.12 | 关键技术示范、推广基地 |
| 9 | 共同申请项目、技术实施 | 张硕新/9 | 2012.01 | 2015.12 | 关键技术凝练、《陕西秦岭林区森林抚育技术规范》编制 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| 2009年项目主持单位西北农林科技大学的侯琳、党坤良，根据陕西省资源管理局文件要求，撰写并提交了“陕西秦岭林区森林抚育经营成效监测”项目建议书、技术实施方案。2010-2018年，组织项目组成员和研究生共同完成了陕西秦岭林区森林抚育经营成效监测工作与技术报告撰写。2011年项目主持单位西北农林科技大学的侯琳、党坤良和张硕新，根据国家林业局的要求，撰写并提交了“秦岭天然次生公益林抚育经营关键技术研究”项目建议书。2012年侯琳、党坤良与国家林业局签订了项目任务书，制定了项目技术实施方案。根据项目技术实施方案，2012-2015年组织项目组成员和研究生完成了项目研究内容，达到了考核指标。2014年，侯琳、党坤良和张硕新凝练了森林抚育经营与抚育成效监测技术成果，共同制定了《陕西秦岭林区森林抚育技术规范》。侯琳、党坤良发表了学术论文，培养了研究生。党坤良负责接待了500 余名领导、国内外专家现场视察、交流，并对林业技术人员培训 20 场次，400 余人。项目主持单位的杨士同，现陕西林业集团有限公司（原陕西省宁东林业局）的方有为共同参与了森林抚育技术研究与成效监测工作。方有为、董鹏飞共同负责，在陕西省宁东林业局推广了森林抚育经营关键技术示范、推广，建成示范推广基地基地。陕西省陕西省龙草坪林业局的成鸿飞、陕西省宁西林业局的辛力和陕西省太白林业局的李瑞群分别在所属林业局范围内推广了森林抚育经营关键技术示范、推广，建成示范推广基地基地。 | | | | | |

### 一、项目名称：

水蚀方式演变过程及其阻控途径

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

土壤侵蚀是制约人类生存和社会可持续发展的重大环境问题，是多种生态问题的集中反映。中国是世界上水土流失最严重的国家之一，水土流失面积大357万km2，占国土总面积的37.2%，每年平均土壤侵蚀约50亿t，占全球土壤侵蚀总量的1/5，平均每年造成我国经济损失相当于GDP总量的3.5%。而其中水蚀是我国分布最广、危害最严重的水土流失类型，总面积161万km2，占国土总面积的17%；水蚀区平均侵蚀模数约为3800 t km-2 a-1，远远高于土壤容许流失量，也远大于世界上其它水土流失严重的国家。因此，进行水蚀过程及其阻控方式的研究，对于掌握土壤侵蚀规律和调控机理，开展水土流失预警和水土保持治理，实现生态环境的可持续发展和美丽中国建设具有重要意义。该项目着眼于我国主要水蚀区，基于30多年的动态观测和科学研究，针对水蚀（溅蚀、片蚀、细沟侵蚀、浅沟侵蚀、切沟侵蚀）机理开展研究，揭示水蚀方式演变过程，并提出不同的阻控途经，从而为我国水土流失防治、土地资源可持续利用、生态文明建设提供了科学依据。取得如下重要科学发现：

第一，创建了一系列土壤侵蚀定量估算的新技术新方法。提出了基于立体摄影测量技术的坡面侵蚀沟水流参数测定方法；建立了基于三维激光扫描技术的侵蚀沟发育过程动态监测方法；构建了稀土元素示踪土壤侵蚀量的通用模型，优化了该项示踪技术；研发了核素示踪侵蚀-搬运-沉积-产沙连续动态监测方法。

第二，揭示了坡面细沟与细沟间侵蚀过程机理。明确了溅蚀过程团聚体破坏机理，分离了各方向溅蚀对坡面总溅蚀的贡献；量化了雨滴打击、地表径流和近地表土壤水文条件对坡面水蚀的相对贡献；诊断了不同下垫面特征对坡面细沟和细沟间侵蚀过程的影响；揭示了细沟与细沟间侵蚀过程的水动力学机制。

第三，刻画了片蚀-细沟-沟蚀侵蚀方式演变过程。提出了鉴别细沟、浅沟和切沟的临界地形模型；重现了片蚀-细沟-切沟侵蚀演变过程；诊断了降雨、汇流和地形对浅沟侵的影响；阐明了坡面各侵蚀分带水沙传递关系，创建了沟蚀模拟模型；构建了切沟侵蚀估算转换模型。

第四，提出了不同水蚀方式的阻控途径。揭示了植被恢复和土壤改善对面蚀和沟蚀的阻控机制；明确了人工草被与秸秆覆盖措施对面蚀和沟蚀防治的机理；提出了小流域生态建设与水土流失综合治理的模式。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

（1）学术性评价

项目执行期间，出版专著12部（含参编），发表相关论文174篇，其中SCI论文37篇、中文核心论文137篇。研究成果受到国内外同行专家的广泛重视和认可，8篇代表性论文他引480次，其中SCI他引324次，单篇最高他引218次，单篇最高SCI他引160次。发表在Soil & Tillage Research的代表性论文1为ESI高被引论文。

**1）对科学发现1土壤侵蚀定量估算的新技术新方法研究的客观评价**

土壤侵蚀领域世界著名专家美国农业部国家土壤侵蚀研究实验室主任Chihua Huang高级研究员和国际知名专家美国农业部国家泥沙实验室前主任Matt Romkens高级研究员，在对中美合作研究的官方评价中强调了该团队所开展的GPS、三维激光扫描、立体摄影测量等技术的对比研究（代表性成果4），对于浅沟和沟道侵蚀的准确量化具有重要意义。我国土壤侵蚀领域著名专家，中国农业大学雷廷武教授团队和北京师范大学张光辉教授团队分别在农业机械学报（2014）和中国水土保持科学（2013）发表论文对该研究（代表性成果4）所提出的三维激光扫描和GPS技术对滑坡堆积体和地表微地貌精确测量进行了验证。土壤侵蚀示踪领域著名专家加拿大北英属哥伦比亚大学Philip Owens教授（论文h指数40），在其Earth-Science Reviews（Owens et al., 2016）的特邀综述论文中评价了该项目发表在Journal of Soils and Sediments（Liu et al., 2016）上关于改进稀土元素示踪技术的研究论文（代表性论文8），认为该研究深入理解示踪剂行为特征有利于针对不同研究目的选择不同的示踪剂。我国土壤物理学领域著名专家，Soil & Tillage Research期刊主编，中国科学院南京土壤研究所彭新华研究员率领的团队，在Geoderma发表的论文（Liu et al., 2019）中肯定了该研究的发现，认为稀土元素氧化物在小团聚体中的吸附量远大于其在大团聚体和泥沙中的含量。

**2）对科学发现2坡面细沟与细沟间侵蚀过程机理的客观评价**

该项目发表在Soil & Tillage Research（Shen et al. 2016）上关于细沟与细沟间侵蚀的水力学机理的研究论文（代表性论文1）被他人引用83次，为ESI前1%高被引论文。土壤侵蚀过程与机理领域著名专家澳大利亚堪培拉大学Peter Kinnell教授（论文h指数26）发表在Journal of Hydrology（Kinnell, 2020）的特邀综述论文中评价了代表性论文3，认为该科学发现所中所采取的研究方法有效的模拟了不同下垫面条件下的坡面细沟和细沟间侵蚀过程，区分了雨滴打击和地表径流对坡面侵蚀的相对贡献。该项目发表在Hydrological Processes（2017）上关于土壤剥蚀速率对径流水力学参数响应的结果（代表性论文5）被中国科学院水利部水土保持研究所王占礼研究员团队发表在Earth Surface Processes and Landforms (2020)、Soil & Tillage Research（2019）、Hydrology Research（2019）上论文多次印证，并对该论文中“断面单位能量即过水断面势能和动能之和是预测坡面土壤剥蚀率的重要参数”的研究发现进行了积极地评价与引用。

**3）对科学发现3片蚀-细沟-沟蚀侵蚀方式演变过程的客观评价**

该项目发表在Land Degradation & Development（2017）上关于降水和地形因子对浅沟侵蚀过程影响的研究论文（代表性论文7）被北京师范大学杨胜天教授团队发表在Geoderma和福建师范大学杨玉盛教授团队发表在Land Degradation & Development上的论文所印证，其中该研究建立的利用降雨强度和上方汇水与坡度组成的地形因子估算坡面浅沟土壤侵蚀量的方程被一致认可，相关研究方法被应用在其他区域的研究中。该项目发表在Agriculture, Ecosystems & Environment（2005）上有关黄土高原不同侵蚀方式与养分流失关系的研究论文（代表性论文3）被中国科学院生态环境研究中心傅伯杰院士课题组发表在Journal of Hydrology（2007）、Progress in Physical Geography（2007）和Agriculture, Ecosystems and Environment（2018）上的论文和中国科学院地理科学与资源研究所前任所长刘纪远研究员团队发表在Journal of Geographic Science（2013）上的论文多次引用，其中该研究提出的黄土高原土壤侵蚀方式演变过程及其与养分流失和植被退化的关系被多次验证。沟蚀研究领域著名专家美国北卡莱罗纳州立大学Garey Fox教授（论文h指数28）在Environmental Management（2016）上发表的论文中肯定了该研究得出的“由于泥沙颗粒对养分吸附方式不同，沟蚀发育会改变养分流失过程”的研究结论。

**4）对科学发现4不同水蚀方式的阻控途径的客观评价**

该项目发表在Pedosphere（2006）上有关黄土高原植被变化对土壤侵蚀影响的研究论文（代表性论文2）被他人引用218次，SCI他引160次，其中被中国科学院生态环境研究中心傅伯杰院士课题组发表在Hydrological Processes（2009）上的论文和中国科学院南京土壤研究所张甘霖研究员团队发表在Soil & Tillage Research（2009）上的论文引用，其中有关“①植被破坏引起的森林和草地向耕地变化的过度加剧了坡面侵蚀量；②径流侵蚀和养分的动态变化不仅与降雨和土壤特性有关，也与植被覆盖和土地利用变化有关”的结论在相关研究结果印证。该项目发表在Catena（2017）上有关玉米秸秆覆盖缓冲带措施对面蚀、沟蚀和径流水动力学特征影响的研究论文（代表性论文6）被土壤侵蚀领域著名专家葡萄牙科英布拉大学Joao Pedroso de Lima教授（论文h指数24）团队发表在Soil & Tillage Research（2018）上发表的论文引用，并指出该项目成果提出的利用玉米秸秆覆盖缓冲带措施阻控坡面径流和侵蚀的方法是非常有效的，同时验证了该项目的研究成果在指导保护性耕作和植被恢复等水土保持措施建设方面发挥的积极作用。

（2）重要科技奖励

1）项目研究成果 “黄土区水-土-作物关系及其最优调控机制研究”于2004年3月获陕西省科学技术一等奖，获奖人（排名顺序）：康绍忠、梁银丽、蔡焕杰、郑粉莉、张富仓、黄明斌、胡笑涛、刘贤赵、张建华、宋孝玉、潘英华。

2）项目研究成果 “典型黑土侵蚀退化机制”于2016年8月获黑龙江省科学技术（自然科学）一等奖，获奖人（排名顺序）：赵雨森、郑粉莉、王恩姮、陈祥伟、王平、阎百兴、张兴义、孟凯、王玉玺、谷会岩、夏祥友、安娟、王彬、张孝存、温磊磊。

### 五、代表性论文专著目录(自然奖):

1. Shen Haiou, Zheng Fenli, Wen Leilei, Han Yong, Hu Wei. Impacts of rainfall intensity and slope gradient on rill erosion processes at loessial hillslope. Soil & Tillage Research, 2016 155: 429-436.（总他引83次, IF=4.675, ESI高被引）
2. Zheng Fenli. Effect of vegetation changes on soil erosion on the Loess Plateau. Pedosphere, 2006, 16(4): 420-427.（总他引218次，IF=3.188）
3. Zheng Fenli, He Xiubin, Gao Xuetian, Zhang Change, Tang Keli. Effects of erosion patterns on nutrient loss following deforestation on the Loess Plateau of China. Agriculture Ecosystems & Environment, 2005, 108(1): 85-97.（总他引71次，IF=3.954）
4. 张鹏, 郑粉莉, 王彬, 陈吉强, 丁晓斌. 高精度GPS, 三维激光扫描和测针板三种测量技术监测沟蚀过程的对比研究. 水土保持通报, 2008, 28(5):11-15+20. (总他引67次)
5. Xiao Hai, Liu Gang, Liu Puling, Zheng Fenli, Zhang Jiaqiong, Hu Feinan. Response of soil detachment rate to the hydraulic parameters of concentrated flow on steep loessial slopes on the Loess Plateau of China. Hydrological Processes, 2017, 31: 2613-2621.（总他引17次，IF=3.189）
6. Xu Ximeng, Zheng Fenli, Qin Chao, Wu Hongyan, Glenn V. Wilson. Impact of cornstalk buffer strip on hillslope soil erosion and its hydrodynamic understanding. Catena, 2017, 149: 417-425.（总他引11次，IF=3.851）
7. Xu Ximeng, Zheng Fenli, Glenn V.W., Wu Min. Upslope inflow, hillslope gradient, and rainfall intensity impacts on ephemeral gully erosion. Land Degradation & Development, 2017, 28(8): 2623-2635.（总他引8次，IF=4.275）
8. Liu Gang, Xiao Hai, Liu Puling, Zhang Qiong, Zhang Jiaqiong. An improved method for tracing soil erosion using rare earth elements. Journal of Soils and Sediments, 2016, 16: 1670-1679. （总他引5次，IF=2.669）

### 六、主要完成人情况

| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 郑粉莉 | 1 | 教授 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 负责项目总体技术方案设计与组织实施，对主要科学发现内容中1-4项作出创造性贡献，创建了一系列土壤侵蚀定量估算的新技术新方法，揭示了坡面细沟与细沟间侵蚀过程机理，刻画了片蚀-细沟-沟蚀侵蚀方式演变过程，提出了不同水蚀方式的阻控途径。是代表作2、3的第一作者，代表作1、4、6、7的通讯作者，代表作5的共同作者。 |
| 刘 刚 | 2 | 研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 对项目主要科学发现第1、2项内容做出创造性贡献，构建了稀土元素示踪土壤侵蚀量的通用模型，优化了该项示踪技术；研发了核素示踪侵蚀-搬运-沉积-产沙连续动态监测方法；明确了溅蚀过程团聚体破坏机理；揭示了细沟与细沟间侵蚀过程的水动力学机制。是代表作8的第一作者，代表作5的通讯作者。 |
| 刘普灵 | 3 | 研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 与第一完成人共同完成了主要科学发现第4项内容，与第二完成人共同完成了主要科学发现第1、2项内容，构建了稀土元素示踪土壤侵蚀量的通用模型，优化了该项示踪技术；明确了溅蚀过程团聚体破坏机理；揭示了细沟与细沟间侵蚀过程的水动力学机制；提出了小流域生态建设与水土流失综合治理的模式。是代表作5、8的共同作者。 |
| 徐锡蒙 | 4 | 助理研究员 | 中国科学院地理科学与资源研究所/西北农林科技大学 | 与第一完成人共同完成了主要科学发现第2、3、4项内容，阐明了下垫面特征对细沟和细沟间侵蚀过程的影响，诊断了降雨、汇流和地形对浅沟侵的影响，揭示了秸秆覆盖对面蚀和沟蚀的防治机理。是代表作6、7的第一作者。 |
| 肖 海 | 5 | 讲师 | 三峡大学/西北农林科技大学 | 与第一、二、三完成人共同完成了主要科学发现第1、2项内容，构建了稀土元素示踪土壤侵蚀量的通用模型，优化了该项示踪技术；明确了溅蚀过程团聚体破坏机理；揭示了细沟与细沟间侵蚀过程的水动力学机制。是代表作5的第一作者，代表作8的共同作者。 |
| 沈海鸥 | 6 | 讲师 | 吉林农业大学/西北农林科技大学 | 与第一完成人共同完成了主要科学发现第2项内容，诊断了下垫面特征对细沟和细沟间侵蚀过程的影响，揭示了细沟与细沟间侵蚀过程的水动力学机制。是代表作1的第一作者。 |

### 七、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 西北农林科技大学作为项目独立完成单位，给予该项目必要的人力、物力支持和必备的支撑条件，为该项目提供了相关的仪器设备和研究平台，保证了项目的顺利实施和完成。全面负责项目的设计、立项、分工、实施与成果鉴定。在该项目中，重点开展了土壤侵蚀定量估算的新技术新方法，坡面细沟与细沟间侵蚀过程机理，片蚀-细沟-沟蚀侵蚀方式演变过程，及不同水蚀方式的阻控途径等方面的研究工作。 |

### 八、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| **1** | 论文合著 | 郑粉莉/第1，刘刚/第2，刘普灵/第3，肖海/第5 | 2014年7月1日 | 2017年7月1日 | 代表性论文8 |
| **2** | 论文合著 | 郑粉莉/第1，徐锡蒙/第4 | 2012年6月1日 | 2017年11月1日 | 代表性论文7 |
| **3** | 论文合著 | 郑粉莉/第1，沈海鸥/第6 | 2009年9月1日 | 2016年1月1日 | 代表性论文1 |
| **4** | 论文合著 | 刘刚/第2, 刘普灵/第3，肖海/第5 | 2014年7月1日 | 2016年1月25日 | 代表性论文5 |
| **完成人合作关系说明**(限1000字）  第1完成人郑粉莉教授与第2完成人刘刚研究员、第3完成人刘普灵研究员属西北农林科技大学水土保持研究所的同一科研组，共同开展项目的研究工作，共同撰写发表论文（代表作5、8）。  第4完成人徐锡蒙博士，2012-2019年在西北农林科技大学水土保持研究所攻读学士和博士学位期间，与第1完成人属同一科研组，共同开展科研工作，完成了主要科学发现第2、3、4项内容，阐明了下垫面特征对细沟和细沟间侵蚀过程的影响，诊断了降雨、汇流和地形对浅沟侵的影响，揭示了秸秆覆盖对面蚀和沟蚀的防治机理，合作撰写研究论文（代表作6、7）。  第5完成人肖海博士，2014-2017年在西北农林科技大学水土保持研究所攻读博士学位期间，与第2完成人、第3完成人属同一科研组，共同开展科研工作，完成了主要科学发现第1、2项内容，构建了稀土元素示踪土壤侵蚀量的通用模型，优化了该示踪技术；明确了溅蚀过程团聚体破坏机理；阐明了细沟与细沟间侵蚀过程的水动力学机制，合作撰写研究论文（代表作5、8）。  第6完成人沈海鸥博士，2009-2015年在西北农林科技大学水土保持研究所攻读博士学位期间，与第1完成人属同一科研组，共同开展科研工作，共同完成了主要科学发现第2项内容，诊断了下垫面特征对细沟和细沟间侵蚀过程的影响，阐明了细沟与细沟间侵蚀过程的水动力学机制，合作撰写研究论文（代表作1）。 | | | | | |

### 一、项目名称：

退耕还林（草）工程固碳效益评价与机理解析

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

退耕还林（草）工程是迄今为止我国投资最大、涉及面最广的一项生态建设工程，对改善我国生态环境、提高生态系统碳汇方面发挥了巨大作用，其固碳效益也是衡量生态工程建设成效的关键植被。但是，由于缺少对退耕还林（草）工程固碳效益的整体系统评价，以及退耕还林（草）后生态系统固碳机理的深刻认识，严重影响了退耕还林（草）工程固碳效益的准确评价和对未来固碳前景的科学预测。

为此，该项目构建了国际认可的退耕还林（草）工程固碳效益评估体系，系统评估了**国家尺度退耕还林（草）工程的固碳现状和固碳潜力，并被**联合国IPBES2018年发布的《土地退化与恢复评估报告》所采用**；明确了不同退耕还林（草）措施下生态系统碳固持效应的演变规律及稳定时间阈值，完善了植被恢复中生态系统碳固持稳定机制的认识。**

研究成果为指导区域生态恢复重建与土壤碳库调控提供了重要的科学依据，**为重大生态工程固碳效益评估及应对全球气候变化的国际谈判提供了数据支撑，**对科学评价我国退耕还林（草）工程建设成效、科学预测工程固碳前景具有重要的参考价值，对推进我国生态保护与高质量发展，完善未来国家生态建设方略等具有重要意义。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

该项目8篇代表性论文总他人引用330次，SCI他人引用218次，包括Nature sustainability、Water Research、IPBES等顶级刊物和重要部门引用。发表在Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions的代表性论文1为ESI前1%高被引论文。关于退耕还林（草）后土壤固碳速率的研究成果被纳入联合国IPBES2018年发布的《土地退化与恢复评估报告》，也为我国重大生态工程固碳效益评估提供了基础数据。研究成果在国家尺度上通过数据证明我国重大生态工程的固碳效益显著，为碳减排国际谈判提供了数据和理论支撑。

### 五、代表性论文专著目录(自然奖):

1. Deng L, Liu SG, Kim DG, Sandra Sweeney, Peng CH, Shangguan ZP\*. Past and Future Carbon Sequestration Benefits of China’s Grain for Green Program. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions. 2017. 47, 13-20.

