

# 教育部工程研究中心年度报告

(2020 年 1 月——2020 年 12 月)

**工程中心名称：**棉花种质创新与应用教育部工程研究中心

**所属技术领域：**农林牧渔

**工程中心主任：**郭旺珍

**工程中心联系人/联系电话：**尚小光/15062210984

**依托单位名称：**南京农业大学

2021 年 2 月 18 日填报



# 编 制 说 明

一、报告由中心依托单位和主管部门审核并签章；

二、报告中主管部门指的是申报单位所属国务院有关部门相关司局或所在地方省级教育主管部门；

三、请按规范全称填写报告中的依托单位名称；

四、报告中正文须采用宋体小四号字填写，单倍行距；

五、凡不填写内容的栏目，请用“无”标示；

六、封面“所属技术领域”包括“机械与运载工程”“信息与电子工程”“化工、冶金与材料工程”“能源与矿业工程”“土木、水利与建筑工程”“环境与轻纺工程”“农业”“医药卫生”；

七、第八部分“年度与运行情况统计表”中所填写内容均为编制周期内情况；

八、报告提交一份 WORD 文档和一份有电子章或盖章后扫描的 PDF 文件至教育部科技司。

# 编制大纲

一、技术攻关与创新情况（结合总体定位和研究方向，概述中心本年度技术攻关进展情况和代表性成果，字数不超过 2000 字）

“棉花种质创新与应用教育部工程研究中心”（原“杂交棉创制教育部工程研究中心”，以下简称“中心”）面向棉花遗传与种质创新科学前沿和棉花种业发展需求，发挥基础与应用有机整合优势，开展应用基础与应用研究。2020 年，为顺应国家棉花产业结构调整 and 核心技术需求变化，经教育部批准，原“杂交棉创制教育部工程研究中心”更名为“棉花种质创新与应用教育部工程研究中心”；研究方向调整为“棉花种质创新、棉花育种应用和棉花生产关键技术研发”三个方向。

**在棉花种质创新方向：**完善规模化表型精准鉴定平台，发掘优异种质资源。建立了棉花苗期抗旱、耐盐、抗病等目标性状鉴定体系。完成陆地棉 335 份核心种质资源苗期干旱、盐胁迫表型鉴定，获得豫棉 15 号等 43 个耐盐材料，鑫秋 4 号等 7 个耐旱材料。完成 128 份陆地棉背景的海岛棉染色体片段渐渗系苗期黄萎病抗性鉴定，获得 5 份黄萎病抗性显著提高材料。

利用分子和染色体高效育种平台，创制优异新种质。获得了陆地棉与亚洲棉（石系亚 1 号）(AAddA2A2)、陆地棉与雷蒙德氏棉（AAddD5D5）人工异源六倍体。创建了目前国际上仅有的陆地棉-澳洲棉、陆地棉-异常棉和陆地棉-比克氏棉等 3 套棉花异染色体单体附加系 35 个和双体附加系 6 个。获得了高抗黄萎病的陆地棉-澳洲棉染色体大片段导入系-易位系 15 个，确定了 2 个来自澳洲棉的抗黄萎病候选基因。创建了目前国际上仅有的陆地棉-亚洲棉(AA)渐渗系 289 个；陆地棉-雷蒙德氏棉(DD)渐渗系 258 个；陆地棉-特纳氏棉（DD）渐渗系 305 个。海陆种间相互染色体片段渐渗系 322 份；陆地棉-毛棉渐渗系 71 份；陆地棉-黄褐棉渐渗系 90 份；陆地棉与半野生棉（尤卡坦氏棉、雷奇蒙地棉、阔叶棉）渐渗系 307 份，显著拓宽陆地棉遗传背景。

完善棉花组织培养转基因技术和基因编辑体系，创制优异新种质。完善基于农杆菌介导的棉花组织培养转基因技术体系，建立高效基因枪转化棉花胚性愈伤的基因编辑体系，缩短转化进程，提高转化效率。创制 GhImA、GhlysoPL2 基因编辑材料，完成表型与基因功能鉴定。创制过量表达脂转移蛋白基因的转基因棉花新材料 2 个。与对照受体相比，该转基因材料可显著提高棉花的纤维长度、比强度和降低细度，实现纤维品质三个主要性状的协同提高。

解析重要性状基因功能，为新材料创制提供优异基因资源。解析了 GhIm 通过调节线粒体 NAD7 内含子的剪接来影响棉纤维发育的分子机理，为阐明棉花纤维发育的调控机理研究及纤维品质育种改良提供参考。明确 NST 和 SND 亚类的 NAC 蛋白协同调控棉花次生细胞壁发育特征，为深入研究棉纤维中次生壁发育机制提供了理论基础。解析了陆地棉 GhNAC2 通过调节 ABA 的生物合成在应

答干旱胁迫中的作用机制，过量表达 GhNAC2 可显著提高作物抗旱性。

**在棉花育种应用方向：**大规模发掘优异等位变异，提供育种利用。利用中心自主研发的棉花高密度芯片 CottonSNP80K，对不同来源的 279 份海岛棉材料进行 SNP 分型。结合基因型和纤维品质表型的 GWAS 分析，检测到 34 个纤维品质关联 QTL。研究发现激素和木质素相关基因与棉花纤维发育显著相关。通过单体型分析，筛选出一个编码 E3 泛素连接酶的基因 GB\_A03G0335，其基因区存在一个与纤维品质性状紧密关联的 SNP 突变。

