

《咖啡加工提质增效关键技术研发与集成应用》 公示材料

一、项目名称

咖啡加工提质增效关键技术研发与集成应用

二、提名者及提名意见

1. 提名者：中国热带农业科学院

2. 提名意见

该项目针对目前我国咖啡加工存在的传统工艺耗水量大、产地初加工装备缺乏、加工品质不稳定等问题，系统研究并揭示了我国咖啡主栽品种特征香气差异的化学物质基础，明晰了干燥过程中风味品质变化机制，突破了咖啡微水脱皮脱胶、低温热泵干燥、数字化提质烘焙增香、风味冻干咖啡研制等关键技术 8 项，设计研制出系列新产品并实现产业化。获授权国家发明专利 7 项，实用新型专利 6 项；发表论文 39 篇，其中 SCI 论文 6 篇（单篇影响因子最高为 5.399，总影响因子 22.563）；研制出脱胶清洗发酵一体机等可替代进口的关键装备 6 台/套，研制出 50 余种规格产品，已上市销售 46 种规格；制定地方和企业标准 15 项，成果在海南兴科和福山，云南后谷和蓝珀等咖啡加工企业应用。近三年累计新增销售额 7.81 亿元，新增利润 1.08 亿元，经济、社会和生态效益显著。项目整体技术达国内领先水平，其中咖啡微水脱皮脱胶技术属国际首创，项目实施对促进我国咖啡产业持续健康发展发挥重要作用。提名该项目为海南省科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

本项目属热带作物农产品贮藏与加工领域。

本项目以咖啡加工提质增效关键技术研发与集成应用为主要内容，针对咖啡加工机械化程度低、劳动强度大、耗水量大、生产效率低，以及产品风味品质批次稳定性差、附加值不高及综合利用率低等难题，系统开展咖啡风味特征及品质形成机制研究，咖啡初加工技术升级改造与配套设备研制，咖啡精深加工关键技术研究，以及咖啡加工技术与装备集成应用。在国家和地方支持下，历经 10 余年系统研究，突破了咖啡风味品质提升和初加工技术升级改造、深加工技术和智能制造生产加工等关键技术，为我国咖啡产业持续健康发展提供了重要的理论和技术支撑，取得了一批创新性成果：

（1）明确了我国主栽咖啡品种成熟过程中风味组分的变化规律，揭示了不同品种咖啡特征香气差异的化学物质基础，解析了咖啡豆干燥过程中风味品质变化机制；

（2）研究提出了咖啡微水脱皮脱胶分级、低温热泵干燥、数字化提质烘焙增香、速溶咖

啡智能制造生产、风味冻干咖啡加工及剪切乳化辅助酶法提取可溶性膳食纤维等关键技术 8 项；

(3) 研制了咖啡鲜果脱皮筛选机、脱胶清洗发酵一体机等设备 6 台/套；

(4) 申请专利 16 项，获授权发明专利 7 项，实用新型专利 6 项；

(5) 在《Food Chemistry》、《Molecules》和《热带作物学报》等国内外刊物发表研究论文 39 篇，其中 SCI 6 篇（单篇影响因子最高为 5.399，总影响因子 22.563）；培养研究生 10 名；

(6) 研究制定《中粒种咖啡初加工技术规程》、《海南名牌农产品 咖啡》等地方和企业标准/技术规程 15 项；

(7) 研发出特制兴隆咖啡、福山咖啡、后谷咖啡、蓝珀咖啡等 50 余种规格产品，其中已上市销售 46 种规格，建立中试生产线 12 条；

(8) 近三年累计新增销售额 7.81 亿元，其中新增利润 1.08 亿元，年均直接提供就业人员 400 人、间接就业人员 1500 余人，创造社会经济效益 40 亿元以上。

项目成果整体处于国内领先水平，部分国际先进，填补了咖啡加工领域多项空白，其中咖啡微水脱皮脱胶分级一体化技术和速溶咖啡智能制造生产技术属国际首创，联合企业进行应用推广，行业使用率达 80% 以上。研发的系列产品比初级产品产值提高 3~5 倍，丰富了咖啡产品种类，提高了产品科技含量和市场竞争力，促进了我国咖啡产业的绿色协调发展，为我国咖啡产业标准化加工、规模化生产及产业提质增效提供成熟配套的技术支撑，为国内外咖啡产业发展起到较好的示范、辐射与带动作用。

四、客观评价

(1) 与国内外同类技术的比较

项目在咖啡风味特征及品质形成机制、初加工关键技术研发与配套设备研制、精深加工技术、产品研发与集成应用等方面取得较大进展，与国内外同类研究相比结果如下：

比较内容	同类研究	本项目研究
鲜果微水脱皮脱胶技术	传统咖啡鲜果湿法加工用水量为 2000~3000 L/t、咖啡豆表面胶质含量高难分离、排放污水多、不同等级豆混杂	用水量仅为 300~400 L/t，青绿、纯红果分净率大于 98%，纯红果脱净率大于 99%，机损率小于 2%，比传统湿法加工耗水量减少 7~8 倍
低温热泵快速干燥技术	传统干燥方法受外界环境影响大，干燥时间为 10~12 天，易滋生微生物	干燥条件可调可控，干燥时间为 2 天，霉豆、臭豆率为 0，比传统干燥方法时间缩短 8~10 天
太阳能发酵增温和干燥技术	能源消耗量大，加工干燥燃煤量为 1000 kg/t，劳力成本高，半机械化操作	加工干燥燃煤量为 500 kg/t，实现计算机远程监控，比传统方法耗煤量减少 1 倍

数字化提质烘焙技术	传统烘焙利用色泽、时间、烘焙师感官描述等来评价	绘制可实际操作的动态烘焙曲线，建立了基于风味导向的数字化绿色烘焙技术，化学指纹图谱和杯品得分相结合来综合评价，可视化面板控制
风味冻干咖啡加工关键技术	传统冻干咖啡加工主要利用其它食品的冷冻干燥技术在咖啡上进行试验对比，研究速溶咖啡冷冻干燥的最适宜温度	针对咖啡粉冻干研发出升华舱创新技术、N ₂ 发泡技术、履带预热技术、流化床包衣技术、辐射传热香气回收技术、微生物控制技术，冻结物料颗粒(片状)大小为2~5 mm，产品含水量低于3%，可较好的保留咖啡原有的花香和果酸味
速溶咖啡智能化生产技术	国内尚无速溶咖啡智能化生产技术研究	融合互联网技术、物联网技术、大数据、云计算等信息技术，实现信息的智能化收集及各工段的智能化控制，车间制造系统与企业管理系统的协同集成，数控化程度达90%以上，企业成本降低25%以上，单位产值能耗降低10%以上
可溶性膳食纤维制备技术	未见报道	剪切乳化辅助酶法绿色提取，工作操作简单，时间短，可溶性膳食纤维提取率达14.0%，显著提高果皮利用率

(2) 查新报告

2019年9月10日项目完成单位委托中国热带农业科学院科技信息研究所(国家一级查新单位)进行国内外查新，查新结论如下：与国内外同类技术比较，该项目研究成果创新性强，先进性突出，查新显示项目在如下方面明显的创新性。揭示了我国主栽品种差异的化学物质基础，明晰了咖啡豆干燥过程中品质变化规律；研发了咖啡鲜果微水脱皮脱胶分级一体化技术和低温热泵干燥等技术加工生咖啡豆；创新研制了咖啡鲜果脱胶清洗发酵一体机、咖啡脱皮脱胶分级一体机等配套设备；创新研发了风味冻干咖啡和速溶咖啡智能制造生产技术；提出了剪切均质辅助纤维素酶法提取咖啡果皮可溶性膳食纤维技术；起草制定了《中粒种咖啡加工技术规程》、《海南名牌农产品 咖啡》、《地理标志产品 福山咖啡》、《兴隆咖啡 焙炒加工技术规程》等一系列技术规程和产品质量标准。

(3) 国内外同行对重要科技创新的评价

该成果进行系统的应用基础和应用技术研究，开展了一系列原创工作，其科技创新学术价值得到国内外同行专家的高度评价。经查新检索，发表论文39篇，其中SCI收录6篇(单篇影响因子最高为5.399，总影响因子22.563，他引总次数62次)，论文被《Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety》和《Food Chemistry》等食品类Top杂志引用。