2. Deng L, Han QS, Zhang C\*, Tang ZS, Shangguan ZP. Above‐ground and below‐ground ecosystem biomass accumulation and carbon sequestration with Caragana korshinskii Kom plantation development. Land Degradation & Development. 2017. 28(3), 906-917.

3. Deng L, Wang GL, Liu GB, Shangguan ZP\*. Effect of age and land-use changes on Soil carbon and nitrogen sequestrations following cropland abandonment on the Loess Plateau, China. Ecological Engineering. 2016. 90, 105-112.

4. Deng L, Wang KB\*, Tang ZS, Shangguan ZP. Soil organic carbon dynamics following a long-term natural vegetation restoration: evidence from stable carbon isotopes (δ13C). Agriculture, Ecosystems & Environment. 2016. 221, 235-244.

5. Zhu GY, Shangguan ZP, Deng L\*. Soil Aggregate Stability and Aggregate-Associated Carbon and Nitrogen between natural restoration grassland and Chinese red pine plantation on the Loess Plateau. Catena. 2017.149, 253-260.

6. Deng L, Shangguan ZP\*, Sweeney S. ‘‘Grain for Green’’ driven land use change and carbon sequestration on the Loess Plateau, China. Scientific Reports. 2014, 4, 7039.

7. Wang KB, Deng L, Ren ZP\*, Shi WY, Chen YP, Shangguan ZP. Dynamics of ecosystem carbon stocks during vegetation restoration on the Loess Plateau of China. Journal of Arid Land. 2016. 8(2), 207-220.

8. 王凯博、时伟宇、上官周平\*. 黄土丘陵区天然和人工植被类型对土壤理化性质的影响. 农业工程学报，2012. 28, 15, 80-86.

### 六、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓 名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 邓 蕾 | 11 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 明确了退耕还林（草）工程固碳效益，阐明了退耕还林(草)生态系统碳固持动态演变规律，揭示了植被恢复中土壤碳库稳定性机制，是论文1、2、3、4、6的第一作者，论文5的通讯作者。 |
| 王凯博 | 22 | 副研究员 | 中国科学院地球环境研究所 | 与第一完成人共同阐明了生态系统碳固持效应的动态演变规律，完善了对植被恢复中土壤有机碳库的稳定性机制的认识；是论文7和8的第一作者，论文4的通讯作者。 |
| 上官周平 | 33 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 与第一和第二完成人共同设计并完成了该项目的主要工作，和第一完成人共同完成了退耕还林（草）工程固碳效益评估方法的建立，协助第一和第二完成人阐明了退耕还林（草）后生态系统固碳演变规律，揭示了对植被恢复中土壤有机碳库的稳定性机制的认识。参与了代表作1-8的写作，是代表作1、3，6、8的通讯作者。 |

### 七、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 西北农林科技大学作为项目主持单位，给予该项目必要的人力、物力支持和必备的支撑条件，为该项目提供了相关的仪器设备和研究平台，保证了项目的顺利实施和完成。全面负责项目的设计、立项、分工、实施与成果鉴定。在该项目中，重点开展了国家尺度退耕还林还草固碳效益评估，区域尺度土地利用变化与碳收支关系，典型植被恢复过程中土壤固碳动态及土壤碳库稳定性机制研究等方面的工作。 |
| 中国科学院地球环境研究所 | 2 | 中国科学院地球环境研究所在该项目中协助开展了黄土高原植被恢复过程中生态系统碳库动态演变规律、土壤碳库周转特征、植被恢复与土壤碳库稳定性机制等方面工作。同时协助开展项目的设计、立项、实施与成果鉴定等工作，给予该项目必要的人力、物力支持和必备的支撑条件，为该项目的顺利开展做出了重要贡献。 |

### 八、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 发表论文 | 邓蕾、王凯博/  第1、第2 | 2009 | 2020 | 论文4、7 |
| 2 | 发表论文 | 邓蕾、上官周平  /第1、第3 | 2009 | 2020 | 论文1-7 |
| 3 | 发表论文 | 王凯博、上官周平/第2、第3 | 2009 | 2020 | 代表性论文4、7-8 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）**  该项目第1完成人邓蕾研究员与第3完成人上官周平研究员属西北农林科技大学水土保持研究所的同一个科研组，共同开展项目的研究工作，合作撰写发表论文（代表作1-7）。  该项目第2完成人王凯博副研究员，在2005-2011年期间属中国科学院水利部水土保持研究所攻读硕士、博士学位期间，与第1和第3完成人属同一科研组，共同开展科研工作，合作撰写研究论文。  在2011-2019年期间，第2完成人王凯博副研究员在中国科学院地球环境研究所工作，但仍与项目第1和第3完成人保持着密切合作关系，长期合作开展项目试验，讨论研究方案与试验数据，合作撰写科研论文（代表作4、7-8）。 | | | | | |

### 一、项目名称：

半干旱区退耕还草地的可持续与地上/地下协同机制

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

半干旱区是我国甚至全球典型的生态脆弱区，强烈的水土流失使植被生态恢复及可持续成为推进半干旱区生态文明建设的重点和难点。半干旱区植被生态恢复与人民生活环境改善，是我国乡村振兴战略的结合点、转折点，是实现“绿水青山就是金山银山”的必然要求。为从根本上解决生态建设和经济建设问题，政府实施了一系列生态修复工程并取得显著成就。但不合理的植被利用和管理，导致退耕草地群落衰败和土壤生境退化，这已成为半干旱区植被恢复与可持续管理的难题。

草地是半干旱区植被的主体，退耕还草地植物群落与土壤生境的相互作用是退耕草地水土流失调控和可持续的核心。研究退耕草地植物-土壤界面的互馈关系及水土保持功能，是探讨半干旱区草地植被恢复和水土保持效应的关键。该项目以退耕还草地植物-土壤界面生态过程为切入点，从个体-种群-功能群-群落层次系统研究退耕还草地植物群落结构、功能和土壤水养生境的演变过程与互馈关系，探讨退耕还草地植被恢复的水土保持机理与生态效应，研究成果可为退耕还草地生态恢复与可持续管理与利用提供科学依据。

主要发现点和科学价值如下：

1．阐明了退耕还草地植物群落与土壤生境的恢复过程，创新性提出了植物-土壤同步恢复理论。基于群落立体构型与土壤水养生境同步恢复过程，阐明土壤水养异质性是草地物种多样性共存的重要驱动因素，证实了退耕还草地生产力与物种多样性平衡关系，揭示了禾草类功能群驱动下的地上-地下协同机制。

2.以植物功能群为核心，阐明了半干旱区退耕还草地植物群落结构分异特征，首次揭示了退耕还草地恢复过程中植物功能群驱动的地上-地下水土流失调控机制。提出降水差异是半干旱区草地物种多样性和植物功能群组成的关键驱动因子。半干旱区植物功能群驱动的地上群落立体构型、地下根系特征和土壤结构优化过程对水土流失的调控过程，阐明了草地恢复中主要植物功能群的草—土界面水分分配特征，揭示了主要植物功能群的地上—地下水土流失调控机制的异质性。

3. 揭示了退耕还草地植物群落结构、功能对草地管理措施响应的普适性规律，创新性提出半干旱区退耕还草地的可持续管理对策。探讨了管理措施对退耕还草地生态系统结构、功能和土壤水养生境的调控效应，揭示了不同管理措施对退耕还草地群落后代物种多样性维持机制，阐明了半干旱区不同类型退耕还草地的多功能效应。基于退耕还草地群落恢复过程中地上-地下生态功能的权衡关系，确定了半干旱区退耕还草地植被恢复过程的最佳利用时间，创新性提出退耕还草地可持续发展对策。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

项目研究成果受到国内外同行专家的广泛重视和认可。美国著名恢复生态学家William教授在该领域经典期刊Restoration Ecology发表Multiscale metrics differentiate among tallgrass prairie restorations and remnant ecosystems along a restorative continuum（2018）文章肯定了项目关于退耕还草地植物群落与土壤生境恢复过程的研究结论，验证了植物-土壤同步恢复理论。加拿大皇后大学Amanda教授在其生态学顶级期刊Journal of Ecology文章Resident species with larger size metrics do not recruit more offspring from the soil seed bank in old‐field meadow vegetation（2018）中肯定了在草地恢复过程中，较大种子的物种幼苗具有更强的竞争力的研究结果。澳大利亚科学家Rossi教授在其Science of the Total Environment和Journal of Hydrology文章中引用项目成果，半干旱区水文和风沙过程引起了土壤水分养分异质性，明确表层水养动态有助于揭示物种共存及其分布规律，确认了植被形成、发展与维持是由不同功能群驱动的植物群落对水养资源竞争能力决定。

基于退耕草地地上群落与土壤水养生境间的协同机制研究成果《黄土高原半干旱区天然草地群落结构与土壤水分关系》2014年发表在《草业学报》上被引26次，中国科学院生态环境研究中心陈利顶研究员团队在2018年《自然资源学报》上的文章《黄土高原草地土壤水分和物种多样性沿降水梯度的分布格局》中多次肯定了我们的研究成果，土壤水分异质性通过调控物种种类、多度和高度进而影响群落分布、结构和生态功能，当水分较高时，优势种占主导地位，竞争抑制了大多数物种的生长发育，而水分减少改变了种间关系，消弱了优势种对其他种群的抑制作用，进而影响群落物种多样性，提出土壤水分条件和物种多样性水平可以相互预测和指示，是群落地上-地下协同过程的基础。

草地恢复过程中植物功能群驱动的地上-地下水土流失调控机制相关成果被生态学领域Azam教授在Ecological Indicators（2019）文章中肯定了半干旱区降水驱动的草地土壤含水量异质性是物种多样性变化的关键驱动因子的研究结果。中国科学院生态环境研究中心傅伯杰院士团队2016年《生态学报》上《干旱半干旱草地生态系统与土壤水分关系研究进展》文章基于我们从群落尺度上探究草地群落结构与土壤水分关系的研究成果，提出半干旱区降雨差异是限制群落生产力和物种多样性的重要因子。

中国科学院地理资源与科学研究所邵明安院士课题组在土壤学经典期刊Geoderma发表文章Changes in soil physical and chemical properties after short drought stress in semi-humid forests（2019）多次引用项目研究成果，土壤结构及土壤水过程是水资源有效管理的核心，也是半干旱区植被成功恢复的关键，退耕草地恢复改善了土壤结构、改变了土壤饱和导水率以及土壤入渗速率。水文学领域Shahmir博士在Landscape and Ecological Engineering（2019）一文中明确了根系密度能够改变土壤有效水分、土壤总孔隙度的分布，影响土壤理化性质，增加入渗、降低径流。

半干旱区退耕还草地管理措施对草地植物-土壤影响的普遍性规律及可持续发展对策的研究成果被国际农业科学领域Muhammad教授在期刊Soil & Tillage Research（2019）中大篇幅评价项目关于豆科退耕还草地可以增加土壤碳氮含量，提高草地生产力的研究结果。中国科学院生态环境研究中心傅伯杰院士课题组2018年发表在本领域经典期刊Agriculture, Ecosystems and Environment一文“Changes in soil organic and inorganic carbon stocks in deep profiles following cropland abandonment along a precipitation gradient across the Loess Plateau of China”肯定了不同类型退耕还草地具有不同的生产力，豆科退耕还草地可通过固氮促进土壤碳固持增加草地生产力。美国科学家Magda教授在其Environment Earth Science（2017）文章中确认了项目研究结果，退耕还草地合理的管理措施可影响植被盖度降低土壤侵蚀，进而减小土壤退化负效应，维持干旱地区植被功能可持续。

### 五、代表性论文专著目录:

* + - 1. Wu G-L, Liu Y, Yang Z, Cui Z, Deng L, Chang X-F, Shi Z-H\*. Root channels to indicate the increase in soil matrix water infiltration capacity of arid reclaimed mine soils. Journal of Hydrology, 2017, 546: 133–139.
      2. Wang D, Wu G-L\*, Zhu Y-J, Shi Z-H. Grazing exclusion effects on above- and below-ground C and N pools of typical grassland on the Loess Plateau (China). Catena, 2014, 123: 113-120.
      3. Huang Z, Tian F-P, Wu G-L\*, Liu Y, Dang Z-Q. Legume grasslands promote precipitation infiltration better than Gramineous grasslands in arid regions. Land Degradation & Development, 2017, 28: 309-316.
      4. 张志南，武高林，王冬，邓蕾，郝红敏，杨政，上官周平. 黄土高原半干旱区天然草地群落结构与土壤水分关系. 草业学报, 2014, 23(6): 313-319.
      5. 王冬, 杨政, 郝红敏, 武高林, 朱元骏, 史志华. 黄土区退耕还草地凋落物-土壤界面水分过程特征研究. 2015, 22(1): 80-84.

### 六、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓 名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 武高林 | 1 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 代表性论文1-5 |
| 刘 玉 | 2 | 副研究员 | 中国科学院水利部水土保持研究所 | 代表性论文1,3 |
| 王 冬 | 3 | 副教授 | 河南大学/中国科学院水利部水土保持研究所 | 代表性论文2,4,5 |
| 黄 泽 | 4 | 博士研究生 | 西北农林科技大学 | 代表性论文3 |
| 崔 增 | 5 | 博士研究生 | 中国科学院水利部水土保持研究所 | 代表性论文1 |

### 七、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 西北农林科技大学作为项目主要完成单位，负责支撑项目的立项申请申报和资金争取；对项目的实施给予试验条件、设施、经费、人力、物资等方面的保障和支持。同时，负责项目进展总体管理，包括计划制订、实施、总结等的跟踪督促、检查，保证了项目任务顺利实施和目标的全面实现。系统研究了半干旱区退耕还草地植物-土壤界面的恢复过程与互馈关系，揭示了退耕草地植物功能群地上-地下特征驱动的水土流失调控机制，阐明了半干旱区退耕草地植被恢复的水土保持机理与生态适应。 |
| 中国科学院水利部水土保持研究所 | 2 | 中国科学院水利部水土保持研究所作为项目主要完成单位，主要阐明退耕还草地的植物-土壤界面水分分配特征，揭示植物功能群驱动的退耕还草地地上-地下水土流失调节机制，基于退耕还草地的水土保持及固碳效益，阐明了半干旱区不同类型退耕还草地的多功能效应。 |

### 八、完成人合作关系说明

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| **1** | 论文合著 | 武高林/1、刘玉/2、崔增/5 | 2014年11月 | 2017年12月 | 代表性论文1 |
| **2** | 论文合著 | 武高林/1、王冬/3 | 2013年1月 | 2017年12月 | 代表性论文2、4、5 |
| 3 | 论文合著 | 武高林/1、刘玉/2、黄泽/4 | 2014年8月 | 2017年12月 | 代表性论文3 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）**  武高林、刘玉、王冬、黄泽、崔增在项目实施、论文发表、登记成果等方面开展了紧密合作。项目第一完成人武高林与第二完成人刘玉属黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室同一课题组，共同开展科研工作。完成人王冬2011年7月-2015年7月师从第一完成人武高林，共同开展项目相关工作，于2015年8月-至今在河南大学工作期间，仍然与第一完成人课题组保持紧密合作，开展相关研究工作。完成人黄泽、崔增自2014年9月至今师从第一完成人武高林，共同开展项目研究工作。 | | | | | |

### 一、项目名称：

黄土高原土壤有机碳过程、格局和区域响应研究

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

黄土高原位于黄河中上游，跨陕、甘、宁、青、晋、蒙等省区，土壤侵蚀和水土流失严重，是我国“黄土高原-川滇生态屏障”的重要组成区域，也是黄河流域生态保护与高质量发展的区域瓶颈。该区生态系统对人类活动和环境变化响应敏感，在全国生态规划和区域可持续发展中具有重要的战略地位。土壤有机碳是土壤肥力的核心，对土壤有机碳空间分布、循环过程和响应特征的系统认识，不但是目前土壤有机碳研究的重要科学问题，还是满足生态环境建设决策和效应评价国家需求的重要科技支撑。项目组从空间和时间两条主线出发，开展黄土高原土壤有机碳分布格局、循环过程及区域响应的研究，系统分析了黄土高原土壤有机碳的分布特征、影响因素及其对土地利用和气候变化的响应机制，取得如下主要成果：

（1）揭示了区域尺度土壤有机碳分布格局和主控因子。发现黄土高原地区土壤有机碳含量呈现出由含量最低的中部向区域边界发散递增的同心圆分布趋势，并受环境因子和土地利用类型的影响。

（2）揭示了土壤有机碳迁移的主要控制过程和影响因素。发现有机碳在介质表面的吸附过程决定着其在多孔介质中的迁移行为，不同因素对有机碳迁移的影响主要通过改变有机碳与介质表面的吸附作用来实现；随介质质地变粗、溶液流速增大、溶液 pH 升高和离子强度的降低，有机碳易于迁移。

（3）阐明了恢复生态系统土壤有机碳的矿化特征及其影响因素。发现旱作农田土壤有机碳矿化主要取决于< 0.053 mm 团聚体，长期施肥显著促进了土壤有机碳的矿化，降低了其的温度敏感性。有机碳矿化速率与年均温和年降水量正相关，与有机碳和矿质氮负相关，有机碳矿化受氮素有效性和气候条件共同限制。

（4）阐明了土壤有机碳响应的区域分异特征。发现黄土高原半干旱区草地转换为其它利用方式后，土壤有机碳和不同密度组分有机碳均显著降低，轻组有机碳降低幅度最大，而重组有机碳降低对土壤有机碳损失贡献最多；但在半湿润区，林地开垦后土壤有机碳损失则主要由轻组有机碳和原有有机碳损失共同造成。

（5）明确了气候条件对土壤有机碳响应土地利用变化的驱动作用。建立了土壤有机碳响应与气候特征之间的联系，发现在区域尺度上，造林后土壤有机碳变化速率与温度和降水有关，当年均温低于9℃，或降水量小于 500 mm 时，造林不利于有机碳的维持和提高。全球尺度上，林地开垦后土壤有机碳周转速率常数随年均温和降水量升高而增大，有机碳损失增强，而且黄土高原地区的结果与全球尺度变化趋势一致。

项目共发表 SCI 收录论文80篇（其中Top期刊33篇，中科院2区及以上论文43篇，ESI高被引论文2篇），CSCD论文54篇，论文被SCI引用1000余次（他引900余次）；8篇代表性论文被SCI引用513次（他引450次）。项目成果从有机碳分布格局、循环过程和响应特征方面完善了黄土高原土壤有机碳研究的基本框架，拓宽了恢复生态系统土壤碳循环的研究领域。被不同领域学者用来解释不同时间和空间尺度上土地利用和气候变化后有机碳的响应机制；拓展了不同地球系统模型的应用范围，支撑了新模型的研发，为碳过程的预测和有效调控提供了科学依据；并且为土壤碳汇的科学评估和有效管理以及脆弱生态系统植被措施的选取和效益评价提供了科学依据和实践指导。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