对 316 份陆地棉材料在 4 种不同盐环境的单铃重、衣分和铃数的表型和基因型关联分析，明确盐环境下铃数的下降是制约棉纤维产量的主要因素。发掘了陆地棉的单铃重、衣分、铃数相关 QTL 分别 42 个、91 个和 25 个。发现 MYB103 在启动子和编码区各存在一个 SNP 变异，对棉花衣分产生显著影响。研究发现高盐和低盐浓度下，铃数的调控机制存在差异，高盐环境下铃数关联基因功能富集在能量代谢，而低盐环境下关联基因功能主要富集在离子运输。进一步通过优异位点聚合创制耐逆新材料。

深度测序了 7 个来自前苏联和美国的陆地棉原始品种，并对 69 个来自新疆的现代栽培种进行重测序分析。研究发现，新疆现代栽培棉花品种的基因组供体主要来自前苏联棉花品种，鉴定到 156 个基因组区段对新疆陆地棉的产量及品质具有重要贡献，转录因子 GhAATF1 及 GhmTERF1 与棉花衣分性状显著相关，生长素响应基因 GhARF3 与棉纤维品质性状显著相关。

大规模配置育种组合，选育新品系新品种。完成 1000 余份棉花育种材料的表型比较，选育新品种（组合）。参加不同省份试验品种 7 个。独立和合作培育的 5 个品种通过不同省份生产试验，有望 2021 年通过审定。其中南农 995（湖南）、南农 996（安徽）、南农 992（河南）完成生产试验阶段，表现优异。与江苏沿海地区农业科学研究所合作，建立了棉花分子标记关键技术体系，聚合抗虫和优质 QTL 位点，培育抗病、优质、转基因抗虫棉花新品种“苏棉 31”。与宿迁市农业科学研究院合作，培育高产、优质、抗病、抗虫的棉花新品种“泗棉 686”。两个合作品种 2020 年均已完成江苏省生产试验。2020 年“南农 997”通过江西省主要农作物品种审定委员会审定。

**在棉花生产关键技术研发方向：**开展陆地棉全基因组 SSR/INDEL 标记开发与应用。基于不同陆地棉资源材料的重测序数据，开展全基因组 SSR 和 InDel 标记发掘，共获得 695,235 个 SSR 位点，2,361,956 个 InDel 位点。开发可区分不同陆地棉品种的多态 PSSR 和 PInDel 的位点检测引物分别 7,935 和 287,646。利用这些标记信息对陆地棉不同来源地方种材料和早期中国不同流域大面积推广的 32 份材料进行遗传多样性研究和品种鉴定分析，明确 PInDel 和 PSSR 多态率分别为 86% 和 78%。研究结果为棉花种质资源鉴定和遗传多样性分析提供理论

基础和标记资源。

开展麦棉周年秸秆还田下化肥减施技术研究。研究了麦棉两熟周年秸秆还田方式对棉花生长与产量的影响、麦棉两熟周年秸秆还田下棉花氮肥、磷肥及钾肥的减量效应。与秸秆不还田相比，生物炭还田、秸秆翻埋还田和秸秆带状覆盖还田下棉花群体光合速率分别提高 33.0%、26.9%和 11.4%。生物炭还田和秸秆翻埋还田在各时期均显著提高棉花生物量，秸秆覆盖还田在盛蕾期、盛花期及盛铃期显著提高棉花生物量。在吐絮期，生物炭还田、秸秆翻埋还田生物量较秸秆不还田分别提高 47.4%、30.7%。生物炭还田、秸秆翻埋还田和秸秆带状覆盖还田棉花籽棉产量分别提高 14.5%、20.4%和 10.9%。基于秸秆还田定位试验条件下的棉花减氮(磷、钾)增效技术理论可实现减氮、磷、钾分别为 28%、22%和 27% 以上。

开展麦(油)后直播棉优质轻简与绿色高效栽培技术示范。在江苏大丰选取 200 亩土地进行小麦后直播棉技术示范，在江苏兴化选取 200 亩土地进行大麦后直播棉技术示范。2020 年 11 月 7 日，南京农业大学科学研究院组织专家验收组，按照农业部《全国棉花高产创建示范片测产验收方法(试行)》规定，对“麦棉两熟周年秸秆还田麦后直播机采棉集约化生产技术”大丰区稻麦场示范方、兴化市新垛镇示范方进行了现场测产验收。2020 年 11 月 8 日在大丰市召开全省麦后直播棉集约化生产技术(采收期)现场观摩培训会。麦棉周年秸秆还田下麦后直播棉优质轻简与绿色高效栽培技术在江苏等地示范推广，大大提升棉花轻简化绿色栽培技术水平。

2020 年度，中心相关研究发表论文 27 篇，其中 SCI 收录论文 23 篇；获授权专利 4 项；通过生产试验品种 5 个，审定品种 1 个；组织制订江苏省地方标准 1 项；在湖南常德、安徽阜阳、江苏盐城等地推广新型栽培技术体系 1 套。“中心”组织学术交流 1 次，参加国内外学术交流多次。培养研究生 113 人，其中博士研究生 41 人，硕士研究生 72 人。中心成果“四倍体栽培棉花起源与驯化改良的遗传基础”2020 年度获教育部高等学校科学研究优秀成果奖自然科学奖一等奖。

