

山东省科学技术进步奖公示

项目名称：高质量小麦玉米种子生产加工调控关键技术研究与应用

提名单位：山东农业大学

项目简介：

我国种子产业中存在严重影响种子质量的三个问题：品种使用过程中特性难以保持，优良特性易丢失；种子活力不高，提高保持种子活力技术缺乏；纯度检测、监管技术落后。本项目针对这些问题，历经 18 年，系统研究了高质量小麦、玉米种子生产加工调控关键技术，取得了一系列创新成果：

1. 提出并建立了玉米、小麦品种特性保持的定系循环技术，明确了其分子基础，为延长品种的使用寿命，发挥品种的增产作用提供了技术支撑。

2. 明确了高活力玉米种子的分子基础，优化了影响种子产量及活力的关键因素，建立了高质量种子生产技术体系，为高活力种子生产、加工提供了依据；研发了玉米种子脱水剂，为调控收获期、降低种子干燥成本提供了技术支撑。

3. 明确了氮肥调控小麦种子活力的分子机制，建立了利用 DA-6 处理提高籽粒蛋白质含量进而提高活力的技术，明确了小麦籽粒活力形成的规律，建立了小麦高质量种子生产技术标准，为高活力种子生产调控、加工提供了依据。

4. 发明了种子纯度快速分子检测的通用多重 PCR 技术和玉米计算机识别技术及装备，解决了种子纯度的室内高通量分子检测和市场监管中快速检测的技术需求。

5. 创立了电晕场处理提升玉米种子活力的技术和设备，研究了播前 DA-6 处理提高玉米种子活力的效应，为陈种子利用提供了技术支持。

6. 制定山东省地方标准 3 项，编写著作 1 部，发表论文 30 篇，获得授权专利 17 项。技术在全国范围内广泛应用，近五年，应用该成果累计生产高质量小麦种子 27500 万公斤，生产高质量玉米种子 15565 万公斤，产生经济社会效益 33.13 亿元。

客观评价：

2019 年 10 月，山东农学会邀请有关专家，对山东农业大学主持完成的“高质量小麦玉米种子生产加工调控关键技术研究与应用”成果进行了通讯评价，评价专家通过审阅书面材料，并根据科技部《技术开发类应用技术成果评价指标》中的六项量化指标，进行评价，形成专家个人评分；在此基础上，评价负责人归纳综合了各评价专家的意见，形成如下评价意见：

针对我国小麦、玉米种子品种特性难以保持、种子活力低和种子纯度检测技术落后的问题，开展了品种特性保持技术、高活力种子生产的理论与技术以及种子纯度检测技术研究，取得了多项创新与突破。

1. 提出并建立了玉米、小麦品种特性保持的定系循环技术，明确了其分子基础，制定了高质量玉米、小麦种子生产地方标准，为延长品种的使用寿命，发挥品种的增产作用提供了技术支撑。

2.系统研究了影响玉米、小麦种子生产到加工过程中影响种子活力的关键因素，明确了玉米果穗不同部位种子活力差异的分子基础，以及氮肥调控和 DA-6 处理影响小麦种子活力的分子机制；研发了玉米脱水剂，发明了电晕场处理提升种子活力的设备，为高活力种子生产、加工提供了依据。

3.发明了种子纯度快速分子检测通用多重 PCR 技术和玉米种子计算机识别技术及设备，解决了种子纯度的室内高通量分子检测和市场监管中快速检测的技术需求。

4.技术在全国范围内广泛应用，近五年，应用该成果累计生产高质量小麦种子 27500 万公斤，生产高质量玉米种子 15565 万公斤，产生经济社会效益 33.13 亿元。

成果制定山东省地方标准 3 项，出版著作 1 部，发表论文 30 篇，授权专利 17 项。技术成果显著提升了我国玉米、小麦种子质量，对于提高种业竞争力发挥了重要作用。成果整体达到国内领先，在高活力种子生产理论与技术以及种子纯度检测技术方面达到国际先进水平。

推广应用情况：

本研究成果已经在全国层面培训 2 次，在全省层面培训 3 次，累计培训企业 387 个，其中山东省累计培训 302 个单位。主持制定了 3 个山东省地方技术标准，相关技术在全国范围内广泛应用，据不完全统计，13 个企业使用该成果，生产高质量小麦种子 27500 万公斤，生产高质量玉米种子 15565 万公斤，产生直接企业效益 8242.5 万元。按照使用该项目因提高种子质量增产 5% 计算，五年累计新增社会效益 323136 万元(社