2017年12月26日，中国土壤学会组织专家对“黄土高原土壤有机碳过程、格局和区域响应研究”这一成果进行了会议鉴定。专家组认为，项目成果总体达到国际同类研究先进水平，在区域土壤有机碳循环主控因子、有机碳与团聚体协同作用、黄土高原碳储量空间格局的受控因子与作用机制等方面达到了国际领先水平。

项目成果在国内外产生广泛影响。在Soil Biology and Biochemistry、Agricultural and Forestry Meteorology等本领域主流杂志发表学术论文134篇，被SCI引用1000余次（他引900余次）；8篇代表性论文被SCI引用513次（他引450次）。

### 五、代表性论文专著目录(自然奖):

| **序号** | **作者/论文题目/刊名** |
| --- | --- |
| 1 | Wei X, Shao M, Gale W, Li L. 2014. Global pattern of soil carbon losses due to the conversion of forest to agricultural land. *Scientific Reports.* |
| 2 | Wei X, Shao M, Gale W, Zhang X, Li L. 2013. Dynamics of aggregate-associated organic carbon following conversion of forest to cropland. *Soil Biology & Biochemistry.* |
| 3 | Qiu L, Wei X, Zhang X, Cheng J, Gale W, Guo C, Long T. 2012. Soil organic carbon losses due to land use change in a semiarid grassland. *Plant and Soil.* |
| 4 | Jia X, Shao M, Wei X. 2012. Responses of soil respiration to N addition, burning and clipping in temperate semiarid grassland in northern China. *Agricultural and Forest Meteorology.* |
| 5 | Liu Z, Shao M, Wang Y. 2011. Effect of environmental factors on regional soil organic carbon stocks across the Loess Plateau region, China. *Agriculture, Ecosystems & Environment.* |
| 6 | Qiu L, Zhang X, Cheng J, Yin X. 2010. Effects of black locust (*Robinia pseudoacacia*) on soil properties in the loessial gully region of the Loess Plateau, China. *Plant and Soil*. |
| 7 | Fu X, Shao M, Wei X, Robert H. 2010. Soil organic carbon and total nitrogen as affected by vegetation types in Northern Loess Plateau of China. *Geoderma*. |
| 8 | Wei X, Shao M, Fu X, Horton R, Li Y, Zhang X. 2009. Distribution of soil organic C, N and P in three adjacent land use patterns in the northern Loess Plateau, China. *Biogeochemistry*. |

### 六、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 邵明安 | 1 | 研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 明确了黄土高原坡面尺度土壤有机碳分布特征及影响因素，探明了区域尺度土壤有机碳空间分布特征、储量及其影响因素，揭示了恢复草地土壤呼吸对降水变化的适应特征及对水肥添加的响应规律。 |
| 魏孝荣 | 2 | 研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 阐明了黄土高原土壤有机碳形态分布特征，揭示小流域尺度土壤有机碳空间分布特征及影响因素，揭示了多孔介质中有机碳迁移的主要控制过程和影响因子，阐明了土壤有机碳的矿化特征及其影响因素，发现团聚体的保护作用主导着土壤有机碳对土地利用变化的响应，阐明了密度组分碳对土地利用变化响应的区域分异特征，揭示了土壤有机碳响应土地利用变化的气候驱动特征。 |
| 付晓莉 | 3 | 副研究员 | 中国科学院地理科学与资源研究所/中国科学院水利部水土保持研究所 | 通过对黄土高原北部不同植被类型坡地土壤取样和试验观测，明确了坡面尺度土壤有机碳分布特征及影响因素，探明了坡位对不同植被类型坡地土壤有机碳剖面分布的影响机理。 |
| 贾小旭 | 4 | 研究员 | 中国科学院地理科学与资源研究所/西北农林科技大学 | 通过田间试验观测，揭示了黄土高原北部恢复草地土壤呼吸对降水变化的适应特征及对水肥添加的响应规律，利用同位素自然丰度差异，区分有机碳来源变化，明确了土壤水分对草地恢复和演替过程中土壤有机碳响应的驱动机制，为阐明土壤有机碳响应土地利用变化的机理方面提供了依据。 |
| 刘志鹏 | 5 | 副教授 | 南京农业大学/中国科学院水利部水土保持研究所 | 通过大量野外调查和实验分析，探明了黄土高原区域尺度土壤有机碳空间分布特征，量化了其储量，绘制了土壤有机碳的空间分布图，分析了气候因子、土壤类型、地形条件、土地利用、植被类型等对土壤有机碳空间分布的影响。 |
| 邱莉萍 | 6 | 副研究员 | 中国科学院水利部水土保持研究所/西北农林科技大学 | 提出了确定不同团聚体有机碳矿化对土壤总有机碳矿化贡献方法，阐明了土壤有机碳的矿化特征及其影响因素，通过大量的野外试验，发现团聚体的保护作用对土壤有机碳响应土地利用变化的主导作用，辨识了密度组分碳对土地利用变化响应的区域分异特征。 |

### 七、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 负责项目和人员管理、研究条件和平台提供，保障项目总体方案制定、技术内容分析、可行性研究、技术路线确定等。在土壤有机碳迁移的主要控制过程、形态分布、区域响应等方面有所贡献。 |
| 中国科学院水利部水土保持研究所 | 2 | 协助项目实施，在土壤有机碳分布及气候和环境对土壤碳过程驱动的成果方面有所贡献。 |
| 中国科学院地理科学与资源研究所 | 3 | 协助项目实施，在土壤有机碳循环过程的成果方面有所贡献。 |

### 八、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 论文合著 | 魏孝荣/2 | 2002.9 | 2016.12 | (1) Global pattern of soil carbon losses due to the conversion of forest to agricultural land.  (2) Dynamics of aggregate-associated organic carbon following conversion of forest to cropland.  (3) Distribution of soil organic C, N and P in three adjacent land use patterns in the northern Loess Plateau, China. |
| 2 | 论文合著 | 付晓莉/3 | 2007.9 | 2016.12 | (1) Soil organic carbon and total nitrogen as affected by vegetation types in Northern Loess Plateau of China |
| 3 | 论文合著 | 贾小旭/4 | 2008.9 | 2016.12 | (1) Response of soil CO2 efflux to water addition in temperate semiarid grassland in northern China: the importance of water availability and species composition |
| 4 | 论文合著 | 刘志鹏/5 | 2007.9 | 2016.12 | (1) Effect of environmental factors on regional soil organic carbon stocks across the Loess Plateau region, China. |
| 5 | 论文合著 | 邱莉萍/6 | 2001.9 | 2016.12 | (1) Soil organic carbon losses due to land use change in a semiarid grassland.  (2) Effects of black locust (*Robinia pseudoacacia*) on soil properties in the loessial gully region of the Loess Plateau, China. |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）**  邵明安统筹规划项目实施，魏孝荣提出并完成项目的具体实施方案，付晓莉、贾小旭、刘志鹏和邱莉萍协助项目实施。  邵明安和魏孝荣合作研究，阐明了密度组分碳对土地利用变化响应的区域分异特征，揭示了土壤有机碳响应土地利用变化的气候驱动特征（第1篇代表性论文），发现团聚体的保护作用主导着土壤有机碳对土地利用变化的响应（第2篇代表性论文），明确了黄土高原坡面尺度土壤有机碳分布特征及影响因素（第8篇代表性论文）。  邵明安、魏孝荣和付晓莉合作研究，通过对黄土高原北部不同植被类型坡地土壤取样和试验观测，明确了坡面尺度土壤有机碳分布特征及影响因素，探明了坡位对不同植被类型坡地土壤有机碳剖面分布的影响机理（第7篇代表性论文）。  邵明安、魏孝荣和贾小旭合作研究，通过田间试验观测，揭示了黄土高原北部恢复草地土壤呼吸对降水变化的适应特征及对水肥添加的响应规律（第3篇代表性论文）。  邵明安和刘志鹏合作研究，通过大量野外调查和实验分析，探明了黄土高原区域尺度土壤有机碳空间分布特征，量化了其储量，绘制了土壤有机碳的空间分布图，分析了气候因子、土壤类型、地形条件、土地利用、植被类型等对土壤有机碳空间分布的影响（第5篇代表性论文）。  魏孝荣和邱莉萍合作研究，通过大量的野外试验，发现团聚体的保护作用对土壤有机碳响应土地利用变化的主导作用，辨识了密度组分碳对土地利用变化响应的区域分异特征（第3篇代表性论文），提出了确定不同团聚体有机碳矿化对土壤总有机碳矿化贡献方法，阐明了土壤有机碳的矿化特征及其影响因素（第6篇代表性论文）。 | | | | | |

### 一、项目名称：

水土保持植被研究

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

中国是水土流失最严重的国家，特别在黄土高原地区。建国以来，我国在水土流失区开展了大面积的植树种草工作，取得了重大进展。但由于基础研究薄弱，树草种选择不当，经营管理粗放，使该区水土保持植被建设出现了造林成活率低，保存率低和经济生态和效益低的“三低”这一急需解决的重大关键科学问题。为此，该研究深入研究了水土保持植被可持续管理理论。主要进展如下：

1、 提出了利用模糊综合评判原理进行水土保持植被树草种选优方法

不同树草种组成的水土保持植被，它们的水土保持效益和经济社会效益不同，可以利用模糊综合评判原理对不同树草种的水土保持效益、经济和社会效益进行综合评价，选择水土保持植被优良树草种。

2、 提出了水土保持植被适宜初植密度确定方法

造林密度愈大，覆盖地表愈迅速，雨季来临前愈益形成高效水土保持植被。但是水土流失区一般降水量少，降水年际和季节变化较大，干旱严重。如果水土保持幼林受严重干旱影响，影响后期生长发育，因此水土保持植被应该有一个适宜的初植密度。该密度用原生植被植物生长与环境的关系为参照进行确定。例如在资源紧缺地区水土保持植被适宜初植密度为当新造水土保持植被生长季土壤水资源下降值小于原生植被土壤水资源下降值时的最大造林密度为水土保持植被的适宜初植密度。

3、 提出了水土保持植被有效盖度、临界盖度和潜势盖度

水土保持植被盖度包括水土保持植被有效盖度，临界盖度和潜势盖度。水土保持植被有效盖度是指土壤流失速率等于土壤形成速率时的植物群落盖度；临界盖度是指植物群落保持水土功能达到最大时的植被群落盖度，用植被承载力时群落冠层盖度表示，在水资源紧缺地区水土保持植物临界盖度用土壤水分植被承载力时群落盖度表示。潜势盖度是指潜势盖度是指在自然条件下，某一立地条件的植物群落覆盖地表最大程度。水土保持植被成林标准下限值为有效盖度，上限为临界盖度。

4、提出了水土保持植被成林标准

水土保持植被建造的群落质量标准即成林标准。造林标准不能反映植被保持水土效益，因而不能成为水土保持植被建造的成林标准。水土保持植被不仅在保持水土，同时还要满足人们的需要。黄土高原水土流失区水土保持植被的群落质量标准应为大于60%；固沙植被的建造标准应为群落盖度≥30%，水源涵养林分布地区自然条件较好，一般用乔木林，冠层郁闭度大于80%。

5、 提出了水土保持植被空间优化配置系数

人们对土地和森林植被生态系统的产品和服务的需求是多样的。对于相同面积或地区，一般水土保持植被覆盖率小于100%。此时不同配置方式水土保持植被的效益不同。水土保持植被空间优化配置模式是指当水土保持植被面积一定条件下，不同水土保持植被配置效益与水土保持植被效益达到最大时的效益之比值。空间优化配置模式也可用最佳森林覆盖率表示。

6、 提出了水土保持植被有效覆盖率及其确定方法

水土保持林有效覆盖率是指满足人们对控制水土流失要求最低森林覆盖率。我国通常以流失量小于1000 t/(km2•a)作为无明显侵蚀（SLA）的界限，森林覆盖率（F）与侵蚀模数（M）关系为：M=ae-bF ，当M=ae-bF=SLA 时森林覆盖率，即为水土保持林有效覆盖率。黄土高原水土流失区水土保持林有效覆盖率为43%。 水土保持林有效覆盖率是地理位置和时间（不同历史发展阶段）的函数。

7、提出了提高水土保持植被经济效益方法

功能换算系数为相同面积的一林种在功能上相当于另一林种的程度。在确定林种之间功能换算系数，首先应确定不同林种标准。另外，换算系数还有一个方向的问题，如水土保持林与用材林之间的“功能换算系数”是指水土保持林在满足保持水土的同时，同时可生产部分木材，该部分木材相当于用材林的程度，称水土保持林与用材林之间的功能换算系数，而用材林与水土保持林之间功能换算系数是指在生产木材的同时，未采伐用材林还能发挥保持水土功能。在满足水土保持要求时提高水土保持植被与其他林种的功能换算系数就是提高水土保持植被经济效益。

8、 提出了水土保持植被可持续管理方法

依据植被承载力，如果水土保持植被超过成林标准时，采用带状平茬或疏伐，调控植物生长与环境关系，到雨季来临时水土保持植被可发育到一年最佳状态，充分发挥水土保持效能。例如我们创立了土壤水分植被承载力理论和土壤水资源利用限度理论。在黄土丘陵半干旱区，多年生人工柠条林盖度经常超过成林标准，可采用春季平茬保留冠层盖度60%，控制植物耗水，雨季来临时水土保持柠条林盖度可以达到最佳状态，发挥最大水土保持效能，实现水土保持植被可持续管理。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

2013年12月，著名森林生态学家、中国科学院院士蒋有绪研究员指出，“郭忠升提出土壤水分植被承载力，植物水关系调控起始期”和土壤水资源利用限度等新概念和新术语的理论涵义和应用，不仅构成了加深认识水资源紧缺地区土壤退化和植被衰败问题的理论基础，而且成为水资源紧缺地区土壤水资源可持续利用，森林植被可持续管理应用基础”。

2014年12月由中国科学院西安分院组织相关专家，对 “黄土丘陵半干旱区人工柠条林地土壤水分承载力研究”进行成果鉴定。认为该项目针对水资源紧缺地区人工植被恢复过程中存在的大面积土壤退化和植被衰败关键问题，立足相关学科前沿及交叉领域，通过对陆地生态系统水循环系统分析和典型人工林生态系统的长期野外定位观测与分析，提出了解决土壤退化和植被衰败以及实现水资源可持续利用的对策。鉴定委员会一致认为,该研究视角新颖，数据详实，理论创新性强，研究成果具有很高的理论和现实意义，达到国内外同类研究的先进水平，部分成果如土壤水分植被承载力达到了国际领先水平。同年“黄土丘陵半干旱区人工柠条林地土壤水分承载力研究”获陕西省科学技术二等奖，排名1。

2015年郭忠升被国家林业局三北局聘为“三北防护林工程咨询委员会”专家；

2016年11月中科合创（北京）科技成果评价中心组织相关专家，以会议评审方式对 “水资源紧缺地区土壤水分植被承载力研究” 项目进行了科技成果评价。评价委员经认真讨论，一致认为,该研究视角新颖，数据详实，理论创新性强，其中部分成果如土壤水分植被承载力、土壤水资源利用限度达到了国际领先水平。2017年“水资源紧缺地区土壤水分植被承载力研究”列入2017年该成果入选国家科技成果库

2016年12月27日新华网发布，科技前沿大师谈“郭忠升：植被承载力与森林可持续发展前沿研究”；

2018年应国家林业局三北局邀请在沈阳召开的2018 International Conference on Protective Forests，做了“Sustainable Development of Protective Forests”大会报告。

**出版专著3部，发表论文34篇，发表论文被SCI收录和同行大量引用**

### 五、代表性论文专著目录(自然奖):

1.郭忠升.水土保持林有效覆盖率及其确定方法的研究,土壤侵蚀与水土保持学报.1996.2（3）：67-72

2.郭忠升.水土保持植被的有效盖度、临界盖度和潜势盖度.水土保持通报.2000.60-62

3.郭忠升. 黄土高原半干旱区水土保持植被恢复限度——以人工柠条林为例，中国水土保持科学，2009，7（4） ：49-54

4.郭忠升，邵明安.半干旱区人工林草地土壤旱化与土壤水分植被承载力，生态学报，2003，23（8）：1644-1647.

5. 郭忠升，邵明安.人工柠条林地土壤水分补给和消耗动态变化规律.水土保持学报，2007：21（2）：119-123.

6. Guo，Z.，Shao，M. Impact of afforestation density on soil and water conservation of the semi-arid Loess Plateau, China, Journal of Soil and Water Conservation. 68(5).401-410.

7. 郭忠升.盖度与覆盖率的区别与联系，土壤侵蚀与水土保持学报.1996.3：67-72.

8.郭忠升.黄土高原林草植被建设中的三个重大问题.土壤侵蚀与水土保持学报.1999，5（5）：72-75.

9. 郭忠升.林种之间的面积合并与功能换算系数.1988（4）：21-22.

10. 郭忠升.坚强基础研究，建设“两高一优”林业，1998（1）：31-34.

11.郭忠升,邓金苗.水土保持林有效覆盖率述评.中国水土保持.2009(04):29-31+60.

12. 郭忠升,邵明安. 生态环境治理中的林草植被建设.西北林学院学报. 2003(01):25-28.

13.郭忠升.长江防护林体系建设现状与对策[C]. 长江流域生态建设与区域科学发展研讨会优秀论文集.2009:14-17.

**14.**郭忠升.水土保持林有效覆盖率(ECR)的初步研究，西北林学院学报.1997，12（1）：97-100

15. 郭忠升. 森林植被的恢复与利用[C]. 森林可持续经营与生态文明学术研讨会论文集.2008:129-132.

16. 郭忠升.水资源紧缺地区土壤水分植被承载力论述.林业科学. 2011(05):140-144.

17. 郭忠升. 黄土丘陵半干旱区土壤水资源利用限度. 应用生态学报. 2010，21(12):3029-3035.

18. 郭忠升,李耀林.植物生长与土壤水关系调控起始期.生态学报. 2009(10):5721-5729.

19. 郭忠升. 碳汇林、植被承载力与森林可持续经营[C].2010中国科协年会第五分会场全球气候变化与碳汇林业学术研讨会优秀论文集.2010:44-47.

20. 郭忠升,邵明安.土壤水分植被承载力研究成果在实践中的应用.自然资源学报. 2009(12):2187-2193.

21. 郭忠升,邵明安.土壤水分植被承载力数学模型的初步研究.水利学报. 2004(10):95-99.

22. 郭忠升,邵明安. 雨水资源、土壤水资源与土壤水分植被承载力.自然资源学报.2003(05):522-528.

23. 郭忠升，邵明安.半干旱区人工林地土壤入渗过程分析，土壤学报，2009，46（5）：953-958.

24. 郭忠升，吴钦孝，施立民．利用模糊综合评判原理进行“三料”林树草种选择的研究．生物数学学报，1990，5（3）：69-76.

25. Guo Zhongsheng. An approach to the optimal cutting rate for headwater conservation forest. Protection and Management of mountain forest, Science Press. Beijing New York.1992.194-199

26. 郭忠升.水土保持植被建设中的三个盖度:潜势盖度、临界盖度和有效盖度.中国水土保持，2000（4）：30-31.

27. 郭忠升，施立民，刘向东，刘克俭.柠条灌木林小气候研究初报，西北水土保持研究所集刊.1991，（14）：84-95.

28. 郭忠升，张宏民.森林覆盖率的理论研究概况及存在问题，陕西林业科技，1996，（2）：30-33.

29. 郭忠升.森林植被对土壤入渗速率的影响，陕西林业科技，1996（3）：27-31.

30. 郭忠升. 黄土高原水土保持植被建设的标准与目标，水土保持通报，2000（7）：53-58.

31.郭忠升，施立民，果树新梢生长的数理分析，生物数学学报，1993，8（3）：120-124.