## 二、成果转化与行业贡献

1. 总体情况（总体介绍当年工程技术成果转移转化情况及其对行业、区域发展的贡献度和影响力，不超过 1000 字）

“中心”面向棉花遗传与种质创新科学前沿和棉花种业发展需求，聚焦三个

研究方向开展系统研发与应用研究，建立从基因组解析、种质创制到育种利用有机结合、良种良法配套的研究体系。2020 年度，中心在新材料创制、新品种培育与示范、栽培技术集成及应用等方面取得了较好进展，为棉花行业及区域发展提供技术支撑。

进一步优化了棉花农杆菌介导的下胚轴遗传转化体系，建立了基于胚性愈伤组织为受体、基因枪介导的棉花基因编辑方法，3-4 个月可获得基因编辑后代，大大加速了功能基因验证和新材料创制进程。成功完成一批外源及棉花内源基因的转基因表达研究，创制了一批优质、抗逆等棉花资源新材料，在棉花基因功能研究和育种实践中具有重要的应用前景。

通过染色体小片段导入，创建了陆地棉-亚洲棉（AA）、陆地棉-雷蒙德氏棉（DD）和陆地棉-特纳氏棉（DD）等 3 套二倍体渐渗的四倍体陆地棉染色体片段导入系，经黄萎病鉴定筛选，获得了 5 份抗黄萎病新种质。本年度与新疆农科院等单位合作，利用黄萎病抗病性显著提高的导入系材料，对新疆棉花品种的黄萎病抗性进行回交改良。

面向国家棉业机械化发展需求，2020 年中心培育的早熟、机采棉新品种“南农 997”通过江西省农作物品种审定委员会审定，服务长江流域棉花产业顺畅发展。中心与新疆农业大学合作，获南京农业大学-新疆农业大学联合基金项目资助，通过系统开展陆地棉种质资源产量、品质评价、优异基因发掘并用于新疆陆地棉品种高产、优质遗传改良，服务新疆棉花生产需求。

基于秸秆还田定位试验条件下的棉花减肥增效技术理论，总结出麦棉周年秸秆还田下麦后、油后早熟棉直播轻简绿色高效栽培技术体系，可实现棉花种植亩净收入 1600 元以上，并大面积示范推广。

通过多年系统研究，中心集成“四倍体栽培棉花起源与驯化改良的遗传基础”2020 年度获教育部高等学校科学研究优秀成果奖自然科学奖一等奖。

2. 工程化案例（当年新增典型案例，主要内容包括：技术成果名称、关键技术及水平；技术成果工程化、产业化、技术转移/转化模式和过程；成果转化的经济效益以及对行业技术发展和竞争能力提升作用）

#### 典型案例 1：棉花产量、品质及耐盐性的全基因组关联分析及关键基因挖掘

棉花是世界性重要作物。陆地棉和海岛棉是广泛栽培的四倍体棉种，陆地棉适应性广、产量高、纤维品质中等；海岛棉产量低但纤维品质优良，是纺高支纱的原料。在陆地棉及海岛棉中挖掘纤维产量、品质及抗逆性等关键性状形成的 QTL 位点、关键候选基因具有重要意义。

中心深度测序了 7 个来自前苏联（108Φ, C1470, 611Б 和 KK1543）、美国（DPL15, STV2B）和非洲乌干达（UGDM）的陆地棉原始品种，并对 69 个来自新疆的现代栽培种进行了重测序分析。通过全基因组覆盖的 2 百余万高质量的 SNP 位点的系统作图和 IBD 分析，发现新疆的现代栽培棉花品种分为 2 类，其基因

组供体主要来自前苏联棉花品种，同时和美国、非洲乌干达来源的棉花原始品种也有非常近的亲缘关系。进一步鉴定到 156 个基因组区段对新疆陆地棉的产量及品质具有重要贡献，其中转录因子 GhAATF1 及 GhmTERF1 与棉花衣分性状显著相关，生长素响应基因 GhARF3 与棉纤维品质性状显著相关。该研究不仅揭示了新疆现代栽培棉花品种人工选择进程中的基因组组成，同时为未来新疆陆地棉“精确育种”提供优异位点和理论支撑。

利用棉花高密度芯片 CottonSNP80K，对不同国内外来源的 279 份海岛棉材料进行 SNP 分型，结合基因型和纤维品质表型的 GWAS 分析，共检测到 34 个纤维品质关联的 QTL，其中 25 个在盐环境和正常环境下同时被检测到。对关联 QTL 中的基因进行功能分析，结果显示激素和木质素相关基因与棉花纤维发育显著关联。通过单体型分析，进一步筛选出一个编码 E3 泛素连接酶的基因 GB\_A03G0335，其基因区存在一个与纤维品质性状紧密关联的 SNP 突变。