(4) 项目验收意见

海南省应用技术研发与示范推广专项“海南咖啡标准化加工技术研发与中试”(ZDXM2015052)等项目，完成合同书规定任务指标，通过验收。

（5）完成人个人荣誉与称号

完成人董文江为海南省“515 人才工程”第三层次人选（2019），第一批海南省南海名家青年人选（2019）。完成人陈治华为云南省咖啡产业技术体系咖啡加工技术岗位专家（2017）。完成人山云辉为云南省万人计划“产业技术领军人才”（2018）。

（6）国家相关部门检测报告

“咖啡酶促脱胶技术”获农业农村部“十三五”第一批热带农业作物主推技术，“咖啡微水脱皮（胶）分级一体技术”获云南省 2019 年农业主推技术。

五、应用情况

本项目采用“科研院所+企业+农户”等模式，在我国咖啡主产区生产加工企业推广咖啡加工提质增效关键技术与集成应用的技术成果，已在海南兴科热带作物工程技术有限公司、海南省万宁市兴隆华侨农场咖啡厂、澄迈福山咖啡联合有限公司、海口绅蓝金品咖啡有限公司、德宏后谷咖啡有限公司、云南蓝珀咖啡有限公司、普洱晟百世健康产业有限公司等企业进行了推广应用。项目完成单位海南兴科热带作物工程技术有限公司被评为“国家高新技术企业”，“国家知识产权优势企业”，“海南省科技型企业”，“兴科”商标荣获海南省著名商标，“兴科”牌兴隆咖啡系列连续 5 次荣获海南省名牌产品荣誉称号；澄迈福山咖啡联合有限公司的福山咖啡种植园获得“海南省现代农业产业园”、“福山咖啡生态原产品”等称号，福山咖啡为国家地标产品，荣获“海南省著名商标”，“海南省名牌产品”等荣誉，并于 2014 年 7 月成为国宴饮品；德宏后谷咖啡有限公司被评为“农业产业化国家重点龙头企业”，“全国一二三产业融合领军企业”，“全国首批农产品特色优势示范区，后谷咖啡荣获“中国著名品牌”，“云南省名牌产品”，冷冻干燥速溶咖啡粉荣获云南省重点新产品的认定；项目已研发出特制兴隆咖啡、兴隆速溶咖啡粉、挂耳咖啡、可可咖啡、椰奶咖啡、冻干咖啡、福山咖啡、后谷咖啡等 50 余种规格产品，其中已上市销售 46 种规格，研制出咖啡鲜果脱胶清洗发酵一体机等设备 6 台/套，在海南、云南等地建立中试生产线 12 条，产品已实现产业化生产，并上市销售，市场反应良好。项目实施后，产品深受消费者的欢迎，部分产品逐渐替代进口产品，得到国内市场的认可和好评，近三年累计新增销售额 7.81 亿元，新增利润 1.08 亿元，创造社会效益 40 亿元以上，取得显著的经济和社会效益。主要应用情况见下表。

主要应用单位情况表

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	海南兴科热带作物工程技术有限公司	低温热泵干燥、数字化绿色烘焙及风味冻干咖啡等加工技术	兴隆烘焙豆、可可咖啡等产品，近三年累计新增销售额 1202.10 万元，新增利润 343.51 万元	2014.01-2018.12	宗迎 /13876236657
2	海南省万宁市	数字化绿色烘焙和风	焙炒兴隆咖啡、特浓三合一咖啡	2014.01-	梁定威

	兴隆华侨农场咖啡厂	味咖啡加工等技术	等产品, 近三年累计新增销售额 2648.0 万元, 新增利润 170.5 万元	2018.12	/13907529977
3	澄迈福山咖啡联合有限公司	快速干燥、数字化绿色烘焙等技术	福山咖啡、挂耳咖啡等产品, 近三年累计新增销售额 837.63 万元, 新增利润 189.24 万元	2014.01-2018.12	李苗健 /13006033868
4	海口绅蓝金品咖啡有限公司	生咖啡豆、挂耳咖啡、风味咖啡加工技术	烘焙咖啡豆、速溶咖啡等产品, 近三年累计新增销售额 724.12 万元, 新增利润 183.21 万元	2015.01-2018.12	药少华 /13976655598
5	德宏后谷咖啡有限公司	太阳能发酵增温及干燥技术、风味冻干咖啡、速溶咖啡智能化生产等技术	烘焙豆、冻干咖啡等产品, 近三年累计新增销售额 57285.53 万元, 新增利润 8650.26 万元	2014.01-2018.12	山云辉 /13988296855
6	云南蓝珀咖啡有限公司	微水脱皮脱胶技术和脱壳抛光分级咖啡豆技术与集成应用	各种规格生咖啡豆, 近三年累计新增销售额 2277.1 万元, 新增利润 333.4 万元	2015.01-2018.12	李继华 /13608791027
7	普洱晟百世健康产业有限公司	微水脱皮脱胶技术和脱壳抛光分级咖啡豆技术与集成应用	各种规格生咖啡豆, 近三年累计新增销售额 13195.5 万元, 新增利润 1012.0 万元	2015.01-2018.12	郭定 /18087901142

六、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权(标准)类别	知识产权(标准)具体名称	授权号(标准编号)	权利人(标准起草单位)	发明人(标准起草人)
1	发明专利	一种真空冷冻干燥咖啡豆及其加工方法	ZL 201610167985.6	中国热带农业科学院香料饮料研究所	董文江、胡荣锁、谭乐和、赵建平、初众、宗迎
2	实用新型专利	一种咖啡鲜果脱胶清洗发酵一体机	ZL 201420437825.5	临沧凌丰咖啡产业发展有限公司	陈治华、罗映山、毕玉昌、杨贵荣
3	发明专利	一种白咖啡的制作方法	ZL 201210044896.4	中国热带农业科学院香料饮料研究所	王庆煌、谭乐和、胡荣锁、陆敏泉、卢少芳、初众、谷凤林、徐飞、吴桂苹
4	发明专利	一种意式特浓咖啡及其制备方法	ZL 201410003954.8	海南兴科热带作物工程技术有限公司	胡荣锁、谭乐和、赵建平、初众、谷凤林、宗迎、卢少芳、吴桂苹

5	地方标准	中粒种咖啡初加工技术规程	DB 46/T 278-2014	中国热带农业科学院香料饮料研究所	宗迎、朱红英、席兴军、谭乐和、陆敏泉、董云萍、胡荣锁、吴桂苹
6	地方标准	地理标志产品 福山咖啡	DB 46/153-2009	海南认证审核中心、海南福山咖啡实业有限公司	许振宇、梁荣钱、徐世炳
7	实用新型专利	一种咖啡鲜果脱皮筛选机	ZL 201420437812.8	临沧凌丰咖啡产业发展有限公司	陈治华、罗映山、毕玉昌、杨贵荣
8	实用新型专利	一种咖啡脱壳抛光分级一体机	ZL 201420437824.0	临沧凌丰咖啡产业发展有限公司	陈治华、罗映山、毕玉昌、杨贵荣
9	论文	Effect of different drying techniques on bioactive components, fatty acid composition, and volatile profile of robusta coffee beans	2017, 234: 121-130	董文江、胡荣锁、初众、赵建平、谭乐和	董文江、胡荣锁、初众、赵建平、谭乐和
10	论文	Differentiation of Chinese robusta coffees according to species, using a combined electronic nose and tongue, with the aid of chemometrics	2017, 229: 743-751	董文江、赵建平、胡荣锁、董云萍、谭乐和	董文江、赵建平、胡荣锁、董云萍、谭乐和