32. 郭忠升.黄土丘陵半干旱区庭园经济产业化培育——宁夏固原早酥梨和红梅杏栽培技术，林业实用技术，2013（9）：82-84.

33. 郭忠升，邵明安，土壤水分植被承载力研究成果在实践中应用，自然资源学报，2009，24（12）：2187-2193.

34.郭忠升.土壤水分植被承载力的理论与实践，科学出版社，2014.

### 六、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 郭忠升 | 1 | 教授 | 水土保持研究所 | 提出了利用模糊综合评判原理进行水土保持植被树草种选优方法，适宜初植密度确定方法，水土保持植被有效盖度、临界盖度和潜势盖度，水土保持植被空间优化配置系数，水土保持植被有效覆盖率及其确定方法，水土保持植被成林标准，提高水土保持植被经济效益方法，创立了土壤水资源利用限度理论和土壤水分植被承载力理论，提出了水资源紧缺地区水土保持植被可持续管理理论与方法。 |

### 七、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 第一完成单位，负责项目的总体计划实施。在该研究的立项、实施、总结及鉴定等整个过程中，学校均给予了人力、物力和财力的支持。研发了提出了利用模糊综合评判原理进行水土保持植被树草种选优方法，适宜初植密度确定方法，水土保持植被有效盖度、临界盖度和潜势盖度，水土保持植被空间优化配置系数，水土保持植被有效覆盖率及其确定方法，水土保持植被成林标准，提高水土保持植被经济效益方法，创立了土壤水资源利用限度理论和土壤水分植被承载力理论水资源紧缺地区水土保持植被可持续管理理论。 |
| 中国科学院水利部水土保持研究所 | 2 | 第二完成单位，负责项目的总体计划实施。在该研究的立项、实施、总结及鉴定等整个过程中，均给予了人力、物力和财力的支持。提出了利用模糊综合评判原理进行水土保持植被树草种选优方法，适宜初植密度确定方法，水土保持植被有效盖度、临界盖度和潜势盖度，水土保持植被空间优化配置系数，水土保持植被有效覆盖率及其确定方法，水土保持植被成林标准，提高水土保持植被经济效益方法，创立了土壤水资源利用限度理论和土壤水分植被承载力理论水资源紧缺地区水土保持植被可持续管理理论 |

### 八、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| **1** |  |  |  |  |  |
| **2** |  |  |  |  |  |
| **3** |  |  |  |  |  |
| **4** |  |  |  |  |  |
| **5** |  |  |  |  |  |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）** | | | | | |

### 一、项目名称：

黄土高原地区粮果生态系统土壤磷肥施用、转化及其环境效应

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

黄土高原地区覆盖7省区，耕地一亿五千万亩，既是我国典型的粮果生产基地，又是水土流失严重的生态脆弱区域。磷素养分高效管理不仅有助于区域粮果产量、保障我国粮果安全，同时也对黄河中下游面源污染防治具有重大意义。自上世纪50年代以来，在科技部、农业部等部门资助下，历时60余年，共计100多位科研人员先后参与完成了相关研究。1950-1985年重点针对黄土高原地区土壤磷素含量不清、农田磷肥有效性不确定的急迫问题开展科技攻关；1986-2010年针对长期磷肥投入条件下土壤磷素的形态转化和影响因素开展机理性探讨；近期（2011-2020年）主要开展了粮果生态系统中土壤残留磷素迁移机制、环境效应及其阻控措施开展了研究。

**关键创新点如下：**

1. 揭示了**黄土高原地区土壤背景值以及不同土壤类型中磷素含量与空间分布特征**。黄土地区土壤全磷含量介于0.014-0.287%之间，耕地土壤平均0.123%。土壤中全磷与有效磷含量均呈由北向南逐渐增加的趋势，灌淤土较高，塿土、褐土与黑垆土次之，黄绵土、灰钙土和黑钙土又次之，风沙土最低。
2. 首次确定了**黄土高原土壤有效磷临界值并制定了磷肥合理使用的措施**。土壤有效磷可分为4级，5.5 ppm可作为土壤缺磷临界值，5.5-10.5 ppm作为边缘值。土壤有机磷及其与无机磷的比值与土壤肥力关系密切，闭蓄态磷及其与磷酸钙的比值与土壤风化程度有关。
3. **在国内首次明确提出：在石灰性土壤上“施用过磷酸钙是有效的，而且是必要的”**，应根据土壤肥力水平确定磷肥施用。发现粉末状磷肥与颗粒状磷肥肥效基本相当，不必制成粒肥。黄土地区磷肥施于低肥土壤或中肥土壤中其肥效优于高肥土壤；施于灌溉土壤优于旱作土壤；与氮肥配施优于单施磷肥。为北方磷肥的大面积推广施用奠定了理论基础。
4. **最早成功应用张守敬和Jackson法对土壤无机磷进行分级测定**，并阐明土壤中各级磷的有效性以及水溶性磷肥施入土壤后的转化，将北方地区土壤磷素研究提高到一个新水平。
5. **明确了长期施磷条件下，土壤磷素形态转化的机制**。长期施用磷肥条件下，土壤全磷和无机磷含量随着施磷量增加而线性增加，但有机磷含量及有机磷占全磷的比例基本无变化。长期施磷后土壤Ca8-P、Al-P、Ca2-P、Fe-P和O-P的含量均呈线性增加，但Ca10-P保持稳定。无机磷各组分之间存在一定的相互影响与制约，而土壤有效磷含量的高低则取决于土壤各组分磷之间的分布状况和转化方向。施磷后磷肥主要转化为Ca8-P而影响土壤磷素有效性。
6. **揭示了长期施用磷肥条件下，典型农田土壤活性磷的固液相分配规律与影响因素，磷素的积累与吸收特性。**随着施入磷素浓度的增加，其固液相的分配系数（Kd）值降低。长期施用无机磷肥土壤，随着土壤吸附饱和度的提高，土壤磷素的吸附能力显著降低，土壤磷素最大吸附量较对照降低10%左右，并且对外源磷素的吸附能力也会减弱。长期施用磷肥20年后发现：黑垆土土壤中全磷由664 ppm提高到880 ppm，Olsen-P由原来的低于5 ppm提高到富磷水平（﹥30 ppm）。土壤Olsen-P与全磷存在显著地（*p*﹤0.001）线性相关性；水溶性磷与Olsen-P含量呈显著地（*p*﹤0.001）指数函数关系。
7. **揭示了土壤磷素含量与作物产量的耦合机制，提出了黄土区土壤磷素淋溶迁移的临界值、判别方法、磷素淋溶敏感区**；在黄土区土壤磷素流失的突变点Olsen-P大约在50 ppm。在塿土上，磷素环境阈值大概在Olsen-P 60 ppm左右。同时提出在保证粮食生产和环境安全的双约束条件下的安全磷肥施用概念和措施，为黄土高原磷素养分高效管理提供了新的理论依据。

**四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）**

1. **会议评价**：学术论文“黄土地区土壤中磷的含量分布，形态转化与磷肥合理施用”1991年5月17日被评选为陕西省自然科学二等优秀学术论文。评审专家认为该论文“整个研究全面、系统、深入，所得到的结论，不但丰富了土壤磷素科学的内容，发展了土层磷素理论，而且为有效施用磷肥提供了科学依据。该研究填补了西北地区磷素研究的空白，在国内居领先地位，达到了国际先进水平”。陕西省科学技术协会和陕西省人事厅1991年5月17日发给陕西省自然科学优秀论文学术论文证书（证书编号为005）。
2. **专家（“973”项目组）高度评价**：揭示了典型农田土壤活性磷的固液相分配规律与影响因素，磷素的迁移、形态转化与吸收特性，并提出了黄土高原典型土壤磷素淋溶的预测指标和环境效应，为农田土壤磷素科学管理提供了理论依据；系统研究了土壤磷素固液相分配与影响因素间的关系，并通过调节土壤N/P量、添减腐殖酸、调节微生物C/P比，改变土壤pH等途径，提出了磷素有效利用途径。
3. **政府的高度重视**：依据项目研究成果提出的“实施减量，隔年施磷，提高生态与经济效益”的建议，得到了陕西省政府的高度重视。

**五、应用情况**

本世纪四十至五十年代，各地科技工作者在石灰性土壤上进行了磷肥试验，但实验结果很不稳定，大多数田间试验施用磷肥不增产或增产甚微，因而认为石灰性土壤“磷质并不缺乏”，或“微缺磷”。并推断石灰性土壤含钙较多，施入磷肥易被固定而不易呈现肥效。但通过在石灰性土壤上连续进行了5年的田间试验发现：小麦施用磷肥肥效十分显著，阐明了石灰性土壤对降低磷肥肥效并不十分强烈；在国内首次明确提出在石灰性土壤上“施用过磷酸钙是有效的，而且是必要的”。这些结果和结论为磷肥在农业生产中的大面积应用提供了科学依据，促进了磷肥在我国北方迅速推广。

该研究提出的“实施减量，隔年施磷，提高生态与经济效益”的建议，得到了陕西省政府的高度重视，并发文推广。

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### 七、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 郭胜利 | 1 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 揭示了土壤磷素含量与作物产量的耦合机制，提出了黄土区土壤磷素淋溶迁移的临界值、判别方法、磷素淋溶敏感区。参与磷素的积累与吸收特性等研究。 |
| 郝明德 | 2 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 明确了长期施磷条件下，土壤磷素形态转化的机制依据调研与监测、长期试验的研究结果，提出“实施减量，隔年施磷，提高生态与经济效益”的建议。 |
| 党廷辉 | 3 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 揭示了长期施用磷肥条件下，典型农田土壤活性磷的固液相分配规律与影响因素，磷素的积累与吸收特性。 |
| 王 蕊 | 4 | 助理研究员 | 西北农林科技大学 | 参与黄土区土壤磷素淋溶敏感区、土壤磷素含量与作物产量的耦合机制以及果园土壤磷素积累及其影响因素等研究。 |
| 姬洪飞 | 5 | 实验师 | 西北农林科技大学 | 参与黄土区土壤磷素淋溶敏感区研究以及黄土区土壤磷素野外样品采集和室内分析等工作。 |
| 彭 琳 | 6 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 揭示了黄土高原地区不同土壤类型中磷素含量与空间分布特征，确定了黄土高原土壤有效磷临界值以及磷肥合理使用的措施。 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 西北农林科技大学作为项目主持单位，给予该项目必要的人力、物力支持和必备的支撑条件，为该项目提供了相关的仪器设备和研究平台，保证了项目的顺利实施和完成。全面负责项目的设计、立项、分工、实施与成果鉴定。在该项目中，重点开展了黄土区土壤中磷素的含量分布、形态转化及其与磷肥施用关系；黄土区长期施磷条件下土壤磷素积累和作物吸收利用的耦合机制；黄土区土壤磷素迁移、转化过程与及其影响因素；域磷素迁移机制及其阻控措施等方面的工作。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 共同立项、论文合著 | 郭胜利/1  郝明德/2  党廷辉/3 | 1995 | 2020 | 论文 |
| 2 | 共同立项与研究 | 郝明德/2  党廷辉/3 | 1988 | 1990 | 论文、省政府建议 |
| 3 | 共同研究 | 党廷辉/3  郭胜利/1  姬洪飞/5 | 1990 | 2020 | 野外调查、土壤采样和室内分析等 |
| 4 | 共同立项、论文合著 | 郭胜利/1  王 蕊/4  姬洪飞/5 | 2012 | 2020 | 野外调查、土壤采样和论文等 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| 土壤磷素科研团队以西北农林科技大学水土保持研究所原土壤肥力研究室的科研队伍和平台为基础，在“六五”、“七五”国家科技攻关、973项目、国家科技研发专项等项目的资助下，历时60余年，先后有老中青三代科研人员参加，以彭琳研究员为代表的第一批科研人员从50年代开始，重点揭示了黄土高原地区不同土壤类型中磷素含量与空间分布特征，确定了黄土高原土壤有效磷临界值以及磷肥合理使用的措施；在此基础上，以郝明德研究员为代表的科研人员明确了长期施磷条件下，土壤磷素形态转化的机制依据调研与监测、长期试验的研究结果；以党廷辉研究员为代表的科研人员则探讨了从长期施用磷肥条件下，农田土壤活性磷的固液相分配规律与影响因素，磷素的积累与吸收特性；以郭胜利为代表的科研人员从磷素积累、产量与环境效应方面，揭示了土壤磷素含量与作物产量的耦合机制，提出了黄土区土壤磷素淋溶迁移的临界值、判别方法、磷素淋溶敏感区。其次陕西省多个地市的农机推广站的工作人员也参与磷肥推广施用、野外调研、土壤样品采集等工作。三代科研人员，100多位科研骨干60余年来，一直围绕黄土区磷素高效管理和持续发展，长期探索，在早期提出了磷肥合理施用措施，中期提出了提出“实施减量，隔年施磷，提高生态与经济效益”建议，近期又进一步提出了基于环境安全施肥的建议，为黄土高原地区土壤高质量发展贡献智慧。  该项目涉及人员较多，列入其中的为对项目做出主要贡献的合作完成人员。 | | | | | |

### 一、项目名称：

蛋白-小分子/大分子互作对畜禽蛋白功能特性的影响及机制

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

蛋白质是畜禽食品的重要组分之一，对畜禽类食品的质构、色泽、风味、品质稳定性等具有决定作用。蛋白质与脂类和碳水化合物相比具有更加复杂的高级结构，且蛋白质的高级结构容易受到应激而产生变化，导致蛋白质功能特性的变化。畜禽食品中蛋白质结构与功能特性之间的关系研究较晚，这对畜禽产品的加工与质量控制构成了挑战。

该项目聚焦畜禽食品加工过程中的行业问题、共性问题，具体从成熟嫩化、凝胶、乳化、护色、保水、功能活性等方面凝练关键科学问题。项目主要围绕畜禽蛋白质结构与功能这一科学问题展开研究工作。有机小分子物质（多酚等）、无机小分子物质（无机盐等）和大分子物质（非肉蛋白、碳水化合物等）是畜禽食品加工过程中常使用的辅料和添加剂，其会对畜禽蛋白的天然构象造成可逆/不可逆的应激，从而改变畜禽蛋白的功能特性，进而影响畜禽食品的品质。该项目主要解析畜禽蛋白-小分子/大分子互作的规律及机制，为畜禽食品品质的精细调控体系的建立提供依据，从而提升畜产食品的加工技术水平。该项目的研究工作拓展并深化了畜禽食品加工过程中品质形成的理论基础。

1、畜禽食品中蛋白-有机小分子互作的规律与机制

天然有机小分子已经广泛添加到畜禽食品中，起到保鲜、护色、保水等作用，从而维持品质稳定和延长货架期。该项目研究了畜禽食品中蛋白与多酚、小分子还原糖之间的相互作用规律，利用流变、拉曼、同步荧光、红外、原子力显微镜、差示扫描量热、质谱等技术揭示了多酚、小分子还原糖与畜禽蛋白共价/非共价相互作用的机制，明确了有机小分子-蛋白相互作对畜禽蛋白理化、结构及功能特性的影响机制，并建立了蛋白-多酚互作的控制技术体系。

2、畜禽食品中蛋白-无机小分子互作的规律与机制

无机小分子通过调节离子强度、修饰蛋白质、发色及激活蛋白酶等，对畜禽蛋白的功能特性具有重要的调控作用。该项目研究了畜禽蛋白与亚硝酸盐、Ca2+、Mg2+之间的相互作用规律，利用免疫印迹、动态光散射、同步荧光、红外揭示了亚硝酸盐、Ca2+、Mg2+与畜禽食品中蛋白相互作用的机制，揭示了蛋白-无机小分子相互作对畜禽食品中蛋白理化、结构及功能特性的影响机制，阐明了加工过程中无机小分子物质对畜禽食品品质的影响规律及机制。

3、畜禽食品中蛋白-大分子互作的规律与机制

大分子物质，如非肉蛋白（BslA、SPI、WPI）、多糖（BC、CMC、MCC、壳聚糖、果胶），是畜禽食品加工过程中重要的辅料，对畜禽食品的品质稳定性具有重要影响。该项目通过研究蛋白-大分子之间作用规律，利用流变、同步荧光、动态光散射、差示扫描量热、红外等技术手段分析了蛋白-大分子之间通过疏水、静电、氢键等非共价相互作用的机制，阐明了加工过程中大分子对畜禽蛋白的凝胶和乳化特性影响规律及机制。

围绕该项目，申报团队获批国家及省部级研究项目12项，其中国家自然科学基金面上项目3项，国家自然科学基金青年项目3项，地区基金1项，获批博士后基金面上项目2项，博士后基金特别资助项目1项，陕西省重点研发计划项目3项；发表SCI文章论文40余篇；申请及获批专利6件；会议汇报3次。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

该项目围绕畜禽食品成熟嫩化、凝胶、乳化、护色、保水、功能活性等方面的行业问题和共性问题，解析了畜禽蛋白-小分子/大分子互作的规律和机制，为畜禽食品品质的精细调控体系的建立提供依据，提升了畜产食品的加工技术水平。该项目的研究工作拓展并深化了畜禽食品加工过程中品质形成的理论基础。研究成果发表于食品领域顶级SCI收录期刊Journal of agricultural and food chemistry(论文1,2)、Food Chemistry(论文3、6)、Meat science(论文4、7)、Carbohydrate Polymers(论文5)、Food Hydrocolloids(论文8)，以上均为中科院1区Top期刊，得到国内外同行的引用与认可，部分国内外著名专家的公开评价如下：

乌尔米尼亚大学知名学者Mehdi Nikoo等在食品科学领域TOP期刊“Comprehensive reviews in food science and food safety 2018, 17: 732-751” 上发表的综述论文中充分肯定了该项目中有关“高浓度的酚类物质导致肉蛋白不可逆修饰的研究结果：EGCG at a high dose (1000 mg/g) led to irreversibly protein modiﬁcation, probably due to interactions between .......”。（代表性引文1）

国际知名生物材料学专家，首尔国家大学知名教授Hwang, Nathaniel S.等在生物材料与生物医学领域Top期刊“Biomaterials, 2020, 242: 119905” 上发表的研究论文中充分肯定了该项目中相关的“单个EGCG更容易氧化生成醌，从而发挥抗氧化作用的科学发现：the oxidative reaction of EGCG generates multiple quinones in single EGCG compared to one quinone in single oxidized L-tyrosine”。（代表性引文1）

国际肉类科学技术专家、哥本哈根大学学者Per Ertbjerg等在食品科学领域Top期刊“Food chemistry, 2017, 230-271” 上发表的研究论文中充分肯定了该项目中有关“蛋白质氧化过程涉及的化学键：Other than disulfide bond, dityrosine bridges or amide bonds between amino groups of lysine and carbonyls ......”。（代表性引文2）

国际食品科学院院士、中国畜产品加工研究会会长周光宏教授等在食品科学领域Top期刊“Food Chemistry, 2018, 245: 724-730” 上发表的研究论文中充分肯定了该项目提出的“超声处理增加宰后储存期间蛋白质水解的可能机制：The induction of apoptosis activates calpain, which then could lead to myoﬁbrillar proteolysis”。（代表性引文3）

韩国尚志大学知名学者Dong-Gyun Yim等和韩国庆尚大学知名学者Han-Sul Yangb等分别在食品科学领域Top期刊“Meat science, 2018, 146: 34-40” 和“LWT, 2019, 112: 108235” 上发表的研究论文中充分肯定了该项目有关的添加具有抗氧化活性的亚硝酸盐抑制脂质的氧化的机制分析“添加亚硝酸盐后香肠的TBARS值显著降低：similar decreases in TBARS values of sausages after the addition of nitrite”。（代表性引文4）

巴西热带研究所知名学者Henriette M. C. Azeredo等在食品科学领域权威期刊“Frontiers in Sustainable Food Systems, 2019, 3, 7”联合发表的专题综述中充分肯定了该项目有关“细菌纤维素与大豆分离蛋白复合材料的制备方法：The thermal stability, texture, rheological, and emulsifying properties ...... presented the most similar texture to the regular ice cream (with 30% cream) as well as improved melting resistance”。该引文为ESI高被引论文。（代表性引文5）