中心开展盐胁迫下影响棉花产量的关键因子和候选基因发掘研究，对 316 份国内外来源的陆地棉单铃重、衣分和铃数进行表型统计分析，发现在 4 种不同盐环境（5%，7%，10%和 19%）下棉花衣分没有显著变化，相比较于低盐条件，在高盐条件下铃数降低 17.75%，单铃重上升 5.29%，单株产量下降 16.79%。利用不同棉花材料来源 57413 个高质量 SNP 的基因型数据对各性状进行 GWAS 分析，分别发掘了 42 个单铃重相关、91 个衣分相关和 25 个铃数相关的 QTL。发现一个衣分高频关联 QTL 中，MYB103 在启动子和编码区各存在一个 SNP 变异，对棉花衣分产生显著影响。筛选出 HKT1、POD 和 MAPK 等基因在盐环境下铃数提升具有重要意义。

综合上述研究筛选的优质 QTL 位点及候选基因将为棉花高产、优质、多抗性状的遗传改良提供重要的标记资源和优质供体材料。

## **典型案例 2：适于机采机收、优质、高产、多抗棉花品种培育与推广**

棉花生产全程机械化是棉花种植的必然趋势，中心聚焦培育适于棉花机采机收、优质、高产、多抗等性状的棉花新品种，通过棉花新材料筛选、分子标记辅助选择、发掘优异株型决定基因、聚合抗病虫基因，系统开展棉花新品种选育和生产试验研究。

中心完成 1000 余份棉花育种材料的表型比较，选育新品种（组合）。参加不同省份试验品种 7 个。独立和合作培育 5 个品种通过不同省份生产试验，有望 2021 年通过审定。中心育成的棉花新品种“南农 997”2020 年通过江西省主要农作物品种审定委员会审定。“南农 997”为早熟、机采棉花新品种，可用于长江流域棉花机采机收的种植。生育期 95.3 天，株型为塔型、株形紧凑，果枝夹角较小，根系较发达，铃卵圆形，单铃重 4.9 克，籽指 10.5 克，霜前花率 98.3%。两年区试平均亩产籽棉 258.9 公斤，增产 9.60%；两年平均皮棉 109.1 公斤，增产 14.70%。生产试验亩产籽棉 228.6 公斤，比对照（中棉所 50）增产 6.23%；亩产皮棉 99.2 公斤，比对照增产 14.18%。纤维长度 29.6mm，整齐度 84.4%，比强度 31.5 cN/tex，马克隆值 5.0，伸长率 5.7%，反射率 83.3%，黄度 7.4，纺纱均匀性指数 147.1。耐枯萎病，相对病指 10.3，耐黄萎病，相对病指 24.6。在长江流域进行早熟、机采棉的育种，对实现棉花机械化采收、满足棉花轻简化种植具有重要意义。

### 典型案例 3：棉花减肥增效、绿色高效栽培技术研究及推广

中心围绕我国棉花生产过程中氮肥利用率过低，及由此带来的生产成本居高不下、环境污染严重等问题，提出了秸秆还田、氮肥减施的机理及其施用技术体系，取得了显著的经济、生态和社会效益，引领了棉花优质高产高效和绿色可持续生产。

阐明了棉田周年秸秆还田的养分替代效应。发现秸秆还田条件下，群体光合速率、籽棉产量增幅随还田年限增加而增加；长期秸秆还田在不同类型土壤均显著提高棉花根系载铃量与根系载荷能力，粘土下的增加效应显著大于砂壤土；在还田方式上，秸秆碳化成生物炭后还田对土壤养分有效性提高效应最大、秸秆催腐和翻埋次之、秸秆覆盖最小；秸秆碳化后还田可利用生物炭的特殊结构和稳定性，有效抑制土壤不稳定有机碳组分和活性氮含量，降低了碳氮代谢相关酶活性，显著提升了秸秆还田的固碳减排效应；在还田量上，全量还田增幅大于半量还田；秸秆连续还田至第 5 年，秸秆还田配施磷肥  $50 \text{ kgP}_2\text{O}_5\text{hm}^{-2}$  时棉花群体光合速率可达到常规施肥条件下施磷量( $100 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ hm}^{-2}$ )水平，在此条件下，吐絮期根系载荷能力提高 10% 以上；麦棉周年秸秆、小麦秸秆、棉花秸秆还田可以分别减少棉花季施钾量 71.4%、37.7%、27.9%。

研发多项技术系统解决了多年连续秸秆还田的栽培负效应。针对秸秆粉碎与翻埋作业不达标，易悬空“吊苗”，影响下一季作物出苗率及冬季抗冻的负效应，采取秸秆充分粉碎旋耕埋草 15cm 以上结合耕后镇压 1-2 次，可使出苗率提高 20% 左右。针对秸秆还田下轮作水稻、低洼田块及降雨偏多年份的土壤黏重、耕层温度提升慢，下一季作物僵苗晚发、生长缓慢的问题，采取出苗后中耕秸秆翻埋入土，结合中耕松土，可显著提高土温（可达  $2.4^\circ\text{C}$ ），促苗早发。针对秸秆分解过程中微生物大量增殖消耗氮营养，导致土壤速效氮降低，出现苗弱问题，在还田第 1-2 年增加氮肥或增加前期氮肥施用比例，可在还田第 2-3 年后可减少氮肥用量并能使棉花增产 27.0%-46.6%。针对麦棉秸秆连续多年还田使土壤病原菌和根系有害分泌物不断积累，导致棉花黄萎病等土传病害发生加重的问题，采取增施钾肥、轮换抗病品种、轮换不同种植模式，实现了黄萎病情指数降低 25%-82% 和 36%-57%。