会效益依据中国农业科学院农业经济研究所《农业科研成果经济效益计算方法》计算)。

主要知识产权和标准规范等目录：

知识产权 (标准) 类别	知识产权 (标准)具 体名称	国家 (地区)	授权号 (标准 编号)	授权(标 准发布) 日期	证书编号 (标准批 准发布部 门)	权利人(标 准起草单 位)	发明人(标 准起草人)
山东省地 方标准	玉米高质 量杂交种 生产技术 规程	中国	DB 37/T 3107— 2018	2018.02. 02	山东省质 量技术监 督局	山东农业大 学；山东中 农天泰种业 有限公司； 山东登海种 业股份有限 公司	张春庆；李 岩；刘宁； 吴承来；杨 今胜；赵林 茂；孙爱清
山东省地 方标准	保持玉米 亲本特征 特性种子 生产技术 规程	中国	DB 37/T 3103— 2018	2018.02. 02	山东省质 量技术监 督局	山东农业大 学；山东中 农天泰种业 有限公司； 山东登海种 业股份有限 公司；山东 省农业科学 院	张春庆；李 岩；刘宁； 吴承来；杨 今胜；王志 武；赵林 茂；孙爱清
山东省地 方标准	高质量小 麦种子生 产技术规 程	中国	DB 37/T 3110— 2018	2018.02. 02	山东省质 量技术监 督局	山东农业大 学；山东中 农天泰种业 有限公司	张春庆；李 岩；刘宁； 尹燕桦；孙 爱清；吴承 来；赵林茂
发明专利	动态玉米 种子图像 采集传送 带	中国	ZL2015 10016 045.2	2016.12. 07	2306347	山东农业大 学	王金星；孟 凡荣；刘双 喜；张春 庆；傅生 辉；牟华 伟；范连祥
发明专利	便携式动 态玉米种 子纯度识 别仪	中国	ZL2014 10637 402.2	2016.09. 28	2247529	山东农业大 学	王金星；孟 凡荣；张春 庆；刘双 喜；关文 胜；傅生

							辉; 牟华伟; 范连祥
发明专利	一种通用多重 PCR 方法	中国	ZL201210193352.4	2013.08.07	1248305	山东农业大学	张春庆; 温大兴
实用新型专利	一种可方便更换芒刺电极片的种子高压电场处理装置	中国	ZL201720309157.1	2018.3.27	7120389	山东农业大学	李法德; 王敬; 宋占华; 闫银发; 宋华鲁; 张春庆
实用新型专利	一种输送带式种子电晕场处理装置	中国	ZL201720832197.4	2018.2.13	6981231	山东农业大学	李法德; 王敬; 宋占华; 陈浩然; 郭庆辉; 谢雪文; 宋华鲁
实用新型专利	一种基于高压电场的种子处理装置	中国	ZL201620728284.0	2016.12.14	5780232	山东农业大学	闫银发; 李法德; 周盛祥; 宋华鲁; 宋占华; 王少刚; 孟德兴
实用新型专利	一种农作物种子介电分选装置	中国	ZL201521045597.8	2016.6.15	5283182	山东农业大学	李法德; 宋华鲁; 闫银发; 宋占华; 王敬; 宿佃斌; 张春庆

主要完成人情况:

序号	姓名	性别	出生年月	技术职称	文化程度	工作单位	对成果创造性贡献
1	张春庆	男	1963.01	教授	研究生	山东农业大学	项目组织和实施, 建立高质量小麦玉米种子生产加工技术体系
2	李岩	男	1978.11	副教授	研究生	山东农业大学	明确了玉米种子活力的分子基础
3	温大兴	男	1986.06	讲师	研究生	山东农业大学	明确了氮肥调控小麦种子活力的分子机制

4	刘双喜	男	1978.04	副教授	研究生	山东农业大学	设计发明了机器视觉识别玉米种子纯度硬件和软件系统
5	孙海艳	女	1976.11	高级农艺师	研究生	全国农业技术推广服务中心	负责本项目部分研发技术的推广工作
6	李法德	男	1962.08	教授	研究生	山东农业大学	研制了种子电晕场处理装置
7	王金星	男	1970.09	教授	研究生	山东农业大学	设计发明了机器视觉识别玉米种子纯度硬件和软件系统
8	尹燕桦	女	1957.09	教授	研究生	山东农业大学	研究了小麦种子活力的发育变化规律
9	刘宁	男	1969.12	推广研究员	研究生	山东中农天泰种业有限公司	负责本项目部分研发技术的推广工作
10	闫银发	男	1976.10	副教授	研究生	山东农业大学	研制了种子电晕场处理装置
11	孙爱清	女	1974.07	副教授	研究生	山东农业大学	研究明确了小麦花粉传播规律
12	吴承来	男	1974.09	副教授	研究生	山东农业大学	参与玉米和小麦花粉传播距离试验