国际农业与食品化学界权威学者，国际食品科学院院士，丹麦技术科学院院士，丹麦哥本哈根大学生命科学院食品科学系教授Leif Horsfelt Skibsted教授等在食品科学领域TOP期刊“Food Research International, 2020, 129, 108789”上发表的权威文章中充分肯定了该项目中有关“不同含量迷迭香酸对肉类蛋白中硫醇的含量的影响：thiol groups were lost by high rosmarinic acid addition (60 or 300 µM/g protein)......”。（代表性引文6）

国际知名蛋白质化学专家，美国肯塔基大学教授，长江学者特聘教授，首位获得美国食品科学协会（IFT）会员的华人食品科学家熊幼翎教授等在食品科学领域Top期刊“Food Hydrocolloids, 2020, DOI: 10.1016/j.foodhyd.2020.105722” 上发表的研究论文中充分肯定了该项目有关“植物多酚对蛋白质氧化的控制效果及其作用机制：Antioxidant strategies that utilize plant phenolic acids or flavonoids have been shown to be effective for controlling lipid oxidation ......”。（代表性引文6）

国际食品科学院院士、中国畜产品加工研究会会长周光宏教授等在食品科学领域Top期刊“Food Chemistry, 2014, 148: 1-6” 上发表的研究论文中充分肯定了该研究中相关的“半胱氨酸蛋白酶在肉类衰老过程中的作用机制：caspases can be activated during normal PM ageing and take part in the PM tenderization process”。（代表性引文7）

国际知名肉品蛋白质氧化研究专家、南京农业大学教授张万刚等在食品科学领域Top期刊“Journal of agricultural and food chemistry, 2019, 67(42): 11718-11727” 上发表的研究论文中高度认可了该研究中相关的“半胱氨酸蛋白酶在肉类后熟中发挥重要作用的研究发现：caspase family members might be involved in the proteolysis of postmortem muscle”。（代表性引文7）

国际知名蛋白质研究专家、2011年教育部新世纪优秀人才支持计划、大连工业大学教授杜明等在食品科学领域权威期刊“Food & function, 2019, 10(8): 5140-5151” 上发表的研究论文中高度认可了该研究中相关的“热处理增加肌原纤维蛋白质和大豆蛋白间的二硫键作用：In a heat-induced mixed protein gel system when parts of myofibrillar protein were replaced by preheat-treated SP ......”。（代表性引文8）

国际著名食品工程专家、中国工程院院士、国家海洋食品工程技术研究中心主任、大连工业大学食品学院教授朱蓓薇等在食品科学领域权威期刊“Food hydrocolloids, 2019, 90: 452-461” 上发表的研究论文中高度认可了该研究中应用LF-NMR分析各种食物原料中水和蛋白质这两种基质间相互作用的研究方法“LF-NMR可以通过检查水分布来很好地分析各种食品体系中其他组分对凝胶性质的影响：LF-NMR can well analyze the effect of additional component on gel property in various food-based system through examining the water distribution”。（代表性引文8）

### 五、代表性论文专著目录(自然奖):

1. Feng X , Chen L , Lei N , et al. Emulsifying Properties of Oxidatively Stressed Myofibrillar Protein Emulsion Gels Prepared with (+)-Epigallocatechin-3-gallate and NaCl[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2017, 65(13):2816-2826.

2. Feng X , Li C , Ullah N , et al. Potential Biomarker of Myofibrillar Protein Oxidation in Raw and Cooked Ham: 3-Nitrotyrosine Formed by Nitrosation[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2015, 63(51):10957.

3. Chen L , Feng X C , Zhang Y Y , et al. Effects of ultrasonic processing on caspase-3, calpain expression and myofibrillar structure of chicken during post-mortem ageing[J]. Food Chemistry, 2015, 177(15):280-287.

4. Feng X C , Chen L , Jia X , et al.. Influence of sodium nitrite on protein oxidation and nitrosation of sausages subjected to processing and storage [J]. Meat Science, 2016, 116: 260-267.

5. Yan G , Xianhao Z , Wenhui H , et al. Nano-bacterial cellulose/soy protein isolate complex gel as fat substitutes in ice cream model[J]. Carbohydrate Polymers, 2018, 198: 620-630.

6. Wang S , Zhang Y , Chen L , et al. Dose-dependent effects of rosmarinic acid on formation of oxidatively stressed myofibrillar protein emulsion gel at different NaCl concentrations[J]. Food Chemistry, 2018, 243: 50-57.

7. Chen L , Feng X C , Lu F , et al. Effects of camptothecin, etoposide and Ca2+ on caspase-3 activity and myofibrillar disruption of chicken during postmortem ageing[J]. Meat science, 2011, 87(3):165-174.

8. Niu H , Li Y , Han J , et al. Gelation and rheological properties of myofibrillar proteins influenced by the addition of soybean protein isolates subjected to an acidic pH treatment combined with a mild heating[J]. Food Hydrocolloids, 2017, 70:269-276.

### 六、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 冯宪超 | 1 | 教授 | 西北农林科技大学 | 主要研究了畜禽蛋白-多酚、亚硝酸盐、非肉蛋白之间的互作规律及机制 |
| 陈琳 | 2 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 主要研究了畜禽蛋白-Ca2+之间的互作规律及机制 |
| 牛海力 | 3 | 副教授 | 西北大学 | 主要研究了畜禽蛋白-非肉蛋白之间的互作规律及机制 |
| 单媛媛 | 4 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 主要研究了畜禽蛋白-Mg2+之间的互作规律及机制 |
| 刘亚平 | 5 | 博士 | 西北农林科技大学 | 主要研究了畜禽蛋白-唾液酸之间的互作规律及机制 |

### 七、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 主要研究了畜禽蛋白-多酚、Ca2+、Mg2+、唾液酸、亚硝酸盐、非肉蛋白之间的互作规律及机制 |
| 西北大学 | 2 | 主要研究了畜禽蛋白-非肉蛋白之间的互作规律及机制 |

**八、完成人合作关系情况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 项目合作、研究合作 | 陈琳/2 | 2010年 | 合作未结束 | 论文与基金 |
| 2 | 研究合作 | 牛海力/3 | 2016年 | 合作未结束 | 分析技术研发 |
| 3 | 项目合作、研究合作 | 单媛媛/4 | 2013年 | 合作未结束 | 基金、技术研发 |
| 4 | 研究合作 | 刘亚平/5 | 2017年 | 合作未结束 | 分析技术研发 |
| **完成人合作关系说明(限1000字）**  **1、**项目：“蛋白-小分子/大分子互作对畜禽蛋白功能特性的影响及机制”第一完成人冯宪超（西北农林科技大学）与该项目第二完成人陈琳（西北农林科技大学），同属于西北农林科技大学畜禽食品加工研究团队，自2010年开始展开研究合作，合著论文10余篇，合作申请国家自然基金（31401515）和地区基金（31660440）各1项，合作申请专利4项，合作编著《新编畜产食品加工工艺学》一部。目前，冯宪超教授与陈琳副教授在畜禽蛋白的结构与功能、畜禽蛋白的生物学活性、畜禽食品的成熟嫩化、畜禽食品保鲜、畜禽食品加工过程中有毒物质的产生与控制、畜禽食品全程质量控制方面进行全面合作，合作还在继续。  **2、**项目第一完成人冯宪超（西北农林科技大学）与该项目第三完成人牛海力（西北大学），同为中国畜产品加工研究会会员，自2016年开始展开研究合作，牛海力副教授为冯宪超教授团队提供研究所需的一些蛋白，冯宪超教授团队为牛海力副教授提供了一些评价蛋白结构变化的技术方法。此外，冯宪超教授还经常与牛海力副教授在畜禽食品的研究方向与新技术、陕西生畜禽加工现状与发展方向等方面进行沟通和讨论。目前，合作还在继续。  **3、**项目第一完成人冯宪超（西北农林科技大学）与该项目第四完成人单媛媛（西北农林科技大学），同属于西北农林科技大学畜禽食品加工研究团队，自2013年开始展开研究合作。合作申请国家自然基金各2项（31601497，31501506）。合作进行教育教学改革多项。目前，冯宪超教授与单媛媛副教授在畜禽蛋白的结构与功能、畜禽蛋白的生物学活性、畜禽副产物的高值化利用等多方面进行了合作与交流，合作还在继续。  **4、**项目第一完成人冯宪超（西北农林科技大学）与该项目第五完成人刘亚平（西北农林科技大学），同属于西北农林科技大学畜禽食品加工研究团队，自2017年开始展开研究合作。目前，冯宪超教授与刘亚平博士在畜禽蛋白的结构与功能、畜禽蛋白的生物学活性、畜禽蛋白活性肽的挖掘与制备、畜禽功能性食品的制造等多方面进行了合作，合作还在继续。 | | | | | |

### 一、项目名称：

食用油加工及高效检测方法创新与应用

### 二、提名者：

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

### 三、项目简介：

我国是食用油生产和消费大国。食用油的生产以传统的机械压榨法、溶剂萃取法为主，这些提油方法存在提油率不高或溶剂残留、能耗大等问题。水剂法虽符合安全、营养、绿色的要求，但乳化现象严重、提油率不高等问题也制约了其发展。在食用油的提取、储存、运输、煎炸加工等过程中，其品质指标的检测大多采用传统的滴定方法，需要大量化学试剂，操作繁琐，且人为因素对检测结果影响较大。该项目针对以上在食用油生产、检测、加工中约束性的共性问题，改良优化了水剂法提油工艺，研究了煎炸过程中各理化指标之间相关性，以及利用红外光谱等技术建立了食用油品质高效检测的系列方法。

**1、建立了糖和盐溶液辅助水剂法提油新工艺**

水剂法提油的改进优化主要分为两个方面：（1）分别利用糖和盐溶液作为媒介优化食用油提取工艺。（2）通过在水溶剂中添加食用级表面活性剂，有效减少乳化现象。糖和盐效应辅助水剂法在企业推广应用于特色植物油料提油，其提油率在90%以上。该方法有效减少了能源消耗和有机溶剂的使用，且糖溶液和盐溶液成分天然安全、来源广泛、价格低廉，节约了食用油加工成本，简化了生产过程，缩短了提取时间，同时可提高特色油料加工副产物的综合利用。糖、盐辅助法的创建为水剂法在更大范围生产应用提供了技术依据。

**2、构建了食用油品质高效快速无损检测方法**

项目基于聚乙烯薄膜-傅里叶红外光谱采集技术和光谱重组技术，完成了食用油常见指标定量测定模型的构建，包括过氧化值、酸值、碘值、皂化值、反式脂肪酸、羰基值、极性物质等重要质量指标的快速定量检测。将近红外技术应用于食用油加工过程中实时监测和检测以及经济快速的电导率法、可见分光光度法、电子鼻法，应用于食用油品质、鉴伪和氧化判别检测。

**所构建的检测方法对食用油的检测具有良好普适性，已应用于大豆油、菜籽油、花生油、玉米油、芝麻油、葵花籽油、橄榄油、棉籽油、核桃油、紫苏籽油、油茶籽油、米糠油、亚麻籽油、棕榈油、猪油等的快速定量检测。**方法模型与传统方法相比，检测速度快且经济实用，光谱扫描时间30秒以内即可测定样品，显著地提高了检测精度，特别是对色泽较深的油脂，传统检测方法的精度相对标准偏差为10%，而所建方法相对标准偏差均小于5%，且光谱方法还可用于食用油掺伪的检测，其精度为3%-5%。同时丰富了食用油品质检测手段，降低了能耗，无需使用有机溶剂，减小了对环境影响，为我国食用油加工过程安全控制提供了新的方法体系。

**3、探明了油品煎炸过程中物理性指标与化学性指标之间的关系**

建立了煎炸油物理性指标（水分、含油率、折光指数、色泽、黏度、比重等）与化学性指标（酸值、过氧化值、羰基值、碘值、皂化值及极性值等）之间的相关性，揭示了煎炸过程中油品品质的变化规律，对煎炸油安全控制及煎炸食品加工具有重要指导作用。

项目已在多家食用油企业推广应用，近三年来新增产值总计92784.0万元，新增利润总额2418.9万元。登记成果2项，公开发表学术论文81篇，其中SCI/EI论文49篇，高被引ESI前1%论文2篇；联合出版英文专著1部；获授权专利9项，其中国家发明专利8项，实用新型专利1项。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

1. **科技成果评价**

（1）2019年12月，陕西省技术转移中心组织专家对“特色油料水剂法制油关键技术创新与应用”进行科技成果评价：1）对文冠果、核桃、杏仁、南瓜籽等特色油料的水剂法制油关键技术进行了研究。利用糖、盐溶液作为媒介，超声波辅助提高了制油效率，提油率达到90%以上，提高了蛋白的利用率，简化了工艺过程，缩短了加工时间，降低了生产成本。2）研究了水剂法制油乳化层的形成和破乳机制，创新性将表面活性剂用于制油过程，进一步提高了制油效率，对特色木本和草本油料的高值化利用提供了一种新途径。整体技术处于国际先进水平。

（2）2019年12月，陕西省技术转移中心组织专家对“食用油高效快速无损检测方法创新与应用”进行科技成果评价：① 构建了食用油品质高效快速无损检测方法，与传统方法相比，显著提高了检测精度和检测效率，降低了能耗及化学试剂的使用，简化了操作过程，降低了检测成本，方法具有普适性。② 研究了煎炸过程中煎炸油品质劣变规律，创新性地建立了物理性指标（水分、含油率、折光指数、色泽、黏度、比重等）与化学性指标（酸值、过氧化值、羰基值、碘值、皂化值及极性值等）之间的关联，为实现煎炸油在线快速检测建立了科学基础。3）基于傅里叶变换红外光谱重组等技术构建的食用油掺伪定性定量鉴别方法，具有良好的鉴别效果。整体技术处于国际先进水平。

1. **专利**

**获国家发明专利8件，实用新型专利1件。**其中，（1）开发了一种连续式可变光程的近红外检测流通池，有效解决流通池气泡滞留问题，实现了样品连续定性和定量检测。（2）开发了一种基于氮气覆盖水剂法提取亚麻籽油方法，提供了一种快速绿色安全提油新方法。（3）基于紫外光谱仪和傅立叶红外光谱仪建立的食用植物油掺伪定量检测方法，应用简便、精密度高，仪器价格低廉，便于推广应用。（4）基于涂膜食用植物油红外透射光谱，创新性的提出了透射光谱采集新方法，采集速度快且检测精度高。（5）利用电导仪作为检测工具，测定食用植物油的过氧化值、酸值等食用植物油脂质量的重要指标，简化操作过程，减少使用有毒有害试剂。

1. **同行评价**

（1）项目组目前已发表的关于水剂法制油11篇论文中，其中一篇发表于《LWT-Food Science and Technology》杂志上的论文“Combination of Span 20 and pH-assisted walnut oil extraction during aqueous extraction process”（2018）论文被引8次，相关学者发表在《LWT-Food Science and Technology》、《Bioresource Technology》、《Energy Conversion and Management》等杂志的论文均肯定了该研究的创造性（被引截止时间为至2020年5月16日）。

（2）在食用植物油高效快速无损检测方法的研究中，**项目组已发表论文70篇。**① 发表于《Food Chemistry》杂志上的“A novel method for qualitative analysis of edible oil oxidation using an electronic nose”（2016）被引76次，**为农业科学学科领域ESI前1%高被引论文，时间达18个月**。② 发表于《Food Analytical Methods》杂志的“Direct FTIR analysis of free fatty acids in edible oils using disposable polyethylene films”（2015）论文被引25次，**为农业科学学科领域ESI前1%高被引论文，**研究成果被相关专著、教材和技术手册广泛采用。（被引截止时间为至2020年5月16日）

1. **科技查新报告**

2019年10月14日，西北农林科技大学科技文献信息中心查新报告（报告编号：201936000N040062）主要查新结论如下：

（1）有关食用油的测定、鉴别方面的研究国内外有相关中英文文献报道，主要有利用光谱法鉴别食用油掺假，利用光谱法测定食用油理化指标，构建测定食用油氧化的方法，为食用油质量安全检测技术研究提供了依据。**但构建食用植物油品质高效检测方法，除项目组文献外，未见其它中外文文献报道。**

（2）关于水剂法提取食用油等方面的研究有中英文文献报道，主要集中在酶法辅助提取食用油，**但是有关对利用改良水剂法与表面活性剂相结合破乳和提取食用油的研究，除项目组研究文献外，未见其它中外文文献报道。**

（3）有关煎炸过程中煎炸油的品质变化的研究国内有相关文献报道，主要是以直接测定某些化学指标为主，**但是关于利用物理性指标间接预测化学性指标的研究，除项目组的研究文献外，未见其它中外文献报道。**

### 五、应用情况

该项目已应用于食用油加工及品质监控，先后于陕西关中油坊油脂有限公司、渭南石羊长安花粮油有限公司、西安邦淇制油科技有限公司和渭南春风油脂有限责任公司等4家企业应用，产生良好的经济效益和社会效益。2017-2019年在食用油加工及高效品质检测与监控应用方面累计新增产值共计92784.0万元，新增利润总额2418.9万元，新增所得税799.8万元，节支2834.0万元，所获直接经济效益累计已达到4453.1万元。

食用油加工及高效检测方法的应用，不仅提高了检测效率，而且减少了有机试剂的使用，避免了环境污染。该项目的应用提高了食用油加工品质和安全性，促进了食用油加工产业的发展，具有良好的经济和社会效益。

**主要应用单位情况表**

| **单位名称** | **应用技术** | **应用**  **起止时间** | **应用单位**  **联系人/电话** | **近三年**  **应用情况** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 陕西关中油坊油脂有限公司 | 改良的水剂法提取亚麻籽油、核桃油等 | 2010-2019 | 杨会军/18391750888 | 累计新增产值553万元，累计新增利润总额13.9万元，累计新增所得税4.8万元，累计节支26万元，直接经济效益35.1万元 |
| 渭南石羊长安花粮油有限公司 | 应用食用油加工及高效快速无损检测方法 | 2016-2019 | 刘恒/18629535366 | 累计新增产值32168万元，新增利润总额973万元，新增所得税274万元，节支1048万元，直接经济效益1747万元 |
| 西安邦淇制油科技有限公司 | 应用食用油加工及高效快速无损检测方法 | 2016-2019 | 黄丹/13488226961 | 累计新增产值51589万元，新增利润总额1163万元，新增所得税442万元，节支1488万元，直接经济效益2209万元 |
| 渭南春风油脂有限责任公司 | 应用食用油加工及高效快速无损检测方法 | 2017-2019 | 高鹏/13325449511 | 累计新增产值8474万元，新增利润总额269万元，新增所得税79万元，节支272万元，直接经济效益462万元 |