建立了麦（油）后早熟棉直播轻简绿色高效栽培技术体系。基于前述单项技术集成了麦（油）后早熟棉直播轻简绿色高效栽培技术体系，在长江流域棉区江苏、安徽等地集成建立了非盐碱地、滨海盐碱地常规棉优质高产高效栽培技术体系 2 套，实现了减肥 20%~40%、减药 20%~30%，可有效避开了棉田主要害虫和枯黄萎病的爆发期，在不增加经济投入和减氮减肥条件下稳定获得籽棉  $4500 \text{ kg hm}^{-2}$  以上，实现亩净收入 1600 元以上。

3. 行业服务情况（本年度与企业的合作技术开发、提供技术咨询，为企业开展技术培训，以及参加行业协会、联盟活动情况）

在长江流域棉区江苏、安徽等地集成建立了非盐碱地、滨海盐碱地常规棉优质高产高效栽培技术体系 2 套，实现了减肥 20%~40%、减药 20%~30%，可有效避开了棉田主要害虫和枯、黄萎病的爆发期，在不增加经济投入和减氮减肥条件下稳定获得籽棉 4500 kg hm<sup>-2</sup> 以上，实现亩净收入 1600 元以上。该技术已获得大面积应用，取得了显著的经济、生态和社会效益，引领了棉花优质高产高效和绿色可持续生产。

与中国农业科学院棉花研究所、新疆农业科学院经济作物研究所、扬州大学、安徽省农业科学院棉花研究所、湖南省棉花科学研究所、湖北省黄冈市农业科学院等单位合作，在江苏、安徽、山东、河北、湖南、湖北、新疆等地示范推广棉花优质高产协同理论与高效栽培技术，示范面积累计达 120 万公顷。

分别在江苏、安徽、河北、湖北、新疆、山东等地有序开展“棉花优质高产协同理论与高效栽培技术”的推广与指导工作，共组织现场观摩 6 次，培训技术人员及种田大户 200 多人次。

培育的早熟、机采棉花新品种“南农 997”，在安徽当涂等地进行了较大面积的多点示范。

获授权的国家发明专利：能显著提高棉花抗病性的 GhLMM 基因及其应用（ZL201710204602.2）作为科技援疆项目主要组成，以专利普通实施许可无偿转让新疆农业大学，合作开展棉花抗病遗传育种研究。

与美国加州大学圣地亚哥分校赵云德教授合作，引进其新型报告系统载体，在棉花特色种质创制和新品种选育，分子育种新理论、新技术、新方法创新性研究与应用，人才培养等方面达成框架性协议，为下一步深入合作奠定基础。

### 三、学科发展与人才培养

#### 1. 支撑学科发展情况（本年度中心对学科建设的支撑作用以及推动学科交叉与新兴学科建设的情况，不超过 1000 字）

“中心”依托的“作物学”学科是南京农业大学传统优势学科。是国家一级重点学科，先后入选江苏省优势学科（A 类）和国家“双一流”建设学科，在全国第四轮（2016）学科评估被评为 A<sup>+</sup> 学科，是南京农业大学农业科学领域进入全球 ESI 前 1% 的主干支撑学科。“中心”在科学研究、人才培养、服务社会等方面有力推动了学科发展，发挥了重要支撑作用。

2020 年度，“中心”聚焦“棉花种质创新、棉花育种应用和棉花生产关键技术研发”三个研究方向，开展了系统的基础与应用研究。完善规模化表型精准鉴定平台，发掘优异种质资源；利用分子和染色体高效育种平台，创制优异新种质；解析了 GhIm 基因调控棉纤维发育的分子机理，明确 NST 和 SND 亚类的 NAC 蛋白协同调控棉花次生细胞壁发育特征，解析了陆地棉 GhNAC2 通过调节 ABA 的生物合成在应答干旱胁迫中的作用机制；大规模发掘优异等位变异，为育种利用提供遗传基础；大规模配置育种组合，选育新材料新品种，育成南农 997；集

成棉花减肥增效绿色高效生产理论与技术等多项研究成果。

中心承担国家自然科学基金、国家重点研发计划、国家转基因生物新品种培育重大专项等科研项目 20 余项,新获批国家自然科学基金面上项目 1 项。在 2020 年度,中心相关研究发表论文 27 篇,其中 SCI 收录论文 23 篇;获授权专利 4 项;通过生产试验品种 5 个,审定品种 1 个;组织制订江苏省地方标准 1 项;在湖南常德、安徽阜阳、江苏盐城等地推广新型栽培技术体系 1 套。“中心”组织学术交流 1 次,参加国内外学术交流多次。培养研究生 113 人,其中博士研究生 41 人,硕士研究生 72 人。中心成果“四倍体栽培棉花起源与驯化改良的遗传基础”2020 年度获教育部高等学校科学研究优秀成果奖自然科学奖一等奖。“中心”所取得的研究成果有效推动了依托单位的学科发展及建设。

## 2. 人才培养情况(本年度中心人才培养总体情况、研究生代表性成果、与国内外科研机构和行业企业开展联合培养情况,不超过 1000 字)

中心十分重视人才建设,注重研究生综合能力培养,坚持问题导向,启发科研兴趣,注重德才兼备,充分发挥个人特长。

2020 年度,中心在读研究生 95 人,其中博士研究生 38 人,硕士研究生 57 人。毕业研究生 18 人,其中博士研究生 3 人,毕业硕士研究生 15 人,多名博士、硕士研究生获国家奖学金。在 *Plant Biotechnology Journal*、*BMC Plant Biology*、*Plant Science*、*Genetics*、*Geoderma* 等本领域主流期刊发表论文 27 篇。为国内外科研院所和种业公司输送了一批素质高、思想好、科研能力强的优秀人才。