七、主要完成人情况

排名	姓名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
1	董文江	无	副研究员	中国热带农业科学院香料饮料研究所	中国热带农业科学院香料饮料研究所	项目主持人，对创新点 1、2、3 和 4 做出重要贡献，占本人工作量的 80%。在咖啡风味特征及品质形成机理解析，提质增效加工关键技术研发、咖啡产品创制及标准制定方面做出突出贡献。主持国家自然科学基金等咖啡方面项目 7 项，海南省应用技术研发与示范推广专项具体负责人，以第一完成人授权 1 项发明专利，第一或通讯作者发表论文 18 篇，其中 SCI 论文 6 篇。采用“科研院所+企业+农户”的推广模式对咖啡加工提质增效关键技术进行应用示范。
2	陈治华	无	教授	云南农业大学热带作物学院	云南农业大学热带作物学院	项目主要完成人，对创新点 2 和 4 做出重要贡献，占本人工作量的 60%。主要完成了咖啡初加工技术改进升级、配套设备研制等方面工作。主持云南省重大科技专项等咖啡方面项目 3 项，以第一完成人授权 6 项实用新型专利，并承担了部分项目技术成果的示范与推广工作。
3	胡荣锁	无	助理研究员	中国热带农业科学院香料饮料研究所	中国热带农业科学院香料饮料研究所	项目主要完成人，对创新点 1、3 和 4 做出了重要贡献，占本人工作量的 70%。海南省应用技术研发与示范推广专项、国家自然科学基金、中央级公益性科研院所基本科研业务费创新团队项目的主要执行人，主要完成了咖啡精深加工技术、产品开发及应用推广等工作。
4	山云辉	经理	高级农艺师	德宏后谷咖啡有限公司	德宏后谷咖啡有限公司	项目主要完成人，对创新点 2、3 和 4 做出了重要贡献，占本人工作量的 50%。主要完成了太阳能发酵增温和干燥技术、数字化绿色提质烘焙、速溶咖啡智能化生产技术及咖啡产品开发等技术中试和配套设备集成等方面的工作，并负责成果的推广和示范，主要完成人获云南省科技进步三等奖 1 项，取得了良好的经济和社会效益。

5	蒋快乐	无	讲师	云南农业大学热带作物学院	云南农业大学热带作物学院	项目主要完成人,对创新点2和4做出了重要贡献,占本人工作量的60%。云南省重大科技专项、云南省咖啡产业技术体系等项目的主要执行人,主要完成了咖啡初加工技术、配套设备研制等工作,并负责部分技术成果的推广和示范。
6	徐世炳	总经理	/	澄迈福山咖啡联合有限公司	澄迈福山咖啡联合有限公司	项目主要完成人,对创新点2、3和4做出了重要贡献,占本人工作量的40%。主要完成了咖啡脱皮脱胶、咖啡干燥、咖啡绿色提质烘焙等技术中试和配套设备集成等方面的工作,并负责成果的推广和示范,取得了较好的经济效益。
7	赵建平	副所长	研究员	中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所	中国热带农业科学院香料饮料研究所	项目主要完成人,对创新点2和4做出了重要贡献,占本人工作量的40%。主要参与了咖啡加工技术产业现状调研、低温热泵干燥技术、绿色提质烘焙技术及产品研发等方面工作,并参与咖啡相关地方标准和企业标准的制定,完成部分成果的推广示范。
8	宗迎	无	工程师	海南兴科热带作物工程技术有限公司	海南兴科热带作物工程技术有限公司	项目主要完成人,对创新点2和3做出了重要贡献,占本人工作量的40%。作为海南省应用技术研发与示范推广专项“海南咖啡标准化加工技术研发与中试”、中央级公益性科研院所基本科研业务费创新团队项目“咖啡品质提升加工关键技术及产品研发”等项目参与人,主要完成了咖啡相关地方标准、企业标准、加工技术规程的制定及咖啡产品研发相关工作,并承担部分成果的示范和推广工作。

八、主要完成单位情况及创新推广贡献

单位排名	单位名称	主要学术贡献
1	中国热带农业科学院香料饮料研究所	<p>该项目由中国热带农业科学院香料饮料研究所主持完成。项目的完成，解决了咖啡加工机械化程度低、劳动强度大、耗水量大、生产效率低，产品品质风味批次稳定性差及综合利用率低等多项关键技术问题，提出咖啡提质增效加工关键技术 8 项，填补了咖啡加工领域多项空白，提升了咖啡产品的科技含量和附加值。项目获授权国家发明专利 7 项，实用新型专利 6 项；发表论文 39 篇，其中 SCI 论文 6 篇，培养研究生 10 名；项目组联合企业共同研发出 50 余种规格产品，其中 46 种规格产品已上市销售；制定地方标准、企业标准及加工技术规程 15 项，建立中试生产线 12 条，近三年累计实现新增销售额 7.81 亿元，新增利润 1.08 万元。对创新点 1、2、3 和 4 有重要贡献，项目成果在海南兴科、福山，云南后谷、凌丰等咖啡加工龙头企业和我国热区广泛应用，较好的促进了我国咖啡产业升级，提升了咖啡产品的市场竞争力，延伸了产业链，为我国咖啡产业规模化生产和标准化加工提供了成熟配套的技术和设备支撑，起到了较好的示范、辐射和带动作用，经济和社会效益显著。</p>
2	云南农业大学热带作物学院	<p>作为主要完成单位，主持承担云南省重大科技专项计划项目课题“小粒种咖啡生产与初加工关键技术及成套设备研发”等项目，完成了咖啡微水脱皮脱胶技术、脱壳抛光分级加工技术研究及配套设备研发。对创新点 2 和 4 有重要贡献，参与申请并获授权实用新型专利 6 项，发表论文 6 篇，研发了咖啡初加工提质增效关键技术，并研制出可替代进口的配套设备，与中国热带农业科学院香料饮料研究所共同推广咖啡初加工技术在海南和云南等企业应用，推动了成果的示范和应用。</p>
3	澄迈福山咖啡联合有限公司	<p>澄迈福山咖啡联合有限公司是一家主要从事咖啡种植、加工、科技成果转化及推广的科技型企业，主要开展咖啡科技产品的生产、销售和技术服务，为本项目的主要完成单位。已投资 2000 多万元新建厂房 2300 平米，建成产能达 500 吨/年的咖啡干燥生产线、200 吨/年的咖啡烘焙生产线和 100 吨/年的咖啡挂耳包装生产线各 1 条。对创新点 2、3 和 4 有重要贡献，在本项目中主要负责咖啡加工提质增效关键技术的应用和推广，具体负责生咖啡豆、烘焙豆及挂耳咖啡等咖啡产品的中试生产及市场推广，促进了成果的转化和示范。</p>
4	德宏后谷咖啡有限公司	<p>作为主要完成单位，主要负责咖啡加工提质增效关键技术的研发与集成应用，咖啡种植面积 27.8 万亩，年产咖啡 12000 多吨。对创新点 2、3 和 4 有重要贡献，负责咖啡微水脱皮脱胶、太阳能发酵增温与干燥、速溶咖啡智能化生产、风味冻干咖啡等技术生产与配套装备集成，投资 15332 万元建成产能达到 2000 吨/年的风味冻干咖啡生产线 1 条、投资 25396 万元建成产能达 10000 吨/年的傣族风味、景颇风味及三合一速溶咖啡生产线 1 条，为本项目技术的集成应用及示范推广提供了较好的平台。</p>

5	海南兴科热带作物工程技术有限公司	海南兴科热带作物工程技术有限公司由中国热带农业科学院香料饮料研究所单独出资注册成立，于 2011 年，是一家集热带特色植物资源科技创新、产品研发、定制生产、技术服务及市场化销售为一体的国家高新技术企业和知识产权优势企业，为本项目主要参与单位，参与了海南省应用技术研发与示范推广专项“海南咖啡标准化技术研发与中试”，中试工厂面积 15000 多平方米，已建成产能达 400 吨/年干燥咖啡中试生产线、200 吨/年烘焙咖啡豆中试生产线和 400 吨/年风味咖啡中试生产线各 1 条。对创新点 2、3 和 4 有重要贡献，在本项目中主要负责咖啡加工提质增效关键技术的应用和推广，具体负责低温热泵干燥、数字化绿色提质烘焙、风味冻干咖啡等咖啡产品工艺转化、中试生产、质量控制、市场销售与推广，并以兴隆热带植物园作为窗口，为咖啡系列产品市场开拓与推广销售提供重要平台。
---	------------------	---