### 六、主要知识产权证明目录（不超过10件）

| **知识产权类别** | **知识产权具体**  **名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发明专利 | 一种沙棘籽油掺伪的检测方法 | 中国 | ZL201510632998.1 | 2017.11.21 | 第270945号 | 西北农林科技大学 | **于修烛**  高锦明  汤江江  张鞍灵  郭 鑫 | 有效 |
| 发明专利 | 一种基于涂膜食用油红外透射光谱采集方法 | 中国 | ZL201310123450.5 | 2015.05.27 | 第1679655  号 | 西北农林科技大学 | **于修烛**  孙黛君  朱旭菲  李清华  杜双奎  董晓斌 | 有效 |
| 发明专利 | 一种基于电导率的食用油酸值测定方法 | 中国 | ZL201010275565.2 | 2012.08.29 | 第1033736  号 | 西北农林科技大学 | **于修烛**  杜双奎  杨 晨  宋丽娟  李志成 | 有效 |
| 发明专利 | 一种基于电导率的食用油过氧化值测定方法 | 中国 | ZL201210324117.6 | 2014.06.11 | 第1418185  号 | 西北农林科技大学 | **于修烛**  李清华  杜双奎  高锦明  许春瑾 | 有效 |
| 发明专利 | 一种基于紫外光谱花生油掺伪定量检测的方法 | 中国 | ZL201110154074.7 | 2012.08.08 | 第1020818  号 | 西北农林科技大学 | **于修烛**  杨 晨  杜双奎  高锦明  李志成 | 有效 |
| 发明专利 | 一种基于超声波辅助浸提测定植物油料含油量的方法 | 中国 | ZL201010190375.0 | 2011.05.11 | 第778461  号 | 西北农林科技大学 | **于修烛**  杜双奎  李志西  宋丽娟  李志成 | 有效 |
| 发明专利 | 一种基于氮气覆盖水剂法提取亚麻籽油方法 | 中国 | ZL201310046092.2 | 2014.01.29 | 第1342130  号 | 陕西关中油坊油脂有限公司 | **杨会军**  **于修烛**  张建新  宋海库 | 有效 |
| 发明专利 | 一种亚麻籽油功能饮品及制备方法 | 中国 | ZL 201510822030.5 | 2018.03.16 | 第  2848081  号 | 陕西关中油坊油脂有限公司 | **杨会军**  **于修烛**  郑小梅 | 有效 |
| 实用新型专利 | 一种连续式可变光程的近红外检测流通池 | 中国 | ZL201020110561.4 | 2010.11.03 | 第1576430  号 | 西北农林科技大学 | **于修烛**  杜双奎  李志成  胡亚云  刘晓丽 | 有效 |

### 七、主要完成人情况

| **姓 名** | **排名** | **行政/技术**  **职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 于修烛 | 1 | 副院长/教授 | 西北农林科技大学 | 全面负责项目总体规划，项目指导，项目规划设计和应用等工作。技术1：基于涂膜食用油红外透射光谱采集方法研究；技术2：基于傅里叶红外光谱重组技术的食用油检测改进研究，为后续食用油品质高效检测方法的构建提供了强有力的技术支撑。主持食用油加工和检测方面国家自然基金等课题10 余项，获国家发明专利9项，发表高水平论文81篇。 |
| 欧阳韶晖 | 2 | 助理研究员 | 西北农林科技大学 | 负责“食用油高效快速无损检测方法创新与应用”及“特色油料水剂法制油关键技术创新与应用”的技术推广，为此项目的重要贡献者。 |
| 张 静 | 3 | 讲师 | 西北农林科技大学 | 负责“食用油高效快速无损检测方法创新与应用”及“特色油料水剂法制油关键技术创新与应用”的技术推广，为此项目的重要贡献者。 |
| 李 琪 | 4 | 其他 | 西北农林科技大学 | 负责“食用油高效快速无损检测方法创新与应用”科研成果的部分研究性工作。其中以第一作者身份撰写并发表SCI5篇，为此项目的重要贡献者。 |
| 徐怀德 | 5 | 教授 | 西北农林科技大学 | 负责“食用油高效快速无损检测方法创新与应用”及“特色油料水剂法制油关键技术创新与应用”的技术推广，为此项目的重要贡献者。 |
| 陈 佳 | 6 | 其他 | 西北农林科技大学 | 负责“食用油高效快速无损检测方法创新与应用”及“特色油料水剂法制油关键技术创新与应用”科研成果的部分研究性工作。其中以第一作者身份撰写并发表SCI3篇，EI1篇，为此项目的重要贡献者。 |
| 杨会军 | 7 | 总经理/高级工程师 | 陕西关中油坊油脂有限公司 | 负责“特色油料水剂法制油关键技术创新与应用”的相关技术与成果在陕西关中油坊油脂有限公司的应用推广工作。并研发了一种基于氮气覆盖水剂法提取亚麻籽油的方法及一种亚麻籽油功能饮品及制备方法，获国家发明专利2项，并以第三作者发表中文核心论文1篇，为此项目的重要贡献者。 |
| 董瑶瑶 | 8 | 其他 | 西北农林科技大学 | 负责“食用油高效快速无损检测方法创新与应用”科研成果的部分研究性工作，研究了植物油游离脂肪酸含量分析方法，为此项目的重要贡献者。 |
| 刘 恒 | 9 | 总经理/其他 | 渭南石羊长安花粮油有限公司 | 负责“食用油高效快速无损检测方法创新与应用”及“特色油料水剂法制油关键技术创新与应用”的相关技术与成果在渭南石羊长安花粮油有限公司的应用推广工作，为此项目的重要贡献者。 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林  科技大学 | 1 | 负责项目的设计、申报、实施和验收评价工作。基于傅里叶变换红外光谱重组等技术构建了食用油品质高效快速无损检测方法及掺伪定性定量鉴别方法，建立了糖-盐辅助水剂法制油关键技术，建立了煎炸油过程中油品物理性指标与化学性指标之间的关联性，为实现煎炸油在线快速检测奠定了科学基础，全面负责项目成果的推广应用。 |
| 陕西关中油坊油脂有限公司 | 2 | 主要负责“特色油料水剂法制油关键技术创新与应用”的推广应用。结合工厂实际适当调整操作参数，大大提高了亚麻籽油的出油率，所提取的亚麻籽油理化指标均符合国家相关食品安全标准，应用效果良好。 |
| 渭南石羊长安花粮油有限公司 | 3 | 主要负责项目技术中“食用油高效快速无损检测方法创新与应用”及“特色油料水剂法制油关键技术创新与应用”的推广应用。提高了工厂食用油的品质与质量，取得了良好的经济和社会效益。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 共同立项 | 欧阳韶晖/2、张静/3、徐怀德/5 | 2014.01.01 | 2019.12.31 | 共同承担企业横向项目《亚麻籽油深加工技术研究》 |
| 2 | 论文  合著 | 李琪/4、陈佳/6、董瑶瑶/8 | 2016.09.01 | 2019.12.31 | 在国际期刊杂志《LWT-Food Science and Technology》合作发表SCI论文“Comparative study on the evolution of polar compound composition  of four common vegetable oils during different oxidation processes” |
| 3 | 共同知识产权 | 杨会军/7 | 2014.01.01 | 2019.12.31 | 共同合作获国家发明专利2项：“一种亚麻籽油功能饮品及制备方法”及“一种基于氮气覆盖水剂法提取亚麻籽油方法” |
| 4 | 产业合作 | 刘恒/9 | 2014.01.01 | 2019.12.31 | 产业合作，取得良好经济和社会效益 |
| 完成人合作关系说明  项目完成人及工作单位包括：于修烛、欧阳韶晖、张静、李琪、徐怀德、陈佳、董瑶瑶（西北农林科技大学），杨会军（陕西关中油坊油脂有限公司），刘恒（渭南石羊长安花粮油有限公司）。  于修烛负责项目总体设计、实施方案制定、任务分工落实。  于修烛、欧阳韶晖、徐怀德、张静从2010年“亚麻籽油深加工技术研究”项目开始合作。同时，组织了项目技术在陕西关中油坊油脂有限公司、渭南石羊长安花粮油有限公司、西安邦淇制油科技有限公司、渭南春风油脂有限责任公司等多家企业的应用与推广。  于修烛与李琪、陈佳、董瑶瑶陆续从2016年开始合作，已在国际期刊杂志《LWT-Food Science and Technology》合作发表SCI论文“Comparative study on the evolution of polar compound composition of four common vegetable oils during different oxidation processes”。  于修烛等与杨会军从2010年“亚麻籽油深加工技术研究”项目开始合作。研究改良的水剂法提取亚麻籽油、核桃油等，并解决了提取过程中亚麻籽油的氧化劣变和品质下降等问题，并获国家发明专利2项（“一种亚麻籽油功能饮品及制备方法”与“一种基于氮气覆盖水剂法提取亚麻籽油方法”）。同时，组织了项目技术在陕西关中油坊油脂有限公司的应用与推广。  于修烛等与刘恒从2016年开展产业合作，应用食用植物油加工及高效检测新方法，组织了项目技术在渭南石羊长安花粮油有限公司和西安邦淇制油科技有限公司的推广应用。有效简化了食用油提取操作过程，缩短了提取时间，降低了提取成本，同时对工厂食用油加工及安全监管也提供了有力的技术支撑，进一步保障了产品品质与质量，提高了工厂经济效益，并为该研究成果在更大规模生产推广应用提供参考。 | | | | | |

### 一、项目名称:

陕北山地苹果园暴雨侵蚀灾害防控关键技术研究与应用

### 二、提名者:

山仑院士

### 三、项目简介：

项目成果系在国家科技计划课题 “黄土丘陵沟壑区水土保持与高效农业关键技术集成与示范” （2011BAD31B05）及其他相关课题支持下完成，属于农业水土工程与水土保持学科交叉与融合。提出了通过暴雨侵蚀灾害防控解决山地种植苹果面临的水土流失与干旱等灾害的科学观点，揭示了根、茎、草灌及植物过滤带的暴雨侵蚀阻控动力阻控和滤清机理，建立了动力方程；发明了暴雨侵蚀阻控材料、装置及山地果园水土保持高效农业系统制备方法；构建了梯田及小流域室内实体模拟三维情景再现系统，开发了山地梯田水土保持算法模块并嵌入2009SWAT488进行全球测试和应用；构建了“山地果园侵蚀阻控滤清水窖”技术应用模式，建立了山地果园暴雨侵蚀灾害智能管理方法，创新集成了山地果园暴雨侵蚀灾害防控系统。成果在黄土高原苹果产业发展中广泛推广使用，效益显著，为“脱贫解困”、“乡村振兴”和实现区域农业与生态协同发展提供了科学依据和技术支撑。

项目主编并发布实施陕西省地方规范3部，参编并实施国家规范2部，先后获得国家发明专利15项，发表论文80余篇（其中SCI/EI论文30余篇，最高影响因子IF=9.787，ESI 1% 4篇），获得计算机软件3件。该项目在实施期间，在延安市安塞县建立核心示范区1000余亩，辐射带动省内外50万亩以上。核心示范区土壤流失量减少30%以上，农田生产力提高15%以上，降水利用率提高20%以上，截止2015年12月31日，累计经济效益9000余万元。在项目示范带动下，梯田大棚、梯田果园等相关技术迅速在黄土地区甚至全国得到推广。

### 四、客观评价：

**1.任务验收专家意见：**

2016年5月24日，中国科学院科技促进发展局组织专家对“十二五”国家科技支撑计划项目“农田水土保持关键技术研究与示范”课题2011BAD31B05进行了验收。在现场检查的基础上，专家组听取课题汇报和质询，查阅相关技术报告等课题验收材料，经讨论形成如下验收意见：

（1）课题提供资料齐全、规范，符合验收要求；

（2）课题针对黄土丘陵沟壑区水土流失导致农田生产力低下的问题，研发集成了水沙调控及高效农业生产技术，形成了黄土丘陵沟壑区梯田水土保持高效农业技术体系，集成了降雨径流的汇集、植被过滤带、沉砂滤清、蓄水、高效用水及农业管理技术等，具有充分利用当地水土资源，成本低、效益高、操作简单等特点，推广应用前景良好；

（3）课题与国家生态治理建设工程与科技推广项目结合，为相关治理工程提供了关键技术支撑，以产学研相结合方式开展试验示范研究，建立了黄土丘陵沟壑区水土保持与高效农业技术示范工程，显现出良好的示范效果；

（4）在延安市安塞县建立农田水土保持核心技术示范区1000余亩，辐射带动省内外50万亩以上，核心示范区内土壤流失量减少30%以上，农田生产力提高15%以上，降雨利用率提高20%以上。累计社会经济效益9000余万元。主编/参编规范9项，申请/获批发明专利5项，发表论文90篇，其中SCI收录28篇，EI收录6篇，出版专著2部，培养研究生56名，获得陕西省科学技术一等奖1项，向农业部提供政策建议1项。课题成果的应用和推广取得了显著的生态效益、经济效益和社会效益。

专家组一致认为，课题完成了任务书规定的研究内容和考核指标，同意通过验收。

**2.知识产权目录3评价**

（1）Silungwe F. R.等（Water, 2018）人引用此文，认为嵌入梯田模块的2009 SWAT 488版已经成功模拟了作物耕作，并提出了应对半干旱地区作物生产挑战的建议方法；

（2）Strehmel A. 等人（Agricultural Water Management, 2016）引用此文，认为邵辉等人为SWAT模型开发了一个平台模块，该模块将每个HRU中的梯田和非梯田部分分别计算水文以及沉积物和营养过程。这个基于过程的平台模块考虑了梯田上的相关过程变化，如额外的蓄水量和相关的较高渗透量以及沉积物和养分积累，但目前还不是原始模型的一部分（2016年为测试版）。模块在坡面尺度上产生了良好的验证结果，但尚未在大规模集水区进行测试；

（3）Wei W.等人（Earth-Science Reviews, 2016）引用此文，认为邵辉等人在构建新算法基础上在梯田上测试和验证了SWAT模型，并模拟预测径流和沉积物的多重效应，结果在可接受的误差内。

**3.知识产权目录9评价**

据Thomson Reuters文献情报中心引证检索2017年5月/6月最新数据报告显示，核心知识产权第4“The Contribution of Astragalus Adsurgens Roots and Canopy to Water Erosion Control in the Water-Wind Crisscrossed Erosion Region of the Loess Plateau, China”被引次数进入环境科学与土壤科学全球前1%，被ESI高被引论文(Highly Cited Papers)收录。该论文发表在《Land Degradation & Development》2017年第28卷第1期265-273页。

Tianjiao Feng等（Science of the Total Environment, 2019）引用此文，并认为此文研究成果对于提高农业生产效率、促进可持续发展具有重要意义；Rong Lu等（Catena,2019）引用此文，指出研究根系与土壤的相互作用可以提高土壤保持水分和养分的能力；Xingkai Zhao等（Scientific Reports, 2017）在研究黄土高原水蚀风蚀交错带降水特征变化时引用此文，并认为此文对研究黄土高原植被的水土流失防治作用具有重要意义。

### 五、应用情况

在延安市安塞县建立农田水土保持核心技术示范区1000余亩，辐射带动省内外50万亩以上，核心示范区内土壤流失量减少30%以上，农田生产力提高15%以上，降雨利用率提高20%以上。累计社会经济效益9000余万元。课题成果的应用和推广取得了显著的生态效益、经济效益和社会效益。

### 六、主要知识产权和标准规范等目录

| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号（标准编号）** | **授权日期（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）** | **发明专利有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准 | 黄土丘陵沟壑区水土保持型高效农业技术规范 | 中国 | DB 61/T 1010-2016 | 2016-02-24 | 陕西省质量技术监督局 | 西北农林科技大学，中国科学院水利部水土保持研究所 | 高建恩  樊恒辉  白岗栓  张星辰 | 颁布  实施 |
| 发明专利 | 一种坡地高效农业用水滤清系统的制备方法 | 中国 | ZL  201410036089.7 | 2014-06-11 | 证书号第1811026号 | 西北农林科技大学，中国科学院水利部水土保持研究所，国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心 | 高建恩  张星辰  高 哲 | 失效  专利 |
| 论文 | Development and Application of  Algorithms for  Simulating Terraces within SWAT | 中国 | 10.13031/trans.56.10047 | 2013-09-13 | Transaction of the ASABE | 西北农林科技大学，美国农业部作物与水质研究所，中国科学院水利部水土保持研究所 | 邵 辉  高建恩 | 正式  发表 |
| 发明专利 | 一种新型土壤固化剂 | 中国 | ZL  200410073273.5 | 2006-05-31 | 证书号第266730号 | 西北农林科技大学，中国科学院水利部水土保持研究所，国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心 | 高建恩 | 有效  专利 |
| 发明专利 | 一种利用土壤固化材料修建蓄水设施的施工方法 | 中国 | ZL  200810150254.6 | 2009-12-09 | 证书号第578380号 | 西北农林科技大学，中国科学院水利部水土保持研究所，国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心 | 高建恩  樊恒辉  杨世伟 | 失效  专利 |
| 发明专利 | 一种柔性环保橡塑水窖及其制备方法 | 中国 | ZL  200510096014.9 | 2009-08-05 | 证书号第532634号 | 西北农林科技大学，青岛华海环保工业有限公司，中国科学院水利部水土保持研究所，国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心 | 高建恩  朱德兰 | 失效  专利 |
| 发明专利 | 一种新型文丘里施肥器 | 中国 | ZL 201210149369.X | 2014-04-16 | 证书号第1381652号 | 西北农林  科技大学 | 范兴科 | 失效  专利 |
| 发明专利 | 一种动态测定植物根系呼吸碳素损失的装置 | 中国 | ZL  200810150554.4 | 2011-12-14 | 证书号第879701号 | 西北农林  科技大学 | 上官周平 | 失效  专利 |
| 论文 | The contribution of astragalus adsurgens roots and canopy to water erosion control in the water–wind crisscrossed erosion region of the Loess Plateau | 中国 | 10.1002/ldr.2508 | 2017-01-05 | Land Degradation &Development | 西北农林科技大学 | 赵春红  高建恩 | 正式  发表  ESI 1% |
| 计算机软件著作权 | 苹果管理信息系统 | 中国 | 2006SR03214 | 2006-03-17 | 软著登字第050880号 | 西北农林  科技大学 | 朱德兰 | 登记  注册 |

### 七、主要完成人情况

| **姓 名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 高建恩 | 1 | 无/研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 总体负责项目设计、申报、执行、验收及报奖等工作。在多年研发山地果园侵蚀阻控材料、形式及装置基础上，进一步研究了山地果园暴雨侵蚀灾害阻控机制，发明了坡地高效农业用水滤清系统和梯田水土流失对流域影响的算法及软件，是暴雨侵蚀灾害防控技术体系的主要构建者，核心知识产权第1、2、4、5、6的第一完成人，第9的责任作者。 |
| 樊恒辉 | 2 | 西北农林科技大学水利与建筑工程学院副院长/研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 协助完成项目申请，完成暴雨侵蚀阻控新型液态固化剂及相关水工构件开发与技术集成示范”的研究，知识产权第1、5合作完成人。 |
| 朱德兰 | 3 | 旱区作物高效用水国家工程实验室副主任副主任/教授 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 暴雨侵蚀灾害防控装置及山地果园管理系统主要开发人。知识产权6主要完成人，知识产权第10第一完成人 |
| 邵 辉 | 4 | 无/讲师/副研究员 | University of Guelph/  西北农林科技大学 | 协助完成项目申请，开发出梯田措施对流域水沙及污染物影响的数学模型，并成功嵌入2009第488版的SWAT模型，并在全球验证和推广。知识产权第3的第一作者。 |
| 赵春红 | 5 | 无/高级工程师 | 水利部节约用水促进中心/西北农林科技大学 | 协助完成项目申请，研究了植被对坡地暴雨侵蚀灾害防治的时空贡献，相关成果进入ESI1%，知识产权第9的第一作者。 |
| 上官周平 | 6 | 农业农村部西北耕地保育重点实验室主任/研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 知识产权8完成人，合作完成陕北山地果园及淤地坝灾害风险管控等重大建议第一建议人。 |
| 白岗栓 | 7 | 无/研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 协助完成项目申请，山地果园水肥、植草、园艺等管理研究主要完成人，知识产权第1合作完成人。 |
| 范兴科 | 8 | 陕西省节水中心主任/研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 山地果园灌溉制度、水肥一体化管理示范研究主要完成人，知识产权第7第一完成人。 |
| 杨世伟 | 9 | 水土保持研究所人事和保障办公室主任/助理研究员 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 共同完成该项目支持项目的“十一五”国家项目申请，知识产权第5合作完成人。 |
| 高 哲 | 10 | 无/博士研究生 | 西北农林科技大学/西北农林科技大学 | 参加暴雨侵蚀阻控滤清系统设计、试验，发明暴雨侵蚀灾害防控设施加固平台，是知识产权第2的合作完成人。 |
| 张星辰 | 11 | 无/博士研究生 | 西北农林科技大学/中国科学院水利部水土保持研究所 | 参加暴雨侵蚀阻控滤清系统试验，是知识产权第1，2的合作完成人。 |