注重国际学术交流,开拓青年人才国际视野。本年度,“中心”1 名博士研究生赴美国康奈尔大学进行联合培养,多名中心人员及研究生在线参加了多场国际学术交流会议,接收 1 名巴基斯坦学者从事博士后研究。通过联合培养研究生、参加国际学术会议等形式,极大地开阔了学生的国际视野,提升了学生的国际交流能力。

中心注重与国内大学、科研机构的合作与交流。2020 年度,中心积极主动与江苏省农业科学院、山东棉花研究中心等国内外同行合作、交流,实现团结协作、资源共享、优势互补,确保中心顺畅运行。中心与山西农业大学联合培养研究生 2 名,为国内相关大学、科研院所的发展提供人才培养支撑。与新疆农业大学联合攻关,致力新疆耐盐性棉花品种的改良。

### 中心研究生代表性成果:

#### **GhIm 蛋白通过调控线粒体 NAD7 转录本的剪切影响棉纤维发育:**

棉花纤维是一种重要的纺织工业原料,成熟纤维发育要经历起始、伸长、细胞壁加厚和脱水成熟四个时期,纤维的成熟度对纤维品质具有重要影响。本研究通过对一个纤维发育不成熟突变体(*im*)进行了遗传分析、图位克隆和分子机理解析。明确该突变体由隐性单基因控制,突变基因位于 A03 染色体上,编码一个 PPR(Pentatricopeptide repeat)蛋白。*im* 突变体中该基因存在 22 个核苷酸的

缺失，造成了蛋白翻译的提前终止。该基因编码蛋白 *GhIm* 定位于线粒体上，可以直接结合线粒体基因 *NAD7*，并影响内含子 2 的剪接，进而影响线粒体复合物 I 的活性及 ATP 的合成。同时 *GhIm* 的突变激活了交替氧化途径，影响了线粒体中活性氧的稳态，改变了胁迫或激素应答基因的表达。在四倍体棉花中，*GhImA* 和 *GhImD* 部分同源基因都能结合 *NAD7* 序列，且二者具有补偿效应。该研究为阐明棉花纤维发育的调控机理研究提供参考。

### 3. 研究队伍建设情况（本年度中心人才引进情况，40 岁以下中青年教师培养、成长情况，不超过 1000 字）

中心现有固定研究人员 16 名，流动人员 30 名。中心主任郭旺珍教授兼任作物遗传与种质创新国家重点实验室副主任，入选国家高层次人才特殊支持计划“万人计划”科技创新领军人才；科技部“创新人才推进计划”中青年科技创新领军人才；教育部“新世纪优秀人才”；江苏省“333 工程”培养对象（第二层次）；江苏省“六大人才高峰”；江苏省高校“青蓝工程”科技创新团队带头人等人才计划；江苏省优良品种培育工程专业协作攻关组棉花协作攻关组首席专家；江苏省农作物品种审定委员会主任委员会委员，棉花专业委员会主任委员。是中国青年女科学家奖、中国青年科技奖获得者。

方向带头人周治国教授为国家棉花产业技术体系岗位科学家，中国棉花学会常务理事、副秘书长，中国作物学会栽培专业委员会委员，江苏省作物学会常务理事、江苏省棉花专业委员会主任，江苏省棉花协会顾问，《作物学报》、《棉花学报》编委，获山东省优秀科技工作者称号，是江苏省普通高等学校“青蓝工程”优秀青年骨干教师。

方向带头人周宝良教授为国家“百千万人才工程”首批培养人选，国务院政府特殊津贴获得者，长期从事棉花野生资源优异基因发掘与种质创新研究。

方向带头人朱协飞高级农艺师为“江苏农村科技服务超市”省级科技服务团专家、湖南安乡等棉花生产大县生产顾问，长期从事棉花新品种培育与产业化推广研究。

中心主要成员以青年人才为主，拥有一支研究方向明确，专业特色明显，团结协作，思想活跃的研究队伍。陈兵林教授为南京农业大学博士生导师，获南京农业大学“提增”计划优秀指导老师、“连云港市百名教授科教兴百村小康工程”科技贡献三等奖、南京农业大学教学质量优秀奖等。王友华教授为南京农业大学博士生导师，美国路易斯安那州立大学农业中心（Agcenter）访问学者，主要从事棉花生理生态与作物化学调控研究。蔡彩平副教授入选南京农业大学“钟山学者”计划首批“钟山新秀”，是江苏省优秀博士学位论文获得者。张大勇副教授、胡伟副教授为南京农业大学高层次引进人才。尚小光博士是中澳联合培养博士研究生，专业技术扎实，年轻充满活力。另外，本中心还有 2 名博士后，朱国忠博士在全基因组重要育种目标性状关键位点筛选，分子聚合育种及品种指纹身份证鉴定方面做了系统工作。Amjid Muhammad Waqas 为巴基斯坦籍博士后，以巴基斯坦特有的耐盐碱材料为基础，进行棉花耐盐性分析，挖掘具有重要棉花育种应用价值的耐盐候选基因。