完成单位贡献

山东农业大学是本项目第一完成单位，提出并建立了玉米、小麦品种特性保持的定系循环技术，明确了其分子基础，为延长品种的使用寿命，发挥品种的增产作用提供了技术支撑；明确了高活力玉米种子的分子基础，优化了影响种子产量及活力的关键因素，建立了高质量种子生产技术体系，为高活力种子生产、加工提供了依据；研发了玉米种子脱水剂，为调控收获期、降低种子干燥成本提供了技术支撑；明确了氮肥调控小麦种子活力的分子机制，建立了利用 DA-6 处理提高籽粒蛋白质含量进而提高活力的技术，明确了小麦籽粒活力形成的规律，建立了小麦高质量种子生产技术标准，为高活力种子生产调控、加工提供了依据；发明了种子纯度快速分子检测的通用多重 PCR 技术和玉米计算机识别技术及装备，解决了种子纯度的室内高通量分子检测和市场监管中快速检测的技术需求；创立了电晕场处理提升玉米种子活力的技术和设备，研

究了播前 DA-6 处理提高玉米种子活力的效应，为陈种子利用提供了技术支持。

第二完成单位全国农业技术推广服务中心主导本项目研发技术的推广工作，相关技术包括：保持品种特征特性的定系循环技术、高质量小麦种子生产技术、合理施氮生产高活力小麦种子技术、玉米高质量杂交种生产技术、玉米脱水剂、玉米纯度高通量分子检测技术和便携式玉米种子纯度识别仪。

山东中农天泰种业有限公司主要负责本项目部分研发技术的推广工作，相关技术包括：保持玉米亲本特征特性定系循环生产技术、玉米高质量杂交种生产技术和玉米脱水剂、玉米纯度高通量分子检测技术和电晕场处理提高玉米种子活力。

完成人合作关系说明

成果完成人为张春庆、李岩、温大兴、刘双喜、孙海艳、李法德、王金星、尹燕桦、刘宁、闫银发、孙爱清、吴承来。张春庆、李岩、温大兴、尹燕桦、孙爱清、吴承来是山东农业大学种子科学与技术研究团队核心成员，长期合作开展科学研究、承担科研课题、培养研究生、教学等工作。山东农业大学刘双喜、李法德、王金星、闫银发长期从事农业机械研究，与种子科学与技术团队有着长期的合作，农机、农艺相结合，取得了丰硕的研究成果。孙海艳、刘宁主要负责本项目相关技术的示范推广工作，对于研究成果应用于高质量小麦玉米种子的生产做出了重要贡献。此外，刘宁也合作参与地方标准的起草工作。

详细合作情况如下：

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果
1	合作标准	张春庆/刘宁	2008-2019	玉米高质量杂交种生产技术规程
2	合作标准	张春庆/刘宁	2008-2019	保持玉米亲本特征特性种子生产技术规程
3	合作专利	张春庆/刘双喜	2014-2019	玉米籽粒剖面角质与粉质百分比的定量测定方法
4	合作专利	张春庆/王金星	2009-2019	动态玉米种子图像采集传送带
5	合作专利	张春庆/李法德	2013-2019	一种可方便更换芒刺电极片的种子高压电场处理装置
6	合作专利	张春庆/孙爱清	2008-2019	一种花粉悬浮测速装置
7	合作专利	张春庆/温大兴	2010-2019	一种通用多重 PCR 方法
8	合作论文	张春庆/李岩	2010-2019	Hormone and RNA-seq analyses reveal the mechanisms underlying differences in seed vigour at different maize ear positions
9	合作论文	张春庆/温大兴、李岩	2010-2019	Transcriptome analysis reveals the mechanism by which spraying diethyl aminoethyl hexanoate after anthesis regulates wheat grain filling
10	合作论文	张春庆/温大兴	2010-2019	Rapid evaluation of seed vigor by the absolute content of protein in seed within the same crop