### 八、主要完成单位及创新推广贡献

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **创新推广贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 西北农林科技大学作为项目第一完成单位，在申请立项、研发条件、配套资金、实践基地、成果验收、推广和应用过程中，发挥了重要的组织协调、管理和落实作用，保证了项目任务顺利实施。主要体现在：  （1）主要支持项目组开展了该项目依托的国家科技支撑计划课题“黄土丘陵沟壑区水土保持与高效农业技术集成和示范”（2011BAD31B05）实施；  （2）特别是支持项目组派出人员，与美国农业部水质研究所合作开发世界著名水文模型SWAT的梯田模块，并使其在全世界进行测试应用，相关人员获得美国农业部SWAT开发突出贡献奖；  （3）在创新山地果园暴雨侵蚀灾害防控技术模式及相关技术体系的试验示范和技术推广过程中，以学校在延安安塞水土保持试验站为依托，给予重点支持；组织实施了陕北山地苹果园暴雨侵蚀灾害防控技术体系的示范应用和推广，为陕北“脱贫攻坚”做出重大贡献，受到当地群众和政府的欢迎，为陕北发展“山地苹果”和陕西省苹果发展“西扩北进”政策制定做出贡献。为2008年时任总书记胡锦涛，2009年水利部部长陈雷及2015年荷兰国王威廉·亚历山大对该项目示范基地延安安塞方塔山地苹果园的考察提供支持，产生巨大的世界影响。同时培养了大批研究生和青年人才，直接和间接提升了我国在这一领域的研究水平，推动和促进了行业发展。 |
| 中国科学院水利部水土保持研究所 | 2 | 中国科学院水利部水土保持研究所作为项目第二完成单位，在申请立项、研发条件、配套资金、试验基地、成果验收、推广和应用过程中，发挥了重要的组织协调、管理和落实作用，保证了项目任务顺利实施。  （1）组织实施了第一完成人主持的该项目支撑课题：十一五国家支撑计划项目“坡面降雨径流调控与高效利用技术研究”（2006BAD09 B01），在径流调控新材料、新形式、新装置及优化技术方面取得重要成果，推动了2008年时任总书记胡锦涛，2009年水利部部长陈雷对延安方塔试验基地的考察。  （2）参与了2015年10月27日，荷兰国王•威廉亚历山大对试验示范基地安塞方塔山地苹果园的考察的联系及协调组织任务。同时培养了大批研究生和青年人才，直接和间接提升了我国在这一领域的研究水平，推动和促进了行业发展。 |
| 国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心 | 3 | 国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心作为项目第三完成单位，通过研发条件、试验基地、水沙调控材料、装置及措施优化等方面给予大力支持，保证了项目任务顺利实施。主要支持项目组在杨凌节水博览园开展了“一种坡地高效农业用水滤清系统的制备方法”、“土壤固化剂水沙调控材料和装置”“橡塑水窖”及“流域实体模拟技术”等的研发和集成示范。组织实施了不同技术体系在全国的应用和推广，直接和间接提升了我国在这一领域的研究水平，推动和促进了行业发展。 |

### 九、完成人合作关系情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始**  **时间** | **合作完成**  **时间** | **合作成果** |
| **1** | 共同立项 | 高建恩/1  樊恒辉/2  朱德兰/3  邵 辉/4  赵春红/5  上官周平/6 | 2005-01-01 | 2016-05-01 | 批准的项目课题任务书等：国家支撑课题2011BAD31B05；项目2006BAD09B00（课题2006BAD09B01，2006BAD09B04）任务书等。 |
| **2** | 共同参与制定标准规范 | 高建恩/1  樊恒辉/2  白岗栓/7  张星辰/11 | 2005-01-01 | 2016-05-01 | 知识产权1：陕西省地方标准（DB61/T 1010-2016） |
| **3** | 共同知识产权 | 高建恩/1  樊恒辉/2  朱德兰/3  杨世伟/9  高 哲/10  张星辰/11 | 2005-01-01 | 2019-12-31 | 知识产权2、5、6，即国家发明专利 ZL201410036089.7、ZL200810150254.6和  ZL200510096014.9等 |
| **4** | 软件合著 | 高建恩/1  朱德兰/3  邵 辉/4 | 2011-01-01 | 2016-05-01 | （1）窖体三维结构优化设计软件[简称：窖体设计软件]1.0，软著登记号：2009SR043097  （2）梯田水力侵蚀过程对流域影响辅助模拟软件[简称：TIA]V1.0，证书号：软著登记第0794592号 |
| **5** | 论文合著 | 高建恩/1  邵 辉/4  赵春红/5 | 2011-01-01 | 2016-05-01 | 知识产权3： Development and application of algorithms for simulating terraces within SWAT  知识产权9：The contribution of astragalus adsurgens roots and canopy to water erosion control in the water–wind crisscrossed eosion region of the Loess Plateau |
| **6** | 共同获奖 | 高建恩/1  范兴科/8 | 2001-01-01 | 2019-12-31 | 共同完成的“西北地区农业高效用水技术与示范”，2005年获国家科技进步二等奖）（证书号：2005-J-201-2-15-R04，2005-J-201-2-15-R05） |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）**  该项目第一完成人高建恩研究员，总体负责支撑该项目的“十一五”“十二五”课题申报、执行、验收。主持完成了山地果园暴雨侵蚀灾害防控新材料、新形式、新装置研制及规范的制定工作，主持项目示范应用基地延安安塞方塔山地果园先后接待了国家、省及国外领导人参观访问。在此基础上与第6完成人提出山地果园及淤地坝风险管控重大建议，受到李克强总理、胡春华副总理等国家及省部领导人批示和政府采纳。知识产权1、2、3、4、5第一完成人和第9的责任作者。  主要完成人樊恒辉研究员、朱德兰教授，协助第一完成人完成该项目支撑课题的申请和完成。樊恒辉研究员发明了山地果园暴雨侵蚀防控的液态固化剂新材料、暴雨集流场及蓄水装置等施工工艺，与第一完成人合作完成知识产权1、5。朱德兰教授发明了山地果园暴雨侵蚀防控的蓄水装置、开发了设计优化软件和苹果园管理系统，与第一完成人合作完成知识产权6。  主要完成人邵辉博士、赵春红博士协助第一完成人完成该项目支撑课题“十一五”课题验收和“十二五”项目申请。邵辉博士开发了暴雨侵蚀灾害防控的梯田水土保持算法和计算模块并嵌入世界著名水文模型2009SWAT488版，并在全球测试应用，相关工作获美国农业部嘉奖，发表SCI/EI论文多篇，登记软件著作权1件，与第一完成人合作完成知识产权3。赵春红博士系统研究了山地果园暴雨侵蚀植物的根、茎、灌及植被过滤带侵蚀阻控机制，发表包括ESI1% 在内的SCI/EI论文多篇,与第一完成人合作完成知识产权9。  主要完成人上官周平研究员，与第一完成人共同成功申请了该项目的“十一五”国家支撑计划项目（2006BAD09B00），分别主持第四课题（2006BAD09B04）、第一课题（2006BAD09B01）并完成验收。发表多篇ESI1% 高质量论文。作为第一建议人与第1完成人提出山地果园及淤地坝风险管控重大建议，受到国家及省领导人重视和政府采纳。是知识产权8的完成人。  主要完成人白岗栓研究员参与项目立项申请，主要研究了陕北山地果园暴雨侵蚀防控利用的果园水肥管理和农艺措施，与第一完成人合作完成知识产权1。范兴科研究员系统研究了山地果园矮化苹果的节水灌溉制度、与第一完成人合作完成多项节水灌溉设备研发并共同获奖，是知识产权7的第一完成人。杨世伟协助第一完成人申请和完成该项目“十一五”支撑课题，与第一完成人合作完成知识产权5。高哲发明了山地果园暴雨侵蚀灾害防控钢筋混凝土加固平台，与第一完成人合作完成知识产权2。张星辰与第一完成人合作完成知识产权1、2。 | | | | | |

### 一、项目名称：

油松育种资源选择、测定和高世代遗传改良

### 二、提名者：

陕西省林业局

### 三、项目简介：

油松生长快、材质好、抗逆性强，是陕西省最主要造林树种，每年人工造林面积约占陕西针叶树造林总面积的80%以上。开展油松良种选育及繁育研究，经济、生态、社会意义重大。

油松无性繁殖困难，通过种子繁殖，故油松良种选育与繁殖采用选用优良建园材料，营建种子园，生产良种种子的途径。即首先在优良种源区优良林分根据表型选择优树，营建初级种子园，生产遗传品质得到一定程度改良的良种种子；同时对建园材料开展子代测定，根据子代测定结果，选择优良家系中的优良单株营建二代种子园，并通过轮回选择及高世代育种，建立更高世代种子园，生产遗传品质更好的良种种子，不断提高良种增产幅度。

陕西油松遗传改良始于上世纪70年代初，经过近40年努力，截止2000年，已选择油松优树737株，建立无性系种子园2079亩，实生种子园321亩，子代测定林870亩。为生产单位生产、提供了一批经过一定程度遗传改良的优质种子，有力的促进了陕西油松良种化栽培水平提高，也为后继研究奠定了良好基础。

与快速发展的油松良种产业相比，陕西油松良种选育与繁育主要存以下不足。

（1）、良种基地规模小，单位面积产量低，远远不能满足生产需求。

（2）、已建种子园多为初级（一代）种子园，遗传改良水平低、增产幅度小。

为解决以上问题，2000年以来，我们在国家林业局、陕西省科技厅、林业厅等单位支持下，启动开展了《油松育种资源选择、测定与高世代育种研究》。

该项目按照《主要针叶造林树种优树选择技术》（GB/T 10018-1988）、《主要针叶造林树种优树子代遗传测定技术》（GB/T 10013-1988）、《主要针叶造林树种种子园营建技术》（GB/T 10019-1988）等有关国家标准，历时18年时间，取得了以下主要研究成果

1、在陕西、山西、甘肃、内蒙等油松主要分布区新选择油松优树953株，在陇县八渡林场、洛南古城林场等地种子园开展人工杂交组合369个， 创制杂交种子209 份。用优树自由授粉种子及种子园控制授粉种子育苗50万株，营造一代种子园295亩（无性系种子园195亩、实生种子园200亩），子代测定林955亩（其中半同胞755亩，全同胞200亩）。以上工作扩大了陕西省油松种子园规模，丰富了种子园建园材料遗传基础，也为后继营建二代、三代种子园做好了材料（从子代测定林选出）储备。

2、对桥山双龙林场、陇县八渡林场、洛南古城林场10多块上世纪70年代营建的油松优树子代测定林（含364个家系）生长、结实情况进行了全面调查。通过配合选择，选出优良家系82个，优良单株546株，所选优良家系树高、胸径和材积的平均遗传增益达12.8%、11.9%和30.9%，优良单株材积遗传增益达40%以上，增产效果显著。用所选材料，营建二代无性系种子园250亩，推动了陕西油松高世代育种工作开展及遗传改良水平提高。

3、审定国家林木良种1个，认定国家良种1个，营造良种示范林700亩。

4、系统开展了种子园无性系开花结实习性，施肥，截顶，激素处理等种子园促进结实技术研究，建立了促进种子园结实技术体系，显著提高了种子园产量。

5、首次利用RAPD等分子标记技术，系统开展了陕西、山西、甘肃、内蒙4省（区）12个种群、陕西省内6个种群及陇县二代种子园建园材料遗传多样性分析，为了解油松地理变异、种源差异、遗传多样性提供了技术参考。

6、项目实施期间，共发表研究论文32篇，培养研究生9人。

### 四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

**鉴定意见：**

1.提供的资料齐全，符合科技成果评价要求。

2.课题经历18年，在陕西、山西、甘肃和内蒙古等主产区选择油松优树953株，创制杂交新种质209份，分别营造半同胞和全同胞子代测定林755亩和200亩。采用多性状选择和配合选择等方法选出优良家系82个、二代优良亲本546个，为油松长期育种奠定了坚实基础。

3.营建了一代无性系种子园195亩、实生种子园200亩和二代无性系种子园250亩。系统揭示了油松种子园无性系开花结实特性，建立了截顶矮化、施肥和激素处理等种子园丰产结实体系，显著促进了陕西油松良种产业的发展。审（认）定国家林木良种2个。

4.利用分子标记技术，系统揭示了陕西、山西、甘肃和内蒙古4省（区）18个种群，及陕西陇县二代种子园建园材料遗传多样性，为评价油松种质资源提供了科学依据。

评价委员会一致认为，该项研究目标明确，育种程序科学,数据翔实，结论可靠。油松二代育种和种子园丰产技术研究有明显创新性。成果达到国际同类研究先进水平。

建议加强对二代育种亲本的进一步评价。

**研究成果应用情况**

“油松育种资源选择、测定和高世代遗传改良”研究相关技术、成果已在洛南古城林场、周至县厚畛子林场、陇县八渡林场、桥山林业区、韩城薛峰林场等单位良种基地建设中得到了广泛应用，取得了良好经济、生态、社会效果。

### 五、应用情况

结合项目实施，在陕西、山西等油松主要分布区，选择油松优树953株，人工杂交创制杂交种子209 份，选出二代种子园建园材料546株，在洛南古城林场、周至县厚畛子林场、陇县八渡林场、桥山林业区、韩城薛峰林场等单位良种基地营造油松种子园645亩，子代测定林955亩，良种示范林700亩。

同期，结合项目实施，在以上林场，推广普及了优树选择、遗传测定、高世代建园材料选择、种子园营建及促进结实技术、遗传多样性评价等多项技术及成果，大大促进了陕西油松良种化产业发展及遗传改良水平提高，使陕西油松遗传改良及良种基地建设一直处于全国领先水平。

### 六、主要知识产权和标准规范目录（限10条，发明奖和进步奖)

| **知识产**  **权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 林木良种证(审定) | 洛南古城油松一代种子园种子 | 中国 |  | 2016  -4-30 | 国S-CSO(1)  -PT-003-2015 |  | 杨培华谢俊锋  刘永红 | 有效 |
| 林木良种证(认定) | 桥山双龙油松种子园种子 | 中国 |  | 2009  -12-30 | 国R-SF-  PT-004-2009 |  | 杨培华 | 已过5年认定期 |
| 论文 | 油松优良家系及单株配合选择研究 | 中国 |  | 2006 | 西北农林科技大学学报（自然科学版），2006，34（10）：67-71. |  | 杨培华  樊军锋  刘永红 |  |
| 论文 | 油松开花特性及人工控制授粉关键技术 | 中国 |  | 2012 | 林业实用技术，2012，（3）：3-5. |  | 杨培华  樊军锋  刘永红 |  |
| 论文 | 油松优良家系遗传变异和综合选择研究 | 中国 |  | 2007 | 中南林业科技大学学报，2007，27.（6）：21-25、52 |  | 刘永红  杨培华  韩创举 |  |
| 论文 | 陕西省油松不同种源和家系苗期性状的遗传变异分析 | 中国 |  | 2010 | 西北农林科技大学学报（自然版）2010，38（4）：64-70. |  | 张 锁  樊军锋  刘永红 |  |
| 论文 | 油松半同胞家系苗期生长性状遗传分析 | 中国 |  | 2008 | 西北农林科技大学学报（自然科学版），2008，36（5）：124-134. |  | 韩创举  杨培华  刘永红 |  |
| 论文 | 激素处理促进油松无性系种子园开花效应研究 | 中国 |  | 2011 | 北方园艺，2011，（13）：69-72. |  | 杨培华  赵 鹏  樊军锋 |  |
| 论文 | 陕西地区油松天然群体遗传结构的RAPD分析 | 中国 |  | 2008 | 东北林业大学大学学报，2008，36（12）：1-3. |  | 周飞梅  樊军锋  候万伟 |  |
| 论文 | 我国油松主要分布区种质资源遗传多样性 | 中国 |  | 2009 | 东北林业大学学报2009，37（12）：3-7，13. |  | 王 磊  樊军锋  刘永红 |  |

### 七、主要完成人情况

| **姓 名** | **排名** | **行政/技术**  **职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 樊军锋 | 1 | 研究员 | 西北农林科技大学 | 负责项目设计、实施、验收；完成相关研究任务。 |
| 杨培华 | 2 | 高工 | 西北农林科技大学 | 协助项目主持人，完成选优、杂交、育苗、造林、遗传则定等任务。 |
| 刘永红 | 3 | 副研 | 西北农林科技大学 | 协助项目主持人，完成选优、杂交、育苗、造林、遗传则定等任务。 |
| 徐 华 | 4 | 高工 | 陕西省林木种苗与退耕还林工程管理中心 | 完成山西、内蒙、甘肃等地优树选择工作。 |
| 郭树杰 | 5 | 高工 | 陕西省林木种苗与退耕还林工程管理中心 | 完成山西、内蒙、甘肃等地优树选择工作。 |
| 谢俊锋 | 6 | 高工 | 洛南县国营古城林场 | 负责洛南县试验点工作，完成该点选育、杂交、育苗、造林等任务。 |
| 曹旭平 | 7 | 正高工 | 延安市桥山国有林  管理局 | 负责桥山国有林管理局试验点工作，完成该点选育、杂交、育苗、造林等任务。 |
| 吕小锋 | 8 | 工程师 | 陇县国有八渡林场 | 负责陇县试验点工作，完成该点选育、杂交、育苗、造林等任务。 |
| 廖绍明 | 9 | 工程师 | 周至县国有厚畛子生态实验林场 | 负责周至县试验点工作，完成该点选育、杂交、育苗、造林等任务。 |

### 八、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1 | 申请项目立项，组织项目实施、负责项目结题验收等。 |
| 洛南县国营古城林场 | 2 | 负责洛南县试验点工作，完成该点选育、杂交、育苗、造林等任务。 |
| 延安市桥山国有林管理局 | 3 | 负责延安市桥山国有林管理局试验点工作，完成该点选育、杂交、育苗、造林等任务。 |
| 陇县国有八渡林场 | 4 | 负责陇县试验点工作，完成该点选育、杂交、育苗、造林等任务。 |

**九、完成人合作关系情况**

| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序**  **号** | **合作**  **方式** | **合作者**  **/项目排名** | **合作起始时间** | **合作**  **完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 共同  立项 | 樊军锋 /1、杨培华/2  刘永红/3 | 2002.1 | 2006.12 | 陕西省农业攻关课题：油松遗传改良研究，课题编号，2002k02-G03-4，阶段性研究成果。 |
| 2 | 共同  立项 | 同上 | 2005.1 | 2007.12 | 陕西省农业攻关课题：油松遗传改良研究，课题编号，2005k01-G14-024，阶段性研究成果。 |
| 3 | 立项  协作 | 樊军锋/1、杨培华/2  刘永红/3、徐 华/4  郭树杰/5、谢俊锋/6  吕小锋/8、廖绍明/9 | 2003.1 | 2006.12 | 国家林业局重点项目：油松高世代育种及良种区域化试验，项目编号，2003-023-L23，阶段性研究成果。 |
| 4 | 立项  协作 | 同上 | 2006.1 | 2009.12 | 国家林业局推广项目：油松优良种源（家系）推广，项目编号，2003-85，阶段性研究成果。 |
| 5 | 立项  协作 | 同上 | 2007.1 | 2011.12 | 林业公益性行业科研专项：油松高世代育种材料的创造、测定及选择研究，项目编号，200704039，阶段性研究成果。 |
| 6 | 共同  立项 | 杨培华/2、刘永红/3  曹旭平/7 | 2013.1 | 2017.12 | “油松育种资源选择、测定和高世代遗传改良”鉴定成果。 |
| 7 | 协作 | 杨培华/2、谢俊锋/6  刘永红/3 | 2000.1- | 2016.4 | 国审品种（洛南古城油松一代种子园种子）。 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| **(限1000字）**  该项目持续近18年时间，先后涉及到陕西省、国家林业局、西北农林科技大学6个项目。  主要完成人9人。其中主持单位西北农林科技大学3人，其他协作单位6人。  项目组9人中，除1人（樊军锋）为项目主持人外，其余均为项目参加人。9人分工主要通过以上项目合同（任务书）约定。  其中主持单位3人，主要负责项目立项、实施、验收，全程参加项目实施。  协作单位陕西省林木种苗与退耕还林工程管理中心2人，主要负责山西、内蒙、甘肃等外省优树选择、采种，育苗，并协调项目有关造林地块、造林任务落实；洛南县国营古城林场、延安市桥山国有林管理局、陇县国有八渡林场、周至县国有厚畛子生态实验林场4人（每单位1人），分别负责本单位优树选择、育苗、种子园、子代林、示范林营建等任务完成。协作单位6人，大部分为阶段性参加项目实施。 | | | | | |