2020 年度，中心继续加强人才队伍建设，提高团队创新实力。新增团队成员 1 名，王海棠博士，主要从事棉花组织培养方向的研究及实验室管理，为本团队棉花遗传转化及转基因新材料的创制奠定了良好基础。

中心通过主动与国内外同行合作，交流，吸引、凝聚和培养不同专长的各类人才，实现团结协作，优势互补，确保中心顺畅运行。

## 四、开放与运行管理

1. 主管部门、依托单位支持情况（主管部门和依托单位本年度为中心提供建设和运行经费、科研场所和仪器设备等条件保障情况，在学科建设、人才引进、研究生招生名额等方面给予优先支持的情况，不超过 1000 字）

主管部门和依托单位在人力、物力等方面均给予大力支持，确保中心顺利运行。

依托单位南京农业大学在卫岗校区为中心提供 1200 平米的实验室和 700 余平米的温室基地。中心在江苏大丰、安徽当涂、新疆库尔勒、沙湾等地建有育种站、在河南商丘建有抗性鉴定基地、在海南乐东建有南繁基地，合计 2000 多平米的试验基地和 500 多亩试验田。学校国家重点实验室配有 3000 多万元基因组学、蛋白质组学、转基因检测等国内先进的大型仪器设备，供中心科研人员及研究生共享使用。在溧水白马试验基地中心有 70 亩试验田，用于资源鉴定和品种比较调查。

依托单位在中心赖以可持续发展的温室、网室扩建、分配过程中，优先为中心考虑，为中心科研工作提供了有力保障。在学科建设、人才引进、团队建设、自主选题研究等方面也给予中心优先支持。

依托单位每年对中心进行年度考核，确保中心良性运行。

2. 仪器设备开放共享情况（本年度中心 30 万以上大型仪器设备的使用、开放共享情况，研制新设备和升级改造旧设备等方面的情况）

中心拥有常规、分子育种和现代分子生物学实验操作的基本仪器设备。分子生物学实验室设施完善，拥有大容量高速冷冻离心机、DNA 人工测序仪、显微观察设施、高通量 PCR 扩增仪、光合测定系统、成像系统和超低温冷冻冰箱等实验设备。其中 10 万元以上的设备有 15 件套。设备资产购置、资产使用和开放共享，根据教育部《高等学校固定资产管理办法》、《高等学校仪器设备管理办法》和《高等学校实验室工作规程》，结合学校仪器设备管理工作的实际情况进行。仪器设备的管理采取“统一领导、归口分配”管理的原则，由中心与依托单位基

地管理处负责仪器设备的固定资产管理和使用管理。

为了充分提高高值仪器利用率，中心建立了严格的仪器使用预约制度、登记制度，仪器设备均对校内外科研单位实行免费开放共享，平台和校内优先使用。中心也共享作物遗传与种质创新国家重点实验室，农业部作物生理生态与生产管理重点实验室的 30 万以上高值仪器设施，充分提高仪器使用率和效率。

### 3. 学风建设情况（本年度中心加强学风建设的举措和成果，含讲座等情况）

中心一直注重学术道德和学术规范素养教育。定期开展全体师生学术道德和学术诚信教育，建立了严谨的原始数据归档、实验数据核查等相关要求。针对研究材料、技术方案和田间表型调查，注重原始数据收集、核查与分析。

中心积极开展国内外同行学术交流。2020 年度，中心克服新冠疫情影响，组织召开了本年度中心学术交流会。江苏省农业科学院肖松华研究员、南京农业大学植物保护学院王燕副教授、南京农业大学农学院宋庆鑫教授及和玉兵副教授分别就学科发展前沿和棉花产业需求作学术报告。

中心成员积极参加国内外学术交流，扩大中心的学术影响力。2020 年 8 月 8-10 日，王友华、孟亚利等参加中国农学会棉花分会学术大会；2020 年 11 月 6-7 日，周治国、王友华、孟亚利等参加长江流域机采棉花优质丰产关键调控技术观摩与研讨会；2020 年 11 月 8-10 日，孟亚利、王友华、陈兵林等参加第十九届中国作物学会学术年会。

国内外学术交流活动拓宽了中心研究人员的研究视野及研究思路，加快了中心相关研究进程，并扩大了中心的影响力和知名度。同时，中心高度重视文化建设。2020 年组织“团队暑期交流会”和“棉花花艺活动”等 2 次文化建设活动，进一步凝聚团队向心力、活力和积极向上的环境。

### 4. 技术委员会工作情况（本年度召开技术委员会情况）

本年度由于新冠疫情的影响，工程研究中心技术委员会会议更改了会议形式，由中心主任郭旺珍教授向各位技术委员会委员以通讯方式汇报本年度中心运行情况。

郭旺珍教授就“中心”本年度坚持面向棉花遗传与种质创新科学前沿和棉花种业发展需求，发挥基础与应用有机整合优势，开展应用基础与应用研究的研究成效做了系统总结。进一步分析在有限的耕地上稳步发展棉花产业，围绕棉花种质创新、棉花育种应用和棉花生产关键技术研发三个方向进行深入研究和技术探索。技术委员会各位专家给予“中心”精心指导，聚焦中心下一年度的建设方案、重点任务和研究内容，提供宝贵建议。对“中心”在学科发展，科学研究，人才培养，校企联盟，与产业紧密结合，实现成果转化，服务社会等方面做了进一步指导。“中心”成员进一步讨论消化，明确下一步发展思路和目标。