九、完成人合作关系说明

完成人合作关系说明

一、完成单位合作关系：中国热带农业科学院香料饮料研究所分别与海南兴科热带作物工程技术有限公司共同承担“海南咖啡标准化加工技术研发与中试（ZDXM2015052）”项目和中央级公益性科研院所基本科研业务费专项“咖啡产业技术创新团队-咖啡品质提升加工关键技术及产品研发（1630142017005）”，与云南农业大学热带作物学院自 2016 年在人才培养、科技难点攻关、科研项目联合申报、科研成果联合推广方面开始所校科研合作，与澄迈福山咖啡联合有限公司、德宏后谷咖啡有限公司自 2014 年在产业关键技术联合攻关、科研成果示范推广方面开始所企产业合作。

二、完成人合作关系：董文江、陈治华、胡荣锁、蒋快乐、赵建平、宗迎为本成果依托项目的主持人和主要完成人或共同知识产权或论著的共同完成人；徐世炳、山云辉为前期共同技术研发合作人或加工关键技术示范推广的共同完成人。

三、合作方式：该项目主要完成人均是我国从事咖啡科学研究、科研教学、加工生产和推广示范等方面的代表性研究人员，在共同科学研究、技术开发、示范推广方面有着良好而长期的合作关系。共同立项了海南省应用技术研发与示范推广专项、海南省自然科学基金、国家自然科学基金项目、云南省重大科技项目专项课题、中央级公益性科研院所基本科研业务费创新团队项目等，在加工关键技术研发、产品研制和示范推广等方面开展联合攻关，取得了显著的经济和社会效益。

四、合作时间：2014 年至 2019 年。

五、主要合作成果：见汇总表。

六、合作者排名：完成人及完成单位严格按照对成果的实际贡献大小依次排名，经项目组成员充分协商，按完成人承担研究任务、创新点贡献、推广应用工作量等综合实际业绩依次排名，各主要完成人及所在单位一致同意其排名。

附：完成人合作关系情况汇总表

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	论文合著 产业合作	陈治华	2016-2019	咖啡初加工关键技术与配套设备研制	见附件 6.10、6.22	
2	共同立项 论文合著 共同知识产权	胡荣锁	2014-2019	咖啡风味品质形成机制、初加工技术、精深加工技术	见附件 1.1、6.9、6.10、6.12、6.15	
3	论文合著 产业合作	山云辉	2014-2019	咖啡精深加工技术与集成应用	见附件 5.5、6.10	
4	论文合著 产业合作	蒋快乐	2016-2019	咖啡初加工关键技术与配套设备研制	见附件 6.10、6.22	
5	产业合作	徐世炳	2014-2019	咖啡精深加工技术与集成应用	见附件 5.3	
6	共同立项 论文合著 共同知识产权	赵建平	2014-2019	咖啡风味品质形成机制、初加工技术、精深加工技术	见附件 1.1、6.9、6.10、6.12、6.19	
7	共同立项 论文合著 共同知识产权	宗迎	2014-2019	咖啡初加工技术、精深加工技术与集成应用	见附件 1.1、5.1、6.9、6.10、6.12、	

《咖啡种质资源收集保存、鉴定评价与利用》 公示材料

一、项目名称

咖啡种质资源收集保存、鉴定评价与利用

二、提名者及提名意见

提名者：中国热带农业科学院

提名意见：

该项目系统开展咖啡种质资源收集保存、鉴定评价与利用，经多年系统研究，取得以下重要成果：1) 收集引进咖啡种质资源 238 份，资源保存量达 265 份，在海南和云南建立咖啡种质资源圃 3 个。2) 基于表型鉴定和分子标记技术研究揭示咖啡种质资源遗传背景，构建了核心种质 DNA 指纹图谱。3) 研究制定了咖啡种质资源描述评价技术体系，研制规范数据 5 大类 114 项，筛选出优异种质 24 份。4) 利用转录组测序鉴定出与蔗糖合成和调控的基因 24 个，初步阐述蔗糖及其下游次生代谢途径与咖啡果实品质性状形成的关系。5) 创制筛选出优良育种材料 21 份，选育出高产、优质新品种 2 个，并通过海南省认定，其中热研 3 号成为农业农村部“十三五”期间主导品种，配套研发嫁接育苗技术和间歇浸没式体胚成苗技术。该成果获授权发明 3 件、实用新型专利 2 件、软件著作权 1 项；发表研究论文 16 篇，其中 SCI 收录 2 篇；出版专著 1 部；制定标准 7 项。在海南、云南等咖啡主产区示范推广新品种及配套技术累计超过 1 万亩，近三年推广 6000 余亩，实现农业产值 7200 万元。为促进我国咖啡产业的健康快速发展、服务国家“一带一路”战略提供了资源、品种和技术支撑，意义重大，前景广阔。

提名为 2019 年海南省科技进步奖二等奖。

三、项目简介

咖啡为世界第一大饮料作物，广泛应用于食品、医药、工业等行业，经济价值高，市场潜力大。我国是世界咖啡主产国之一，目前种植面积已超过 170 万亩，产量 17 万吨，居世界第 12 位。但由于种质资源研究基础薄弱，长期以来资源储备不足、性状鉴定不全、优异资源偏少、优良品种缺乏，制约了创新利用和新品种培育，影响着我国咖啡产业的健康持续发展。为解决上述问题，项目组经过 10 多年持续攻关，取得如下突破与创新。

1、新收集引进咖啡种质资源 238 份，在不同区域建立保存基地 3 个，保存量达到 265 份。累计组织资源考察 200 多人·次，从包括我国在内的 20 余个国家新收集引进咖啡野生种、栽培品种和地方品种等种质资源 5 种 238 份，在海南和云南建立咖啡种质资源圃 3 个，保存量达到 265 份。其中，首次引进阿拉比卡种野生资源 *caurina*、*luarina* 等 50 余份，低咖啡因

咖啡等具有开发利用价值的特异资源 6 份，pacas、瑰夏等国际最新优良栽培品种 12 份。

2、基于多种分子标记技术研究揭示咖啡种质资源遗传背景，构建了核心种质 DNA 指纹图谱。基于 ISSR、SSR 等分子标记技术，研究发现我国咖啡遗传多样性丰富，主要分为阿拉比卡、罗布斯塔和利比里亚三大咖啡遗传类群，其中阿拉比卡类群遗传多样性远低于其他两个类群，与其为异源四倍体和自交亲合有关；构建了 159 份核心资源 DNA 指纹图谱，并筛选出鉴别罗布斯塔和阿拉比卡两大商业化栽培种的特异性引物 SSR124195，实现了快速准确鉴定。

3、研究制定咖啡种质资源描述评价技术体系，筛选优异种质 24 份，为我国咖啡种业研究发挥了重要作用。对国际咖啡种质资源描述符进行修订，包括 5 大类 114 项技术指标，其中新研制品质性状等技术指标 26 项，改进叶形、果实颜色等技术指标 11 项；国际首创咖啡种质资源数据质量控制规范和数据标准，与修订后的描述规范配套构成了完整的描述评价和数据质量控制技术体系，实现了鉴定评价标准化和规范化；经多年评价筛选出优异种质 24 份，其中高蔗糖 5 份、低咖啡因 6 份、养分高效利用 1 份。

4、创制出优良育种材料 21 份，选育出我国咖啡新品种 2 个，并配套研发良苗繁育技术，实现商业化推广。以前期筛选的高蔗糖含量种质为材料，基于转录组测序筛选到蔗糖合成和品质调控相关基因 24 个；通过人工杂交和实生选育创制筛选出新种质 21 份，选育出高产、优质新品种“热研 3 号”和“热研 4 号”，研发嫁接育苗技术和间歇浸没式体胚成苗技术，在我国海南等咖啡主产区已大范围推广应用。

本项目获授权发明专利 3 件、实用新型专利 2 件、获软件著作权 1 项；发表研究论文 16 篇，其中 SCI 收录 2 篇；出版专著 1 部；制定行业标准 4 项、地方标准 3 项，完成农业行业标准咖啡属 DUS 测试指南研制（报批稿）；通过海南省认定品种 2 个，其中列入农业农村部“十三五”主导品种 1 个。