1. **项目名称：**

重金属污染土壤化学与生物联合修复关键技术研发与应用

1. **提名者：**

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

**三、项目简介：**

土壤作为一种不可再生的自然资源，是人类生存之本，土壤质量的好坏直接关系到粮食生产、人体健康、生态环境乃至社会经济发展。土壤污染问题已经成为亟待解决的全球难题，而当前我国的土壤环境问题形势尤为严峻，已有超过19%的农田土壤受到污染。陕西省作为我国有色金属矿产的采-选-冶大省之一，长期的金属采选冶活动带来了严重的土壤重金属污染问题。近年来，项目组围绕陕西省境内历史遗留典型矿区和农田土壤的重金属污染控制开展了大量工作，在土壤重金属的源解析、生态环境及人体健康风险评价，修复药剂的筛选和污染土壤修复技术的研发及工程修复效果评价等三方面取得了一些创新成果，具体如下：

（1）明确了陕西省境内典型土壤重金属污染区（农田、矿区等）的主要污染物种类和分布特征、污染程度及潜在环境生态风险，解析了土壤中重金属的主要来源及迁移途径，完善了土壤重金属污染的实时/动态监测、分析与评价体系，提出了重金属污染土壤的修复方案选择方法，构建了污染土壤重金属富集植物数据库。

（2）筛选并研发了多种土壤重金属污染修复药剂材料，开发出了基于化学淋洗及微生物辅助的植物强化污染土壤修复技术及相关环境管理体系，构建了基于土壤污染状况和修复目标为导向的污染土壤分级修复体系。

（3）开展了大量的污染土壤工程修复实践，建立了多个土壤重金属污染修复示范基地，提出并完善了重金属污染土壤修复效果评价标准体系。

项目组在该领域申请中国专利7项并获授权3项，所研发的重金属污染土壤化学与生物联合修复技术在陕西省潼关县、宝鸡市凤县、渭南市华阴县和华州区、安康市旬阳县等涉重金属污染区域进行10余例工程应用和推广示范，累计修复重金属污染农田超过7300亩，新增耕地450亩，建立污染土壤工程修复示范基地3处共计500亩，直接创造效益8.05亿元，间接创造效益12.65亿元，合计20.70亿元。从根本上解决企业/矿区周围土壤重金属污染问题，弥补了此前环保工作中的不足，服务乡村振兴战略并满足了美丽乡村建设规划的现实需求，树立全新的农业区域生态形象，改善当地投资环境，提高居民的生活质量和健康水平，促进区域经济的良性增长，践行了绿水青山就是金山银山的可持续生态环境理念。同时，将所研发技术上升为科学理论，发表学术论文80篇（SCI/EI53篇，中文核心13篇), 其中6篇为ESI前1%高被引或热点论文，受到国内外知名学者的广泛关注，为我国土壤重金属污染防治专项提供了坚实的理论基础和应用性良好的工程技术，为污染区域的社会、经济和生态环境，尤其是对农业生产中保障粮食安全生产起到了积极的作用。

**四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）**

1. **国内外查询**

2019年6月19日，教育部科技查新工作站（NO4）对该项目进行了国内外相关成果的比较查新（报告编号：201936000N040026），得出：综合分析比较可以看出，在国内外公开发表的文献中未见与该目查新点相同的报道。

1. **鉴定结论、验收意见**

陕西省科学技术厅组织专家对所承担的“重金属污染土壤的稳定化修复技术与示范”项目（2016KTCQ03-20）进行了验收。验收结论认为：该项目以重金属污染土壤为研究对象，以潼关、凤县为典型案例，通过化学分析和田间试验相结合的方法，研究不同类型重金属钝化剂对不同重金属污染土壤进行原位钝化的效果，从不同种类重金属钝化剂对不同种类土壤理化性质、作物重金属蓄积情况、重金属淋溶释放特征（钝化性能）影响及其潜在的农田环境风险等方面，探明石灰、沸石、膨润土、生物炭在土壤重金属钝化方面的差异，为不同重金属污染土壤的固化修复提供基本工程修复方案和工艺参数。项目针对不同类型的两种重金属污染土壤分别筛选出了1~2种钝化剂，其对土壤中重金属的钝化效率达到90%以上；针对我省不同类型的中国金属污染土壤，提出了土壤重金属钝化修复工艺和修复评价工艺标准各一套；按照要求建设了重金属污染土壤修复示范基地50亩，修复后土壤中重金属的生物有效性有了显著降低。项目培养硕士研究生4名，博士研究生2名，发表论文被SCI收录7篇，EI收录1篇，申请发明专利3件。项目技术用于我省潼关和凤县等重金属污染场地修复中，技术可行，效果良好。项目验收委员会认为，该项目完成合同任务要求，一致同意通过验收。

1. **工程应用效果**

在陕西省潼关县、凤县、白河县、旬阳县、华阴县等涉重金属污染区域开展了10余项修复工程实践，在凤县和潼关等地典型农田和污染场地建设了重金属污染土壤修复示范基地3处共500余亩，使修复后土壤重金属的生物有效性及主要粮食作物中重金属含量显著降低，避免了农产品重金属超标导致的食品安全问题的发生，弥补了此前环保工作中的不足，并从根本上解决了矿区周边土壤重金属的污染问题，使得区域土壤环境质量得到了明显的改善，较好地服务乡村振兴战略并满足了美丽乡村建设规划的现实需求。在树立全新的农业区域生态形象、改善当地投资环境、提高居民的生活质量和健康水平、促进区域经济的良性增长、践行绿水青山就是金山银山的可持续生态环境理念等方面，具有良好的社会、经济和生态效益。项目累计修复重金属污染农田超过7300亩，新增耕地450亩，创造直接经济效益8.05亿元，创造间接经济效益12.65亿元，合计20.70亿元。

1. **重要科技产出**

围绕重金属污染土壤的修复，申请中国专利7项授权3项，自2010年始发表了50篇SC科研论文，被引频次774，其中6篇为ESI前1%高被引或热点论文。此外还有EI及核心35篇。发表论文被Environ. Sci.& Technol., J. Hazard. Mat., Crit. Rev. Environ. Sci. & Technol., Wat. Res., Chem. Eng. J., 中国环境科学学报，环境化学，农业工程学报和农业环境科学学报等国内外权威杂志大量正面引用（CZ-M-20190619-04）。

发表的论文《陕西某铅锌冶炼厂区及周边农田重金属污染土壤的稳定化修复理论与实践》在国内首次提出了农田土壤重金属污染警戒值、限制值和应急值的概念和具体分级。该土壤污染分级方法和相关限值数值为我国土壤环境质量-农用地土壤污染风险管控标准(试行)（GB 15618-2018）以及福建省农业土壤重金属污染分类标准（DB35/T 859-2008）的制定提供了直接参考。该论文中描述的以土壤污染程度和修复目标为基本立足点的污染土壤修复技术路线和工程方案和修复后的效果评价及土壤环境管理提供了技术支撑，为我国实际土壤污染修复措施的筛选提供了参考依据。

**五、应用情况**

该项目组以重金属土壤污染的调查、评价、源解析以及污染土壤修复为研究主线，结合陕西省土壤及环境特点，进行了一系列的试验研究及应用。包含了专项课题的研究以及土壤污染修复示范工程。利用项目组建立的：1）重金属污染土壤的修复方案选择方法；2）以土壤污染状况为基础的土壤污染分级修复体系；3）重金属污染土壤修复效果评价标准；以及4）筛选和开发出的土壤修复材料，在陕西省潼关县、凤县、白河县、旬阳县、华阴县等涉重金属污染区域开展了大量的修复技术工程验证和示范，为提升宝鸡市凤县、渭南市潼关县和汉中市等地区的生态环境质量和粮食安全具有积极的意义。

所开发的化学稳定化、化学/微生物强化植物修复及客土法等重金属污染土壤的联合修复技术，已经应用于10余例重金属污染土地环境修复和治理工作，修复重金属污染农田超过7300亩，新增耕地450亩，建立污染土壤修复示范基地3处共计500亩，从根本上解决企业/矿区周围土壤重金属污染问题，弥补此前环保工作中的不足，树立全新的区域生态形象，改善投资环境，提高居民的生活质量和健康水平，促进区域经济的良性增长。



|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 单位名称 | 应用的技术 | 应用对象及规模 | 应用起止时间 | 单位联系人/电话 |
| 1 | 陕西惠瑞环保科技工程有限公司 | 客土置换+异位化学固化修复+植物修复 | 桐峪镇善车口村居民环境废矿渣及“三小”废渣综合治理(二期工程)、凤县东岭锌业公司周围的土壤修复 | 2015~2017年 | 王瑞/18829550014 |
| 2 | 江苏神洲环境工程有限公司 | 化学强化植物修复技术 | 潼关县重金属污染防治重点示范区项目Ⅱ标段段名村、税南村区域周围的土壤重金属污染修复 | 2016~2017年 | 王智/15667202158 |
| 3 | 西安容达环保有限公司 | 化学强化植物修复技术 | 宝鸡凤县草凉驿铅锌矿修复工程 | 2016~2017年 | 王军13992318805 |

**六、主要和知识产权证明目录（限10条，发明奖和进步奖填写)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家**  **(地区)** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **发明专利有效状态** |
| 1 | 实用新型 | 一种同时去除废水中重金属离子和有机污染物的水处理装置 | 中国 | ZL 2012 2 0148744.4 | 2013.03.13 | 西北农林科技大学 | 屈广周，肖然 | 有效 |
| 2 | 实用新型 | 一种稳定环境介质中阳离子重金属污染物的方法 | 中国 | 201710137656.1 | 2019.06.03 | 西北农林科技大学 | 李荣华;黄辉;蒋顺成;毛晖;张增强;郭堤 | 有效 |
| 3 | 发明专利 | 一种同时去除废水中重金属离子和有机污染物的水处理方法及装置 | 中国 | ZL 2012 1 0103447.2 | 2015.09.30 | 西北农林科技大学 | 屈广周，肖然 | 有效 |

**七、主要完成人情况**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排名** | **行政/技术职称** | **工作单位/完成单位** | **对本项目技术创造性贡献** |
| 张增强 | 1 | 无/教授 | 西北农林科技大学 | 负责项目总体设计。负责陕西省潼关、凤县、汉中等地的土壤污染调查；负责对土壤重金属污染钝化修复材料及其组合的设计及实际应用示范工作。 |
| 李荣华 | 2 | 无/副教授 | 西北农林科技大学 | 参与了潼关、凤县、旬阳、白河等地的土壤污染调查、评价与源解析工作，负责土壤重金属污染的分级修复体系及工程修复方案选择方法体系的提出和构建，参与了土壤修复材料及其组合的设计制备及实际工程应用示范工作。 |
| 肖然 | 3 | 无/助理研究员 | 西北农林科技大学 | 参与了陕西省潼关县和凤县的土壤污染调查工作，解析了土壤重金属的来源、评价了生态与环境风险以及人体健康风险；围绕生物炭及工程性生物炭的开发与研制以及其对土壤中重金属形态转化和有效态变化开展了大量的研究，制备了多种可以用于土壤重金属钝化的材料，且均能较好的稳定污染土壤中的重金属。 |
| 孙西宁 | 4 | 无/讲师 | 西北农林科技大学 | 围绕重金属污染区进行植物调查，筛选出重金属高累积植物，构建重金属富集植物数据库。主要负责研究植物植物重金属累积、转移以及解毒机制的研究工作。 |
| 沈锋 | 5 | 无/助理研究员 | 西北农林科技大学 | 作为主要骨干参与完成了凤县、潼关、陈仓、旬阳等地土壤污染调查、风险评估和土壤污染防治技术方案编制等工作。解析了土壤重金属的来源、探索了污染物迁移转化途径，调查评估了重金属在土壤中的时空分布特征和人体健康风险、重金属在区域土著植物和微生物中的抗逆富集效应；围绕固化稳定化和植物提取原位修复技术，选用生物炭、零价铁等钝化材料和柠檬酸、EDTA等活化材料，研究了微生物、化学等强化措施结合间作、轮作等农艺措施跟植物修复耦合的联合修复体系，并构建不同修复方案的综合评价标准，为我国秦巴山区重金属污染土壤修复探索出了一个比较成功的模式。 |
| 郭堤 | 6 | 无 | 西北农林科技大学 | 参与了陕西省汉中市、白河县、旬阳县农田土壤（矿山）重金属污染调查，及潼关县和凤县的土壤修复工作，围绕高富集植物雪里蕻开发出化学、微生物等联合植物修复技术，探究了强化剂对植物抗氧化酶系统、土壤中重金属形态、土壤理化性质、微生物群落等的影响，均取得了较好的结果。 |
| 杜娟 | 7 | 无 | 西北农林科技大学 | 本人针对土壤重金属污染植物修复法产生的重金属高积累植物残体进行热处理，重点研究了生物质热解过程中重金属的迁移转化规律，包括富集特性、形态分布及浸出风险，同时对生物炭及其负载重金属进行了短期、长期相结合的稳定性研究，评价了其环境可接受性；得出了生物质种类、热解条件等对于重金属形态及稳定性的影响，从而为生物炭的再利用及重金属回收提供理论基础。 |
| 梁文 | 8 | 无 | 西北农林科技大学 | 参与重金属污染土壤修复示范工程项目，参与研究生物炭以及改性生物炭材料的制备，研究其对土壤中重金属的稳定化作用效果，制备出能够对重金属具有较强稳定作用的（改性）生物炭材料，并揭示其与土壤中重金属的相互作用关系和影响因子。 |
| 王权 | 9 | 无/副教授 | 西北农林科技大学 | 参与了陕西省潼关县和凤县的土壤污染调查工作，参与重金属在植物体内累积、迁移和植物解毒机制的研究，负责污染土壤中重金属污染源的解析工作。 |
| 屈广周 | 10 | 无/副教授 | 西北农林科技大学 | 本人考察了重金属和有机物之间的竞争关系，分析了有机物对重金属迁移转化的影响，深入研究了重金属在吸附材料表面的富集特性，这些研究为重金属在复杂环境中修复提供了理论基础和技术支撑。 |
| 周莉娜 | 11 | 无/副教授 | 西北农林科技大学 | 负责土壤污染修复释放工程项目，围绕无机矿物，研究其对土壤中重金属稳定化的作用效果、作用机理以及影响因子，筛选出若干对土壤中重金属具有较强稳定化能力的无机矿物材料，制备出能够高效稳定多种土壤中重金属的复合无机矿物材料。这些材料为土壤污染的工程修复提供了材料基础。 |

**八、主要完成单位情况**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位名称** | **排名** | **主要贡献** |
| 西北农林科技大学 | 1/2 | 1）组织并完成了项目策划和实施工作；  2）为项目的顺利实施提供了人力资源与优质的工作环境与场所；  3）提供了本项目所需的设备、能源、图书资料和数据库等资源。 |
| 陕西惠瑞环保科技工程有限公司 | 2/2 | 1）协助项目的申报工作；  2）负责与当地环保部门、工程单位的对接与协调工作；  3）负责项目示范区的建立与日常管理。 |

**九、完成人合作关系情况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **完成人合作关系情况表** | | | | | |
| **序号** | **合作方式** | **合作者/项目排名** | **合作起始时间** | **合作完成时间** | **合作成果** |
| 1 | 共同立项 | 李荣华/2  肖然/3  孙西宁/4  沈锋/5 | 2015年 | 2017年 | 完成凤县源西北电管局铅锌选厂尾矿修复工程及凤县草凉驿铅锌尾矿修复工程项目 |
| 2 | 共同立项 | 李荣华/2  肖然/3  孙西宁/4  沈锋/5  周莉娜/11 | 2015年 | 2018年 | 完成重金属污染土壤的稳定化修复技术与示范项目 |
| 3 | 论文合著 | 李荣华/2  梁文/8 | 2015年 | 2018年 | 在国际知名期刊发表题为“econtamination of Hg(II) from aqueous solution using polyamine-co-thiourea inarched chitosan gel derivatives”的学术论文。 |
| 4 | 专利申报 | 屈广周/10  肖然/3 | 2012年 | 2013年 | 申请两项专利，分别为“一种同时去除废水中重金属离子和有机污染物的水处理装置”和“一种同时去除废水中重金属离子和有机污染物的水处理方法及装置” |
| 5 | 论文合著 | 李荣华/2  郭堤/6  杜娟/7 | 2016年 | 2018年 | 发表题为“EDTA and organic acids assisted hytoextraction of Cd and Zn from a smelter contaminated soil by potherb mustard (Brassica juncea, Coss) and evaluation of its bioindicators”的学术论文。 |
| 6 | 论文合著 | 李荣华/2  王权/9 | 2016年 | 2018年 | 发表题为“High-efficiency removal of Pb(II) and humate by a CeO2–MoS2 hybrid magnetic biochar”的学术论文 |
| **完成人合作关系说明** | | | | | |
| (限1000字）  完成人张增强是项目的第一完成人。负责项目的总体设计与过程管理，指导土壤重金属污染钝化修复材料的筛选及其组合的设计；负责修复示范区的建设并对土壤修复过程进行指导。  完成人李荣华是项目的第二完成人。参与了陕西省潼关县和凤县的土壤污染调查工作；围绕固化剂添加对土壤重金属有效态含量的长期变化情况及其对土壤理化性质的作用情况开展了大量的研究。  完成人肖然是项目的第三完成人。参与了陕西省潼关县和凤县的土壤污染调查工作，评价了生态与环境风险以及人体健康风险；制备了多种可以用于土壤重金属生物炭基钝化的材料。  完成人孙西宁是项目的第四完成人。参与了陕西省潼关县和凤县的土壤污染调查工作，解析了土壤重金属的来源。围绕重金属污染土壤的植物-微生物联合修复开展一系列工作。  完成人沈锋是项目的第五完成人。作为参与完成了凤县、潼关、陈仓、旬阳等地土壤污染调查、土壤污染防治技术方案编制等工作。选用多种活化材料，研究了微生物、化学等强化措施结合间作、轮作等农艺措施跟植物修复耦合的联合修复体系。  完成人郭堤是项目的第六完成人。参与了陕西省汉中市、白河县、旬阳县农田土壤（矿山）重金属污染调查，围绕高富集植物雪里蕻开发出化学、微生物等联合植物修复技术进行研究。  完成人杜娟是项目的第七完成人。针对土壤重金属污染植物修复法产生的重金属高积累植物残体进行热处理，重点研究了生物质热解过程中重金属的迁移转化规律，从而为生物炭的再利用及重金属回收提供理论基础。  完成人梁文是项目的第八完成人。制备了不同官能团改性壳聚糖衍生物，并围绕壳聚糖及其改性衍生物对溶液中重金属离子的吸附性能开展大量研究，获得吸附能力较强的改性壳聚糖衍生物，其对重金属污染的废水具有良好的净化能力。  完成人王权是项目的第九完成人。参与了陕西省潼关县和凤县的土壤污染调查工作，分析了土壤重金属的来源、污染现状和主要重金属浓度。  完成人屈广周是项目的第十完成人。主要考察了重金属和有机物之间的竞争关系，分析了有机物对重金属迁移转化的影响，深入研究了重金属在吸附材料表面作用下的富集特性，为重金属在复杂环境中的修复提供了理论基础和技术支撑。  完成人周丽娜是项目的第十一完成人。参与并指导了污染土壤微生物修复工作，调查评估了重金属在土壤中的时空分布特征和人体健康风险、重金属在区域土著植物和微生物中的抗逆富集效应。 | | | | | |