## 五、下一年度工作计划（技术研发、成果转化、人才培养、团队建设和制度优化的总体计划，不超过 1500 字）

棉花是世界性重要经济作物和国家战略物资。通过中心多年系统建设，在硬件设施上为工程中心顺畅运行创造了良好的条件，同时传承已有研究基础并发展了多渠道科研力量，通过技术集成，形成上、中、下有机联合，完善的研发平台。进一步加强能力建设和技术储备，促进了产业可持续发展。建立科研队伍建设，专业人才培养及国内外学术交流机制，提高了科研持续创新能力。

针对国内外棉花产业需求，中心将依托建立的棉花基因组研究研发平台和新品种研制、中试与产业化平台，开展“棉花种质创新、棉花育种应用和棉花关键技术研发”3个方向研究，聚焦基因资源发掘与种质创新，创制优质、高产、多抗、适于机械化等性状的优异棉花新材料。聚焦重要性状基因发掘与功能解析，探求优质、耐逆、抗黄萎病等目标性状形成的关键基因作用机制。服务生产需求，培育适于立体种植、早熟机采、生态观赏等特色棉花新材料、新品系、新品种，创建栽培新模式。服务学科前沿和生产需求，培育相关专业人才。积极与国内外同行协同攻关，服务棉花学科前沿和种业需求。加强团队建设，致力高素质棉业人才培养。特别注重熟悉行业发展的人才引进与培养，提升服务产业发展能力。完善中心管理、运行制度，加强中心创新文化建设，发挥中心创新、引领与服务功能。

## 六、问题与建议（工程中心建设运行、管理和发展的的问题与建议，可向依托单位、主管单位和教育部提出整体性建议）

中心依托夯实的研究基础，传承与发展相关研究，拓宽表型基因组与设计育种新研究生长点。创制了一大批适于棉花遗传育种的种质资源材料，部分材料中心独创。建立多年多环境表型精准鉴定体系，深入解析棉花基因组，揭示了多个重要基因的功能网络，创制了一系列创新栽培技术体系，为培育高产、优质、多抗棉花新品种、加快棉花产业化进程提供理论、技术和材料支撑。

中心成员将扎实努力，砥砺前行，力争在科学研究，良种良法配套，人才培养，国内外合作交流，工程成果转化等方面均发挥创新，引领与服务功能。希望依托单位、主管单位在温室等硬件设施完善、育种基地可持续性建设、适于工程研究的人才选留和引进、研究生招生名额等方面加大支持，确保中心顺畅发展，服务棉花产业需求，提高国际竞争力。

## 七、审核意见（工程中心负责人、依托单位、主管单位 审核并签章）

(1) 工程中心负责人审核承诺：年度报告数据属实。

负责人（签字）

年 月 日

(2) 依托单位审核意见：数据属实。

南京农业大学（签章）

年 月 日

(3) 主管单位审核意见

## 八、年度运行情况统计表

研究方向	研究方向 1	棉花种质创新		学术带头人		郭旺珍
	研究方向 2	棉花育种应用		学术带头人		周宝良
	研究方向 3	棉花关键技术研发		学术带头人		周治国
	研究方向 4			学术带头人		
工程中心面积	3268 m <sup>2</sup>			当年新增面积		0 m <sup>2</sup>
固定人员	16 人			流动人员		30 人
获奖情况	国家级科技奖励	一等奖	项	二等奖	项	
	省、部级科技奖励	一等奖	1 项	二等奖	项	
当年项目到账总经费	860 万元	纵向经费	860 万元	横向经费	万元	
当年知识产权与成果转化	专利等知识产权持有情况	有效专利	4 项	其他知识产权	25 项	
	参与标准与规范制定情况	国际/国家标准	项	行业/地方标准	1 项	
	以转让方式转化科技成果	合同项数	1 项	其中专利转让	1 项	
		合同金额	万元	其中专利转让	万元	
		当年到账金额	万元	其中专利转让	万元	
	以许可方式转化科技成果	合同项数	项	其中专利许可	项	
		合同金额	万元	其中专利许可	万元	
		当年到账金额	万元	其中专利许可	万元	
	以作价投资方式转化科技成果	合同项数	项	其中专利作价	项	
		作价金额	万元	其中专利作价	万元	
	产学研合作情况	技术开发、咨询、服务项目合同数	项	技术开发、咨询、服务项目合同金额	万元	

当年服务情况		技术咨询		6 次		培训服务		200 人次	
学科发 展与人 才培养	依托学科 (据实增删)	学科 1	作物学		学科 2			学科 3	
	研究生 培养	在读博士		38 人		在读硕士		57 人	
		当年毕业博 士		3 人		当年毕业硕士		15 人	
	学科建设 (当年情 况)	承担本科 课程	518 学时		承担研究生 课程		120 学时		大专院校 教材
研究队 伍建设	科技人才	教授	7 人		副教授	5 人		讲师	4 人
	访问学者	国内			6 人	国外		1 人	
	博士后	本年度进站博士后			2 人	本年度出站博士后			0 人