本项目成果填补我国咖啡种质资源研究领域多项空白，在遗传多样性研究和指纹图谱构建、优良新品种培育以及种苗高通量繁育技术等方面优势明显，显著促进了行业科技进步。在海南、云南等咖啡主产区示范推广新品种及配套技术累计超过 1 万亩，近三年推广 6000 多亩，实现农业产值 7200 多万元，创造社会效益 2.5 亿元以上，为我国咖啡产业的健康发展和转型升级提供了科技支撑。

四、客观评价

（一）查新结论

中国热带农业科学院科技信息研究所查新认为：（1）收集引进墨西哥、喀麦隆、马来西亚等国收集大、中、小粒种咖啡种质 200 多份，采用人工杂交、嫁接、诱导等方式培育出适

宜我国气候和种植条件的中、小粒品种。(2)首次利用 RAPD、ISSR 和 SSR 分子标记进行咖啡遗传多样性研究,明确我国收集保存的咖啡资源主要分为三大遗传类群;构建了核心种质 DNA 指纹图谱,筛选出 1 对中、小粒种咖啡种间特异性引物 SSR124195。(3)首次从样本选择、数据采集、描述及评价内容、评价方法等类别构建咖啡种质资源描述及评价规范,分为 114 项小类别,并开展咖啡植物学、农艺、品质、抗病鉴定评价研究。(4)选育出高产、早熟、抗锈病和适应性强的热研 3 号和热研 4 号咖啡品种;首次以咖啡叶片为外植体,研发咖啡体胚发生组织培养技术。

(二) 项目验收意见

该项目成果之一“咖啡种质资源保护海南创新基地”,于 2016 年 3 月 18 日由农业部农垦局组织通过的项目验收结论意见:“完成咖啡种质植物学性状评价 48 份;完成单株产量农艺性状鉴定 20 份;完成鲜干比、出米率、百粒干豆重等产量性状评价 18 份;完成种质资源抗寒性鉴定 5 份;完成粗脂肪、蛋白质、水浸出物等品质指标测定 5 份;完成蔗糖含量评价 27 份。建立种质圃 1 个,建立 3 个品种的评价基地 2 个,面积 15 亩;构建杂交群体 9 个,创制新种质;通过海南省认定咖啡品种 2 个,获授权发明专利 1 项、实用新型专利 1 项,制定标准 1 项”。

该项目成果之一“咖啡优良品种及标准化栽培技术示范推广”,于 2016 年 1 月 22 日由海南省科技厅组织通过的项目验收意见:“在兴隆和澄迈建立优良品种增殖圃 2 个、面积 20 亩,实现年提供优良无性系芽条 3 万枝;建立标准化种植基地 2 个、面积 200 亩,辐射种植 6000 亩;举办培训班 7 期,培训农技骨干和农民 325 人次。申请和获授权专利各 1 项,制定技术标准 4 项”。

(三) 政府部门评价

1、项目核心技术成为行业和地方标准

项目核心技术形成行业和地方标准 7 项:《热带作物种质资源描述及评价规范》(NY/T 3004-2016)、《咖啡种苗生产技术规程》(NYT 3329-2018)、《热带作物品种审定规范 咖啡》(NY/T 2667.5-2016)《热带作物品种试验技术规程 咖啡》(NY/T 2668.5-2016)、《兴隆咖啡 种子》(DB 469006/T 21-2014)、《兴隆咖啡 种苗》(DB 469006/T 22-2014)、《兴隆咖啡种苗繁育技术规程》(DB 469006/T 23-2014)。

2、取得一批具有我国自主知识产权的新成果

项目制定农业行业和地方等标准共 7 项;获授权发明专利 3 件、实用新型专利 2 件、软件著作权 1 项;编著出版了《咖啡栽培实用技术》专著 1 部;发表研究论文 16 篇,其中 SCI 收录 2 篇,对我国乃至世界咖啡科技进步起到了引领作用。

3、成果成为农业农村部主导品种，为国家相关规划提供科学依据

“热研3号咖啡、热研4号咖啡”通过海南省农作物品种审定委员会审定，成为农业农村部“十三五”第一批热带南亚热带作物主导品种，为农业农村部《咖啡优势区域布局规划》和《海南省咖啡产业发展规划》提供了科学依据和技术支撑。

（四）社会评价

1、让“兴隆咖啡”更兴隆——中国热带农业科学院香料饮料研究所助力咖啡产业：兴隆，地处中国最南端的海南省万宁市，一个有着浓郁东南亚风情的小镇，以其旖旎妖娆、海天一色的南国风光著称，更以其盛产浓郁醇厚、风味独特、受到周总理赞誉的“兴隆咖啡”而声名鹊起。而盛名之下的兴隆咖啡，与中国热带农业科学院香料饮料研究所（简称“香饮所”）一群默默无闻的咖啡科研工作者60年的辛勤耕耘和无私奉献形影相随。咖啡这个原产非洲遥远国度的外来物种，65年前，伴随归侨的到来扎根在兴隆这片湿热的土。

2、让咖啡亩产量提升5倍。

（五）获得了国内外同行认可

项目主要完成人在“第26届世界咖啡科学大会”“海南咖啡国际大会”等重要学术会议做特邀报告多次，介绍团队在咖啡资源鉴定评价和创新利用方面的研究经验和成果，得到国内外同行认可，同时扩大了本项目成果在世界的影响力。

五、应用情况

通过系统开展咖啡种质资源收集保存、鉴定评价与利用，取得系列科技成果，填补多项空白，为创新利用提供了种质、技术和数据支撑，打造了极具发展潜力的我国地方特色作物产业，有助于提升海南“升级版国际旅游岛”内涵、服务国家“一带一路”战略，社会、经济效益显著，应用前景广阔。

（1）收集引进咖啡种质资源238份，保存量达265份，评价筛选出优异种质24份，在海南万宁、琼海及云南普洱建设咖啡种质资源圃3个，研发的收集、繁育、保存、分类、评价和选育技术，为咖啡种质资源研究提供了系统、权威、先进的技术手段，实现了科学化和规范化。通过资源展示、优异种质提供、数据技术共享等多种形式，向相关单位提供种质材料200余份·次、数据信息700余份·次，实现了充分共享。

（2）选育的“热研3号咖啡”、“热研4号咖啡”新品种及配套生产技术，通过“科研院所+合作社”、“科研院所+公司+基地”等模式推广应用，建立作物生产、技术指导点和示范基地9个，累计商业化推广近1万亩，其中近三年推广辐射6000多亩，平均单产100千克/亩，是实施前的2倍。农业产值超过7200万元，技术应用率80%以上。项目成果的应用，促进咖啡产业升级，海南省种植面积由2009年的3000亩发展到目前的2.5万亩，扩大了8

倍，有力促进了咖啡产业健康持续的快速发展。

(3) 在海南万宁、澄迈、白沙、琼中等地建立咖啡庄园，将资源研究、保护、科普、示范有机结合，初步成为海南岛休闲体验旅游的一个亮点，对于海南“休闲共享农庄”建设和“升级版国际旅游岛”打造具有意义。

同时，与境外单位合作进行咖啡种质资源创新利用和生产技术研发推广，在哥斯达黎加等国家进行联合实验室建设，预期项目成果将成为海南对接中美洲和加勒比地区输出我国先进农业生产技术的重要组成，以实际行动服务国家“一带一路”战略。

六、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权 (标准) 类别	知识产权 (标准) 具体名称	授权号 (标准编号)	权利人 (标准起草单位)	发明人 (标准起草人)
发明专利	一种利用 ISSR 指纹图谱鉴定咖啡种质资源方法	ZL201510556607.2	中国热带农业科学院香料饮料研究所	闫林, 黄丽芳, 王晓阳, 董云萍, 庞永青, 谭乐和, 龙宇宙
农业行业标准	热带作物种质资源描述规范 咖啡	NY/T 3004-2016	中国热带农业科学院香料饮料研究所; 云南省德宏热带农业科学研究所	董云萍, 林兴军, 闫林, 王晓阳, 张洪波, 周华, 孙燕, 黄丽芳, 陈鹏, 龙宇宙, 谭乐和
品种	热研 3 号咖啡	琼认咖啡 2015001	中国热带农业科学院香料饮料研究所	闫林, 黄丽芳, 林兴军, 张籍香, 龙宇宙, 陈鹏, 董云萍, 王晓阳, 孙燕
品种	热研 4 号咖啡	琼认咖啡 2015002	中国热带农业科学院香料饮料研究所	董云萍, 王晓阳, 孙燕, 龙宇宙, 张籍香, 陈鹏, 闫林, 黄丽芳, 林兴军
发明专利	一种鉴定小粒种咖啡与中粒种咖啡的方法	ZL201310490342.1	中国热带农业科学院香料饮料研究所	王晓阳, 董云萍, 闫林, 黄丽芳, 龙宇宙, 孙燕
发明专利	一种鉴定咖啡种质资源的方法	ZL201410031317.1	中国热带农业科学院香料饮料研究所	黄丽芳, 闫林, 董云萍, 王晓阳, 陈鹏, 顾文亮, 谭乐和, 龙宇宙
农业行业标准	咖啡种苗生产技术规程	NYT_3329-2018	中国热带农业科学院香料饮料研究所; 云南省德宏热带农业科学研	闫林; 董云萍; 张洪波; 黄丽芳; 王晓阳; 林兴军; 周华; 李锦红; 孙燕;

			研究所	陈鹏；龙宇宙
论文	Genetic diversity and population structure of coffee germplasm collections in China revealed by ISSR Markers		中国热带农业科学院香料饮料研究；中国科学院武汉植物园；云南省德宏热带农业科学研究所；云南省农业科学院热带亚热带经济作物研究所	Lin Yan, Collins Ogutu, Lifang Huang, Xiaoyang Wang, Hua Zhou, Yulan Lv, Yuzhou Long, Yunping Dong*, Yuepeng Han
论文	20 个小粒种咖啡种质生长量及根系形态差异分析		中国热带农业科学院香料饮料研究	董云萍，黄丽芳，林兴军，孙燕，王晓阳，陈鹏，闫林*
论文	咖啡胚性愈伤组织诱导研究		中国热带农业科学院香料饮料研究所；云南农业大学热带作物学	王晓阳，黄丽芳，闫林，李红玉，孙燕，林兴军，董云萍*

七、主要完成人情况

排名	姓名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
1	闫林		副研究员	中国热带农业科学院香料饮料研究所	中国热带农业科学院香料饮料研究所	项目主持人，对创新成果 1~4 作出创造性贡献。负责开展咖啡资源收集保存、鉴定评价和利用。揭示了我国咖啡种质资源的系统亲缘关系和遗传背景；开展咖啡鉴定评价，筛选优异种质；构建咖啡遗传连锁图谱，鉴定蔗糖合成和调控基因 24 个，创制筛选优良育种材料 21 份，选育品种 2 个，第 1 完成人选育品种 1 个，配套研发生产技术，制农业行业标准 1 项，获授权发明专利 1 项、实用新型专利 2 项。
2	王晓阳		副研究员	中国热带农业科学院香料饮料研究所	中国热带农业科学院香料饮料研究所	项目主要执行人，对创新成果 1、2、4 作出创造性贡献。收集咖啡资源，基于 SSR 标记揭示了我国咖啡种质资源的系统亲缘关系和遗传背景，筛选种间特异引物 1 对；参与创制筛选优良育种材料，选育咖啡品种 2 个，其中第 2 完成人 1 个，研发咖啡体胚发生和组培苗生产技术，

						获授权发明专利 1 项，参与制定行业标准 1 项。
3	黄丽芳		助理研究员	中国热带农业科学院香料饮料研究所	中国热带农业科学院香料饮料研究所	项目主要执行人，对创新成果 1~4 作出创造性贡献。开展咖啡资源繁育和入圃保存；基于农艺学标记和 RAPD 标记揭示了我国咖啡种质资源遗传多样性；负责咖啡农艺性状鉴定评价和优异种质筛选；创制筛选优良育种材料，选育咖啡品种 2 个，第 2 完成人 1 个，获授权发明专利 1 项，参与制定农业行业标准 1 项。
4	董云萍		研究员	中国热带农业科学院香料饮料研究所	中国热带农业科学院香料饮料研究所	项目主要执行人，对创新成果 3、4 作出创造性贡献。制定咖啡种质资源描述评价与数据质量控制体系，重点开展咖啡根系特性鉴定评价和优异种质筛选。选育咖啡品种 2 个，其中第 1 完成人 1 个，配套生产技术研发，品种和技术示范推广，制定标准 1 项，出版专著 1 部。
5	林兴军		副研究员	中国热带农业科学院香料饮料研究所	中国热带农业科学院香料饮料研究所	项目主要执行人，对创新成果 3、4 作出创造性贡献。第 2 完成人制定咖啡种质资源描述与评价规范 1 项；参与选育咖啡品种 2 个，嫁接育苗技术研发，品种和技术示范推广。
6	龙宇宙		研究员	中国热带农业科学院香料饮料研究所	中国热带农业科学院香料饮料研究所	项目主要执行人，对创新成果 3、4 作出创造性贡献。制定咖啡种质资源描述评价与数据质量控制体系，选育咖啡品种 2 个，配套生产技术研发、品种和技术示范推广。
7	谢尚潜		副教授	海南大学	海南大学	项目主要执行人，对创新成果 1 作出创造性贡献。负责从哥伦比亚、萨尔瓦多等国家引进咖啡资源。
8	莫丽珍		高级农艺师	普洱咖啡创新中心	普洱咖啡创新中心	项目主要执行人，对创新成果 1 和 4 作出创造性贡献。负责云南咖啡资源收集，优良品种和配套生产技术研发示范推广。

八、主要完成单位情况及创新推广贡献

单位排名	单位名称	主要学术贡献
1	中国热带农业科学院香料饮料研究所	负责项目总体规划、设计与实施。组织开展国内外咖啡种质资源收集整理、鉴定评价与创新利用；主持咖啡种质资源表型鉴定和分子标记多样性研究，明确咖啡资源亲缘关系，构建指纹图谱，筛选出中、小粒种咖啡种间特异性引物 1 对；主持研究制定咖啡种质资源描述评价技术体系，系统开展鉴定评价，筛选出大量优异种质资源；主持利用转录组测序鉴定出与蔗糖合成和调控的基因 24 个，初步阐述蔗糖及其下游次生代谢途径与咖啡果实品质性状形成的关系；主持进行咖啡种质资源创新利用研究，创制出优良育种材料 21 份，选育出高产优质新品种 2 个，研发嫁接育苗技术和间歇浸没式体胚成苗技术；负责咖啡优良品种及配套生产技术推广应用。
2	海南兴科热带作物工程技术有限公司	海南兴科热带作物工程技术有限公司是一家以热带作物科技产品生产、销售、科技推广为主的企业。在本项目中主要承担咖啡种植、咖啡豆初加工技术推广应用工作，建立了咖啡生产和初加工基地，较好地促进了周边农户种植咖啡的积极性，起到良好的示范、辐射与带动作用。
3	海南大学	主要负责国外咖啡资源收集引进，丰富了我国咖啡资源遗传多样性。
4	普洱咖啡创新中心	负责云南咖啡资源收集，优良品种和配套生产技术示范推广。

九、完成人合作关系说明

项目完成人中闫林、王晓阳、黄丽芳、董云萍、林兴军、龙宇宙均为中国热带农业科学院香料饮料研究所咖啡团队成员，在多年的科研工作中形成了紧密的合作关系，曾共同参与国家、省部级科研项目多项，其中共同完成的国家自然科学基金（31000740、31071475）、国家科技基础条件平台重点项目（2005DKA21005-64）、农业部热带作物种质资源保护项目（14RZZY-49、15RZZY-49、16RZZY03、151721301354052013、151821301354052714）、海南省科技成果示范推广项目（ZDXM2014133）为本项目成果的任务来源之一。获得发明专利 3 项、实用新型专利 2 项，认定地方品种 2 个，制定标准 7 项。

项目完成人中莫丽珍为普洱咖啡创新中心人员，与闫林、董云萍在咖啡资源收集和种源圃建设方面开展合作；项目完成人中谢尚潜来自海南大学，多年来与闫林合作，通过多种渠道为项目引进咖啡资源。

《海南热带功能性花木资源研究与创新利用》 公示材料

项目名称

海南热带功能性花木资源研究与创新利用

提名者及提名意见

1. 提名者：海南大学
2. 提名意见

根据海南全面深化改革需求，为加快生态文明示范区、国际旅游岛和“南繁硅谷”建设，助力海南岛全球种源中心建设，本成果针对海南功能性花木种质资源评价体系不健全、资源调查匮乏、资源流失严重等问题，进行了多年研究，重点对海南功能性花木中药用类植物、芳香类植物类开展了种质资源挖掘、栽培技术体系完善以及评价体系建立等内容，取得显著成果。具体内容如下：（1）共收集石斛、肾茶、木棉等药用类植物、紫罗勒、阔叶薰衣草、依兰、睡莲等芳香类植物种质资源达千余份，从中筛选优质种质资源几十份。（2）针对筛选出的优质种质，在种苗繁育、生产栽培、病虫害防治等重要环节中的关键技术和技术难点展开研究，制定技术规程，集成配套生产技术体系，解决生产配套技术落后的问题。（3）建立生产示范基地，通过集中培训和实地考察等方式推广栽培技术，提高辐射带动能力；采用“科研+企业”模式，加强优异种质资源的推广应用，助推产业科技创新，取得了明显的经济效益和社会效益。

同意提名 2019 年度海南省科学技术进步奖一等奖。

项目简介

功能性花木是指除了具有观赏价值之外，还有药用、芳香保健等功能的花卉树木。这类花木的产业发展，对拓展花木产业范畴、提升花木产业价值、实现农民脱贫致富等，具有十分积极的作用，是近年来花木产业研究的热点领域。海南功能性花木资源丰富，但一直缺乏比较全面深入的研究，资源调查研究少、评价体系不健全、推广应用少，没有发挥出应用的资源和产业优势。本成果通过产学研合作，以海南功能性花木资源中的药用植物和芳香植物作为主要研究对象，分别进行种质资源的挖掘、保存及优质种质的筛选，制定配套栽培技术及标准，建立生产示范基地、开展技术培训进行推广应用，联合攻克栽培及推广应用中的困难。

本项目共收集石斛、木棉、肾茶等药用类植物、紫罗勒、阔叶薰衣草、睡莲等芳香类植物种质资源达千余份，从中筛选优质种质资源几十份。针对筛选出的优质品种，在种苗繁育、

生产栽培、病虫害防治等重要环节中的关键技术和技术难点展开研究，制定技术规程或标准，集成配套生产技术体系，解决生产配套技术落后的问题。建立生产示范基地，通过集中培训和实地考察等方式推广栽培技术，提高辐射带动能力；采用“科研+企业”模式，推出若干功能性产品，提升了产业水平，推广应用面积上万亩，产值上亿元，带动周边大量农民致富，打造了若干产业名片，取得了明显的经济效益和社会效益。

客观评价

本成果瞄准海南丰富的功能性花木资源，开展收集、评价、关键技术研发及推广应用全产业链的研发，筛选了适合海南环境的特色花木资源，建立了一系列栽培技术体系，解决了一系列重大技术难题，并进行了有效的推广和应用，取得了明显的经济效益和社会效益，在海南功能性花木种质资源挖掘和应用上有重大创新。本成果综合性强、整体技术难度较大、完成度高，总体技术水平和主要技术经济指标位列国内领先水平；推广应用的植物种质市场竞争力强，成果转化程度高，对行业的技术进步和产业结构优化升级有重大作用。与国内同类研究相比，收集的种类多、筛选出优质种质资源丰富、应用效果好，总体上处于领先水平。

应用情况

本成果在充分调研海南功能性花木产业的基础上，整合海南省主要的相关科技力量和龙头企业，开展了海南功能性花木种资源收集、保存与研究与创新利用的技术研发与示范推广。十年来（2009-2019）不断的理论探讨和实践创新，在技术推广应用方面情况如下：海南大学、中国热带农业科学院热带生物技术研究所、中国热带农业科学院香料饮料研究所作为主要的科研服务单位，收集功能性花木种质资源，建立种质资源圃，筛选优质种质，并集成相应生产技术规程，开展配套栽培技术培训，为种植户提供技术服务，并与海南屯昌梦幻香山实业投资有限公司等公司合作进行推广应用，辐射带动农户种植，培训农业技术骨干，打造海南功能性花木应用的产业集团，助推海南花木产业升级和结构调整，经济效益和社会效益显著，共实现产值上亿元，并打造了一批知名产业名片，取得了良好的社会声誉。

主要知识产权和标准规范等目录

主要代表性专利如下：

[1] 空气净化芳香盒（ZL 200810148940.X）

[2] 包装罐(海南肾茶)（ZL 200930237416.5）

[3] 益智保健酒及其制备方法（ZL 201010611694.4）

[4] 益智肾茶（ZL 201210185199.0）

[5] 一种组合物及其应用，其制备方法以及含有该组合物的药物、食品（ZL 201510676615.0）

主要代表性论文如下:

- [1] 宋希强. 海南野生兰科植物保育生物学研究[D]. 中国科学院大学, 2009.
- [2] 陈宝玲,宋希强,胡美姣等. 美花石斛菌根真菌接菌方式与接种效应初步研究[J]. 植物研究, 2011, 31(1): 79-84.
- [3] 龚萍. 五种香草植物在海南地区的生态适应性研究[D]. 海南大学, 2011.
- [4] 龚萍,王健. 5种香草植物抗旱生理特性的研究[J]. 种子, 2011, 30(09): 69-72.
- [5] 龚萍,王健. 利用电导率法测定六种芳香植物的耐热性[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(10): 2038-2040.
- [6] 宋迎方,龚萍,王健. 阔叶薰衣草的抗热性研究[J].江苏农业科学, 2011, 39(05): 210-212.
- [7] 赵钟鑫,王健,李琴等. 阔叶薰衣草叶片总 RNA 两种提取法的比较[J]. 热带农业科学, 2011, 31(08): 55-58.
- [8] 赵钟鑫. 阔叶薰衣草芳樟醇合酶基因的克隆与植物表达载体的构建[D]. 海南大学, 2012.
- [9] 陈伟,唐朝胜,王健等. 基于.NET 技术的热带芳香作物资源共享平台的开发研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(06): 157-160.
- [10]黄碧兰,张玄兵,王健. 3个不同罗勒种叶中香气成分的 GC-MS 分析[J]. 热带农业科学, 2013, 33(10): 65-71.
- [11] 武华周. 华石斛种群生态学研究[D]. 海南大学, 2013.
- [12] 谢琳,王健,张玄兵. 5个薄荷品种气孔性状研究[J]. 江西农业学报, 2013, 25(06): 43-45+48.
- [13] 谢琳,王健,张玄兵等. 薄荷属种质资源遗传多样性 ISSR 分析[J]. 广东农业科学, 2013, 40(18): 130-132+158.
- [14] 张玄兵,王健,谢琳等. 极香罗勒的花、叶和茎挥发性成分比较分析[J]. 热带作物学报, 2013, 34(06): 1182-1187.
- [15] 赵钟鑫,王健,李琴等. 阔叶薰衣草芳樟醇合成酶基因的克隆与表达载体构建[J].植物研究, 2013, 33(03): 308-316.
- [16] 寸德志. 海南黎族药用兰科植物的民族植物学研究[J]. 热带作物学报, 2014, 35(10): 2025-2029.
- [17] 张友源, 宋希强, 梅文莉等. 海南石斛化学成分研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2015(3): 317-322.
- [18] 王榜琴. 南美星油藤在海南引种适应性研究[D]. 海南大学, 2016.
- [19] 袁茜, 唐小兰, 宋希强等. 海南岛俄贤岭喀斯特地貌野生花卉资源及园林应用[J]. 热带生物学报, 2016, 7(2): 185-189.

[20] X.J. Chen, W. L. Mei, W.J. Zuo *et al.* A new antibacterial phenanthrenequinone from *Dendrobium sinense*[J]. Journal of Asian Natural Products Research, 2013, 15(1): 67-70.

[21] X. J. Chen, W. L. Mei, C. H. Cai *et al.* Four new bizenzyl derivatives from *Dendrobium sinense*[J]. Phytochemistry Letters, 2014,9:107-112.

[22] X.W. Qin, C.Y. Hao, S.Z. *et al.* Volatile organic compound emissions from different stages of *Cananga odorata* flower development. Molecules, 2014, 19:8965-8980.

主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职务	工作单位	完成单位	对本项目贡献
宋希强	1	院长	教授	海南大学	海南大学	主要项目负责人 1、制定项目的总体思路、技术方案和实施方案及执行。 2、主持星油藤、石斛等药用植物种质资源的考察、收集及配套组培快繁体系的建立,推进相关成果应用。 3、有关数据的整理、汇总、项目总结。 4、发表部分论文。
戴好富	2	副所长	研究员	中国热带农业科学院热带生物技术研究所	中国热带农业科学院热带生物技术研究所	1、参与项目研究计划的制定。 2、主持石斛等药用植物种质资源收集、栽培技术的制定,并推进成果转化与推广应用。 3、相关数据的整理、汇总、项目总结。 4、发表部分论文。
于旭东	3	主任	副教授	海南大学	海南大学	1、参与项目研究计划制定。 2、主持肾茶、木棉等种质资源收集、栽培技术的栽培,及技术推广。 3、相关数据的整理、汇编和项目总结 4、发表部分论文。
王健	4	副院长	教授	海南大学	海南大学	1、参与技术成果推广指导。 2、组织落实人、财物等项目资源投入,支持和推进成果转化应用。 3、主持芳香类花木资源收集和栽培体系建立。 4、发表部分论文。

秦晓威	5	处长	副研究员	中国热带农业科学院香料饮料研究所	中国热带农业科学院香料饮料研究所	1、参与项目研究计划制定。 2、主持依兰等种质资源收集、栽培技术的栽培及技术推广。 3、相关数据的整理、汇编和项目总结。 4、发表部分论文。
赵莹	6	无	副教授	海南大学	海南大学	1、参与项目研究计划制定。 2、主持睡莲等种质资源收集、栽培技术的栽培。 3、相关数据的整理、汇编和项目总结。 4、发表部分论文。
陈伟	7	无	副教授	海南大学	海南大学	1、参与项目研究计划制定。 2、相关数据的整理、汇编和项目总结。 3、主要负责科研成果转化及推广应用。
黄圣卓	8	无	副研究员	中国热带农业科学院热带生物技术研究所	中国热带农业科学院热带生物技术研究所	1、参与项目研究计划的制定。 2、参与石斛种质资源收集、栽培技术的制定。 3、收集石斛相关数据的整理、汇总、目总结。
曾晓鹏	9	经理	工程师	广东如春生态集团有限公司	广东如春生态集团有限公司	参与药用植物、芳香植物等资源收集与栽培技术研究，长期开展芳香植物的推广与应用。
宋圣根	10	经理	工程师	海南屯昌梦幻香山实业投资有限公司	海南屯昌梦幻香山实业投资有限公司	参与芳香植物资源收集与栽培技术研究，长期开展芳香植物的推广与应用。

主要完成单位及创新推广贡献：

排名	单位名称	创新推广贡献
1	海南大学	项目主持单位 1、收集保存石斛、木棉等药用植物、紫罗勒等芳香类植物及睡莲等观赏植物种质资源，筛选出优质品种。 2、针对筛选出的优质品种，在种苗繁育、生产栽培、病虫害防治等重要环节中的关键技术和技术难点展开研究，制定技术规程或标准，集成配套生产技术体系，解决生产配套技术落后的问题。 3、开展石斛、木棉花、睡莲等植物的化学成分研究，开发功能性产品，与企业合作开展生产与市场推广。 4、建立石斛、肾茶、木棉、睡莲等生产示范基地，加强品种的推广应用。 5、完成并发表项目部分论文。

2	中国热带农业科学院热带生物技术研究所	项目参与单位 1、收集保存石斛等种质资源，筛选出优质品种。 2、针对筛选出的优质品种，在种苗繁育、生产栽培、病虫害防治等重要环节中的关键技术和技术难点展开研究，制定技术规程或标准，集成配套生产技术体系，解决生产配套技术落后的问题。 3、活性物质基础研究与产品研发 先后开展了海南石斛、华石斛和金钗石斛的化学成分研究，开发功能性产品，与企业合作开展生产与市场推广。 4、建立石斛生产示范基地，加强品种的推广应用。 5、完成并发表项目部分论文。
3	中国热带农业科学院香料饮料研究所	项目参与单位 1、系统收集依兰种质资源，筛选出高出油率资源； 2、研发配套的种苗嫁接繁育技术和矮化修建技术，制定配套的依兰优良种苗繁育技术规程和栽培技术规程； 3、研发依兰相关功能性产品，制定加工技术规程。 4、建立依兰种植推广示范基地，集中培训推广栽培技术，提高辐射带动能力，对依兰资源及其鲜花、精油等系列产品进行推广应用，为依兰在园林园艺、化妆品等行业应用提供了品种资源和技术支撑。 5、完成并发表项目部分论文。
4	广东如春生态集团有限公司	项目参与单位 利用项目技术与筛选出的品种资源，进行芳香树木、花卉的推广应用
5	海南屯昌梦幻香山实业投资有限公司	项目参与单位 利用项目技术与筛选出的品种资源，开发芳香植物专类园，进行芳香花卉树木的推广应用。

完成人合作关系说明

本项目主要完成单位包括海南大学、中国热带农业科学院热带生物技术研究所、中国热带农业科学院香料饮料研究所、广东如春生态集团有限公司、海南屯昌梦幻香山实业投资有限公司等。

围绕着海南热带功能性花木资源，配套栽培技术研发以及创新推广应用等研究内容，通过海南省重大科技计划--“火山岩石斛和胆木的产业化关键技术研究及示范”（ZDKJ201805）、海南省自然科学基金--“华石斛杀线虫活性成分及其作用机理研究”（218QN284）、海南省星火产业带专项资金项目—“海南肾茶高效栽培与加工技术示范”（HNXH201319）、海南产学研一体化专项项目—“海南木棉产业发展关键技术集成与示范”（CXY20140027）等项目合作开展药用植物的合作开发与推广应用。通过国家级星火计划项目--“海南省芳香植物栽培技术研究与示范”（2008GA800009）、海南省重点研发计划--“依兰优良品系选育及配套矮化栽培技术研究与示范”（ZDYF2017049）、海南省重点研发计划—“热带睡莲高效栽培与保鲜加工关键技术研究及示范”（ZDYF2017025）和海口市重点科技计划项目—“热带

睡莲产业化关键技术研发与示范”（2016-022）等项目合作开展芳香类植物的合作开发与推广应用。

其中针对药用植物种质资源的利用，海南大学作为项目主持单位和主要完成单位之一中国热带农业科学院热带生物技术研究所，在石斛、木棉、肾茶等药用植物种质资源收集，优质种质筛选；优质种质组培快繁体系的建立和配套栽培技术的集成；种植示范基地建立及功能性产品研发和推广应用方面展开合作，同时两家单位共同培养研究生和发表论文。海南大学和中国热带农业科学院香料饮料研究所共同完成极香罗勒、依兰、睡莲等芳香类植物种质资源，研发配套的种苗嫁接繁育技术和矮化修建技术，制定配套优良种苗繁育技术规程和栽培技术规程；研发芳香类植物相关功能性产品，制定加工技术规程；建立种植推广示范基地，集中培训推广栽培技术。广东如春生态集团有限公司和海南屯昌梦幻香山实业投资有限公司作为三家科研单位长期合作应用企业，在花木资源推广和产品开发及推广方面做出巨大贡献。